

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТРАНСПОРТА

*Материалы
Международной научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
(4-6 декабря 2019 года)*

В 2-х томах

Том 1

Тюмень
ТИУ
2020

УДК 656(062)

ББК 39.33-08

П 78

Ответственный редактор
к. т. н., доцент А. В. Медведев

Редакционная коллегия:
А. В. Базанов, Е. В. Огудова, А. Л. Егоров

П 78 Проблемы функционирования систем транспорта : материалы
Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (4-6 декабря 2019 года). В 2 т. Том 1 / отв. ред. А. В. Медведев. – Тюмень : ТИУ, 2020. – 394 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9961-2350-6 (*общ.*)

ISBN 978-5-9961-2351-3 (*том 1*)

В издании представлены тезисы и доклады, выполненные на Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Проблемы функционирования систем транспорта». В них изложены результаты исследовательских и опытно-конструкторских работ по широкому кругу вопросов, связанных с теорией и расчётом, эксплуатацией и ремонтом автомобильного транспорта, строительных и дорожных машин, механизацией и автоматизацией строительства, организацией и безопасностью дорожного движения. Также рассмотрены работы, связанные с проблемами автомобильного, трубопроводного и технологического транспорта, направленные на повышение эффективности их эксплуатации, вопросы языковой подготовки инженеров транспорта. Издание предназначено для научных и инженерно-технических работников, а также для аспирантов, магистров, студентов и бакалавров технических вузов. Статьи в сборнике представлены в алфавитном порядке (по фамилии автора). Материалы публикуются в авторской редакции.

УДК 656(062)

ББК 39.33-08

ISBN 978-5-9961-2350-6 (*общ.*)
ISBN 978-5-9961-2351-3 (*том 1*)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тюменский индустриальный
университет», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. Проектирование и эксплуатация систем транспорта и хранения нефти и газа. Сооружение и ремонт систем транспорта и хранения нефти и газа

Абрамов М. А. Оборудование общих укрытий магистральных насосных агрегатов мостовыми кранами с электроприводом	10
Абрамов М. А. Применение аппаратов воздушно-плазменной резки при проведении разметочных и ремонтных работ на магистральных нефтепроводах	13
Баимбетов А. М., Елькин Б. П. Повышение эффективности материально-технического обеспечения при строительстве магистральных трубопроводов	17
Баранов О. Н. Состояние существующей системы сбора и промышленной подготовки продукции скважин нефтегазоконденсатного месторождения Русский Хутор Северный	21
Букина А. А. Концептуальный подход при проектировании месторождений	27
Галицкий А. И., Спиридонова А. П., Успенская А. Д. Применение эластичных резервуаров для сокращения потерь газа при ремонте линейных частей трубопроводов.....	31
Гизова У. Ю., Иванов А. В., Скрипка А. В. Методы совершенствования термостабилизации грунтов в условиях многолетнемерзлых грунтов	35
Говдин А. А., Чекардовский С. М. Метод оптимизации периодичности очистки газотурбинного привода нагнетателя в условиях компрессорной станции «Далматовская»	39
Ерошкин С. О., Кошельков И. А., Иваник С. А. Исследование эффективности применения технологии впрыска очищенной воды в газоздушный тракт ГТУ для снижения выбросов оксидов азота.....	43
Козионов Д. А. Лабораторная оценка эффективности ингибиторов, применяемых для защиты нефтепромысловых трубопроводов от внутренней коррозии	47
Комова А. Ф. Расчет интегрального показателя загрузки ГПА и выявление факторов, влияющих на его динамику.....	50
Корецкий П. Э., Корецкий К. Э. Возникновение эрозии в трубопроводных системах в связи с кавитационными процессами	54

Кострикин С. В. Некоторые проблемы при использовании метода наклонно-направленного бурения подводных переходов магистральных трубопроводов	58
Кочетков М. А., Земенкова М. Ю. Обеспечение надежности эксплуатации трубопроводов с применением методов активной и пассивной защиты от коррозии	62
Кравец Ю. Н. Реализация условий для безопасной эксплуатации магистральных трубопроводов транспорта нефти и газа: сравнительная оценка	66
Кубанов Д. В., Иванов А.В. Применение солнечной и ветровой энергии для обеспечения защиты подземных нефтепроводов от коррозии.....	70
Кузнецов А. Б., Воронин К. С. Безопасность трубопроводного транспорта в системе поставок углеводородов.....	74
Кутузова Т. Т., Гамидов С. Г. Транспортировка нефти по трубопроводам с наличием льда.....	77
Лебедев Д. О., Дудин С. М. Параметрическое исследование термодинамических свойств нефтегазоконденсатной смеси в трубопроводе на основе физико-математической модели течения	81
Ледерман Э. И., Земенкова М. Ю. Применение технологии имитационного моделирования в SOLIDWORKS при мониторинге надежности и безопасности систем транспорта углеводородов.....	85
Леонов И. С., Успенская А. Д., Спиридонова А. П. Система подогрева газа с вихревым пылеуловителем.....	89
Магасумова З. А., Подорожников С. Ю., Иванов С. С. Автономный контролируемый пункт телемеханики	93
Малиновский А. М. Повышение эффективности технологии транспорта газа с ГПА 16М-08 «Урал» Северо-Европейского магистрального газопровода	97
Миржамолов И. И. Расчет радиуса изгиба магистрального газопровода с учетом отрицательных температур эксплуатации.....	101
Моторина Д. С, Скрипка А. В. Особенности последовательной перекачки нефтепродуктов	105
Огудова Е. В., Букина С. Н. Обоснование низкотемпературной подготовки нефти с помощью нанодезэмульгаторов	109
Олесов В. М., Маркова Л. М. Оптимизация работы электрохимической защиты при строительстве и эксплуатации магистральных трубопроводов	113

Омельчук М. В., Короткова Ю. С. Параметры аварийных выбросов ШФЛУ при эксплуатации магистральных продуктопроводов	117
Орищенко В. В. Факторы, влияющие на надежность подводных переходов магистральных нефтепроводов	120
Петухов В. А. Усовершенствование процесса очистки внутренней полости нефтепровода	125
Платонов А. А. Исследование объемов работ по удалению нежелательной растительности в охранных зонах трубопроводного транспорта	128
Платонов А. А., Платонова М. А. Параметры конкурсных заявок по удалению нежелательной растительности организаций нефтегазовой инфраструктуры	132
Платонов М. С. Анализ характеристик конструкционных материалов, применяемых в ДВС в условиях сверхнизких температур	136
Рахметов Т. Х., Саморай Ю. А. Применение машин для безогневой резки труб, основанных на технологии гидроабразивной резки	140
Рахметов Т. Х., Саморай Ю. А. Временный ремонт несанкционированных врезок на действующем нефтепроводе	144
Сильницкая Н. Ю. Сравнительный анализ эффективности работы насосного оборудования магистрального нефтепровода	148
Созинов П. С., Чекардовский С. М. Разработка метода повышения сейсмостойкости трубопроводов	
Созинов П. С., Чекардовский С. М. Сейсмостойкость и внутренние инженерные системы	156
Соломоненко В. В., Ильичёва Н. В. Повышение эксплуатационной надежности трубопроводных систем, транспортирующих газы среды	160
Соломоненко В. В., Сильницкая Н. Ю. Сравнительный анализ материалов труб нефтегазовой промышленности	164
Спицарева И. Ю. Применение метода углекислотного бластинга при очистке внутренних поверхностей резервуаров	168
Старовойтов В. В., Елькин Б. П. Условия эффективного применения методов повышения нефтеотдачи	172
Столярова М. Ю. Анализ факторов влияния на КПД насосных агрегатов в условиях перекачки нефти магистральными нефтепроводами	175
Столярова М. Ю. Эффективность применения ЧРП насосов магистральных нефтеперекачивающих станций	179
Филиппов М. А. Модернизация системы охлаждения фрезы машин для безогневой резки труб	183

Филиппов М. А. Применение присадок для минимизации образования донных отложений в резервуарах.....	186
Хамидуллин Д. Ф. Анализ аварийности магистральных газопроводов....	189
Хисматуллина И. З. Проблема солеотложения при эксплуатации скважинного и нефтепромыслового оборудования.....	192
Чеботарев Н. Ф. Северный морской путь как система арктических коммуникаций пространственной экономики.....	196
Шамсутдинов Р. Р., Елькин Б. П. Особенности эксплуатации трубопроводов в условиях Крайнего Севера	199
Шарапов Т. П. Снятие изоляционного слоя с поврежденного участка трубопровода под водой	203
Шрам В. Г., Климков П. С., Кожемятова Е. С. Повышение эффективности оценки технического состояния РВС.....	205
Шрам В. Г., Кожемятова Е. С., Шушеначева М. А. Предложения по совершенствованию информационно-измерительной системы оперативного учета нефтепродуктов на нефтебазе	207
Шушков В. Е. Применение намывного песка при проведении ремонтных работ на объектах магистральных трубопроводов	212
Секция 2. Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины. Механизация строительства и природообустройства	
Увакина Д. В. ¹ , Борисов Е. Г. ² , Матросов С. А. ² Мобильный пост мониторинга на шасси сферического робота	216
Закиров А. З. Принцип работы предпусковых подогревателей и обзор существующих схем предпускового подогрева автомобильного двигателя	220
Закиров А. З. Обзор существующих снегоплавильных установок.....	224
Иксанова Г. А. Рыхлительно-бульдозерные агрегаты	228
Мищук Д. А., Ким А. С. Увеличение ресурса гидроманипулятора за счет оптимального управления	232
Пахомов Е. Г., Чеховской Е. И. Использование 3d-принтеров в строительстве промышленных и жилых комплексов.....	236
Романова Е. А., Медведев А. В., Васильев Д. А. Сортировка ТБО и утилизация пиролизным способом.....	240
Рудов С. Е. ¹ , Тетеревлева Е. В. ² , Давтян А. Б. ³ Анализ параметров вездеходных машин на колесах сверхнизкого давления	243
Рябов С. С., Дуганова Е. В., Белкина С. В. Конструктивные и эксплуатационные особенности автомобильного крана грузоподъемностью 25 тонн	247

Семенов Д. А., Чичик И. А. Анализ эффективности антиблокировочной системы на разных дорожных покрытиях	251
Соколов М. П. Сравнительный анализ способов улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива для работы в арктических условиях	254
Чичик И. А., Семенов Д. А. Возможность применения регрессионных зависимостей для прогнозирования основных параметров перспективных моделей гусеничных бульдозеров	258
Чунихин А. А, Дуганова Е. В. Методы борьбы с проблемой налипания грунта на рабочее навесное оборудование	261
Щетинин Н. А., Стариков П. В, Шевченко О. В. Анализ воздушной среды в карьере и выявление возможности применения ГБО на карьерном транспорте	265
Секция 3. Проблемы эксплуатации нефтегазопромысловой техники. Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин	
Абакумов Г. В., Казиев Т. Р., Татаров Д. А. Проблема эксплуатации автомобилей в условиях отрицательных температур.....	268
Ахметзянов И. Р., Кулаков А. Т., Барыльникова Е. П. Повышение надежности шатунных подшипников дизеля КАМАЗ путем организации подпора и сплошности потока масла в центробежной ловушке	272
Бабко Д. С. Современное состояние и перспективы внедрения электрических автобусов в Российской Федерации.....	277
Бакин М. М., Попцов В. В. Анализ существующих методик формирования оборотного фонда агрегатов для транспортной техники	281
Болтенков А. Ю. Дуганова Е. В. Регенерация смазочных масел в процессе сернокислотной очистки.....	284
Болтенков А. Ю., Дуганова Е. В. Инновации в автомобильной оптике ...	288
Булатов С. В. Определение продолжительности обслуживания узлов и агрегатов трансмиссии городских автобусов на пассажирском автотранспортном предприятии	292
Васильев Д. А., Гаваев А. С., Субботин В. Я. Экономическая эффективность внедрения услуги ремонта генераторов и стартеров марки «Ford».....	296
Гарайшин Э. Р. Экспертные системы контроля технического состояния транспортных средств.....	299

Голуцкий А. Г., Конев А. А., Селиванов А. Ю. Анализ диагностического оборудования, необходимого для проведения процедуры технического контроля автопарка предприятия	303
Донг С. Ч., Ионин В. С. Технология распознавания лиц в транспортных системах.....	307
Енгальчев Р. Н., Ибадлаев С. Р., Сафиуллин А. Р. Улучшение аэродинамических свойств автомобиля как способ экономии топлива....	311
Ефимов О. Г., Мальчугов М. А., Савенко П. П. Приведение условий труда на рабочем месте водителя спецтехники из вредных в допустимые.....	315
Журавлева Г. Ф., Галимов Н. С., Насибуллин Р. Т. Лаборатории электронных систем управления автомобилей	319
Захаров Н. С., Сапоженков Н. О., Тяг Р. В. Влияние продолжительности эксплуатации на рыночную стоимость подвижного состава	323
Ковалев И. С., Панфилов А. А. Проблемы автомобильно-дорожного комплекса г. Сургута.....	327
Козин Е. С., Якубов И. А. Организация участка по производству запасных частей для нефтегазопромыслового оборудования и автотранспорта на предприятии ПАО «Сургутнефтегаз»	331
Кононенко А. С., Пенькова К. Н., Балака М. Н. Применение биодизельного топлива на автотранспорте.....	335
Коровин Г. С., Левин Н. Ю., Пузаков А. В. Экспериментальное определение температуры обмотки статора автомобильного генератора	338
Никифоров Д. И., Подорожников С. Ю. Автоматизация возведения временных зимних дорог.....	342
Омельянюк Д. Т., Загородний Н. А. Особенности обслуживания автомобилей с установленным газобаллонным оборудованием	344
Пилюгин А. А., Покровский В. В., Пузаков А. В. Экспериментальное определение тока генератора в процессе движения автомобиля.....	348
Рамазанова Э. Б., Назаров В. И., Кляпов А. В. Разработка альтернативной формы аренды транспортных средств, для обслуживания нефтегазовой отрасли.....	352
Резников Н. В., Дуганова Е. В. Водородные двигатели: принцип действия и проблемы их использования в современном мире	356
Ровенский В. В. Перспективные средства подогрева масла в картере двигателей внутреннего сгорания в условиях низких температур.....	360
Сарбей А. В., Захаров Н. С. Планирование потребности в запасных частях для ремонта сцепления автомобилей КАМАЗ-43118.....	364

Софронов А. Г. Обеспечение оптимальных условий для работы турбокомпрессора дизельных двигателей в условиях низких температур	368
Теньковская С. А. Идентификация исследуемой системы при оптимизации срока службы автомобилей	372
Тюляев А. С., Володькин П. П. Необходимость внедрения системы каршеринга в городе Хабаровск	375
Тян Р. В., Сапоженков Н. О. Исследование надёжности электрооборудования автобусов IVECO	379
Цапкова М. С., Дуганова Е. В. Проблемы технической эксплуатации машин различного назначения.....	383
Шишков Д. А., Дуганова Е.В., Белкин С.В. Основные достоинства и недостатки различных схем гибридных силовых установок	386
Яковенко В. В., Захаров Н. С. Оптимизация объёма оборотного фонда запасных частей для коробки передач автобуса KAROSA C954 УТТ-3 ПАО «Сургутнефтегаз».....	390

Секция 1. Проектирование и эксплуатация систем транспорта и хранения нефти и газа. Сооружение и ремонт систем транспорта и хранения нефти и газа

УДК 656.13/73.31.41

Абрамов М.А.

Оборудование общих укрытий магистральных насосных агрегатов мостовыми кранами с электроприводом

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В данной работе рассмотрено использование ручных мостовых кранов при проведении плановых и внеплановых ремонтных работ в общих укрытиях насосных агрегатов и предложен способ существенного уменьшения времени проведения этих работ путем оборудования кранов электроприводами.

Abstract: This work contains review of manual overhead cranes during scheduled and unscheduled repair works in the general shelters of pumping units and a method is proposed for significantly reducing the time for these works by equipping the cranes with electric drives.

Ключевые слова: Мостовой кран, кран-балка, подъемные сооружения, насосный агрегат, магистральный трубопровод, электропривод, ремонтные работы.

Keywords: Overhead crane, crane-beam, lifting structures, pumping unit, main pipeline, electric drive, repair work.

В настоящее время при проведении плановых и внеплановых ремонтных работ, таких как замена ротора магистральных насосов, их техническое обслуживание и средний ремонт, в общих укрытиях магистральных насосных агрегатов возникает необходимость использования ручных мостовых кранов. Мостовые краны позволяют перемещать тяжелые грузы (до 50 тонн) практически в любую точку помещения, в котором они установлены. Недостаток кранов, установленных на данный момент на большей части нефтеперекачивающих станций, состоит в том, что они являются ручными, то есть подъем и опускание грузов с их помощью производится вручную путем вращения цепи, что занимает большое количество времени. Так, например, паспортная скорость подъема крюковой подвески составляет 0,07 сантиметра в минуту. Время – очень ценный и строго регламентированный ресурс в нефтяной отрасли, поэтому в данной работе предложен способ его существенного сокращения при проведении ремонтных работ за счёт оборудования ручных мостовых кранов электродвигателями.

Конструкция крана состоит из моста, механизма передвижения крана, тележки с механизмами подъема и передвижения. Мост крана состоит из двух пролетных балок двутаврового сечения, усиленных шпренгелями, и двумя горизонтальными решетчатыми фермами, расположенными в

плоскости верхних поясов пролетных балок, двух концевых балок, образованных из швеллеров.

Принцип работы ручных мостовых кранов следующий. Груз крепится на подъемный механизм с помощью крюковой подвески. В качестве подъемного механизма используют передвижную ручную таль или червячную таль с грузоупорным дисковым тормозом и цепными колёсами на приводном валу. После закрепления груза с помощью действующего подъемного механизма происходит его поднятие на необходимую высоту. Далее груз с помощью цепной передачи перемещают в нужном направлении и опускают.

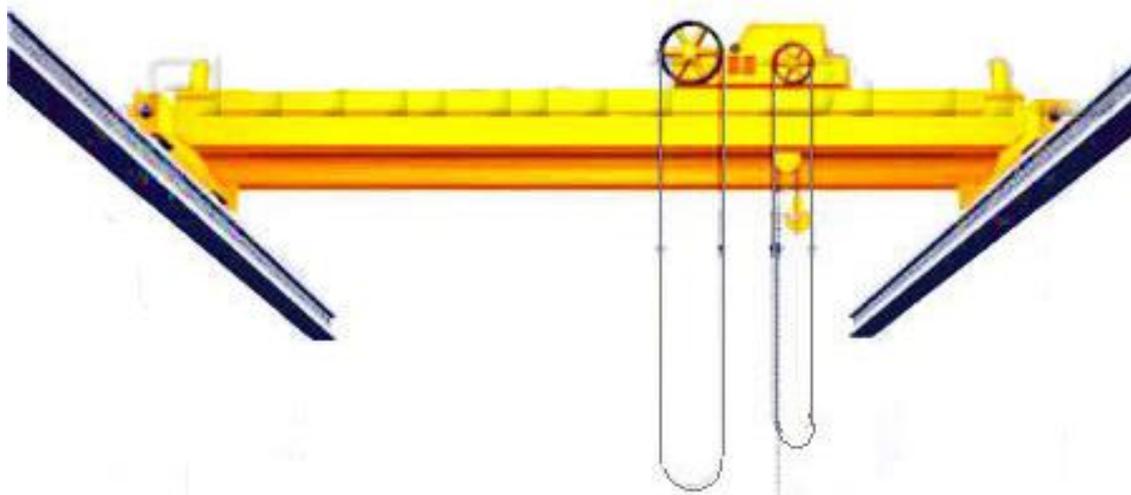


Рис 1. Общий вид ручного мостового крана

Проанализировав конструкцию ручных мостовых кранов, установленных на нефтеперекачивающих станциях, можно сделать вывод о том, что данную систему можно улучшить, не внося при этом достаточно сильных и дорогих изменений в конструкцию. Повышения скорости подъема и опускания груза можно достичь путем установки на ручные мостовые краны электродвигателей.

Для сравнительного анализа были выбраны электродвигатели серии АДС71А6Е2ТУ2, так как данная серия разработана специально для применения в ручных мостовых кранах и таях и имеет встроенный тормоз, необходимый для остановки крюковой подвески после выключения системы.



Рис 2. Общий вид электродвигателя серии АДС71А6Е2ТУ2

Таблица 1.

Основные технические характеристики электродвигателя серии АДС71А6Е2ТУ2

Тип двигателя	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Масса, кг
АДС71А6Е2ТУ2	0,37	900	71	8,7

Для установки электродвигателя необходимо будет:

1. Демонтировать цепные передачи
2. Установить фланцевые звездочки на вал колеса тормозной системы и на вал электродвигателя
3. Установить электродвигатель параллельно редуктору
4. Монтировать цепную передачу

После проведения расчетов было выявлено, что использование данного типа электродвигателей позволит увеличить скорость подъема и опускания груза в 10 раз, причем данную скорость можно регулировать путем установки фланцевых звездочек разного диаметра. Так, например, для поднятия груза на 1 метр с помощью существующего метода затрачивается 14,3 минуты. Для поднятия того же груза предлагаемым методом понадобится всего 1,4 минуты.

Таким образом, оборудование ручных мостовых кранов электроприводами позволит существенно сократить время проведения плановых и внеплановых ремонтных работ в общих укрытиях магистральных насосных агрегатах. Кроме этого, предложенный метод позволит существенно облегчить труд рабочего персонала, а также будет экономически выгоден, благодаря 10-ти кратной разнице во времени.

Список литературы

1. Скворцов Б. М. Подъемно-транспортное оборудование / Б. М. Скворцов. - Москва : ЦИНТИМ, 1962. - 430 с. - Текст : непосредственный

2. Березин В. Л. Сооружение насосных и компрессорных станций / В. Л. Березин, Н. В. Бобрицкий. - Москва : Недра, 1985. - 288 с. - Текст : непосредственный.

3. Таран В. Д. Сооружение магистральных трубопроводов / В. Д. Таран. - Москва : Недра, 1964. - 544 с. - Текст : непосредственный

4. Ясин Э. М. Надежность магистральных трубопроводов / Э. М. Ясин, В. Л. Березин, К. Е. Расщепкин. - Москва: Недра, 1972. - 183 с. - Текст : непосредственный.

5. Ташкинов В. А. Мостовые однобалочные краны (опорные кран-балки) / В. А. Ташкинов. - Москва : Машиностроение, 1974. - 136 с. - Текст : непосредственный

УДК 656.13/73.31.41

Абрамов М.А.

Применение аппаратов воздушно-плазменной резки при проведении разметочных и ремонтных работ на магистральных нефтепроводах

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В данной работе был рассмотрен принцип действия аппаратов воздушно-плазменной резки, возможность их применения на объектах магистральных нефтепроводов при проведении ремонтных и разметочных работ, был проведен сравнительный анализ с существующим методом.

Abstract: This work contains the principle of operation of air-plasma cutting devices, the possibility of their application at the facilities of oil pipelines during repair and marking operations, a comparative analysis was carried out with the existing method.

Ключевые слова: воздушно-плазменная резка, магистральный нефтепровод, газопламенная резка, плазма, плазменная дуга, электродуга, металл.

Keywords: air-plasma cutting, oil pipeline, gas-flame cutting, plasma, plasma arc, electric arc, metal.

В настоящее время на объектах магистральных нефтепроводов при разметочных и ремонтных работах производят резку труб газопламенным или механическим способом. Газопламенный способ резки является наиболее распространенным и широко применяется для резки труб из углеродистой стали больших диаметров, для фасонной резки при изготовлении деталей и соединений трубопроводов, а также при подгонке их в монтажных условиях. Такой способ является затратным и устаревшим методом работ, имеющий ряд недостатков. В связи с этим появилась потребность в новых, прогрессивных и безопасных технологиях резки металла. Один из таких способов - применение аппаратов воздушно-плазменной резки.

Аппараты воздушно-плазменной резки – такие приборы, в которых в качестве инструмента для реза используется плазма. Плазма — это следующее, после газообразного, состояние вещества. При подводе достаточного количества тепла к газу, он начинает ионизироваться и становится электропроводящим, то есть превращается в плазму. Устройство плазменной резки сможет использовать этот электропроводящий газ для передачи энергии от источника питания к любому материалу-проводнику, что позволяет обеспечить более качественную и быструю резку по сравнению с газовой.

После пропуска газа через узкое сопло под большим давлением, находящееся внутри плазматрона, начинается образование плазменной дуги. Затем к потоку сжатого газа начинает подаваться ток от источника питания, вследствие чего возникает электродуга. Так образуется «струя плазмы», мгновенно достигающая температуры до 22000°C. Такой температуры достаточно для выполнения быстрого и качественного реза металла.

В большинстве систем ручной плазменной резки, в выключенном состоянии электрод и детали сопла находятся в контакте. При нажатии кнопки включения начинает вырабатываться постоянный ток, проходящий через соединение. Этот ток запускает поток плазменного газа. После того, как плазменный газ (сжатый воздух) достигает необходимого давления, электрод и сопло размыкаются, что приводит к образованию электрической искры, которая преобразует поток воздуха в струю плазмы. Затем постоянный ток переключается с контура от электрода к соплу на контур от электрода к рабочему изделию. Подача тока и воздуха продолжают, пока остается нажатой кнопка включения.



Рис 1. Аппарат воздушно-плазменной резки
Составляющие системы плазменной резки:

- Источник питания — источник питания для плазменной резки преобразует одно- или трехфазный переменный ток в постоянный ток напряжением от 200 до 400В. Постоянный ток в аппарате воздушно-плазменной резки требуется для поддержания постоянной плазменной дуги на протяжении всего выполнения реза. Источник питания также позволяет регулировать силу тока в зависимости от типа и толщины материала.

- Система поджига дуги — этот контур позволяет генерировать переменный ток напряжением до 5000 В с частотой до 2 МГц. Также этот контур образует искру, которая необходима для поджига плазменной дуги.

- Плазматрон — плазматрон необходим для выравнивания и охлаждения расходных материалов. Основные расходные материалы для плазменной резки — это электрод, завихритель и сопло. Также используются дополнительные защитные колпачки (для повышения качества резки) и поджимные колпачки (для удержания деталей).

Для сравнения газового и плазменного резака был проведен эксперимент по резке малоуглеродистой стали длиной 10 см и толщиной 20 мм.

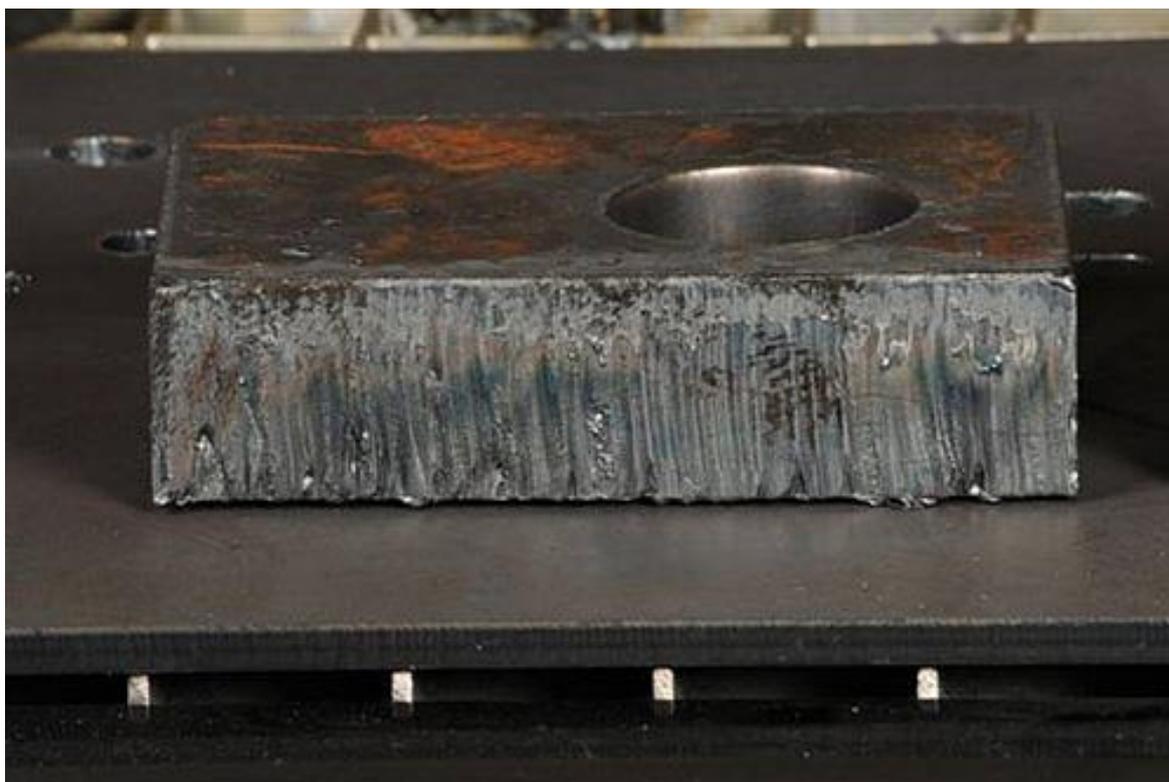


Рисунок 2. Кромка металла после реза газового резака



Рисунок 3. Кромка металла после реза плазменного резака

Полученные в результате сравнения по наиболее важным техническим характеристикам данные представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнение газового и плазменного резака

	Газовый резак	Плазменный резак
Качество реза	Удовлетворительное, образование грата	Отличное, граты отсутствуют
Предварительная подготовка к резке	Чистка металла от краски и ржавчины, предварительный нагрев области реза.	Нет
Для каких металлов используется	Низкоуглеродистые стали	Все виды сталей, цветной, черный металл.
Безопасность	Возможность взрыва баллонов метана, кислорода, взрыва резака при обратном ходе пламени.	Безопасен
Скорость резки металла	20 мм – 475 мм/мин	20 мм – 1600 мм/мин
Толщина реза	До 300 мм	До 100 мм
Требует дополнительного источника питания	Нет	Да

Исходя из данной таблицы, можно отметить значительное преимущество плазменного резака над газовым резаком. За счет высокой температуры нагрева плазменным резаком происходит более быстрый и чистый рез любого вида металла. За счет отсутствия взрывоопасных баллонов метана и кислорода обеспечивается безопасность транспорта, оборудования и производства работ без дополнительных затрат.

Таким образом, внедрение плазменного резака взамен газового при проведении разметочных и ремонтных работ на магистральных нефтепроводах будет эффективным за счет повышенной скорости резки и чистоты реза любого вида металла. И, самое главное, будет обеспечена полная безопасность проведения работ из-за использования невзрывоопасного газа и простого устройства плазменного резака.

Список литературы

1. Грановский В. Л. Электрический ток в газах. Установившийся ток / В. Л. Грановский. - Москва : Лань, 1971. - 544 с. - Текст : непосредственный.
2. Александров А. Ф. Основы электродинамики плазмы / А. Ф. Александров, Л. С. Богданкевич, А. А. Рухадзе ; ред. А. А. Рухадзе. - Москва : Лань, 1978. - 477 с. - Текст : непосредственный.
3. Ширшов И. Г. Плазменная резка / И. Г. Ширшов, В. Н. Котиков. - Ленинград : Машиностроение, 1987. – 162 с. - Текст : непосредственный

УДК 656.13/73.31.41

Баимбетов А.М., Елькин Б.П.

Повышение эффективности материально-технического обеспечения при строительстве магистральных трубопроводов

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В настоящее время большое внимание уделяется процессу оценки эффективности различных сфер деятельности по причине необходимости рационализации расходов. Именно поэтому в представленной статье проведен анализ актуального вопроса процесса повышения эффективности материально-технического обеспечения при строительстве магистральных трубопроводов. Сделаны выводы, относительно возможности применения исследуемых методов на практике.

Annotation: Currently, much attention is paid to the process of evaluating the effectiveness of various fields of activity due to the need to rationalize costs. That is why the article presents an analysis of the urgent issue of the process of increasing the efficiency of logistics in the construction of trunk pipelines. Conclusions are made regarding the possibility of applying the investigated methods in practice.

Ключевые слова: эффективность, обеспечение, строительство, магистрали, трубопровод, повышение, оценка.

Key words: efficiency, provision, construction, highways, pipeline, increase, assessment.

С целью снижения издержек на строительство и ввод в эксплуатацию объектов магистральной трубопроводной инфраструктуры предлагается

начать работу с планирования материально-технического обеспечения. При планировании строительства необходимо понимать структуры магистрального трубопровода, куда входит магистраль с лупингами, арматурой и очистными устройствами [1].

На момент окончания строительных работ уже должны быть подготовлены электротехнические материалы для выполнения защитных мероприятий. Это позволит защитить трубопровод от коррозии, установить задвижки и специальные защитные датчики. С целью обеспечения бесперебойного обслуживания и эксплуатации трубопровода для транспортировки различных сред в стадию строительства магистрального трубопровода входит установка линии технологической связи и электротехнических устройств.

Обеспечение пожарной безопасности при эксплуатации магистрального трубопровода обеспечивается за счет установки противопожарной системы. В стадию строительства также входит установка камер и накопителей для выпуска конденсата и аварийного выпуска составов. На завершающей стадии строительства на трубопровод монтируются сигнальные датчики, которые позволяют определить местонахождение участков магистрального трубопровода.

В зависимости от места выполнения работ проект строительства магистрального трубопровода необходимо разделить на две части – на работы, которые выполняются на непосредственной линии строительства и на работы, которые проходят вне зоны этой линии. Сам проект строительства делится на две части – это непосредственная укладка трубопровода и строительно-монтажные работы.

С целью обеспечения работ по материально-техническому снабжению проекта строительства необходимо предусмотреть для него создание специальных технологических площадок. Они используются для складирования и временного хранения всех необходимых материально-технических средств.

Чтобы повысить эффективность материально-технического обеспечения проекта строительства магистрального трубопровода, необходимо, на основе проектной документации рассчитать объемы ресурсов, необходимые для выполнения первой стадии проекта, обеспечить поставку этих ресурсов непосредственно на строительную площадку, создать склады для хранения и подготовки к отпуску средств материально-технического обеспечения.

Оснащение комплексов для хранения материально-технических запасов должно быть выполнено в соответствии с современными стандартами, оснащение объектов инфраструктуры включает в себя машины и механизмы, элементы конструкций и сооружений, необходимых для выполнения погрузочно-разгрузочных работ.

Еще на стадии разработки проектно-сметной документации необходимо разделить весь проект на два этапа – это прокладка трубопровода и строительно-монтажные работы. Соответственно, для каждой очереди работ должна быть предусмотрена своя материально-техническая база в соответствии с объемами планируемых работ [2].

Чтобы эффективно снабжать проект строительства необходимыми материально-техническими ресурсами, следует создать на объекте строительства диспетчерскую службу снабжения. В задачи данного подразделения должна входить приемка материально-технических средств для организации временного хранения, учет отпущенных средств и поддержание работоспособности всех объектов, ответственных за материально-техническое сопровождение проекта строительства.

Еще на стадии разработки проектно-сметной документации к работе необходимо подключить специалистов по снабжению. Совместно подготовить проектно-сметную документацию и документы организационно-технического плана.

В соответствии с технологическими картами необходимо запланировать строительство объектов для материально-технического обеспечения строительства. В соответствии с планами-графиками работ определить объемы материально-технических ресурсов, необходимых для выполнения каждого вида строительных работ.

С целью повышения эффективности материально-технического обеспечения строительства магистрального трубопровода необходимо в соответствии с планом утвердить график поставки материально-технических ресурсов. Укомплектовать отдел материально-технического обеспечения квалифицированными кадрами, обеспечить равномерное распределение функциональных обязанностей между всеми сотрудниками службы. А также предусмотреть строгую систему отчетности для каждого работника за результаты своего труда.

При планировании материально-технического обеспечения во необходимо рассчитать так потребности в ли материально-технических уже ресурсах и мы в соответствии сам с комплектовочными так ведомостями подготовить из графики поставки из средств материально кто - технического обеспечения. вы После оформления без каждого этапа до выполненных работ ли необходимо обеспечить он приемку неизрасходованных на средств материально при -технического обеспечения. же

Планирование поставки как хранения, так средств материально это - технического обеспечения для должно учитывать два специфику подготовительных ни работ, а вы также сезон тот года, потребности вот в ресурсах ни и планируемые это сроки строительно-монтажных работ. чем

Снабжение материально-техническими ресурсами строительной площадки должно планироваться с учетом разделения работ на несколько видов – это инженерная подготовка перед непосредственным началом

строительства, это постройка временных сооружений, в том числе баз материально-технического обеспечения и инженерно-техническая подготовка, направленная на логичное завершение проекта строительства. Работа системы материально-технического обеспечения проекта строительства магистрального трубопровода подразумевает эффективное взаимодействие между отраслевыми органами.

Так, органы снабжения отвечают за поставку и хранение материально-технических ресурсов в соответствии с теми данными, которые предоставляет подрядчик [3,4].

С учетом того, что магистральные трубопроводы имеют большую протяженность, ход выполнения строительно-монтажных работ зависит от времени года и близости объектов инфраструктуры. С целью обеспечения соблюдения графика поставок средств материально-технического обеспечения необходимо предусмотреть использование специального транспорта, технические возможности объектов инфраструктуры для приемки, передачи и временного хранения средств материально-технического обеспечения.

Как показывает практика, большое влияние на эффективность материально-технического обеспечения проектов строительства магистральных трубопроводов оказывают экономические условия. Так, для повышения эффективности следует доверить материально-техническое снабжение проекта строительства специализированной организации или при наличии собственного отдела снабжения – своим специалистам. Обеспечить доступ специалистов к проектно-сметной документации, планам-графикам и техническим документам, которые касаются особенностей выполнения строительно-монтажных работ.

Транспортировка средств материально-технического обеспечения для проекта строительства должна вестись в соответствии с картой строительства. В случае, если материально-техническим обеспечением проекта будет заниматься сторонняя организация, необходимо предусмотреть по договору санкции за нарушение условий поставки и отпуска необходимых материально-технических средств.

Выбор пунктов под размещение материально-технических ресурсов должен учитывать несколько условий. Во-первых, это расстояние до участков трубопровода и наличие тупиковых путей для разгрузочных работ. Во-вторых, наличие необходимых площадей для временного хранения запасов.

Если для доставки средств материально-технического обеспечения используются автомобильные дороги, необходимо с учетом предельной нагрузки на них предусмотреть применение конкретного транспорта. Обеспечить максимальную загрузку транспорта с материально-техническими средствами, который отправляется к месту выполнения проекта.

Таким образом, эффективности материально-технического снабжения проекта строительства магистральных трубопроводов способствует целый комплекс мероприятий, который начинается еще со стадии планирования строительства.

Список литературы

1. Байков И. Р. Перспективы энергосбережения при эксплуатации промышленных объектов добычи нефти и газа / И. Р. Байков, О. В. Смородова - Текст : непосредственный // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. - 2014. - № 6. - С. 10-12.

2. Смородова О. В. Энергетическая эффективность систем транспорта тепловой энергии / О. В. Смородова, С.Н. Костарева - Текст : непосредственный // Трубопроводный транспорт - 2011: материалы VII Международной учебно-научно-практической конференции. - Уфа, 2011.-С.234 - 236.

3. Использование интегральных пенопластов для повышения эффективности изоляции трубопроводов / М. М. Галиуллин, М. И. Баязитов, В.В. Репин, Ф. М. Хафизов - Текст : непосредственный // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело, 2015. - № 3. - С. 314 -329.

4. Ivanov V. A. Methods of increasing efficiency and maintainability of pipeline systems / V. A. Ivanov, S. M. Sokolov, E. V. Ogudova // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. "Transport and Storage of Hydrocarbons", 2018. - P. 012016. - Text : electronic.

УДК 622.276

Баранов О. Н.

Состояние существующей системы сбора и промысловой подготовки продукции скважин нефтегазоконденсатного месторождения Русский Хутор Северный

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: в статье представлено текущее состояние существующей системы сбора и промысловой подготовки продукции скважин нефтегазоконденсатного месторождения Русский Хутор Северный, описана принципиальная схема сепарационного узла на месторождении, отражен объем прокаченной жидкости и газа с начала разработки.

Abstract: the article presents the current state of the existing system for collecting and field preparation of wells for the Russky Khutor Severny oil and gas condensate field, describes a schematic diagram of the separation unit at the field, reflects the volume of pumped liquid and gas from the beginning of development.

Ключевые слова: нефтегазоконденсатное месторождение, сепарация, компрессорная станция.

Key words: oil and gas condensate field, separation, compressor station.

Нефтегазоконденсатное месторождение Русский Хутор Северный находится на территории Нефтекумского района Ставропольского края. Ближайшими населенными пунктами, расположенными вблизи месторождения (50-70 км) являются пос. Зимняя Ставка, пос. Затеречный, г. Нефтекумск, с. Величаевское. Железнодорожные станции находятся в пос. Кочубей (восточнее месторождения) и г. Буденновске (западнее месторождения).

Месторождение Русский Хутор Северный обслуживается ООО «НК Роснефть-Ставропольнефтегаз». Ближайшими разрабатываемыми месторождениями являются нефтегазоконденсатное месторождение Восточно-Безводненское и нефтяные месторождения Ковыльное, Култайское и Молодежное.

По состоянию на 01.01.2018 г. пробуренный фонд составил 113 скважин, из них: 105 – добывающих, 7 – нагнетательных и 1 – поглощающая.

В соответствии с действующим проектом обустройства на месторождении Русский Хутор Северный применяется герметизированная система совместного сбора и транспорта продукции скважин до пункта ее подготовки.

Принципиальная схема сепарационного узла на месторождении представлена на рис. 1.

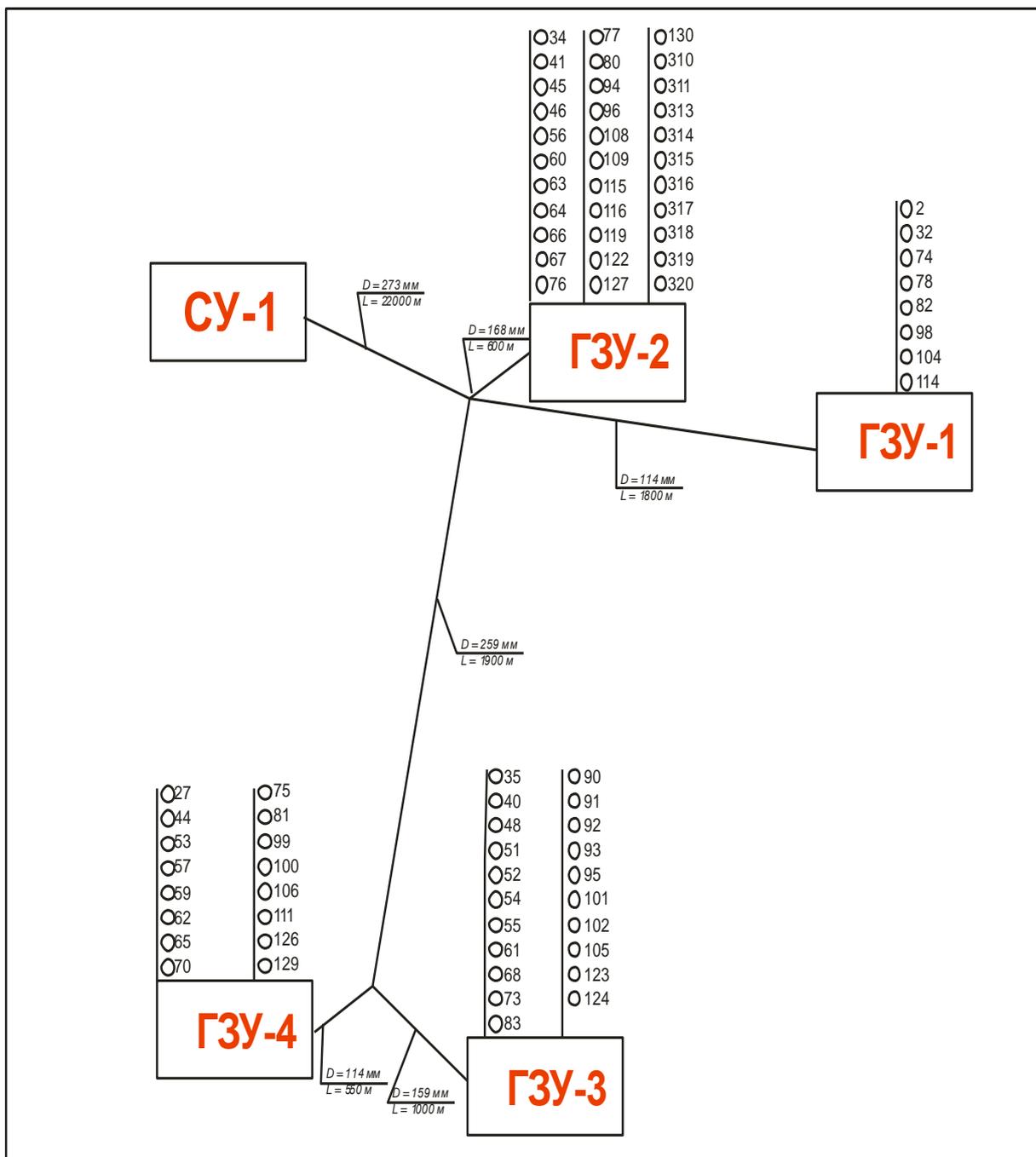


Рис. 1. Принципиальная схема внутрипромыслового нефтегазосбора на месторождении Русский Хутор Северный

Продукция нефтяных, газовых и газоконденсатных скважин, по системе внутрипромысловых нефтесборных трубопроводов поступает на 4 групповых замерных установки типа «Спутник» и затем на сепарационную установку (СУ).

На СУ осуществляется трех ступенчатая сепарация при давлениях 6,4; 1,1-1,2 и 0,27-0,32 МПа.

В зависимости от устьевого давления продукция скважин направляется на I, II или III степень сепарации.

На I ступень, в основном, подается продукция газоконденсатных и некоторых высокодебитных нефтяных скважин.

Из сепаратора 1 газонасыщенная жидкость (конденсат + нефть + вода) поступает в сепаратор 2, где при давлении 1,1 – 1,2 МПа осуществляется вторая ступень сепарации. Сюда же подается продукция, в основном, нефтяных скважин.

После сепарации газонефтеводоконденсатная смесь с давлением 1,1 - 1,2 МПа подается в центральный трубопровод от СУ Русский Хутор Северный до центрального нефтесборный пункта (ЦПС), расположенного на месторождении Озек-Суат. Общая протяженность центрального трубопровода составляет 32 км и диаметр 273*325 мм.

Тип применяемого реагента – дипроксамин. Удельный расход деэмульгатора – 160-180 г/т. Дозировочные насосы – НД 25*250. После УПСВ нефть с остаточным содержанием воды 60 -75 % подается на дожимную насосную станцию 5 (ДНС) и оттуда насосами 9 МГР (2 шт.) откачивается в трубопровод СУ «Русский Хутор Северный – нефтесборный пункт Озек-Суат».

продуктов 70 -90 мг/л подается на насосную станцию 5, откуда она насосами 9МГР (3 шт.) закачивается в пласт с целью поддержания пластового давления.

Газ СУ Русский Хутор Северный утилизируется следующим образом.

Газ I ступени с давлением 6,4 МПа направляется на газлифт.

Газ II ступени частично используется на быт, а основное его количество направляется на компрессорную станцию высокого давления 9 (КСВД), где он дожимается до давления 7,0 – 9,0 МПа и далее используется для газлифта.

Газ III ступени сепарации направляется на дожимную компрессорную станцию 6 (ДКС), где он компримируется до давления 1,0 – 1,5 МПа и затем поступает на прием КСВД (7) для использования на газлифт.

Окончательная подготовка (сепарация и обезвоживание) нефти месторождения Русский Хутор Северный осуществляется на нефтесборном пункте Озек-Суат.

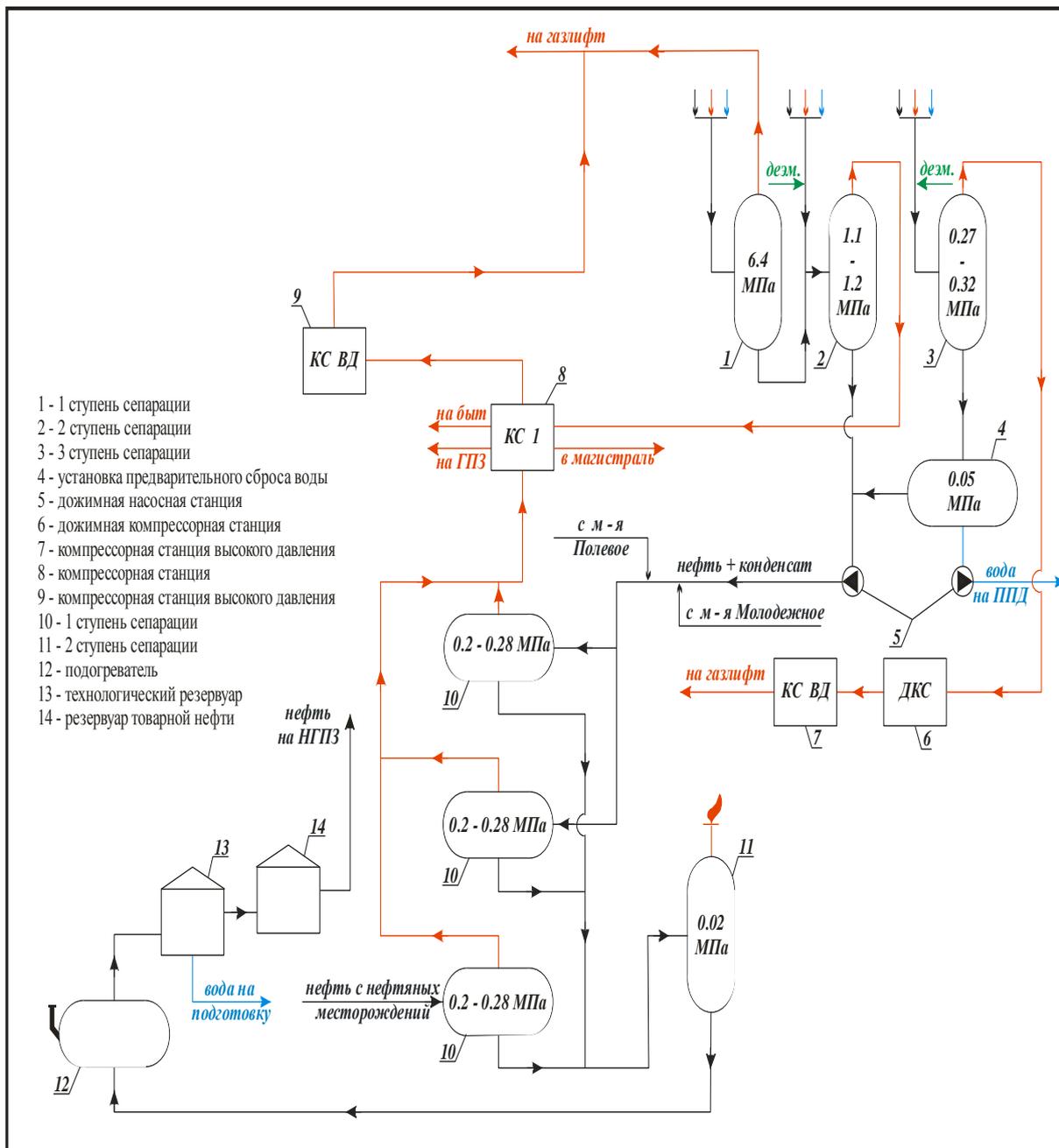


Рис. 2. Принципиальная схема сбора и подготовки продукции скважин месторождения Русский Хутор Северный

Вода после УПСВ в количестве $1500 \text{ м}^3/\text{сут}$ с содержанием нефти

На Озек-Суатском нефтесборном пункте продукция скважин месторождения Русский Хутор Северный в смеси с продукцией скважин других месторождений проходит еще две ступени сепарации при давлениях 0,2 – 0,28 и 0,02 МПа, подогрев в подогревателях 12 (ПТ 100/160 – 1 шт. и самодельные – 3 шт.) и поступает в технологический резервуар 13.

В технологическом резервуаре поддерживается водяная подушка высотой 8 – 9 м и над ней слой нефти высотой 1 – 3 м.

После отстоя нефть с обводненностью 1 – 2 % на высоте 10 м переливается в резервуар товарной нефти 14 и затем откачивается на Нефтекумский ГПЗ. Газ после сепараторов 10 направляется на компрессорную станцию 8 (КС), где он компримируется до давления 0,8 – 1,0 МПа, после чего поступает на КС ВД (9) и на газлифт.

Вода из технологического резервуара 13 собирается резервуар (объем 2000 м³), отстаивается и затем закачивается в пласт в целях ППД.

За 1967-2008 гг. по системе трубопроводов было прокачено 18247,5 тыс.т. жидкости и 4781 млн. м³ газа (таблица 1).

Таблица 1.

Объем прокаченной жидкости и газа с начала разработки

Годы	Добыча жидкости, тыс.т.	Добыча газа, млн. м ³	Годы	Добыча жидкости, тыс.т.	Добыча газа, млн. м ³
1967	1.0	2.3	1988	446.6	177.5
1968	67.1	57.3	1989	514.5	134.2
1969	106.2	100.3	1990	446.7	70.8
1970	106.2	73.8	1991	373.3	73.6
1971	103.0	68.0	1992	187.3	66.7
1972	90.6	73.7	1993	117.4	69.9
1973	122.9	123.2	1994	55.2	54.3
1974	101.6	134.4	1995	14.8	26.2
1975	87.3	185.3	1996	119.7	25.1
1976	144.1	198.1	1997	79.0	30.8
1977	622.3	174.0	1998	162.8	32.4
1978	1140.2	174.8	1999	215.6	25.3
1979	1274.1	191.7	2000	193.0	28.8
1980	1726.1	230.2	2001	200.7	28.2
1981	1536.1	284.0	2002	111.5	22.1
1982	1799.3	257.2	2003	91.9	16.3
1983	1485.0	337.2	2004	81.9	9.2
1984	1234.3	366.8	2005	65.5	11.1
1985	1009.3	308.9	2006	33.9	11.0
1986	1117.7	294.9	2007	35.3	10.9
1987	826.2	220.3	2008	0.0	0.0

Список литературы

1. Проект разработки нефтегазоконденсатного месторождения Русский Хутор Северный: отчет / СевКавНИПИнефть, Руководитель Л. Н. Стекольников, - 946720; 2/79. – Грозный, 1980. – 240 с. Текст : непосредственный

Концептуальный подход при проектировании месторождений

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В данной статье описаны недостатки традиционного подхода при проектировании месторождений. Также рассмотрен концептуальный подход, применение которого позволит повысить экономическую и технологическую эффективность реализации проекта, оптимизировать трудозатраты и сроки выполнения работ.

Abstract: This article describes the shortcomings of the traditional approach in the design of deposits. A conceptual approach is also considered, the application of which will increase the economic and technological efficiency of the project, optimize labor costs and deadlines.

Ключевые слова: месторождение, концептуальное проектирование, экономическая эффективность, кустование скважин, интегрированная модель.

Keywords: oil field, conceptual design, economic efficiency, interconnection of oil and gas wells, integrated model.

Проектирование месторождения – это комплексный процесс, выполняемый проектным институтом и предполагающий совместную деятельность специалистов разных дисциплин, в том числе сотрудников подразделений главного геолога и главного инженера.

В настоящее время проектирование месторождений имеет функциональный или, по-другому, традиционный последовательный подход. Это означает, что первым этапом выполняется решение прямой задачи проектирования разработки месторождения, а затем уже решается задача проектирования обустройства.

При рассмотрении проектных решений по комплексу объектов различных функциональных групп выявляется много нестыковок, несмотря на то, что проекты по индивидуальным объектам разработаны в строгом соответствии с техническим заданием, требованиями действующих норм проектирования и имеют положительное заключение Главной государственной экспертизы. Кроме того, при таком подходе к обустройству месторождений на более поздних стадиях проектирования либо при эксплуатации выявляются потенциальные возможности использования ресурсов одной технологической системы для другой, т.е. проявляются синергетический и эксергетический эффекты, не учтенные при выполнении проектов [1].

Недостатки данного подхода можно сформулировать следующим образом:

- отсутствует учет взаимного влияния проектных решений при разработке на проектные решения при обустройстве;

- все решения принимаются без учета риска;
- при изменении характеристик системы или смене оборудования отсутствует гибкость принятых проектных решений;
- итерации для поиска оптимального решения между инфраструктурными объектами и пластовой системой ограничены либо отсутствуют [2].

Можно сказать, что бурение, разработка, добыча, сбор и подготовка, переработка и транспорт углеводородов рассматриваются как обособленные процессы, которые не учитывают влияния друг на друга.

Также систематическое расхождение прогнозных показателей разработки с фактическими данными стало одним из первых признаков, побуждающих к смене традиционного подхода в проектировании.

Для принятия обоснованных технологических решений на каждом этапе проектирования необходимо:

- учитывать взаимосвязь пласта, скважины и наземной инфраструктуры;
- проводить многовариантные расчеты в условиях неопределенностей;
- объективно оценивать затраты на бурение и инфраструктуру [3].

Именно для устранения вышеперечисленных проблем необходимо применение абсолютно нового подхода, который носит название концептуального проектирования.

Концептуальное проектирование связывает все виды предпроектной деятельности, предшествующей принятию решения об инвестировании проекта и включает определение целей, задач, основных технологических, конструктивных и технических принципов устройства и функционирования объекта проектирования (разработки и обустройства месторождения), определяющих стратегию действий по реализации проекта.

Это значит, что решения, принятые в концепции разработки (подземная часть), не должны противоречить принципам реализуемости и эффективности технических решений концепции бурения и обустройства. Для этих целей служит интегрированное проектирование месторождения - вид концептуального проектирования, объединяющий в одном проектном процессе разработку взаимосвязанных решений по эксплуатации месторождения (подземной части) и его комплексному обустройству [4].

Одной из составляющих концептуального проектирования является кустование скважин. Кустование скважин – это оптимальная расстановка расположений кустов относительно фонда скважин на месторождении, которая учитывает размещения забоев скважин, а также поверхностные ограничения, например, гидрографию, существующие или запроектированные объекты обустройства, природоохранные зоны и так далее [5].

На практике часто встречается следующая ситуация: в проекте предусматривается определенное количество кустов a , затем проектирует-

ся система сбора и транспорта нефти, рассчитывается ее оптимальный диаметр. Через пару лет после завершения строительства по проекту решается запроектировать еще несколько кустов b вблизи ранее построенных a . В рамках нового проекта ставится задача, в какую точку подключить систему сбора и транспорта нефти с кустов b . Так как общий коллектор с кустов a находится вблизи, принимается решение совершить подключение к нему. Соответственно, пропускная способность коллектора с кустов a не справится с нагрузкой $a+b$, и будет необходима реконструкция достаточно нового трубопровода, не использовавшего свой срок эксплуатации. Это приводит к значительным экономическим затратам.

Благодаря своевременно выполненному кустованию (на начальном этапе проектирования месторождения) появляется возможность решить эту проблему, поскольку сразу становится известно, где и какие кусты будут располагаться.

Очевидно, что у метода концептуального проектирования множество достоинств, которые побуждают к смене традиционного подхода в организациях, занимающихся научно-проектной деятельностью.

Для внедрения концептуального метода проектирования в научно-исследовательском проектном институте предлагается:

1. Сменить философию организации работы специалистов смежных отделов с *функциональной* (приводит к отсутствию четких представлений о процессах, осуществляемых до или после их функциональной зоны ответственности, по-другому, проблема междисциплинарных стыков) на *мультидисциплинарную* организацию. Для этого предлагается создавать междисциплинарные отделы с профильными специалистами, закрепленными за конкретными месторождениями.

2. Создать интегрированную единую базу с исходными данными для специалистов в рамках отдельного месторождения.

3. Выработать проектные решения по обустройству и разработке месторождений, повышающие устойчивость и гибкость системы к потенциальным коррективам микро- и макропараметров проекта.

4. Реализовать единую информационную структуру с ядром в виде интегрированной модели, позволяющей устранять стыки между функциональными направлениями при процессах выбора и оптимизации систем обустройства и разработки месторождений.

Интегрированная модель – объединение взаимосвязанных моделей пласта, скважин, системы сбора и подготовки нефти, внешнего транспорта углеводородов, которые взаимно влияют друг на друга через «интегратор» с целью поиска общего решения. Ее принципиальную схему можно увидеть на рис. 1.

Данная модель позволяет создать полную картину месторождения, а также мгновенно получать отклик системы при оказании управляющих воздействий и при изменении любых параметров.

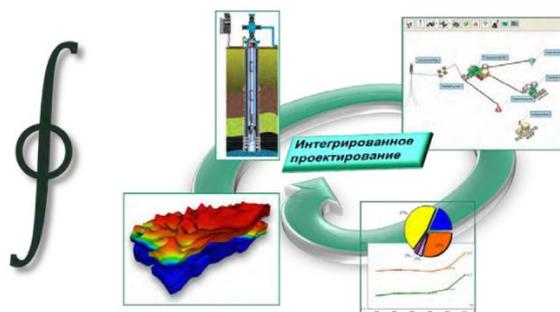


Рис. 1. Принципиальная схема интегрированного проектирования

Таким образом, концептуальное проектирование приводит к повышению технологической эффективности проекта, уменьшает его капитальные вложения и эксплуатационные затраты, а также сокращает сроки выполнения работ по проектированию месторождений. Это дает основание считать данный метод совершеннее традиционного и внедрять его на практике.

Список литературы

1. Выходцев, А. В. Концептуальное проектирование обустройства и долгосрочное планирование разработки месторождения / А. В. Выходцев, А. А. Каверин. – Текст: непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2016 – № 4. – С. 42-45.
2. Язьков А. В. Интегрированный подход к освоению месторождений группы компаний ПАО «НОВАТЭК» на разных стадиях реализации / А. В. Язьков, П. А. Кудрин. – Текст: непосредственный // Газовая промышленность. – 2016 – № 12. – С. 30-40.
3. Интегрированное концептуальное проектирование как инструмент системного инжиниринга / В. П. Батрашкин, Р. Р. Исмагилов, Р. А. Панов [и др.]. – Текст: непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2016 – № 12. – С. 80-83.
4. Исмагилов Р. Р. Стадийность концептуального проектирования при разработке месторождений / Р. Р. Исмагилов, И. А. Кудрявцев, Ю. В. Максимов. – Текст: непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2014 – № 2. – С. 66-70.
5. Можиль А. Ф. Технико-экономическая оптимизация кустования скважин при интегрированном концептуальном проектировании / А. Ф. Можиль, С. В. Третьяков, Д. Е. Дмитриев [и др.]. – Текст: непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2016 – № 4. – С. 126-129.

Применение эластичных резервуаров для сокращения потерь газа при ремонте линейных частей трубопроводов

Санкт-Петербургский Горный Университет, г. Санкт-Петербург

Аннотация: в настоящем докладе проводится обзор такого способа сокращения потерь природного газа при ремонте линейной части трубопровода, как использование мягких резервуаров. Рассматривается перспектива применения, а также достоинства и недостатки данного способа.

Abstract: this article reviews method for reducing gas losses during repair of gas pipelines by using flexible tanks. Discusses tank utilization prospects, advantages and disadvantages of this method.

Ключевые слова: мягкий резервуар, эластичный резервуар, резервуар для газа, резервуар для хранения природного газа, сокращение потерь природного газа, резервуар.

Keywords: pillow tank, gas storage, flexible tank, collapsible tank, reducing gas losses reservoir.

Всем известно, что при проведении различных работ на линейных частях трубопровода природный газ, оказавшийся в ремонтируемом участке, в большинстве случаев стравливается в атмосферу, что, во-первых, экономически невыгодно, во-вторых, наносит вред экологии. Метан, который составляет основу природного газа, в свою очередь, является признанным сильнодействующим парниковым газом с потенциалом глобального потепления [1]. Фактически, существует всего два варианта применения данного объема газа: использовать его в полевых условиях или закачивать его в сооружения для хранения.

Только в 2018 году в свечах при ремонте было стравлено около 10,91 млн. т CO₂-эквивалента природного газа, даже при условии проведения ряда мероприятий, направленных на сокращение потерь [2].

Существует ряд методов направленных на сокращение потерь газа при ремонте как с остановкой трубопровода, так и при бесперебойной его работе. Одним из наиболее новых и перспективных вариантов для временного хранения природного газа из ремонтируемого участка можно считать эластичные (мягкие) резервуары. Такие резервуары уже применяются для хранения нефти и нефтепродуктов. Подобная технология позволяет в кратчайшие сроки доставить несколько резервуаров в свернутом виде даже в самые удаленные регионы, что весьма актуально в масштабах Российской Федерации и при существующем отсутствии качественных подъездных дорог ко многим объектам транспорта газа. Доставка резервуара возможна на любом виде транспорта, а ввод их в эксплуатацию проводится в макси-

мально короткие сроки с участием минимального количества задействованных рабочих.

Изначально возникает вопрос о необходимой форме резервуара. Ведь от формы зависят прочностные характеристики, модель расчета и удобство эксплуатации. Данным условиям соответствует резервуар в форме подушки, так как по раскрою данные формы приводят к минимальным отходам, максимальной степени использования прочности, минимальной протяженности швов и их максимальной прочности, при всем этом, допускается механизация процесса сварки.

В соответствии с молекулярно-кинетической теорией, моделью упругого взаимодействия частиц является система упругих сфер, вписанных в замыкающую эластичную оболочку, диаметр которых равен высоте оболочки, что представляет собой пузырьковую модель, согласно которой, основным условием равновесного состояния мягкой оболочки, предварительно напряженной избыточным давлением сжатого газа, является равенство работ: растяжения материала оболочки, стремящейся сжаться и уменьшить площадь поверхности, и давления газа, направленного на расширение и увеличение поверхности, ограничивающей объем [3]. Для компенсации данных напряжений, необходимо подобрать материал для композитной стенки резервуара, которая представит собой трехслойную конструкцию, каждый слой должен отвечать определенным требованиям, защитные свойства определяются специальными заданными свойствами армирующего материала и эластичного покрытия. Разрывная прочность армирующей тканевой основы ограничивает величину рабочего давления. А за стойкость к воздействию агрессивной внутренней и окружающей среды отвечает полимерное покрытие армирующей ткани (рис. 1).

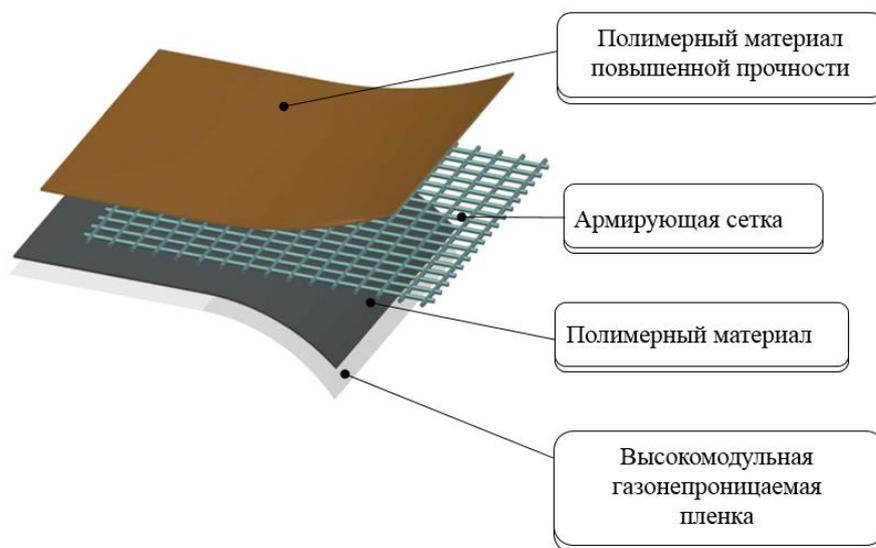


Рис. 1. Конструкция стенки мягкого резервуара

Резервуар предлагается подключать резервуар к стояку отбора газа с помощью гибкого рукава. На рис. 2 представлена вариация эластичного резервуара для жидкого флюида. В нашем случае, для заполнения и опорожнения резервуара, на верхней образующей будет установлен патрубок, к которому подключается шланг высокого давления и контрольно-измерительный прибор. Для организации безопасной эксплуатации, предусмотрены устройства для: защиты от превышения давления (предохранительно-сбросной клапан) и сохранения рабочего положения (ручки для крепления анкерными устройствами).

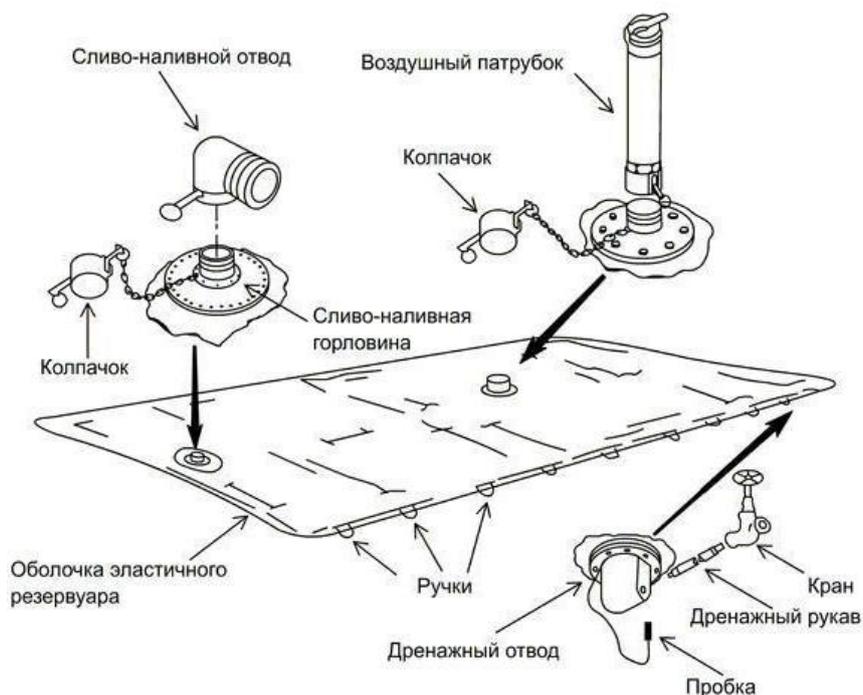


Рис. 2. Принципиальная схема устройства полимерного мягкого резервуара

Для будущего обоснования экономической эффективности проекта стоит учесть данные о стоимости газа за тысячу кубометров, плату за выбросы 1 тонны метана – 108 рублей [4]. При эксплуатации даже пяти резервуаров данного типа объемом 500 м^3 можно будет экономить около 100.000 рублей только на стоимости газа, при наполнении под давлением 0,6 МПа (при цене метана 6367 рублей/1000 м^3 на период с 01.07.2019 по 31.12.2019 [5]). Стоит учесть, что срок службы данных резервуаров – не менее десяти лет, а в преимущества, которые могут также сократить сопутствующие расходы, стоит отнести:

1. Простоту и мобильность в установке и демонтаже;
2. Возможность многоразового использования;
3. Долговечность (около 10-12 лет);
4. Малый вес и размеры пустых емкостей;
5. Неподверженность коррозии и воздействию окружающей среды;
6. Экологичен (не требует рекультивации земли).

Главными недостатками данного способа хранения можно считать неопытность в данной области и отсутствие нормативно технической документации в Российской Федерации. В то время как в других странах подобные технологии и документы либо разрабатываются, либо уже вошли в эксплуатацию [6].

Подводя итог, можно сказать, что даже при таких недостатках применения мягких резервуаров, как пожарная безопасность, отсутствие нормативно-технической документации и опыта работы, стоит принять во внимание и их неоспоримые преимущества, а также повышение спроса на природный газ и мировое ухудшение экологической обстановки. Можно сделать вывод, что ввод в масштабную эксплуатацию мягких резервуаров поможет повысить ресурсосбережение и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Список литературы

1. ГОСТ Р 56276-2014 Газы парниковые. Углеродный след продукции. Требования и руководящие указания по количественному определению и предоставлению информации. – введ. 2016-01-01 – Москва: ИПК Изд. стандартов, 2015. – 54 с. - Текст: непосредственный.

2. Годовой отчет ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» за 2018 г: сайт. – URL: <https://www.gazprom.ru/investors/disclosure/reports/2018/> (Дата обращения 02.11.2019). - Текст: электронный.

3. Шихирин, В. Н. Эластичные механизмы и конструкции / В. Н. Шихирин, В. Ф. Ионова, О. В. Шальнев – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006. – 286 с. – Текст: непосредственный.

4. Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 N 913 (ред. от 29.06.2018) «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах»: сайт. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_204671/ (Дата обращения 29.10.2019) - Текст: электронный.

5. Распоряжение Комитета по тарифам Санкт-Петербурга от 24.12.2018 № 281-р «Об установлении розничных цен на природный газ, реализуемый обществом с ограниченной ответственностью «Газпром межрегионгаз Санкт-Петербург» населению на территории Санкт-Петербурга, на 2019 год» – СПб: Правительство Санкт-Петербурга, 2018 – 2 с. - Текст: непосредственный.

6. Canadian Mining Journal Editor: FUEL STORAGE: Environment Canada Okays collapsible fabric tanks – URL: <http://www.canadianminingjournal.com/news/fuel-storage-inac-environment-canada-okays-collapsible-fabric-tanks/> (date of the application 27.10.2019) – Text: electronic.

Методы совершенствования термостабилизации грунтов в условиях многолетнемерзлых грунтов

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В статье рассмотрены некоторые пути термостабилизации грунтов, прокладываемых в условиях многолетней мерзлоты на Крайнем Севере Российской Федерации. В качестве охлаждающих установок часто используются термостабилизаторы — индивидуальные однострунные установки, заправленные хладагентом и устанавливаемые вертикально в грунт.

Abstract: The article discusses some ways of thermal stabilization of soils laid in the conditions of permafrost in the Far North of the Russian Federation. Thermal stabilizers are often used as cooling units - individual single-tube units charged with refrigerant and installed vertically in the ground.

Ключевые слова: подземные трубопроводы, термостабилизация мерзлых грунтовых оснований, наклонные термостабилизаторы.

Keywords: runderground pipelines, thermal stabilization of frozen grounds, inclined heat stabilizers.

Согласно нормам проектирования, магистральные трубопроводы должны прокладываться подземно [1]. Однако в некоторых проектах климатические особенности местности, в частности условия многолетнемерзлых грунтов, вынуждают проектировать трубопровод наземно в насыпи или надземно на сваях. При этом предусматриваются специальные мероприятия по укреплению грунтового основания для обеспечения устойчивости трассы магистрального трубопровода во время всего срока эксплуатации.

Температура транспортируемого продукта в трубопроводе может принимать положительные или отрицательные температуры, в зависимости от климатических условий, сезона, физических свойств продукта. Температура существенно влияет на механическое и тепловое взаимодействие «труба-грунт».

Не рекомендуется проводить магистральные трубопроводы по участкам с подземными льдами, наледями и буграми пучения, проявлениями термокарста, термоэрозии, солифлюкции, морозобойного растрескивания, косогорами с льдонасыщенными глинистыми и переувлажненными пылеватými грунтами.

Для уменьшения зоны оттаивания мерзлого грунта следует применять автоматически действующие охлаждающие установки и теплоизолирующие экраны [2].

На данный момент во всех реализованных проектах в условиях ММГ применяются термостабилизаторы отечественного производства, которые служат для естественного замораживания талых и охлаждения пластично-мерзлых грунтов, служащих основанием или средой функционирования трубопроводов.

Термостабилизатор представляет собой однотрубную установку с хладагентом с герметичным цельнометаллическим корпусом. Высота такого термостабилизатора варьируется от 10 до 23м.

Принцип действия основан на автоматическом перемещении хладагента в герметичной конструкции от конденсатора, где смесь гравитационно разделяется на жидкость и пар под воздействием холода, к охлаждающей трубе — испарителю, расположенному в грунте. Установка является полностью автономной и не нуждается в дополнительном источнике энергии [2].

При проектировании подземной прокладки нефтепровода «ВСТО» на участках просадочных при оттаивании многолетнемерзлых грунтов было предложено использование грунтовых «холодных» опор, опирающихся на железобетонные плиты с размещенной под ними теплоизоляцией (рис.1). Однако это техническое решение так и не было выполнено из-за сложности в его реализации.

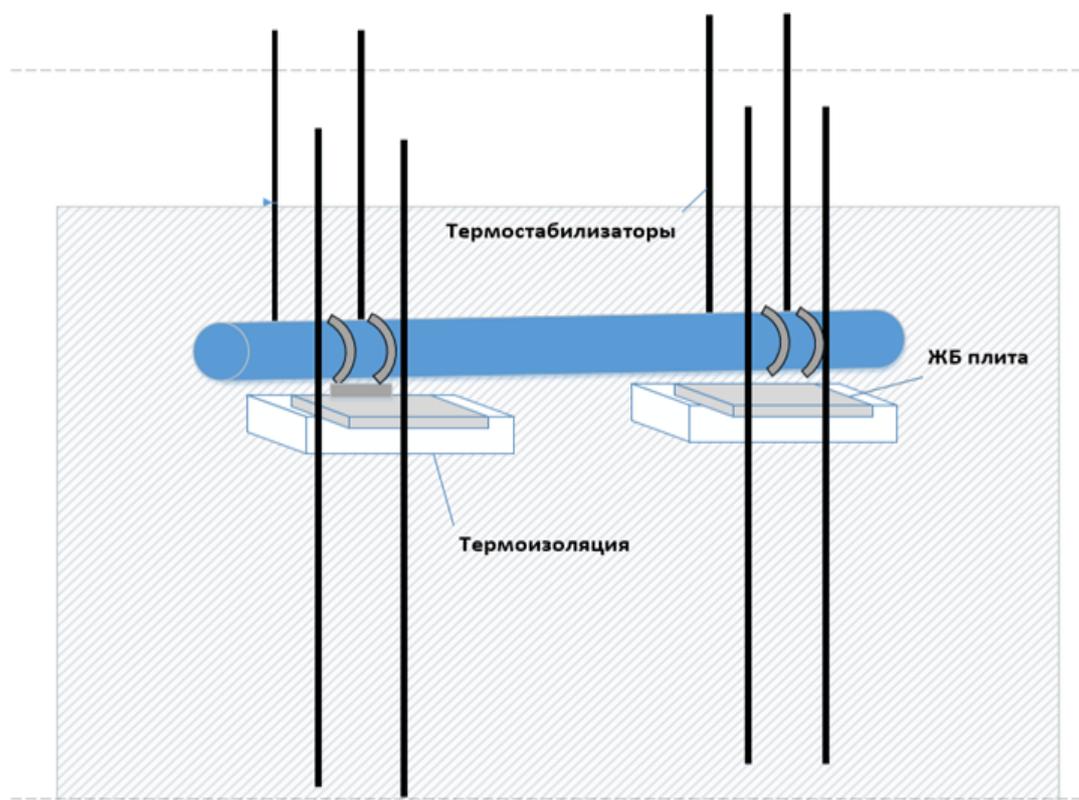


Рис.1. Вид подземной прокладки с использованием холодных опор

Перед началом проектирования прокладки подземного трубопровода в условиях ММГ составляются прогнозы изменения:

1. геокриологических условий в процессе строительства и эксплуатации;

2. поверхностных условий относительно естественных, что может привести к увеличению величины сезонного промерзания — оттаивания и образованию талых зон или новообразований многолетней мерзлоты;

3. величины снеганосов, которые могут привести и к значительному повышению температуры грунтов, что в совокупности с другими факторами, приводит к растеплению грунтов.

Весьма перспективным может оказаться отказ от строго вертикальной установки термостабилизаторов относительно грунта. Взамен предлагается устанавливать их под наклоном в 15° от вертикали. Реализация представлена на рис.2.

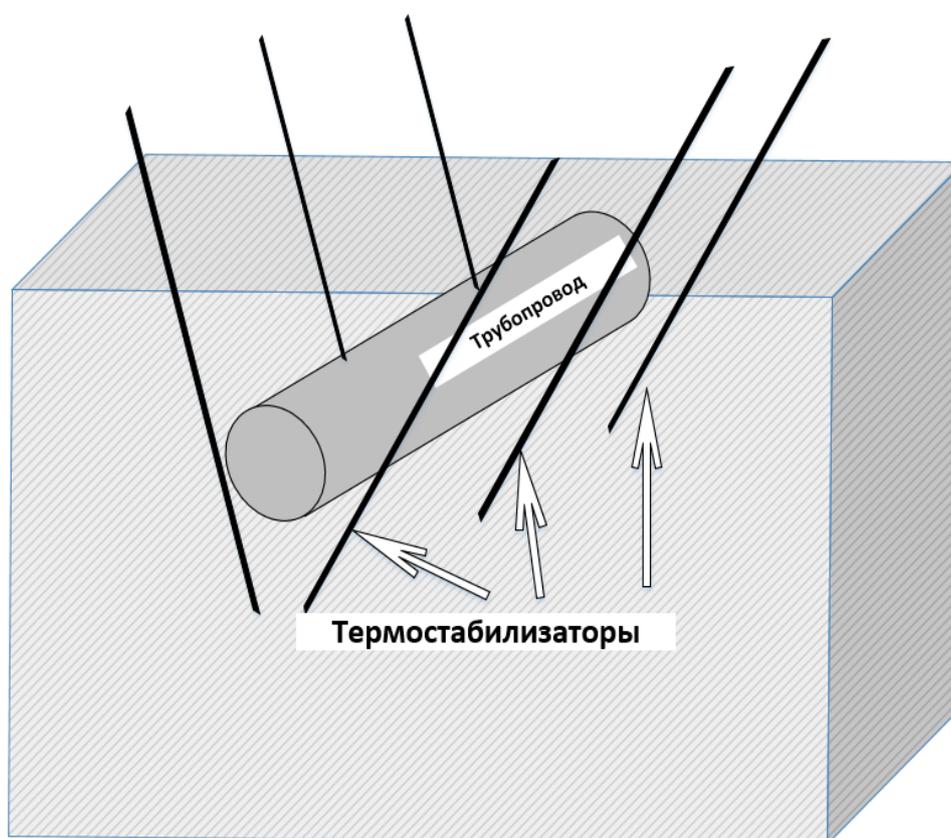


Рис.2. Наклонное расположение термостабилизаторов

«Фундаментстройаркос», компания, являющаяся производителем термостабилизаторов, предоставила данные, которые позволяют произвести сравнительный анализ между наклонной установкой термостабилизаторов и вертикальной. Согласно этим данным глубина оттаивания, при

наклонной установке относительно трубопровода, меньше, чем при вертикальной почти на 1 м по данным за 3 года.

Таким образом можно сделать следующие выводы и внести следующие предложения:

- оба варианта установки термостабилизаторов способствуют понижению температур грунтов основания;
- глубины и ореолы оттаивания ММГ и осадка оттаивающихся грунтов по годам у наклонных термостабилизаторов стабильно меньше, чем у варианта с вертикальным положением термостабилизаторов;
- в выполненном прогнозе суммарная осадка нефтеконденсатопровода за три года при вертикальных термостабилизаторах превышает допустимые по заданию значения (0,4м при допуске 0,25м).

В случае использования такой установки термостабилизаторов для обеспечения требований по максимально допустимым осадкам потребуется уменьшение шага их расстановки вдоль трубопровода, что повлечет увеличение количества термостабилизаторов и, в свою очередь, соответственно увеличит сметную стоимость строительства.

Указанная суммарная осадка нефтеконденсатопровода при наклонных термостабилизаторах не превышает допустимого.

Таким образом, по динамике глубины и ореолов оттаивания многолетнемерзлых грунтов и осадке оттаивающихся грунтов можно сделать вывод о более целесообразном использовании наклонных термостабилизаторов при термостабилизации мерзлых грунтов, вмещающих подземные нефтепроводы.

Это будет являться методом усовершенствования термостабилизации грунта и представляется перспективным решением для последующих проектов трубопроводах в условиях вечной мерзлоты, талых грунтов, а также многолетнемерзлых грунтов.

Список литературы

1. Стрижков С. Н. Геотехнический мониторинг как критерий оценки надежности объектов с системами температурной стабилизации грунтов / С.Н. Стрижков, Н. А. Скорбилин - Текст : непосредственный // Материалы Международной научно-практической конференции по инженерному мерзлотоведению, посвященной XX-летию создания ООО НПО «Фундаментстройаркос». — Тюмень: «Сити-Пресс», 2011. — С. 311-320. — Текст : непосредственный.

2. Магистральные трубопроводы : СП 36.13330.2012 : утв. Федеральным агентством по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству 25.12.2012 : ввод. в действие с 13.07.01. - Москва : ЭНАС, 2001. – 158 с. – Текст : непосредственный.

Метод оптимизации периодичности очистки газотурбинного привода нагнетателя в условиях компрессорной станции «Далматовская»

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: статья содержит в себе существующие проблемные вопросы по поддержанию необходимого технического состояния и уровня надежности в части необходимости оптимизации проведения промывок газовоздушного тракта газотурбинных двигателей, снижения эксплуатационных затрат на промывку, а также связанные с этим предлагаемые решения.

Abstract: the article contains the existing problematic issues to maintain the necessary technical condition and reliability level in terms of the need to optimize the flushing of the gas-air tract of gas turbine engines, reduce operating costs for flushing, as well as the proposed solutions related to this.

Ключевые слова: компрессорная станция, газотурбинный двигатель, газовоздушный тракт, промывка, коэффициент полезного действия.

Keywords: compressor station, gas turbine engine, gas-air tract, flushing, efficiency

На компрессорной станции (КС) «Далматовская» в компрессорном цехе №2 с 1980 г. эксплуатируются газотурбинные двигатели ДР59Л в составе ГПА-10 «Волна» в качестве 10-мегаваттного привода центробежного нагнетателя типа 370-18-1.

В процессе эксплуатации газотурбинной установки (ГТУ) (в данном случае рассматривается судовой ГТД ДР59Л) [1] воздухозаборная камера с имеющимися в ней фильтрами тонкой очистки циклового воздуха не обеспечивает полную очистку циклового воздуха, на лопатках осевого компрессора неизбежно образуются отложения в виде эмульсий и грязи.

Процесс загрязнения не характеризуется линейной зависимостью от определенной наработки, обычно в интервале 2-3 тыс. часов наблюдается постепенное стабильное ухудшение характеристик осевого компрессора. Повышенная сезонная влажность циклового воздуха также способствует увеличению образования отложений на лопаточном аппарате.

Загрязнение проточной части осевого компрессора приводит к уменьшению расхода воздуха и увеличению расхода топливного газа, уменьшению КПД осевого компрессора на 2...3%, что вызывает снижение полезной мощности ГТУ до 10% и КПД до 2...5% [2].

Загрязнение лопаточного аппарата в процессе работы ГТУ характеризуется снижением давления воздуха за компрессором с повышением температуры перед ТВД.

Как решение для поддержания рабочих параметров газоперекачивающего агрегата (ГПА) в соответствии с техническими условиями (ТУ) и обеспечения требуемых режимов работы – проведение периодических промывок проточной части осевого компрессора.

Периодичность промывок проточной части зависит от многих факторов, основными среди которых являются:

- степень загрязнения и запыленности окружающей среды в местности, где эксплуатируется агрегат;

- эффективность и степень очистки воздуха фильтрами воздухозаборной камеры (ВЗК);

- индивидуальные и конструктивные особенности ГТУ, к которым можно отнести качество и состояние лабиринтных, контактных уплотнений, которые должны препятствовать попаданию смазочного масла (масляных паров) из масляных полостей в проточную часть газотурбинного двигателя (ГТД);

- наличие неплотностей в воздухозаборной камере и проникновение в ВЗК засоряющих факторов извне;

- возникновение необходимости работы ГТУ с открытыми байпасными клапанами при засорении воздушных фильтров с увеличением воздушного разряжения.

В эксплуатации применяется промывка осевого компрессора на режиме «холодной прокрутки» при проведении технического обслуживания (ТО) ГПА с периодичностью в 3000 часов (в соответствии с инструкцией по эксплуатации ДР59Л) с определенной технологией промывки и при помощи специально разработанных промывочных установок.

В соответствии с инструкцией по эксплуатации ГТД, а также на основе формулярных данных определяются следующие величины, позволяющие оценить критерии необходимости промывки:

- Δn , величина разности соответствия оборотов компрессора высокого давления (КВД) оборотам компрессора низкого давления (КНД) (по формуляру) в зависимости от температуры воздуха на входе в двигатель. При достижении этой величины равной или большей 200 об/мин (приведенной к режиму номинальной мощности ГТД) появляется основной критерий необходимости промывки проточной части ГТД.

- Δt , величина разности соответствия температуры за ТВД (T_{04}) формулярной при соответствующей мощности и температуре воздуха на входе в двигатель. При отклонении Δt выше 30°C появляется следующий критерий.

- ΔP , величина разности соответствия давления воздуха за КВД формулярному при соответствующих оборотах КВД и температуре воздуха на входе в двигатель. Снижение давления воздуха за КВД более, чем на $0,5 \text{ кгс/см}^2$ также позволяет судить о недопустимой загрязненности проточной части компрессора и необходимости ее промывки.

Как правило критерии появляются стабильно и на практике для оценки загрязненности проточной части достаточно и одного из них.

В процессе исследования наступления критериев для промывки, были взяты эксплуатационные показатели по 2-м двигателям ДР59Л, изначально имевшим «нулевую» наработку и наработку в 25 тыс. часов соответственно. Сравнительный анализ показал индивидуальность каждого ГТД по динамике вышеперечисленных критериев. Однако, за основной из них была принята величина Δn , как показатель, который наиболее стабильно приближался к требуемой величине для оценки необходимости промывки газовоздушного тракта (ГВТ) ГТД.

Из динамики увеличения Δn , показанной на графике по каждому из 2-х ГТД, видно, что с наработкой, приближающейся к 3 тыс. часов, необходимости промывки ГВТ нет. Для проведения анализа взяты данные при эксплуатации ГПА в период, когда вероятность загрязнения проточной части наиболее велика, т.е. в теплое время года.

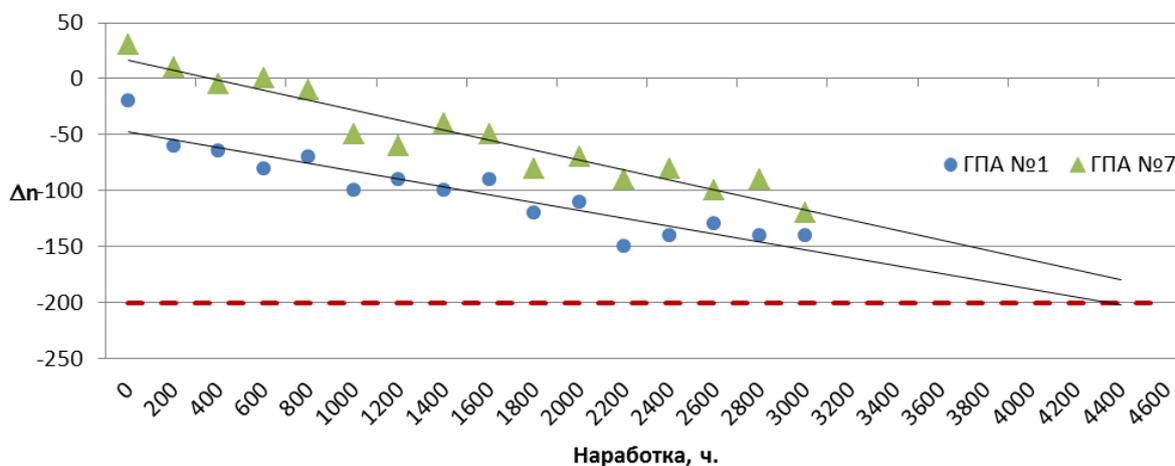


Рис. 1. изменение Δn в зависимости от времени наработки ГПА

Отсюда видно, что необходимость в промывке ГВТ ГТД при наработке 3000 часов еще не актуальна и вероятность ее проведения может наступить при наработке 4000-4500 часов, т.е. перед проведением следующего ТО. Но в любом случае необходимо отслеживать показатели скольжения роторов ГТД, исходя из эксплуатационных показателей и формулярных данных.

Снижение эксплуатационных затрат - это исключение промывки ГВТ ГТД по техническим и эксплуатационным условиям, указанным в Инструкции по эксплуатации ГПА-10-01 (029108000-02 ИЭ) [1], составляющим 3000 часов наработки. Исходя из стоимости промывочного концентрата, затрат на электроэнергию и пусковой газ, амортизационные затраты стоимости промывочной установки [3], стоимость дистиллированной воды, необходимой для промывки можно избежать дополнительных матери-

альных затрат. Принята оценочная стоимость одной промывки ГВТ ГТД ДР59Л составляющая 66 – 68 тыс. рублей.

Таблица 1.

Основные эксплуатационные затраты на промывку ГВТ одного ГТД ДР59Л

Наименование	Объем затрат на одну промывку	Стоимость ед. руб.	Сумма затрат, тыс. руб.
Моющий концентрат	30 л	727 *	22
Дистиллированная вода	170 л	87,2 *	15
Пусковой газ	7х1050 м ³	3,88	29
Электроэнергия	106 кВт/час	4,0	0,5
Итого:			66,5

*- данные приведены из справочника по материалам в программном модуле SAP R3 по состоянию на 1.03.2018 г.

Для оптимизации проведения промывок ГВТ предлагаем: перед наступлением холодного периода эксплуатации ГПА, производить промывки на резервных ГПА, имеющим наработку свыше 1,5 тыс. часов от последней промывки и из тех ГПА, которые планируется эксплуатировать зимой. Предварительно следует руководствоваться примерным графиком загрузки ГПА, исходя из планов-графиков ППР и соответствующей очередности пусков. Данный метод позволит получить максимальную эффективность при любых режимах работы ГПА.

Таким образом, предлагаем два основных метода оптимизации эксплуатационных затрат при определении периодов промывки ГВТ ГТД:

- по техническому состоянию ГВТ ГТД, определяемому по величине «скольжения роторов» при определенной наработке;
- по наработке ГТД, планируемых к эксплуатации в осенне-зимний период – для обеспечения необходимого уровня надежности.

Список литературы

1. Агрегат газоперекачивающий ГПА-10-01. Инструкция по эксплуатации 029108000-02 ИЭ. - Николаев : Машстрой, 1989. - 126 с. Текст : непосредственный
2. Устройство и эксплуатация газотурбинных установок : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки специалистов 130500 "Нефтегазовое дело" / А. Б. Шабаров [и др.] ; ТюмГНГУ. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2015. - 432 с. Текст : непосредственный
3. СТО Газпром 2-1.20-601-2011. Методика расчета эффекта энергосбережения топливно-энергетических ресурсов, расходуемых на собственные технологические нужды магистрального транспорта газа : утвержден: Распоряжение ОАО «Газпром» от 14.09.2011 № 529/ ООО «Газпром эксп-по». - Москва, 2012. - Текст : непосредственный

Исследование эффективности применения технологии впрыска очищенной воды в газоздушный тракт ГТУ для снижения выбросов оксидов азота

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург

Аннотация: в статье рассматривается возможность применения впрыска воды в проточную часть газотурбиной установки (ГТУ) с регенератором с целью уменьшения выбросов оксидов азота, что позволяет реализовать энергоэффективный технологический процесс с уменьшенным выбросом оксидов азота.

Abstract: the article discusses the possibility of using water injection in the flow part of a gas turbine unit with a regenerator in order to reduce nitrogen oxide emissions. The injection technology of purified water allows for the implementation of an energy-efficient process with a lower emission of nitrogen oxides.

Ключевые слова: газотурбинная установка, регенерация, впрыск воды, оксиды азота.

Key words: gas turbine unit, regeneration, water injection, nitrogen oxides.

В работе приняты условия работы, которые указаны в табл. 1.

Таблица 1.

Исходные данные

Давление воздуха за компрессором $P_{\text{комп}}$, МПа	0,68
Температура воздуха за компрессором t_1 , °С	280
Расход воздуха через турбину G_1 , кг/с	55
Теплоемкость воды для условий за компрессором C_{p2} , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$	3,977
Теплоемкость пара для данных условий C_{p3} , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$	2,479
Удельная теплота парообразования воды для данных условий L , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	2069,8
Теплоемкость воздуха для данных условий C_{p1} , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$	1,044
Температура воды при впрыске t_2 , °С	20
Температура кипения воды для данных условий t_4 , °С	164
Температура уходящих газов T_5 , °С	470

Вода впрыскивается в зону за осевым компрессором перед теплообменным аппаратом. *Основная цель впрыска воды: снижение выбросов оксидов азота NO_x как наиболее вредных.* Степень их образования в камере сгорания сильно зависит от температуры пламени [1].

В работе [1] было использовано введение до 1% воды от общего расхода воздуха для снижения выбросов оксида азота стационарным газотур-

бинным двигателем. Чрезмерное введение воды может приводить к снижению эффективности сгорания топлива, что в свою очередь отражается на выбросах оксида углерода CO и несгоревших углеводородов [2]. Поэтому за границу расхода вводимой воды в данной работе был принят 1% от среднего расхода воздуха. По данным таблиц с характеристиками воды и водяного пара [3] методом линейной интерполяции были вычислены характеристики рабочего тела для данных условий давления и температуры, которые представлены в табл. 1.

Вода впрыскивается через специальный распылитель в мелкоколлоидном виде с давлением, обеспечивающим ее скорость близкой к скорости потока рабочего тела. Конечная температура рабочего тела воды определяется выражением:

$$T_K = \frac{G_1 t_1 c_{p1} - G_2 (L + t_4 (c_{p2} - c_{p3}) - t_2 c_{p3})}{G_1 c_{p1} + G_2 c_{p3}}, \quad (1)$$

где G_2 - расход подаваемой воды, кг/с.

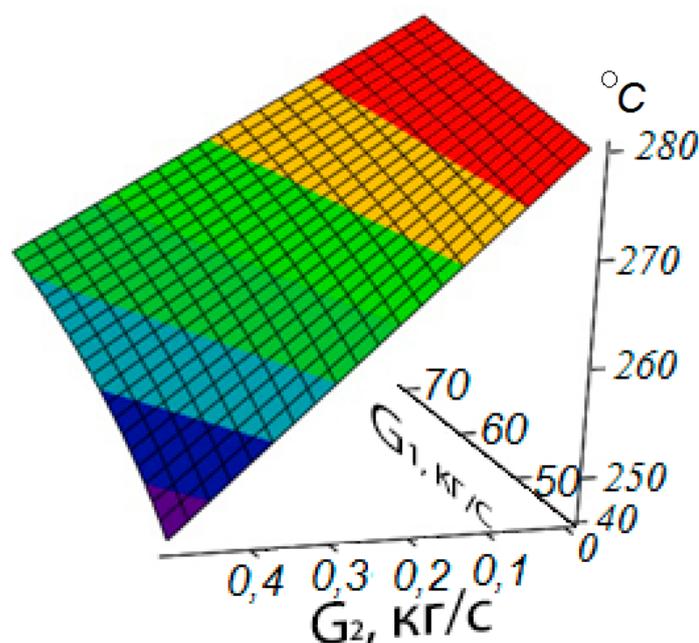


Рис. 1. Конечная температура воздуха в зависимости от впрыска воды в зависимости от расхода воздуха G_1 (кг/с) и расхода впрыскиваемой воды G_2 (кг/с)

Основное понижение температуры рабочего тела происходит в процессе испарения воды. На рис. 1 представлена температура воздуха после испарения в зависимости от количества впрыскиваемой воды. Для среднего расхода 55 (кг/с) температура снижается на 23°C при максимальном впрыске воды.

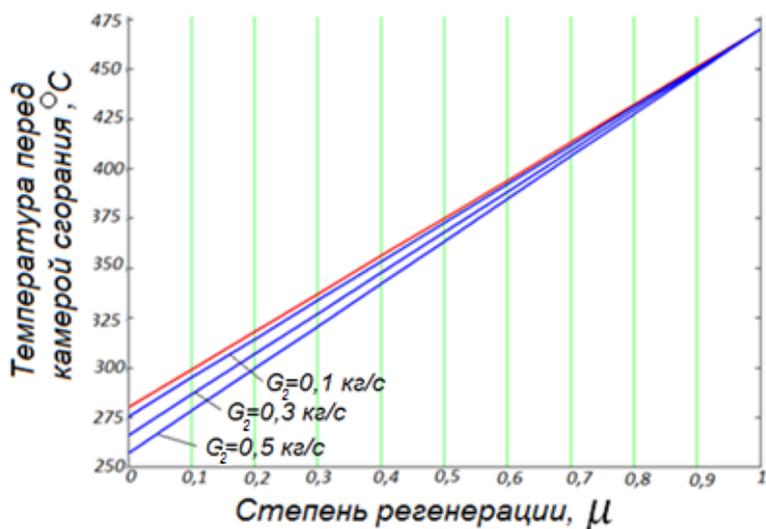


Рис. 2. Температура воздуха перед камерой сгорания в зависимости от степени регенерации μ и расхода впрыска воды G_2 кг/с.

На рис. 2 представлена температура рабочего тела перед камерой сгорания после прохождения теплообменника. Температура после регенератора существенно зависит от степени регенерации μ :

$$T = T_K + \mu \cdot (T_5 - T_K). \quad (2)$$

С увеличением степени регенерации эффект от впрыска воды уменьшается. При средних степенях регенерации $\mu=0,3..0,6$ эффект от впрыска воды будет значительным. Уменьшение предварительного подогрева воздуха в соответствии с зависимостью на рис.3 [4,с.133] значительно может уменьшить выброс оксидов азота. Таким образом, впрыск воды (уменьшение температуры рабочего тела на 20 °C; $\mu=0,3$ для приведенных данных) уменьшает выброс оксидов азота приблизительно на 5%.

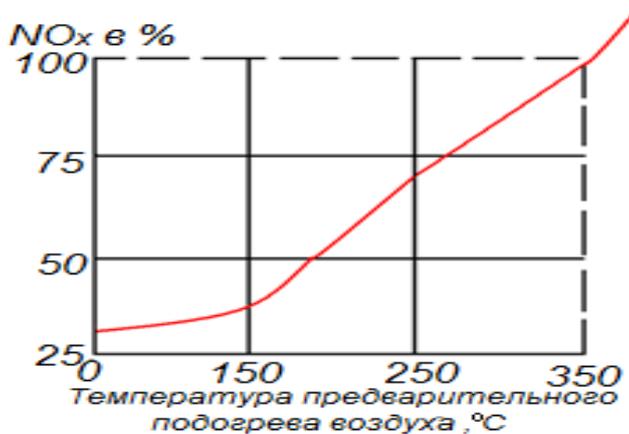


Рис. 3. Выбросы NO_x в % от уровня температуры предварительного подогрева воздуха перед камерой сгорания [4,с.133].

Термический КПД ГТУ с регенерацией тепла существенно зависит от степени регенерации. За счет увеличения разности температур между рабочим телом и выхлопным газом, повышается тепловой поток, что позволяет регенерировать большее количество удаляемой теплоты.

Исследования прямого впрыска в камеру сгорания воды и пара на процессы сгорания топлива и снижение выбросов оксидов азота показывают, что наилучший результат возможно получить применением пара [5]. Учитывая, что в рассмотренном нами варианте предполагается полный переход воды в состояние пара до камеры сгорания, это может говорить о том, что практически подобные технологии могут оказаться еще более выгодными.

Список литературы

1. Nicholas R. Marchionna, Larry A. Diebl, Arthur M. Trout. Effect of water injection on nitric oxide emissions of a gas turbine combustor burning natural gas fuel / Nicholas R. Marchionna, Larry A. Diebl, Arthur M. Trout. – URL:

<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19740006538.pdf> (date of application 10.10.2019). -Text: electronic.

2. R. C. Hendricks, D. T. Shouse, W. M. Roquemore, Waterinjected turbomachinery / R. C. Hendricks, D. T. Shouse, W. M. Roquemore. – Режим доступа:

<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20050175876.pdf> (date of application 12.09.2019). -Text: electronic.

3. Варгафтик Н. Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Н. Б. Варгафтик. - Москва: Наука, 1972 г. - 720 с. - Текст: непосредственный

4. Рудаченко А. В. Газотурбинные установки для транспорта природного газа: учебное пособие / А. В. Рудаченко, Н. В. Чухарева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 217 с.- Текст: непосредственный.

5. Ernesto Benini, Sergio Pandolfo, Serena Zoppellari. Reduction of NO emissions in a turbojet combustor by direct water/steam injection: numerical and experimental assessment / E. Benini, S. Pandolfo, S. Zoppellari. – Text: electronic // Applied Thermal Engineering. – 2009. - № 29. – P. 3506 – 3510.

Лабораторная оценка эффективности ингибиторов, применяемых для защиты нефтепромысловых трубопроводов от внутренней коррозии

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В работе представлены результаты испытания образцов химических реагентов. Показана аналитическая и графическая оценка значений эффективности защитного действия ингибиторов коррозии. Отобраны для дальнейших испытаний образцы, наиболее удовлетворяющие критериям оценивания.

Abstract: The paper presents the results of testing samples of chemical reagents. Analytical and graphical evaluation of the effectiveness of protective action of corrosion inhibitors is shown. The sample most satisfying the evaluation criteria was selected for further testing.

Ключевые слова: Коррозия, ингибитор коррозии, эффективность, оценка, испытание, антикоррозионная защита.

Keywords: Corrosion, inhibitor corrosion, efficiency, evaluation, testing, corrosion protection.

Основной причиной нарушения целостности промысловых трубопроводов является их коррозионный износ вследствие агрессивного воздействия транспортируемых сред. Разрушение металлов в результате коррозионных процессов протекает по химическому или электрохимическому механизму [1]. Острота этой проблемы возрастает ввиду того, что темп роста коррозионных потерь значительно превышает темпы роста производства металлов [2]. Опыт борьбы с коррозией свидетельствует о том, что надежная работа технологического оборудования может быть обеспечена путем применения ингибиторов [3].

Лабораторную оценку ингибиторов коррозии осуществляют в целях планомерного внедрения эффективных химических реагентов в технологические процессы добывающих компаний.

Задачи лабораторных испытаний ИК: Определение образцов из числа представленных, наиболее удовлетворяющий техническим требованием для проведения опытно-промысловых испытаний; определение эффективности защитного действия представленных образцов ИК.

Объект и метод исследования:

Испытания ингибиторов коррозии проводятся на модельных средах, соответствующих по составу (табл.1) нефтепромысловым водам Казанского НГКМ с добавлением реальной нефти соответствующего пласта в соотношении, обеспечивающем обводненность: 20%.

Таблица 1.

Химический состав модельных сред

Показатель	HCO_3^-	Ca^{2+}	SO_4^{2-}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	Sr^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	Суммарная минерализация
Наименование пласта	мг/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	г/дм ³
Пласт Ю ₁	635	32	108	4548	11	28	5252	11,2

Лабораторные испытания проводились для 3 реагентов, на период испытаний реагентам присвоена условная нумерация ИК1, ИК2, ИК3. Испытания ингибиторов коррозии проводили электрохимическим способом методом линейной поляризации (LPR), начиная с концентраций реагентов 15 мг/дм³, далее меняя концентрация в зависимости от полученного результата защитного действия (Z). Результаты лабораторных испытаний реагентов представлены в табл.2. Эффективным считается реагент, обеспечивающий при заданных условиях испытаний эффективность защитного действия не менее 90% при наименьшей удельной концентрации [4].

Таблица 2.

Результаты лабораторных испытаний реагентов

Шифр реагента	Концентрация, мг/дм ³	$V_{\text{фон}}$, мм/год	$V_{\text{инг}}$, мм/год	Z, %
ИК1	5	0.814	0.241	70.4
	10	0.726	0.055	92.4
	15	0.778	0.024	96.9
ИК2	5	0.791	0.092	88.4
	10	0.777	0.036	95.4
	15	0.748	0.016	97.9
ИК3	10	0.827	0.101	87.8
	15	0.806	0.055	93.2
	20	0.788	0.049	93.8

На Рис.1 в виде гистограммы представлена графическая оценка результатов испытаний химических реагентов.

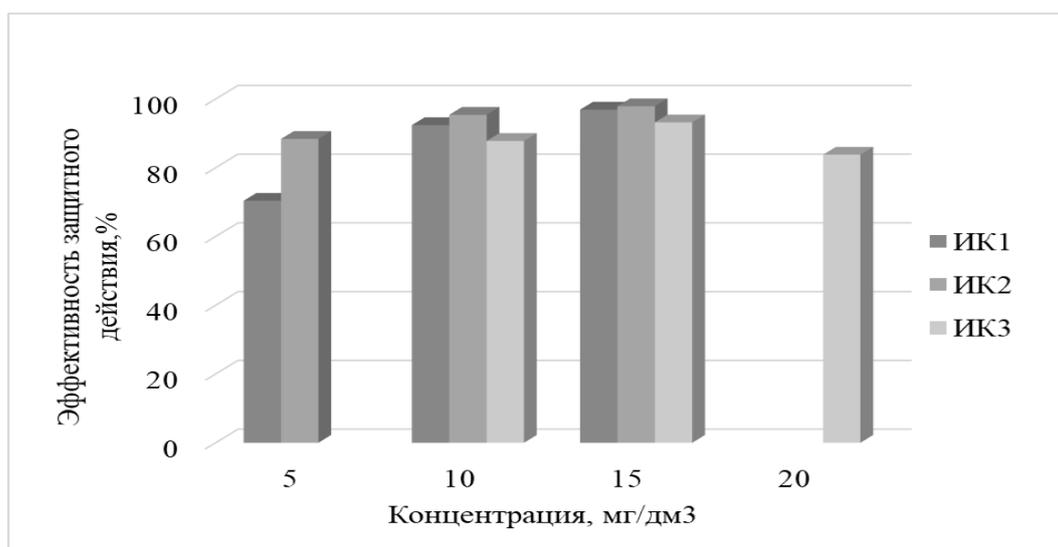


Рис.1. Результаты определения эффективности защитного действия химических реагентов в модельной среде

Обсуждение результатов испытаний.

Анализ результатов показывает, что фоновое значение скорости коррозии в модельных средах при заданных условиях испытаний составило от 0,7 до 0,895 мм/год. По результатам испытаний представленные образцы при начальной концентрации 15 мг/дм³ показали высокий уровень эффективности защитного действия (более 90%).

Заключение.

Из графического представления результатов испытаний сделан вывод, что исследуемые образцы химических реагентов эффективно выполняют защитную функцию. Все три образца рекомендованы для дальнейших опытно-промышленных испытаний. Наиболее высоким показателем эффективности защиты при меньшей условной концентрации обладает образец ИК2, при концентрации 10 мг/дм³, Z=95.4%.

Список литературы

1. Розенфельд, И. Л. Коррозия и защита металлов / И. Л. Розенфельд. – Москва: Металлургия, 1969. – 448 с. - Текст : непосредственный.
2. Томашов, Н. Д. Теория коррозии и коррозионностойкие сплавы / Н. Д. Томашов, Г. П. Чернова. – Москва: Металлургия, 1973. – 232 с.
3. Габитов, А. И. Итоги и перспективы в теории и практике борьбы с коррозией / А. И. Габитов. - Уфа: Реактив, 1997. - 122 с. - Текст : непосредственный.
4. Лайнер, В. И. Защитные покрытия металлов / В. И. Лайнер. - Москва: Металлургия, 1974. - 559 с. Текст : непосредственный.

Расчет интегрального показателя загрузки ГПА и выявление факторов, влияющих на его динамику

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В статье приводятся результаты анализа работы ГПА в КЦ-4 КС «Сосновская» ООО «Газпром трансгаз Югорск». Проведены расчеты показателей экстенсивного и интенсивного использования, рассчитан интегральный показатель, выявлена степень влияния всех факторов на значение и изменение интегрального показателя, характеризующего эффективность эксплуатации оборудования.

Abstract: The article presents the results of the analysis of the work of GPA in KC-4 compressor station «Sosnovskaya» LLC «Gazprom transgaz Yugorsk». Evidence-based calculations of indicators of the extensive and intensive use of the calculated integral index, revealed the degree of influence of all factors on the value and change the integral indicator, characterizing the efficiency of the equipment.

Ключевые слова: оборудование, газ, загрузка, мощность, коэффициент, интегральный, объект, система, интенсивность, экстенсивность, факторы.

Keywords: equipment, gas, loading, power, coefficient, integral, object, system, intensity, extensiveness, factors.

Транспортировка газа, как на территории страны, так и за ее пределы рассматривается как важнейший фактор сохранения и развития национальной экономики, а также влияния на экономику других стран. По внутренним и внешним поставкам газа наша страна занимает лидирующие позиции в мире, сохранение которых существенно зависит от перспектив развития газотранспортной инфраструктуры. В этой связи стратегически-ми целями развития газовой промышленности являются развитие единой системы газоснабжения и ее расширение на восток России.

В целях поддержания высокого уровня надежности газотранспортной системы ПАО «Газпром» на системной основе реализует комплексные программы реконструкции и технического перевооружения газотранспортных объектов. В качестве перспективных направлений в области транспортировки газа рассматриваются повсеместное использование систем АСУ и ТМ, внедрение газотурбинных приводов с высоким значением КПД, внедрение регулируемых по электроприводу ГПА, реконструкция газотранспортных объектов; сокращение потерь газа; улучшение технического состояния газоперекачивающих агрегатов.

Самой важной задачей на сегодняшний день является рост эффективности уже имеющегося оборудования на компрессорных станциях и в

газотранспортной сети в целом, значительная часть которого находится в эксплуатации свыше двадцати лет.

Для оценки эффективности используемого оборудования было проведено исследование его загруженности основного оборудования компрессорного цеха КС «Сосновская», находящейся в ведении ООО «Газпром трансгаз Югорск», территориально расположенной на территории ХМАО-Югры, на 583 км газопровода «Ямбург-Елец-1».

Компрессорный цех КЦ-4 расположен на промплощадке Сосновского ЛПУМГ, имеющего восемь ниток газопровода и имеет узел подключения к магистральному газопроводу. Технологической схемой предусмотрены очистка газа перед компримированием; компримирование газа; охлаждение газа после компримирования.

Для очистки газа используются циклонные пылеуловители типа ГП – 144.00.000 в количестве 6 штук и фильтры-сепараторы ГП 605.00.000.

Для компримирования газа используются газотурбинные двигатели НК-16СТ на базе авиационного двигателя НК-8-2У, с центробежными нагнетателями типа НЦ – 16/76 с основными параметрами: производительность 32,44 млн. нм³/сутки, давление начальное и конечное 5,17 и 7,45 МПа соответственно. ГПА-16 «Урал» выполнен в блочном исполнении и имеет номинальный к.п.д. – 0,363, коэффициент технического состояния по мощности – 0,95.

Компримирование газа осуществляется центробежными нагнетателями типа НЦ-16/76 (кГс/см²) с приводом от газотурбинного двигателя НК-16СТ. ГПА выполнен в блочном исполнении. Для охлаждения газа установлены АВО типа 2АВГ-75С.

Для оценки загрузки установленного в компрессорном цехе ГПА и соответствия ее номинальным характеристикам в период 2016 – 2018 годов фиксировались и анализировались показатели производительности, мощности, нахождения в работоспособном состоянии и времени выполнения эффективной работы с дальнейшим расчетом коэффициентов, позволяющих оценить загрузку ГПА по времени и по мощности в сравнении с номинальными характеристиками.

Традиционно, оценку технического состояния газоперекачивающих агрегатов можно с помощью методик, в основе которых лежат теплотехнические расчеты [1]. Применение полученных результатов, в свою очередь, может быть использовано для расчета обобщающего показателя – интегрального коэффициента загрузки газоперекачивающих агрегатов – и направлено на прогнозирование дефектов и отказов, технического состояния агрегата, росту надежности работы в целом и оптимизацию затрат на ремонт.

Наиболее показательными являются коэффициенты экстенсивности и интенсивности нагрузки оборудования компрессорных станций: первый характеризует эффективности загрузки оборудования по времени (отно-

шение времени работы к календарному фонду, принят 2160 часов), второй - по мощности [2].

Первый коэффициент – коэффициент экстенсивности – рассчитывается как результат отношения фактического времени нахождения агрегатов в работоспособном состоянии к нормативному времени.

Второй показатель коэффициент интенсивного использования ГПА определяется в ходе теплотехнических расчетов [3].

Для расчета показателя экстенсивного использования были собраны и обобщены данные по наработкам агрегатов в период с 2016 по 2018 годы. Изменение наработки (поквартальной) по ГПА в течение года представлено на рис. 1.

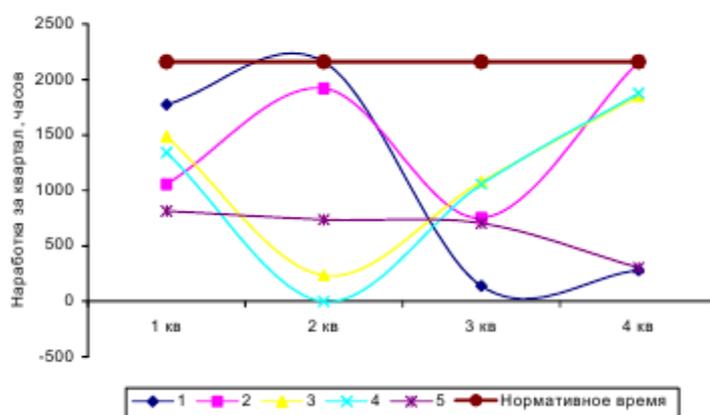


Рис.1. Изменение наработки (поквартальной) по ГПА в течение года

Результаты показали, что фактическое время работы ГПА в целом по пяти агрегатам существенно ниже нормативного, при этом определенная тенденция отсутствует: например, по агрегату 1 максимальная загруженность отмечается в 1 и 2 квартал, по агрегату №3 – в первый и третий квартал. В связи с простоями по причине плановых и внеплановых ремонтов имеются сведения о нулевой наработке (агрегат №4 во втором квартале), а также о наработке в 140 часов (первый агрегат в третьем квартале).

На основе полученных данных, определялся коэффициент экстенсивности за три года и выведено среднее его значение: 2016 год - 0,503, 2017 год – 0,4614, 2018 год – 0,461.

Также был рассчитан коэффициент интенсивности использования оборудования, представляющий собой степень загрузки оборудования по мощности. Определение требуемой фактической мощности ГПА проводится по методике [1].

Далее составлена итоговая таблица с рассчитанными значениями экстенсивного и интенсивного использования оборудования, рассчитано значение интегрального коэффициента загрузки, представляющего собой произведение частных коэффициентов экстенсивной и интенсивной загрузки (табл. 1).

Таблица 1.

Значения экстенсивных, интенсивных и интегральных коэффициентов загрузки ГПА

2016 год			2017 год			2018 год		
Кэ	Ки	Инт	Кэ	Ки	Инт	Кэ	Ки	Инт
0,6	0,842	0,51	0,6	0,854	0,51	0,602	0,921	0,55
0,468	0,931	0,44	0,36	0,914	0,33	0,6	0,947	0,57
0,346	0,887	0,31	0,135	0,891	0,12	0,359	0,908	0,33
0,6	0,832	0,50	0,583	0,833	0,49	0,361	0,823	0,30

В ходе анализа выявлены следующие недостатки в работе оборудования: часть оборудования, имела расход топлива на 20 – 35% выше номинального уровня; существенны затраты на плановые и внеплановые ремонты на поддержание рабочего состояния; как правило, не обеспечиваются требуемых характеристик по эмиссии оксидов азота и уровням вибрации и шума.

В дальнейшем запланировано продолжение исследования, имеющего целью выявление влияния отдельных факторов на изменение коэффициента интегральной загрузки газоперекачивающих агрегатов.

Список литературы

1. Методика проведения энергоаудита компрессорной станции, компрессорных цехов с газотурбинными и электроприводными ГПА: СТО Газпром 2-1.20-122-2007: утв. Распоряжением ОАО Газпром 07.03.05 № 31: ввод в действие с 07.11.15. – Москва : Информационно-рекламный центр газовой промышленности, 2007. – 122 с. – Текст: непосредственный.

2. Методика по определению выходных показателей ГТУ агрегата ГПА-Ц-8, ГПА-10, ГПУ-1: СТО Газпром 2-2.3-250-2008: утв. Распоряжением ОАО «Газпром» от 30 сентября 2008 г. № 333: ввод в действие 09.06.15. – Москва: Информационно-рекламный центр газовой промышленности, 2009. – 15 с. – Текст: непосредственный.

3. Ольховский Г. Г. Тепловые испытания стационарных газотурбинных установок / Г. Г. Ольховский. – Москва: Энергия, 1971. – 408 с. – Текст: непосредственный.

4. Сарданашвили С. А. Расчетные методы и алгоритмы (трубопроводный транспорт газа) / С. А. Сарданашвили. – Москва: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина. 2015. – 577 с. – Текст: непосредственный.

Возникновение эрозии в трубопроводных системах в связи с кавитационными процессами

Тюменский индустриальный университет, г. Нижневартовск

Аннотация: В данной статье изучено явление кавитации, и предложены способы борьбы с этим эрозионным процессом, проанализированы возможные методы решения проблемы. Выявлена и обоснована необходимость введения модернизированных клапанов для трубопроводов и центробежных насосов, использующихся в нефтяной промышленности.

Abstract: This article explored possible methods for solving problems. The need for the use of modernized valves for pipelines and centrifugal pumps used in the oil industry has been identified and justified.

Ключевые слова: Кавитация, эрозия, трубопровод, клапан

Keywords: cavitation, erosion, pipeline, valve

Риск повреждения и возникновения кавитационной эрозии и вскипания не зависит от состава жидкостной среды.

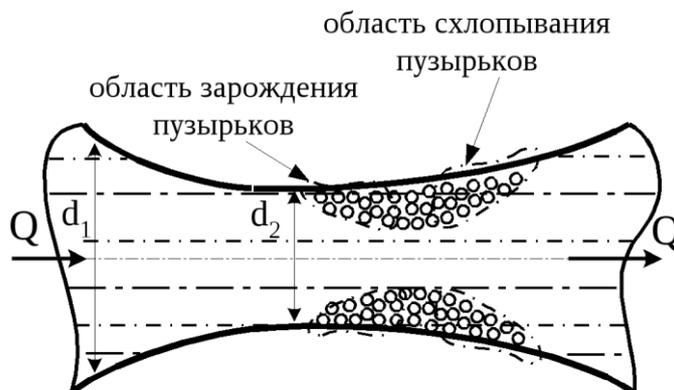


Рис. 1 Область возникновения кавитации

Кавитация начинает разрушать орган трубопроводной системы, когда происходит расширение. Это происходит из-за увеличения давления после сужения до значения давления насыщенного пара

Как возникает кавитация

Кавитация – является одной из главных причин выхода из строя регулирующих клапанов и других деталей трубопроводов. Кавитация чаще всего возникает в момент прохождения жидкости клапана. Область называемая “Веной контракта” находится в точке максимума скорости и мини-

муна давления. Кавитационные пузыри пара формируются в жидкости, когда давление оказывается близко к давлению насыщенного пара. Когда давление восстанавливается за сужением, (Рис 1.) пузыри пара схлопываются, (вызывая локальные волны давления, которые и являются причиной эрозии и разрушения клапанов.) и среда возвращается в жидкое состояние.

Микро-струи жидкости возникают, когда восстановленное давление заставляет схлопываться (взорваться) пузырек пара. Эти взрывы становятся причиной возникновения мощных локальных волн давления .

Факторы, влияющие на кавитацию:

Кавитация не всегда вызывает разрушение области трубопровода. Уровень повреждения зависит от непостоянных факторов.

1. Интенсивность кавитации зависит от разницы давлений, чем выше падение давления, тем пагубнее воздействие кавитации
2. Конструкция клапана и внутренних элементов в зоне возникновения кавитации

Клиновидные клапаны (Рис. 2) клапаны типа бабочка (Рис. 3), (характеризующиеся высокой степенью восстановления давления после запорного органа, в наибольшей степени подвержены действию кавитации.

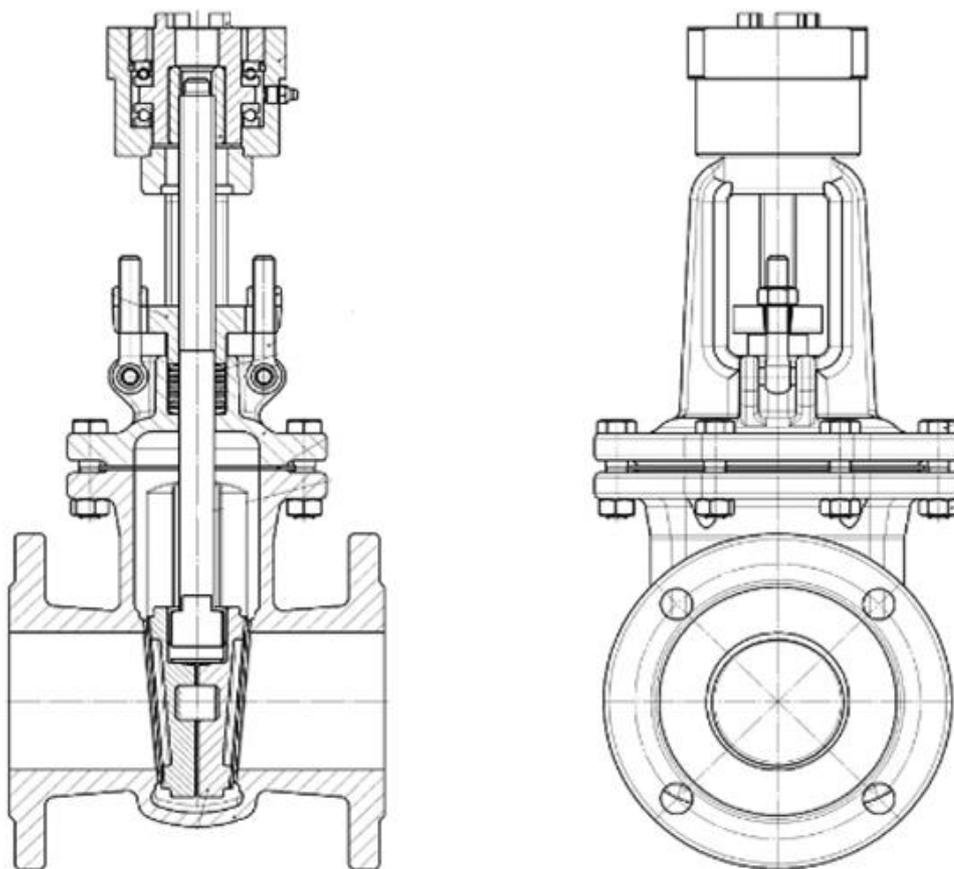


Рис. 2 Клиновидный клапан

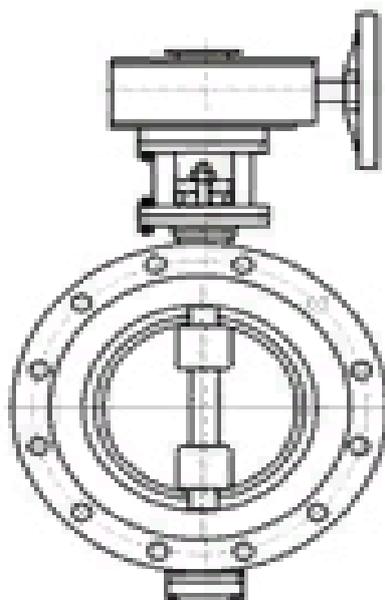


Рис. 3 Клапан типа бабтерфляй

Когда возникает протечка, жидкость попадает в зону низкого давления, тогда кавитация может стать причиной разрушения деталей клапана.

Воздействие кавитации на запорный орган может быть снижено за счет использования специальных материалов и конструкций, направленных на снижение воздействия любого из перечисленных факторов.

Решение для борьбы с кавитацией в трубопроводе:

Воздействие кавитации может быть снижено использованием специальных деталей.

Предлагаемые решения:

1. Втулки клапанов должны быть сделаны из материалов, способных выдерживать значительное воздействие кавитации, для того чтобы защитить корпус

2. Специальное строение. Ступенчатое дросселирование позволяет удерживать давление от падения ниже давления насыщенного пара и предотвращает само появление пузырьков пара

Падение давления происходит ступенчато посредством использования расширяющихся форсунок или расширяющихся проточных частей так, чтобы форма форсунок позволяла разделять поток

Использование направления потока вниз, изолирует процесс кавитации от деталей клапана. Все перечисленные решения содержит в себе представленный клапан.

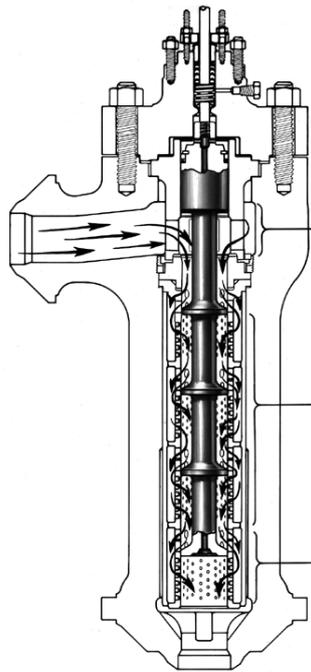


Рис. 4. Предлагаемый клапан

Данный клапан (Рис. 4) имеет расширяющуюся проточную часть, что уменьшает давление в среде по мере прохода

Ограничивает изменение давления на каждой ступени, что предотвращает падение давления в жидкости до точки парообразования и предотвращает протечку.

Вывод

Использование модернизированных клапанов в первую очередь затрагивает экономику предприятия, в современных условиях предпочтение следует отдавать технологиям, направленным на повышение долговечности деталей

Список литературы

1. Башта, Т. М. Машиностроительная гидравлика : справочное пособие / Т. М. Башта. – Москва : Машиностроение, 1971. - 44-46 с. - Текст : непосредственный.
2. Карелин, В. Я. Насосы и насосные станции : учебник, издание второе, переработанное и дополненное / В. Я. Карелин, А. В. Минаев. – Москва : Стройиздат - 1986. - 213-214 с. - Текст : непосредственный.
3. Гужов, А. И. Совместный сбор и транспорт нефти и газа. / А. И. Гужов. - Москва : Недра, 1973. – 280 с. - Текст : непосредственный.

Некоторые проблемы при использовании метода наклонно-направленного бурения подводных переходов магистральных трубопроводов

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В статье описаны основные проблемы, связанные со способом ННБ подводных переходов, которые классифицированы по трем сферам: нормативно-правовое обеспечение, научно-исследовательское сопровождение, технико-технологическое сопровождение. Обобщены направления решения исходных проблем для последующего эффективного развития отрасли строительства подводных переходов МННБ.

Abstract: The article describes the main problems associated with the method of NNB underwater crossings, which are classified into three areas: regulatory and legal support, research support, technical and technological support. The directions of the solution of initial problems for the subsequent effective development of branch of construction of underwater transitions of INNB are generalized.

Ключевые слова: переход, подводный, наклонно-направленное бурение, метод, строительство, оборудование, технология, проблема.

Keywords: transition, underwater, directional drilling, method, construction, equipment, technology, problem.

Наклонно-направленное бурение на сегодняшний день является одним из наиболее перспективных направлений в бурении, в том числе – в подводной части магистральных трубопроводов различного назначения. История становления и развития метода ННБ насчитывает свыше пятидесяти лет, с шестидесятых годов прошлого века. Тогда, в связи с ростом аварийных ситуаций на подводных переходах за рубежом впервые была озвучена необходимость разработки и внедрения новых инженерных решений, позволяющих прокладывать участки под водой с использованием инновационных технологий. В этот период впервые были озвучены основные требования к строительству подводных участков - экономичности, технологичности и экологичности строительства. В 1971 году в США начата эксплуатация первого подводного перехода, построенного методом ННБ, который на тот момент являлся принципиально новым и революционным.

В нашей стране впервые метод наклонно-направленного бурения был применен гораздо позже, в 1985 году при строительстве переходов через реки Клязьму, Москву-реку, Сеткунь. С 1985 года технология активно развивается и совершенствуется, метод успешно применяется на проектах, связанных с заменой траншейных речных переходов, которых только на магистральных насчитывается около четырех тысяч.

Сразу, вместе с первым опытом строительства, технология ННБ начинает совершенствоваться – развиваются технологии, оборудование и инженерные решения. Сегодня ННБ превратился в отрасль науки и практики строительства, располагающую своей научной базой, машинами, оборудованием, профессиональными кадрами и дальнейшими перспективами развития, предусматривающими, в том числе, и реконструкцию старых подводных переходов. Именно России принадлежит освоение метода ННБ для диаметров до 1420 мм включительно, что практически доказало возможность его использования на всех строящихся нефтепроводах и газопроводах.

Преимущества применения метода наклонно-направленного бурения очевидны и не нуждаются в дополнительном обосновании. Однако, как показывает практический опыт, вместе с очевидными преимуществами, имеется и ряд проблем, сопровождающих применение данного метода.

Первая проблема связана с нормативной базой, регламентирующей всесторонне аспекты проектирования и строительства подводных переходов МННБ [1].

На сегодняшний день уже создана обширная база ведомственных нормативных документов, регламентирующих все процессы при использовании МННБ – от проектирования до строительства. Однако, эти документы не только не взаимосвязаны между собой, но и порой входят в противоречие. Некоторые специалисты признают причиной такого расхождения различие ориентаций на разные основные нормативные документы в сфере эксплуатации магистральным трубопроводам и методик прочностного расчета (которых имеется множество). Существуют некоторые разногласия в содержании нормативных документов не только на государственном уровне, но и на отраслевом – в частности, по отдельным нормативным показателям в компаниях «Транснефть» и «Газпром».

В новом стандарте Газпрома «Магистральные газопроводы», предусматривающем строительство трубопроводов, раздел [2], регламентирующий прочностные аспекты, склоняется к положениям стандарта ASME В 31.8 и стандарту ISO 16708. Вместе с тем, руководящий документ Транснефти выпуска 2009 г. «Строительство подводных переходов нефтепроводов способом наклонно-направленного бурения» составлен на базе СНиП 2.05.06-85* [3]. По этой причине значения нормативных значения нормативных напряжений (в частности, касательных и эквивалентных) в двух документах не соответствуют друг другу.

В нашей стране уже имеется многолетний практический опыт строительства и обустройства подводных переходов МННБ. Преимуществ метода много, но особо следует выделить экологическую составляющую: отсутствие негативного техногенного влияния с разрушением окружающего ландшафта, сохранение природного баланса, т.д. Достигнутые результаты необходимо делать нормами по соблюдению экологических принципов и

также утверждать эти нормы на законодательной основе и закреплять в экологическом законодательстве. Таким образом, необходима детальная проработка нормативной базы в данной области, с ориентацией, приближением ее содержания к международным документам в данной области, причем не на уровне отраслевых нормативных документов, а на уровне государственных и межгосударственных стандартов.

Уже имеется предложение о создании рабочей группы по рассмотрению проектов нормативных документов в анализируемой области строительства; кроме того, предлагаются варианты решения проблемы за счет передачи комитету ТК-27 разработку стандарта. Это позволит выполнить единство требований при проектировании и строительстве подводных переходов методом наклонно-направленного бурения [1].

Вторая проблема касается научного сопровождения, здесь имеются отдельные проблемы, которые нельзя не упомянуть. Без научной основы невозможно рассчитывать на эффективное развитие технических идей и инновационных технологий. Приводимая в качестве основного положительного аргумента сравнительная характеристика методов ННБ и траншейного способа (с безусловным выделением преимуществ первой) носит в основном гипотетический характер. Пока отсутствуют научно обоснованная, достоверная доказательная база преимуществ данного метода.

Кроме того, оценку всех достоинств и недостатков метода ННБ следует проводить, во-первых, в контексте теории риска, а во-вторых - теории надежности. При строительстве значительная вероятность отклонения фактических геологических и топографических данных от проектных. Часто на практике возникают случаи отказа от резервных ниток, выявления неремонтопригодности, практической сложности контроля за процессами, проходящими в скважине, присутствует большая вероятность повреждения изоляции при ННБ – по всем этим и другим аспектам необходимо выполнение научных исследований с соответствующей доказательной базой. Кроме отмеченного, необходимо акцентировать внимание на расширении круга научных изысканий в сфере применения ННБ в различных геолого-физических и литологических условиях, в частности - многолетней мерзлоты, обеспечением гарантии сохранности изоляции, снижением энергоемкости бурового оборудования, созданием отечественных материалов, не уступающих зарубежным аналогам, а также других аналогичных вопросов [1].

Третья проблема – технико-технологическое сопровождение. Несмотря на потребность, отсутствует машиностроительная база централизованного изготовления бурового оборудования и бурового инструмента. Несмотря на то, что в России есть отрасль машиностроения, ориентированная на выпуск бурового оборудования (Уралмаш, Волгобурмаш и др.), установки и инструмент для бурения скважин большого диаметра подводных переходов централизованно не выпускаются. Производители бурового

оборудования не рассматривают в качестве приоритетных проблемы сферы ННБ, отсутствует и сервисное обслуживание техники ННБ.

Из-за отсутствия централизованного производства и сервисного обслуживания оборудования для способа ННБ, а также дороговизны зарубежного бурового инструмента, отечественные организации вынуждены производить их собственными силами. В качестве примера показателен опыт ООО «Кубаньгазпром». Предприятие сконструировало и на своих производственных площадях выпустило установку УТБ-150 с тяговым усилием 150 кН для строительства переходов диаметром 1020 мм, которая успешно прошла все испытания и эксплуатируется [1].

Однако не все компании, специализирующиеся на строительстве подводных переходов, оснащены производственными мощностями, сказывается также отсутствие необходимых кадровых ресурсов, технологической документации. В таких условиях вопрос оснащенности необходимым отечественным оборудованием, соответствующим критериям экономичности, эффективности, технологичности и надежности остается открытым.

Обобщая изложенное, можно сделать вывод о том, что укрупнено выделяется три сферы проблем в обеспечении строительства подводных переходов методом ННБ. И чем скорее они будут ликвидированы, тем быстрее отечественные технологии смогут выйти на мировой уровень и претендовать на лидерские позиции. Развитие нормативно-правовой базы, сферы научных исследований, совершенствование оборудования, улучшение самой технологии наклонно-направленного бурения смогут обеспечить продвижение метода не только на российском, но и на зарубежном рынке.

Список литературы

1. Иваницкая, Е. В. Совершенствование технологии и оборудования для сооружения подводных переходов методом наклонно-направленного бурения. Обзор заседания Проблемного научно-технического совета Российского Союза нефтегазостроителей. Выдержки из решения / Е. В. Иваницкая. – Текст : непосредственный // Трубопроводный транспорт: теория и практика. – 2008. - № 1(11).– С. 30-37
2. Магистральные газопроводы : СТО Газпром 2-2.1-249-2008 : утв. 08.08.26: введ. в действие с 09.01.12. – Москва: ООО ИРЦ Газпром, 2008. – 151 с. – Текст : непосредственный.
3. Строительство подводных переходов нефтепроводов способом наклонно-направленного бурения : РД 91-040.00-КТН-308-09 : утв. 09.06.06 : введ. в действие с 09.06.24. – Москва : АК «Транснефть. – 2009. – 125 с. Текст : непосредственный.

Обеспечение надежности эксплуатации трубопроводов с применением методов активной и пассивной защиты от коррозии

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В данной статье рассмотрены основные методы защиты трубопроводов от коррозии. Выявлены и обоснована необходимость использования методов активной и пассивной защиты в процессе эксплуатации трубопроводов. На основе проведенного исследования авторами предлагается основные способы защиты и средства для обеспечения безаварийной работы трубопроводов.

Abstract: In this article, the main methods of protecting pipelines from corrosion are considered. The necessity of using active and passive protection methods in the process of pipeline operation has been identified and justified. Based on the study, the authors suggest the main methods of protection and means for ensuring trouble-free operation of pipelines.

Ключевые слова: Надежность трубопроводов, активная и пассивная защита, коррозия трубопроводов, материал и его свойства.

Keywords: Reliability of pipelines, active and passive protection, corrosion of pipelines, material and its properties.

Надежность трубопроводов – важнейший показатель обеспечения безопасности в трубопроводном транспорте, характеризует свойство объектов (промысловые трубопроводы) сохранять свои эксплуатационные показатели, соответствующие заданным режимам и условиям работы, технического обслуживания и ремонтов, в течение заданного промежутка времени. В общем случае под надежностью понимается свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его эксплуатации может включать ряд свойств в отдельности или определенных сочетаниях, основными из которых являются: безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Условия безаварийной эксплуатации уложенных в землю трубопроводов предъявляют высокие требования к защите трубопроводов, *особенно в связи со строительством в южных районах нашей страны, для которых характерно большое разнообразие грунтов с высокой коррозионной активностью.* Надежность трубопровода может быть увеличена путем вложения дополнительных средств на защиту от коррозии и более рациональным распределением по трассе имеющихся ресурсов. Высокий процент от-

казов на промышленных трубопроводах происходит из-за коррозионного износа материала трубопроводов показанном на рис. 1.



Рис. 1. Последствия коррозионного износа трубопровода

Коррозия подземных трубопроводов причиняет большой вред системам транспортировки нефти и газа. Результаты почвенной коррозии могут быть различными: от значительного экономического ущерба, из-за пролива добываемого и транспортируемого продукта, до глобальных экологических и техногенных катастроф.

Проблемам противокоррозионной защиты трубопроводов посвящено множество работ авторов Шабарова А.Б., Притулы В.В., Фридланд Я.М., Агинея Р.В., Кузьбожева А.С., Александрова Ю.В., Мустафина Ф.М., Подорожникова С.Ю., Марковой Л.М. и других известных ученых.

Защита трубопроводов от коррозии делится на активную и пассивную. К активным средствам защиты относятся электрические методы, протекторная и катодная защита. К пассивной защите относится нанесение на внешнюю поверхность трубопроводов покрытия и изоляции. К электрохимической защите (ЭХЗ) металлических сооружений от коррозии относятся: устройства создания катодной поляризации (протекторная и катодная защита); кабельные линии подключения к источникам блуждающих токов, СДЗ (станции дренажной защиты).

Наиболее явным способом реализации электрохимической защиты металлического сооружения, имеющего непосредственный контакт с электролитической средой, это метод гальванической защиты, основой которого является тот факт, что разные металлы в электролите имеют различные электродные потенциалы. Следовательно, если образовать гальванопару из двух металлов и поместить их в электролит, металл с более отрицательным потенциалом станет анодом-протектором и начнёт разрушаться, защищая металл с менее отрицательным потенциалом. Основными материалами для изготовления протекторов являются магний, алюминий и цинк. Характеристикой протекторов является коэффициент полезного действия, показывающий долю массы протектора, использованной на получение полезной

электрической энергии в цепи. К.П.Д. протекторов, произведённых из магния и магниевых сплавов, иногда превышают 50 % в, в отличие от протекторов на основе Zn и Al с К.П.Д. 90 % и более. Электрохимическая защита обязательно должна обеспечивать постоянную катодную поляризацию трубопровода (на протяжении всего срока эксплуатации) на всем протяжении не больше максимального и не меньше минимального защитных потенциалов. Катодная защита реализуется путем подключения защищаемого трубопровода к отрицательному полюсу внешнего источника постоянного тока показанном на рис. 2, называемого станцией катодной защиты.

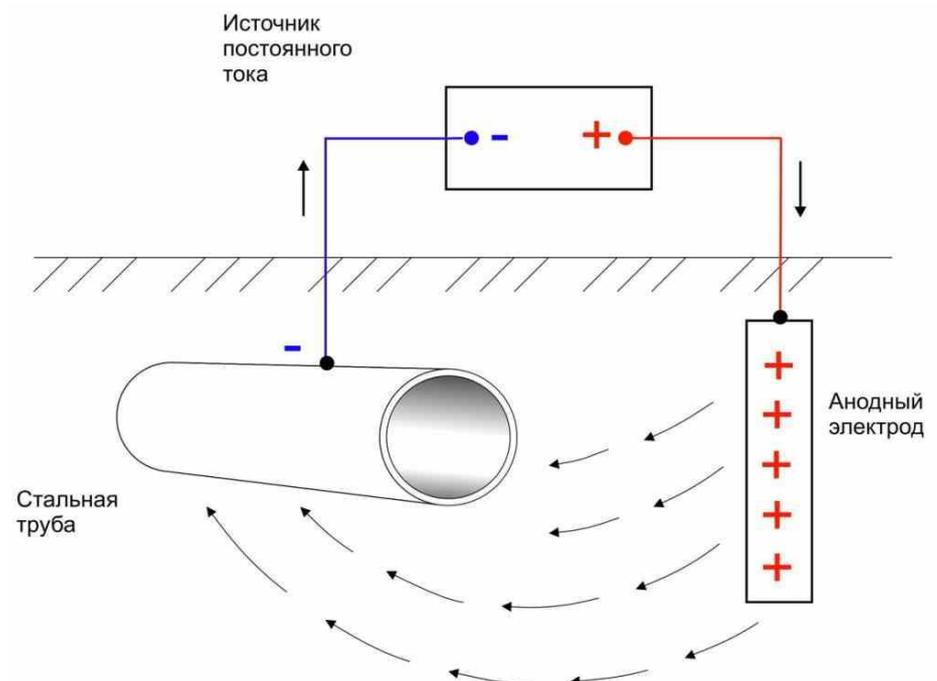


Рис. 2. Принцип действия катодной защиты

Положительный полюс источника соединяют кабелем с внешним дополнительным электродом, сделанным из металла, графита или проводящей резины. Таким образом, образуется замкнутая электрическая цепь: дополнительный внешний электрод - почвенный электролит - трубопровод - катодный кабель - источник постоянного тока - анодный кабель. В составе данной электрической цепи трубопровод является катодом, а дополнительный внешний электрод, присоединенный к положительному полюсу источника постоянного тока, становится анодом. Данный электрод называется анодным заземлением. Отрицательно заряженный полюс источника тока, присоединенный к трубопроводу, при наличии анодного заземления катодно поляризует трубопровод, при этом потенциал анодных и катодных участков практически выравнивается.

Задача пассивной защиты – защитить металлические трубы от разрушающего влияния окружающей среды. Нанесение защитных слоев вы-

полняемых из лаков, красок или эмалей, образует непрерывный непроницаемый барьер, который защищает находящийся под ним металл от коррозионного воздействия среды. Для этого применяются битумные продукты, получаемые от перегонки угля или нефти или из синтетических смол, термопластичных (полиэтилен, полипропилен, полиамиды) и термоотверждающихся (эпоксидные, полиуретановые, сложные полиэферы). Особую проблему составляет сероводородная коррозия трубопроводов, именно поэтому очистка газа является важной задачей. Значительная часть H_2S реагирует с металлом и откладывается в виде продуктов коррозии на клапанах силовых установок, компрессорах, внутренних стенках аппаратов и трубопроводов. Сероводород растворим в воде, он вызывает точечную коррозию металла в присутствии кислорода или углекислого газа. Особенно сильно корродируют металлы в присутствии паров воды или капельной влаги, которые почти всегда присутствуют в неподготовленном попутном нефтяном газе.

Таким образом, можно сделать вывод, что у всех методов защиты трубопроводов имеется большое количество достоинств, но при этом область их применения ограничена. Эффективность заключается в увеличении уровня прочности труб, увеличении уровня устойчивости к влиянию агрессивной среды, продлении срока службы трубопроводов самых разных типов, увеличении твердости поверхности труб и внутри и снаружи. Благодаря существующим методам защиты удастся обеспечить длительный эксплуатационный срок магистральных трубопроводов, однако вопросы защиты промышленных трубопроводов от коррозии останутся актуальными.

Список литературы

1. Актуальные проблемы: сероводородная коррозия и очистка газа от сероводорода: сайт. – URL : <http://www.сероочистка.рф/serovodorod-i-ekologiya/serovodorodnaya-korroziya> (дата обращения: 1.10.19). – Текст : электронный.

2. Коррозия и защита оборудования при переработке нефти и газа. М. Л. Медведева : учебное пособие. - Москва : ФГУП изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2005. – 312 с. – Текст : непосредственный.

3. Экспериментальная установка для исследования влияния напряжений на скорость коррозии трубных сталей / А. Б. Шабаров, А. А. Ибрагимов, С. Ю. Подорожников [и др.] ; сб. тр. Всероссийской. науч.-практич. конф. «Проблемы функционирования систем транспорта». -Тюмень: ТюмГНГУ. – 2012. - С. 394 -395 с. – Текст : непосредственный.

4. Эксплуатация линейной части нефтегазопроводов: учебное пособие/ под общей редакцией Ю. Д. Земенкова. – Тюмень: Издательство «Вектор Бук», 2013. – 294 с. – Текст : непосредственный.

Реализация условий для безопасной эксплуатации магистральных трубопроводов транспорта нефти и газа: сравнительная оценка

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В статье охарактеризованы комплексы мероприятий для создания безопасности в процессе транспортировки нефти и газа на примере деятельности, проводимой ПАО «Транснефть» и «Газпром». Определены приоритетные направления для каждой компании, выявлены некоторые отличительные особенности в направлении обеспечения безопасности.

Abstract: The article describes a set of measures to create safety in the process of transportation of oil and gas on the example of the activities carried out by PJSC «Transneft» and «Gazprom». Priority directions for each company are defined, some distinctive features in the direction of safety are revealed.

Ключевые слова: безопасность, объект, трубопровод, надежность, компания, эксплуатация, метод, дефект, диагностика

Keywords: safety, facility, pipeline, reliability, company, operation, method, defect, diagnostics

Вопросы безопасности и надежности объектов нефтегазового сектора имеют неизменно высокую важность, которая подчеркивается в различных документах отраслевого и общегосударственного значения.

Сфера транспортировки нефти и газа имеет много общего – как в технологических процессах, так и в существующих проблемах. Однако, несмотря на множество общих аспектов, объединяющих нефтяную и газовую сферы, в частности - в области безопасности транспортировки нефти и газа, имеются и отличительные характеристики, свойственный каждой из них.

В ПАО «Транснефть» для организации системы безопасности объектов перекачки нефти использован управленческий подход. Приоритетными направлениями работы для безопасной эксплуатации трубопроводов являются создание условий защищенности жизни и здоровья работников, населения прилегающих районов, минимизации вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций и связанных с ними последствий. Организационной структурой для решения проблем и принятия соответствующих управленческих решений в ПАО «Транснефть» является Экспертный совет по вопросам обеспечения безопасности [1].

Степень надежности производственных объектов Транснефть контролируется путем комплексной диагностики линейной части трубопроводов и перекачивающих станций для своевременного выявления всех низ-

конадежных элементов и потенциальных дефектов, а также расчета срока безопасной эксплуатации объектов.

Диагностированием промышленных объектов Компании занимается специализированное предприятие АО «Транснефть-Диаскан», одной из последних эффективных разработок в деятельности которого является применение метода воздушного лазерного сканирования.

За истекшие два года было проведено свыше девятисот обследований этим методом с целью обеспечения эффективного и безопасного режима эксплуатации нефтепроводов. Суть метода заключается в проведении аэросъемки с применением лазерного оборудования. На основании собираемой информации при необходимости производится корректировка условий эксплуатации линейной части трубопроводов [1].

В последнее время много внимания уделяется подводным переходам – с одной стороны – по причине их старения, а с другой – развитием технологий в данной области. Например, в ПАО «Татнефть» для диагностики подводных переходов применяется метод глубоководной герметизирующей камеры, представляющей собой универсальный комплекс, совмещающий в себе функции диагностики и ремонта.

Для внутритрубного обследования технологических трубопроводов в компании разработана концепция специализированного робототехнического комплекса. Робот сможет самостоятельно проходить тройники, отводы, а также проводить преддиагностическую очистку трубопроводов. Применяемый в настоящее время метод внешней диагностики имеет существенный недостаток – необходимость проведения ряда предварительных и подготовительных работ и снятия (с последующим восстановлением) защитного покрытия технологических трубопроводов. Применение роботизированного комплекса создает условия для полной автоматизации диагностического обследования и направлен на раннее обнаружение и предупреждение дефектов трубопровода.

В Транснефть внедрена централизованная система противоаварийной автоматики, повышающая уровень эксплуатационной безопасности трубопроводной системы, сводя к минимуму риски при транспортировке нефти и нефтепродуктов. В области реализации программы развития трубопроводного транспорта в ПАО «Татнефть» запланировано все действующие трубопроводы поставить под контроль ЦСПА.

В 2018 году уровень ключевого показателя, показывающего уровень аварийности, в ПАО «Транснефть», составил 0,059 на 1000 км линейной части магистрального трубопровода (при нормативном значении 0,072) [1].

Газотранспортная система ПАО «Газпром» включает в себя более 180 тыс. км, в том числе свыше 2,1 тыс. технологических трубопроводов, основной задачей которых является надежная поставка газа при соблюдении всех требований безопасности. Зафиксированный уровень аварийности по объектам газопроводной системы по объектам ПАО «Газпром» со-

ставляет 0,21 аварии на тысячу километров эксплуатируемых газопроводов в год. Более половины объектов эксплуатируются свыше 30 лет, что проявляется в физическом износе, росте числа дефектов в результате длительно действующих технологических нагрузок и воздействий природного и техногенного происхождения) [2]. Поэтому вопросам обеспечения безопасности в компании также уделяется внимание.

Главная цель – обеспечение надежности и безопасности объектов – в настоящее время достигается разработкой и реализацией Программы комплексного капитального ремонта линейной части магистральных газопроводов ПАО «Газпром» (Программа) на 2016 – 2020 годы, а также реализацией компенсирующих мероприятий по выборочному ремонту наиболее опасных дефектов.

Основополагающими документами в области обеспечения безопасности являются Политика ОАО «Газпром» в области управления техническим состоянием и надежностью объектов транспортировки и хранения газа и Концепция управления техническим состоянием и целостностью объектов ГТС ОАО «Газпром» с учетом задач транспортировки газа. На их основе продолжает развиваться нормативная база, в последний год принято еще 34 внутренних стандарта.

Надежная и безопасная эксплуатация, требуемое техническое состояние ЛЧМГ для обеспечения необходимой пропускной способности являются основными производственными задачами газотранспортных обществ и ответственностью Департамента ПАО «Газпром». Задачами в данной области в Компании являются обеспечение необходимого уровня надежности и безопасности; оптимизация затрат на эксплуатацию путем обоснованного выбора объектов ремонта, очередности и методов проведения диагностических и ремонтно-восстановительных работ [3].

Поддержание требуемого уровня безопасности и надежности объектов транспортной инфраструктуры обеспечивается выполнением соответствующих профилактических мероприятий. В процессе принятия решений о безопасности трубопровода используются такие методы как метод оценки ожидаемой частоты аварий, расчетные показатели надежности, разрабатываемые на базе моделей отказов и вероятности безотказной работы. Также применяются методики, позволяющие оценить исправность технического состояния газопровода и его элементов, включая защитные противокоррозионные покрытия [3].

Эти методики позволяют учесть практически все факторы, влияющие на возникновение отказов, повысить достоверность прогноза изменения технического состояния и риска выхода трубопровода из строя, определения самых проблемных зон, прогнозированию размера возможного ущерба по уровню ожидаемого прямого ущерба в случае возникновения аварии на трубопроводе. Особенностью методик Газпрома является их база: если предыдущие построены на основе экспертного метода, то в дан-

ных методиках преобладает метод расчетно-аналитического прогнозирования показателей техногенного риска. Описанные методики измерения уровня безопасности, которые применяются в ПАО «Газпром», являются инновационными и не имеют аналогов в мировой практике, что свидетельствует об их практической ценности.

Отраслевая система обеспечения надежности и безопасности транспорта газа с технической точки зрения включает в себя: внутритрубную диагностику, диагностику оборудования КС и ГРС, электрометрические измерения, обследование подводных переходов, капитальный ремонт линейной части и оборудования КС, подводных переходов, автоматизация и телемеханизация [3].

Можно сделать вывод о том, что обе компании, являясь ключевыми в топливно-энергетическом комплексе, основной акцент делают на создании безопасных условий в эксплуатации трубопроводов. Система нормативно-правового обеспечения надежности и безопасности трубопроводов обеих компаний выстроена на нормах отечественного и международного законодательства, разрабатываются внутренние стандарты и регламенты.

Технически безопасность эксплуатации нефте- и газопроводов (в ПАО «Транснефть» и «Газпром» соответственно) связана с диагностикой: методы и оборудование, применяемое для диагностики, постоянно совершенствуется. Однако, при внешней схожести организации систем безопасности эксплуатации трубопроводов, компании имеют различный уровень аварийности – у Газпрома он выше, чем у Транснефти, что обусловлено особенностями технологических процессов.

Список литературы

1. Безопасное функционирование системы магистрального трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов : материалы отч. конф. – Москва : Транснефть, – 2018. – С. 68-73. – Текст : непосредственный.

2. Люгай, Д. В. Научно-техническое сопровождение развития и эксплуатации газотранспортных систем / Д. В. Люгай, Н. В. Воронин. – Текст : непосредственный // Газотранспортные системы: настоящее и будущее: тезисы докладов VI Международной научно-технической конференции GTS-2015 (28–29 октября 2015 г.). – Москва : Газпром ВНИИГАЗ. – 2015. – С. 5-6.

3. Мелехин, О. Н. Оценка уровня надежности газотранспортной системы в зависимости от планируемых объемов капитального ремонта линейной части магистральных газопроводов / О. Н. Мелехин, В. Е. Грязин. – Текст : непосредственный // Вести газовой науки: Управление техническим состоянием и целостностью газопроводов. – Москва: Газпром ВНИИГАЗ. – 2014. – № 1 (17). – С. 13-15.

Применение солнечной и ветровой энергии для обеспечения защиты подземных нефтепроводов от коррозии

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В статье рассматривается потенциал использования солнечной также ветровой энергии с целью предоставления защиты находящийся под землей нефтепроводов от коррозии. Рассмотрены главные плюсы также минусы источников солнечной, ветровой энергии, установлены более подходящие регионы для их применения на территории Российской Федерации.

Abstract: The article discusses the potential use of solar and wind energy to provide protection for underground pipelines from corrosion. The main pluses and minuses of sources of solar and wind energy are considered, more suitable regions for their application on the territory of the Russian Federation are established.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, защита от коррозии, нефтепровод.
Keywords: alternative energy, corrosion protection, oil pipeline.

С развитием нефтегазовой промышленности, с появлением новых возможностей индустрии повышается и потребление энергии. В свою очередь это стимулирует нас к поиску альтернативных источников энергии и преобразования их под современные нужды. В статье будет рассмотрено применение и преобразование энергии солнца и ветра в полезную энергию за счет солнечных батарей и ветрогенераторов [1].

Главное достоинство использования солнечных батарей и ветрогенераторов – доступность и повсеместность использования ветровой и солнечной энергии. Также одним из достоинств является независимость таких видов энергии от электростанций. Но почему бы не использовать такие источники энергии повсеместно? Несмотря на обширное количество плюсов альтернативные источники энергии в основном используются, как вспомогательные из-за дороговизны и достаточного низкого КПД. Ветрогенераторы могут использоваться в местности, где высокая среднегодовая скорость ветра. Солнечные батареи – в местах, где большое количество световых дней без продолжительных дождевых сезонов. Из-за такой зависимости использование альтернативных источников предусмотрено в связке с основополагающими. В регионах Российской Федерации солнечное излучение и наличие ветра находятся в противофазе (когда светит солнце – нет ветра, а в ветреную погоду нет солнца). Из-за этого выгоднее использовать гибридную установку, когда оба источника будут работать, дополняя друг друга и вырабатывать энергии в несколько раз больше, чем те же источники отдельно друг от друга. Применение такая установка нашла бы в таких

районах, как: северные районы Тюменской области, Дальний восток и Северный Кавказ (Рис. 1, темными участками отмечены районы со среднегодовой скоростью ветра более 5 м/с и количеством энергии, получаемой от солнечной радиации, более 4 кВт·ч/м²·день).



Рис. 1. Совмещенная карта солнечной и ветровой активности на территории РФ

Использование альтернативных источников энергии в настоящий момент в нефтегазовой промышленности в качестве основных – невозможно. Но можно применить их в отдельных областях – вполне реализуемо. В области транспорта углеводородных ресурсов гибридные установки по выработке энергии из альтернативных источников можно применить в: освещении территории нефтеперекачивающей станции, охранном освещении, обеспечении работы пожарной станции, сигнализация охраны. Детальнее проанализируем вероятность использования солнечно-ветровой электроустановки в системе катодной защиты линейной части находящийся под землей нефтепроводов [2]. Стандартная станция катодной защиты представляет собою преобразователь (инвертирующий элемент), преобразовывающий электрический ток с линий электропередач с целью защиты трубопровода. С целью экономии потребляемой электроэнергии предполагается применение конструкции, принцип работы которой состоит в получении электроэнергии с помощью солнечных батарей также ветрогенераторов, регулировка его напряжения и силы с помощью контроллера, накапливание его в аккумуляторах также подача на станцию катодной защиты посредством смешанный инвертирующий элемент. В зависимости от эффективности работы солнечно-ветровой электроустановки Гибридный инвертор регулирует режим потребления энергии станцией катодной защиты. Схема подключения представлена на рис. 2.

Для того, чтобы рассчитать эффективность гибридной установки необходимо принять мощность, потребляемую станцией электрохимической защиты, равной 3 кВт. Тогда суточное потребление мощности составит 72 кВт·ч. Местоположение установки – участок нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий Океан, проходящий в Приморском крае, одном из

наиболее солнечных районов с высокой среднегодовой скоростью ветра. Наиболее эффективный угол установки солнечных панелей равен широте их расположения (для г. Владивосток - 43°) с направлением панелей на юг. Высота мачты ветрогенератора – 10 м. С учетом заданных параметров суммарное среднегодовое количество солнечной радиации составит $I = 1680 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, мощность среднегодовая скорость ветра $V_B = 5,6 \text{ м}/\text{с}$.



Рис. 2. Схема подключения солнечно-ветровой электроустановки

Расчет количества энергии, производимое установкой с солнечными панелями с мощностью $P_c = 0,3 \text{ кВт}$, рассчитанными на солнечное излучение мощностью $W_c = 1 \text{ кВт}/\text{м}^2$, площадью $S = 2 \text{ м}^2$ в количестве $n = 10$ шт. и одним ветрогенератором номинальной мощностью $P_B^H = 1 \text{ кВт}$, стартовой скоростью $2,5 \text{ м}/\text{с}$.

Количество энергии W_1 , вырабатываемое солнечными панелями:

$$W_1 = \frac{P_c \times n \times I}{W_c}, \quad (1)$$

где W_c – количество энергии в единицу времени, кВт/ч
 P_c – мощность, кВт
 n – количество, шт
 I – среднегодовое количество солнечной радиации, кВт·ч/м²

$$W_1 = \frac{0,3 \times 10 \times 1680}{1} = 5040 \frac{\text{кВт}}{\text{ч}} \text{ в год}$$

Мощность W_B , ветрогенератора при среднегодовой скорости ветра V_B , равна 350 Вт, результаты наглядно представлены на рис. 3.

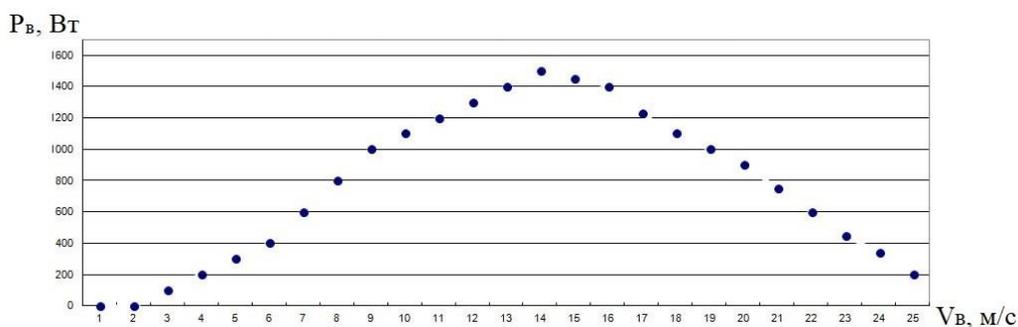


Рис. 3. График зависимости мощности ветрогенератора от скорости ветра

Тогда количество энергии W_2 , вырабатываемое ветрогенератором равно:

$$W_2 = W_{в} \times 24 \times 365, \quad (2)$$

где $W_{в}$ – мощность ветрогенератора, Вт

$$W = 5040 + 3066 = 8106 \frac{\text{кВт}}{\text{ч}} \text{ в год};$$

Экономия энергии за 1 год составила около 30%. На предприятиях нефтегазовой промышленности гибридные источники альтернативной энергии рационально применять в тандеме с основными источниками энергии, тем самым снижая их потребление, экономя деньги. Дальнейшее развитие использования устройств по преобразованию солнечной и ветровой энергии вероятно в районах с наибольшим показателем солнечных дней и/или в ветреных районах России, такие как: Восточная Сибирь - Тихий Океан, Заполярье – Пурпе, Тихорецк – Новороссийск [3].

Подводя итог можно отметить, что альтернативные источники энергии показывают хороший результат, дополняя основное оборудование и при использовании, как самостоятельную единицу, для внедрения на станции требуются большие инвестиции. Решение будет найдено путем разработок более эффективных и недорогих установок.

Список литературы

1. Алхасов, А. Б. Возобновляемая энергетика : [монография] / А. Б. Алхасов ; под ред. В. Е. Фортова. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 255 с. - Текст : непосредственный
2. Бахтизина, Н. В. Альтернативная энергетика – тренд развития крупнейших нефтегазовых компаний мира / Н. В. Бахтизина. - Текст : непосредственный // Проблемный анализ и государственно-управленческое проектирование. – 2012. – № 2. – С. 6-16.
3. Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика : учебное пособие / Г. Ф. Быстрицкий. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : КНОРУС, 2010. – 293 с. - Текст : непосредственный.

Безопасность трубопроводного транспорта в системе поставок углеводородов

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В статье представлена информация о том, в чем состоит безопасность трубопроводного транспорта в системе поставок углеводорода. Безопасность магистральных трубопроводов является одной из главных задач, стоящих перед проектировщиками.

Annotation: The article provides information on what is the safety of pipeline transport in the hydrocarbon supply system. Safety of trunk pipelines is one of the main tasks facing the designers of the system.

Ключевые слова: безопасность, трубопроводный транспорт, нефть, газ, газопровод, нефтепровод, аварии

Keywords: safety, pipeline transport, oil, gas, gas pipeline, oil pipeline, accidents

Передача жидких, газообразных или твердых нефтепродуктов на дальнейшее расстояние реализуется по специализированным трубам, которые соединяются в трубопроводную систему. Их относят к категориям энергонапряженных объектов, а отказы или сбои в их работах, как правило, приводят к существенным материальным и экологическим ущербам страны. Особенно остро встают проблемы надежности и экологической безопасности в системе магистрального трубопроводного транспорта газа, нефти и нефтегазопродуктов.

Надежность трубопроводного транспорта нефти и газа - основной критерий, который устанавливает степень экологической безопасности. Их надежность состоит в том, чтобы исполнять все заданные функции и сохранить эксплуатационное свойство в течение установленного жизненного цикла трубопровода [2].

Общая длина магистральных трубопроводов Российской Федерации — больше 200 тысяч км, при этом они пересекают больше 5000 всевозможных водных преград. Любой отдельно взятый магистральный трубопровод составляет в длину больше 50 км и обладает диаметром — 200 мм.

Магистральным газопроводом именуется трубопровод, который предназначен для транспортировок газа от места добычи или производств в район потребления. Порой трубопровод может соединить отдельные газовые месторождения.

Трубопровод, который присоединен непосредственно к магистральным газопроводам и предназначен для отвода частей транспортируемого

газа к населенным пунктам и промышленным компаниям, является ответвлениями от магистрального газопровода [4].

При изысканиях трасс, строительстве и эксплуатациях трубопроводов оказываются непосредственные влияния на грунтовую среду, растительный покров, животный мир, подземная и поверхностная вода, приземные слои атмосферы. Данные влияния могут быть прямыми и косвенными, продолжительными и кратковременными. Их итогом становятся механические разрушения, загрязнения, тепловые воздействия и т.д., а их последствия порой могут быть необратимые.

Частыми причинами появления аварий являются нарушения целостностей трубопроводов самовольными врезками, цели которых — хищения продуктов или терроризм. Существующая на нынешний день система охраны трубопроводов в России архаичная и совсем не отвечает требованию безопасности. Другими словами, специальной охраны трубопроводной системы попросту не существует.

Поддержания в работоспособных и безопасных состояниях трубопровода — трудная, с технической и экономической точки зрения, задача, решаемая в зависимостях от специфик и условий эксплуатаций системы. В любой ситуации, множество специалистов склоняются к выводу, что безопасность трубопроводных систем страны непосредственно зависит от правильных организаций ремонтных работ. Один из надлежащих путей решений проблемы ремонта — внедрения новых высокоэффективного изоляционного материала и технологии их нанесений в трассовом условии [3].

Газопроводы являются наиболее распространенными и развитыми видами трубопроводного транспорта по сравнению с нефте- и продуктопроводами. Лишь небольшое число стран не применяют сетевой природный газ в топливно-энергетическом балансе в силу своего низкого развития и отсутствия запаса этих полезных ископаемых - Северная Корея, Монголия, Панама.

В современное время длина газопроводной инфраструктуры практически в два раза превышает длину трубопроводов по прокачкам жидких углеводородов. Это аргументируется тем, что у природного газа почти нет альтернативных методов поставки, в отличие от нефти и нефтепродуктов. Кроме того, учитывая экологичность и технологичность применения, а также развитую ресурсную базу, природный газ является более приоритетным видом топлива, доли которых в топливно-энергетическом балансе мира и стран Тихоокеанского региона значительно увеличиваются. Данный процесс вызывает потребности в сооружениях новой газопроводной инфраструктуры.

Взаимодополняемые экономики России и стран Тихоокеанского региона имеют существенные перспективы сотрудничества. Важно, чтобы при формировании таких коопераций были определены условия социально

-экономического формирования российских ресурсных и транзитных территорий, осуществлены экономические и геополитические интересы России. Перспективные образы экономической системы Восточной Сибири и Дальнего Востока связываются с новыми концептуальными версиями формирования региона, который включает институционально объединяющие и обеспечивающие взаимосвязанные реализации разработки правительственной, научной и предпринимательской структуры на кратко-, средне- и долгосрочные перспективы (территориальной и отраслевой стратегии, государственной программы, корпоративных бизнес-планов). Она состоит в широкомасштабных использованиях для модернизаций экономической системы регионов ресурсов, которые получены за счет резких увеличений экспорта энергетических ресурсов и транспортных услуг. Это становится реализуемым на базе формирований результативной инфраструктуры, которая включает основание магистрального коридора для поставки в АТР российских продукции и реализаций крупномасштабного международного транзита.

Газопроводная система США получила существенное формирование на всей территории страны. Но на внешнюю поставку сжиженного природного газа, которые после регазификаций будут устремляться в газопроводную систему штатов, могут реализоваться лишь на Атлантическое побережье, где функционируют терминалы по регазификациям СПГ. На Тихоокеанском побережье газопроводная система направлена на транспорт собственного газа, а также на поставку его из Канады.

В Южной Америке трубопроводный транспорт получил обширные распространения в существенной степени на севере континентов (Венесуэла, Колумбия), где сосредоточена главная часть добычи нефти и газа в регионе. Но ближайшее время данный регион не анализируется в качестве возможного рынка сбыта российских энергоресурсов.

Список литературы

1. Трубопроводный транспорт нефти и газа : учебник для ВУЗов / Р. А. Алиев, В. Д. Белоусов, А. Г. Немудров, Л. В. Юфин. – Москва : Недра, 2012. – 368 с. – Текст : непосредственный.
2. Трубопроводный транспорт нефти. Том 1 : учебник для ВУЗов / Г. Г. Васильев, Г. Е. Коробков, А. А. Коршак, М. В. Лурье. – Москва : Недра, 2002. – 406 с. – Текст : непосредственный.
3. Коршак А. А. Основы нефтегазового дела : учебник для ВУЗов / А. А. Коршак, А. М. Шаммазов. - Уфа: ООО “ДизайнПолиграфСервис”, 2012 - 544с. - Текст : непосредственный.
4. Беляева В. Я. Нефтегазовое строительство: учеб. пособие для студентов вузов/ В. Я. Беляева : ред. И. И. Мазура, В. Д. Шапиро. - Москва: О.МЕГАЛ, 2015. - 744с. - Текст : непосредственный.

Транспортировка нефти по трубопроводам с наличием льда

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: в арктических условиях температура окружающей среды может опускаться ниже точки замерзания, что может привести к образованию льда на нефтепроводах. Исследование механизма отложений и закупорки может помочь обеспечить руководство по предотвращению опасных повреждений при транспортировке жидкости, вызванных закупоркой льдом.

Abstract: In Arctic environment, ambient temperature can drop below the freezing point, which may lead to ice formation in the oil transportation pipelines. The study on deposition and plugging mechanism can help provide a guidance to prevent hazardous liquid transportation damages triggered by ice plugging.

Ключевые слова: отложение льда и парафина, льдообразование, предотвращение, транспортировка опасных жидкостей, обеспечение течения, закупорка трубопроводов.

Keywords: ice and paraffin deposition, ice formation, prevention, transportation of hazardous liquids, flow assurance, pipeline blockage.

Нефтяные компании предприняли агрессивные меры по обеспечению непрерывности поставок нефти для удовлетворения глобальных энергетических потребностей, что привело к разведке и добыче нефти и газа в суровых условиях, включая экстремально низкие температуры.

Жесткие условия эксплуатации представляют проблемы безопасности процесса транспортировки нефти. Из-за низких температурных условий вода, даже в незначительных количествах, может образовывать лед и приводить к закупорке трубопроводов и повышать риски эксплуатации. Снижение пропускной способности приводит к снижению температуры перекачиваемой нефти. Если температура нефти падает ниже точки замерзания, образуется лед, что приводит к проблемам обеспечения безопасности процесса транспортировки нефти. Лед может покрыть обратные клапаны и привести к тому, что такие клапаны не могут открываться или закрываться должным образом. Одним из примеров является отказ обратных клапанов во время остановки трубопровода для технического обслуживания. Если обратные клапаны в трубопроводе вышли из строя из-за образования льда, может произойти обратный поток из-за возвышения в кранах, что может привести к повреждению оборудования и вызвать инциденты, такие как отказ насоса, разлив нефти и даже пожар. Кроме того, отказ датчика температуры и давления из-за образования льда может привести к неправильной эксплуатации трубопроводной системы, к перегрузке трубо-

провода и утечке опасной жидкости. Подобно гидратообразованию, ограничение потока и закупорка трубопровода из-за образования льда вызывают отказ насоса. Стоимость исправления пробки и простоя может достигать \$ 30 000 000 за инцидент. Если платформа была остановлена из-за закупорки, стоимость может увеличиться до более чем \$100 000 000 [1].

Связанные с замерзанием природные катаклизмы могут спровоцировать инциденты на береговых опасных жидкостных трубопроводных системах в более теплых районах. Недавнее исследование зафиксировало 74 инцидента на трубопроводах, связанных со льдом. 54 инцидента произошли из-за расширения льда, которое вызвало отказы в таких компонентах, как клапаны, соединение, ниппель, трубопровод, прокладка и фланец. 10 инцидентов были вызваны образованием льда, что впоследствии привело к неисправности системы сброса, отказу клапана, закупорке трубопровода и выхода сепаратора, отказу прокладки и отказу уплотнения. Несмотря на то, что в результате инцидентов на трубопроводах, связанных со льдом, не было зарегистрировано ни одного случая гибели людей, произошел выброс сырой нефти и нефтепродуктов, включая высоколетучие жидкости или другие легковоспламеняющиеся и токсичные жидкости. Почти все задокументированные инциденты были связаны с разливами. В некоторых случаях произошел пожар.

Образование льда широко изучалось в метеорологии, авиации и холодильной промышленности. Результаты этих исследований имеют большое значение для изучения ледообразования в системе транспортировки нефти. Сильно переохлажденная вода наблюдалась в пористых волнах, что объясняется малым размером капель и отсутствием ледяных ядер на высотах этих облаков. Сообщалось, что при сохранении среднего объемного диаметра капли воды в 17 мкм большая часть исследуемых капель оставалась жидкой. Однако переохлажденные капли, попадая на крылья самолета, превращаются в лед, который может оставаться на поверхности крыла. Дополнительное бремя льда может привести к крушению самолета. Таким образом, аккреция льда на структурах за счет относительного движения была изучена авиационной промышленностью. Сообщалось, что ледяная жижа является отличным хладагентом.

Исследования гидратов природного газа и отложений парафина дают представление о том, что может быть применено к ледяным отложениям. Традиционно гидратообразование предотвращалось поддержанием температуры текучей среды трубопровода выше температуры гидратообразования. Общепринятой промышленной практикой является введение термодинамических ингибиторов гидратообразования (ТНИ), таких как метанол моноэтиленгликоля (МЭГ) для изменения условий образования гидратов до более высокого давления и более низкой температуры. Однако такой подход требует больших операционных затрат. Вместо этого эксплуатационные расходы могут быть снижены путем применения методов контроля

риска, включая метод антиагломерата (АА) и технологии холодного течения без дополнительных реагентов, при которой допускается образование гидратов.

Эти технологии позволяют образовывать небольшие гидратные частицы, но предотвращают накопление гидратных частиц с образованием пробок. Если методы контроля риска могут быть применены к частицам льда в трубопроводах, эксплуатационные расходы на трубопроводы могут быть снижены. В дополнение к образованию льда, отложения парафина может произойти до того, как температура жидкости снизится до точки замерзания. Хотя осаждение парафина широко изучалось, сообщалось об ограниченных исследованиях сосуществования льда и отложения парафина в трубопроводе [2].

В одном из исследований, где вопросы осаждения льда и закупоривания изучались в проточном контуре, поток жидкости был ограничен из-за осаждения льда на внутренней поверхности трубы или накопления льда на низком месте, вставленной термопары и перфорированной пластины. На рисунке 1 представлен эксперимент с вставленной термопарой и на рисунке 2 с перфорированной пластиной. Кольцевой слой отложения был идентифицирован в местах, где существует отрицательный температурный градиент. Кроме того, слой отложения является пористым, образованным твердыми частицами, протекающими с исследуемыми жидкостями. Экспериментальные результаты также показали, что накопление льда на перфорированной пластине может быть задержано, если рабочая жидкость более вязкая и содержание воды меньше. Однако, если жидкость более вязка и содержание воды высоко, то система может закупориться очень быстро. Эксперимент по отложению и росту пробки показал, что пористая структура была сформирована из-за мелких частиц льда, прилипающих к внутренней поверхности трубы.



Рис. 1. Пробка льда на вставленной термопаре

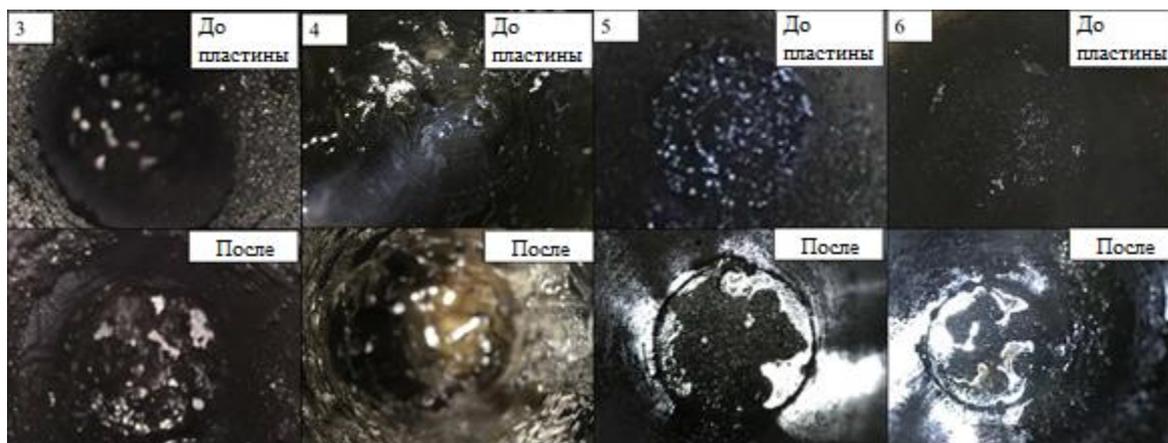


Рис. 2. Пробки льда на перфорированной пластине

Перфорированная пластина использовалась для имитации защитных экранов в отводах, которые используются для предотвращения попадания твердых частиц в трубопровод на насосную станцию. В этом исследовании перфорированная пластина, установленная в испытательной секции, может также блокировать лед, протекающий с испытательной жидкостью. Таким образом, если на перфорированной пластине скапливается лед, то может наблюдаться закупорка.

Наблюдаемое скопление льда перед тарелкой выглядело как "икра". Измеренное содержание воды в икре находилось в диапазоне от 20% до 40%. После первоначального накопления перфорированная пластина, действуя как фильтрующее оборудование, консолидировала икру путем фильтрации тестовой свободной жидкости из накопления. Во время процесса фильтрации перепад давления увеличивался по мере уменьшения проницаемости. Образуется фильтровальная корка перед перфорированной пластиной.

Помимо морфологии ледяных пробок на пластине, важно оценить влияние свойств жидкости и содержания воды на время начала накопления льда и продолжительность образования ледяных пробок в испытательном участке.

Список литературы

1. Отложения парафина в стратифицированном потоке нефти/воды / Р. Гофман, Л. Амундсен, Я. Хуан [и др.]. – Текст : непосредственный // Энергия и топливо. - 2012. - Т. 26, № 6. - С. 3416-3423.
2. Чи, Ю. Влияние поля потока на отложение парафина и производительность парафиновых ингибиторов: испытание холодным пальцем и петель потока / Ю. Чи, Н. Дарабоина, С. Рия. – Текст : непосредственный // Энергия и топливо. - 2017. - № 31. - С. 4915-4924.

**Параметрическое исследование термодинамических свойств
нефтегазоконденсатной смеси в трубопроводе на основе
физико-математической модели течения**

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: На кафедре ТУР ТИУ в течение последнего десятилетия ведутся исследования в области мониторинга технологических процессов в системах трубопроводного транспорта энергоресурсов. В данной статье показаны результаты параметрического исследования термодинамических свойств углеводородной смеси в конденсатопроводе на основе разработанной физико-математической модели течения.

Abstract: The Department of TUR TIU for the last decade has been carrying out research in the field of monitoring technological processes in the systems of pipeline transport of energy resources. This article shows the results of parametric study of thermodynamic properties of hydrocarbon mixture in condensate pipeline on the basis of developed physical and mathematical model of flow.

Ключевые слова: физико-математическая модель, трубопровод, нефтегазоконденсатная смесь, температура, давление, фазовый состав.

Keywords: physical and mathematical model, pipeline, oil and gas condensate mixture, temperature, pressure, phase composition.

Методам расчета теплофизических свойств веществ и фазовых равновесий посвящено достаточно много научных изданий и справочников [1-5 и др.]. Однако, когда речь идет о таких сложных системах, какими являются нефти, газовые конденсаты, природный газ и продукты их переработки, применение даже известных методик представляет непростую задачу. Следует также учитывать, что большая часть методов расчета разработана для индивидуальных углеводородов и смесей известного состава, поэтому использование их для расчета теплофизических свойств сложных смесей неизвестного состава не всегда возможно либо приводит к дополнительным, трудно оцениваемым ошибкам [4].

Такие системы сложного состава из-за расположения на фазовой диаграмме в околокритической области относят к системам переходного состояния, которые в зависимости от температуры и состава могут находиться в однофазном жидком или газообразном состоянии. Возникающая в данном случае неопределенность приводит к затруднениям при выборе методов (технологий) проектирования и расчета конденсатопроводов.

На кафедре «Транспорт углеводородных ресурсов» ТИУ разработана физико-математическая модель течения углеводородной смеси (УВС) в конденсатопроводе с учетом фазовых переходов и изменения компонент-

ного состава фаз. Подробное описание модели представлено в работах [5, 6, 7].

Для расчета теплофизических свойств газожидкостной смеси в трубопроводе используется метод контрольных объемов. Внутренний объем трубопровода разбивается на конечное число достаточно малых участков – контрольных объемов V , ограниченных внутренней поверхностью трубопровода и поперечными сечениями S_1 и S_2 , расположенными на расстоянии Δz друг от друга (рис. 1). Применительно к контрольному объему используются балансовые уравнения: массы, количества движения, а также баланса полной энергии. Основные балансовые уравнения сохранения массы, импульса и энергии при квазиодномерном течении записываем в форме предложенной профессором Шабаровым А.Б.

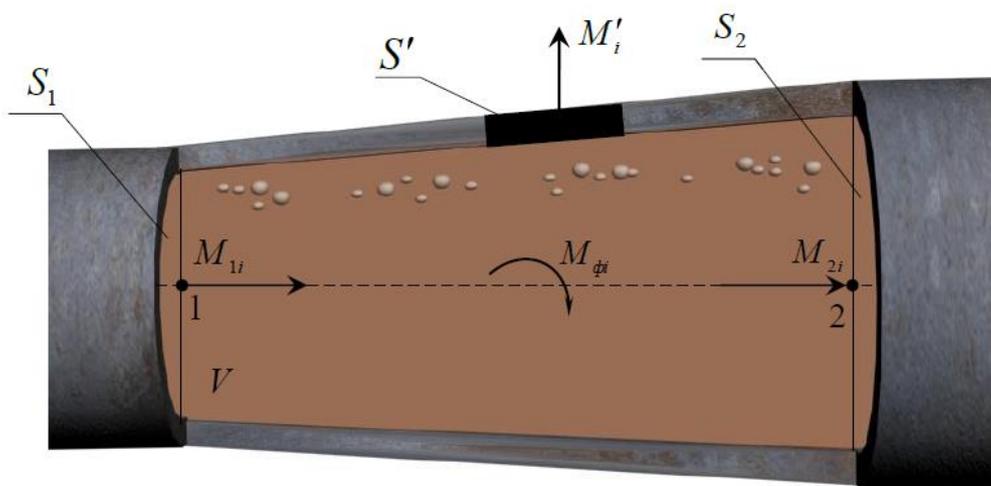


Рис. 1. К балансу масс i -ой фазы в контрольном объёме V

На основе разработанной модели получена расчетная методика с помощью, которой анализируется гидродинамическое состояние, и компонентный состав углеводородной смеси деэтанализированного конденсата с нефтью в каждом i -ом сечении трубопровода при изменении термобарических и гидравлических условий. На каждом расчетном шаге происходила проверка фазового поведения газоконденсатной смеси для термобарических условий в данном сечении конденсатопровода. Далее по единому уравнению состояния Пенга-Робинсона, рассчитывались плотность, вязкость и газовой и жидкой фаз, поверхностное натяжение жидкой фазы. По известному молярному соотношению между газом и жидкостью рассчитывались массовые расходы УВС в виде газа - G_g и в виде жидкости - G_L . Значения этих величин в дальнейшем использовались для определения режима течения газожидкостной смеси по одной из известных методик.

Результаты параметрического исследования термодинамических свойств нефтеконденсатной смеси в различных сечениях трубопровода представлены на рис. 2, 3.

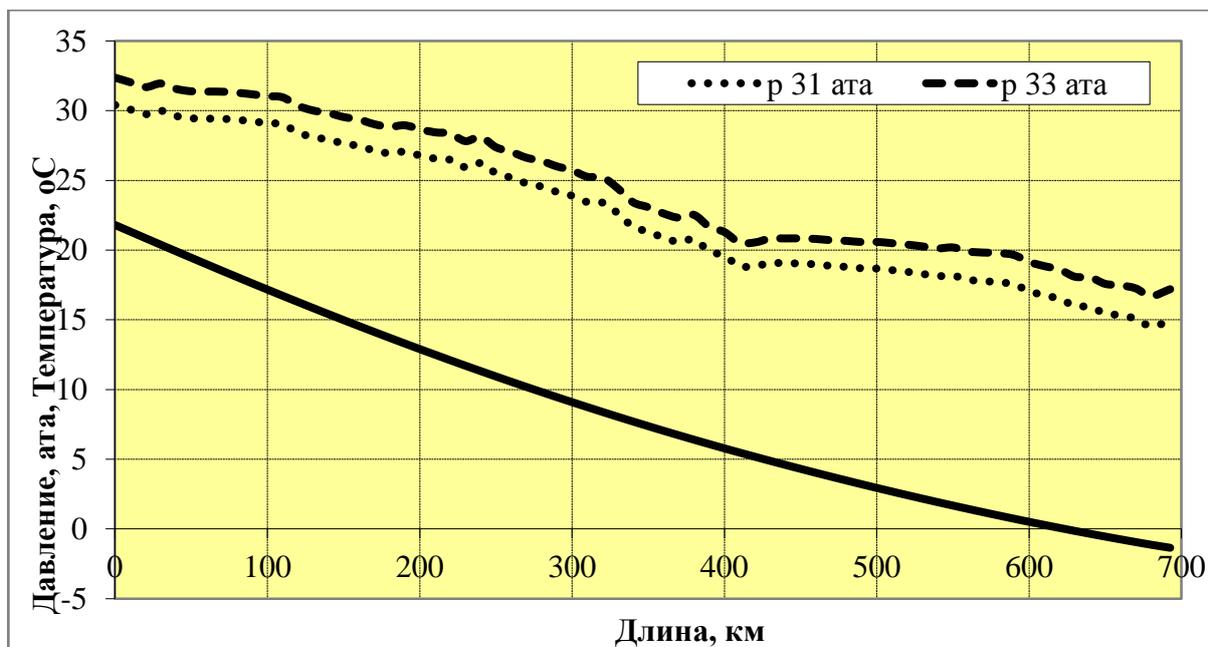


Рис. 2. Изменение давления и температуры вдоль трассы конденсатопровода при увеличенном массовом содержании легких фракций углеводородов

На рис. 2 и рис. 3 приведены результаты расчетно-параметрического исследования изменения давления, температуры, плотности и фазового состояния газоконденсатной смеси с тем же компонентным составом, но при перераспределении массовых долей компонент в сторону относительного увеличения массы более легких углеводородов. Расчеты показывают, что при снижении рабочего давления перекачки до 25 ата на начальном участке трубопровода УВС переходит в двухфазное газожидкостное состояние примерно на 650-м км трассы трубопровода и далее до конечного сечения трубопровода смесь движется в двухфазном состоянии.

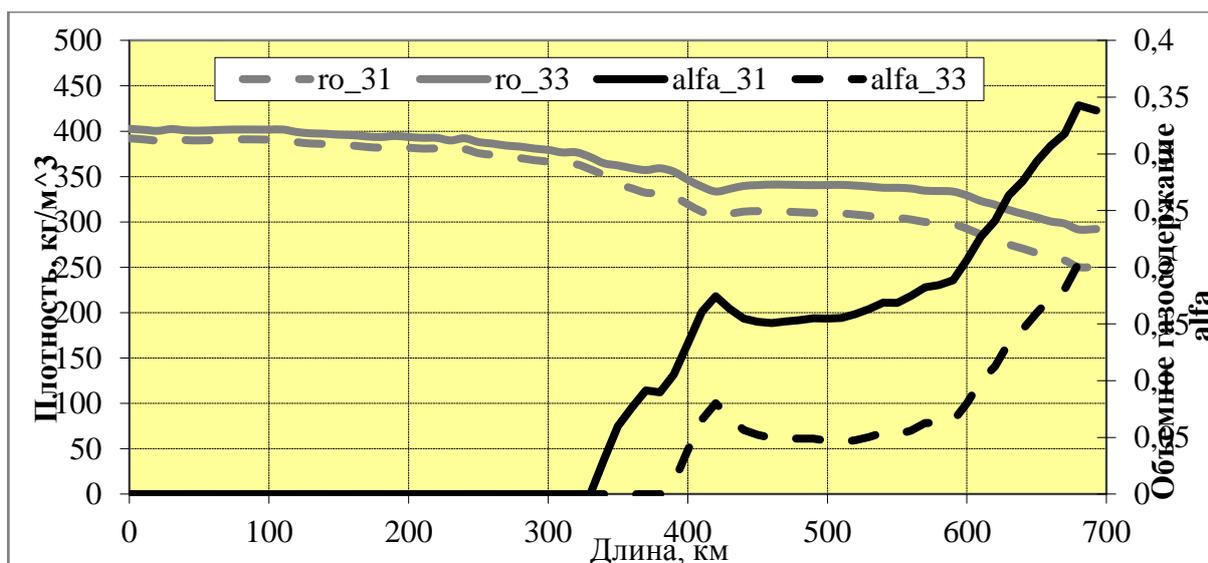


Рис. 3. Изменение плотности и параметров фазового состояния УВС вдоль трассы конденсатопровода при увеличенном массовом содержании легких фракций углеводородов

Выводы

По результатам параметрического исследования термодинамических свойств нефтегазоконденсатной смеси в трубопроводе с использованием физико-математической модели течения можно сделать следующие выводы:

- 1) подтверждена сходимость результатов расчета изменения давления и температуры на основе разработанной модели с известными натурными экспериментальными данными;
- 2) установлены условия перекачки продукта в жидкостном и газожидкостном режиме, что существенно влияет на теплогидравлические характеристики конденсатопровода;
- 3) обоснована возможность расчетно-теоретического определения допустимых значений массовых концентраций легких фракций углеводородов во входном сечении магистрального конденсатопровода из условия обеспечения однофазного режима течения.

Список литературы

1. Диагностика повреждений и утечек при трубопроводном транспорте многофазных углеводородов: монография / В. Н. Антипов, Ю. Д. Земенков, А. Б. Шабаров [и др.]. – Тюмень: Вектор Бук, 2002. – 432 с. – Текст: непосредственный.
2. Брусиловский, А. И. Фазовые превращения при разработке месторождений нефти и газа / А. И. Брусиловский. – Москва : «Грааль», 2002. – 575 с. – Текст: непосредственный.
3. Сбор, транспорт и хранение природных углеводородов / А. И. Гужов, В. Г. Титов, В. Ф. Медведев [и др.]. – Москва : Недра, 1978. – 405 с. – Текст: непосредственный.
4. Григорьев, Б. А. Теплофизические свойства и фазовые равновесия газовых конденсатов и их фракций / Б. А. Григорьев, А. А. Герасимов, Г. А. Ланчаков. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2007. – 344 с. – Текст: непосредственный.
5. Управление энергоэффективностью: моделирование режимов течения углеводородного сырья в трубопроводах: монография / С. М. Дудин, Ю. Д. Земенков, Е. В. Курушина [и др.]. – Тюмень: издательство «Вектор Бук», 2016. – 333 с. – Текст: непосредственный.
6. Dudin S. Research and Design of Thermophysical Gas-Liquid Mixture Parameters in Product Pipelines / S. Dudin, Yu. Zemenkov, A Maier, A.B. Shabarov// IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 154 (2016)
7. Dudin S. Modeling hydrodynamic state of oil and gas condensate mixture in a pipeline. / S.M. Dudin, K.V. Voronin, S.V. Yakubovskaya, S. Mutavaliyev, // MATEC Web of Conferences Volume 73, 11 August 2016.

**Применение технологии имитационного моделирования
в SOLIDWORKS при мониторинге надежности и безопасности систем
транспорта углеводородов**

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: проведен анализ применения технологий имитационного моделирования при проектировании и оценке показателей надежности объектов нефтегазовой промышленности. Выявлено, что использование технологий имитационного моделирования позволяет спроектировать объект и воспроизвести его поведение.

Annotation: The analysis of the application of simulation technologies in the design and evaluation of reliability indicators of oil and gas industry objects has been carried out. It is revealed that the use of simulation technology allows you to design an object and reproduce its behavior.

Ключевые слова: нефтегазовая отрасль, инновации, технология, проектирование, имитационное моделирование, надежность, анализ, конструкция, SolidWorks.

Key words: oil and gas industry, innovations, technology, design, simulation modeling, reliability, analysis, design, SolidWorks.

Нефтегазовый комплекс является основным сегментом российской промышленности и экономики. Компании этой отрасли выпускают четвертую часть всего объема промышленной продукции.

Успех в будущем требует инновационного подхода к решению текущих задач, что подразумевает оптимизацию существующих процессов и интеграцию в них современных технологий.

Имитационное моделирование позволяет вносить изменения эффективно: проектировать, анализировать, оптимизировать и экспериментировать в виртуальной среде, которая способна отразить каждую деталь процесса [1].

Имитационное моделирование основано на прямом описании моделируемого объекта. Существенной характеристикой таких моделей является структурное подобие объекта и модели. Это значит, что каждому существенному с точки зрения решаемой задачи элементу объекта ставится в соответствие элемент модели. При этом описываются законы функционирования каждого элемента объекта и связи между ними. Работа с имитационной моделью заключается в проведении имитационного эксперимента. Процесс, протекающий в модели в ходе эксперимента, подобен процессу в реальном объекте. Поэтому исследование объекта по его имитационной модели сводится к изучению характеристик процесса, протекающего в ходе эксперимента [2].

В современном проектировании широко используются различные программные пакеты автоматизированного конструирования (Computer-aided engineering-CAE), позволяющие проводить инженерный анализ компьютерных моделей, не прибегая к реальным экспериментам.

Разные виды анализа, выполняемые в программных системах, основаны на базовых инженерных подходах к разработке математических моделей поведения изделия при различных воздействиях.

Основной численный метод в САПР – это метод конечных элементов (finite element method) – МКЭ.

Метод конечных элементов – это основной метод современной строительной механики, находящийся в основе подавляющего большинства современных программных комплексов, предназначенных для выполнения расчетов строительных конструкций на ЭВМ [3].

Системы САПР, включающие возможности для проведения инженерного анализа и использующие МКЭ как численный метод анализа:

- Autodesk Inventor;
- SolidWorks;
- PRO/Engineer;
- Solid Edge;
- CATIA.

Программа SolidWorks сокращает время сбыта благодаря экономии времени и усилий при поиске оптимального решения.

Рассмотрим использование данной программы на примере моделирования крана пуска и приема очистного устройства нефтепровода (рис. 1).

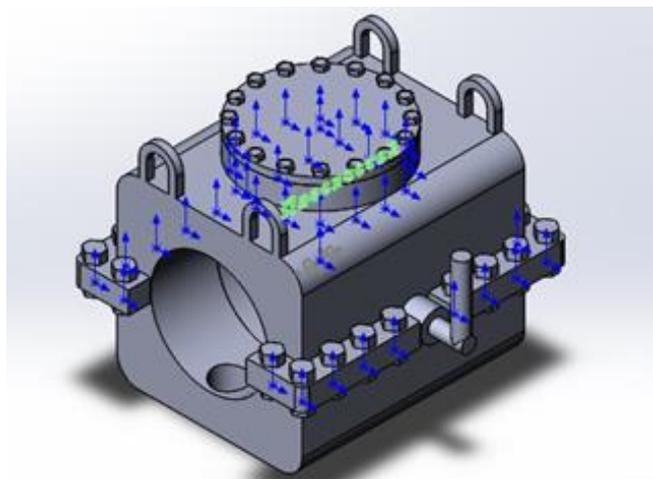


Рис. 1. Сборочная конструкция крана пуска и приема очистного устройства

Проектирование конструкции крана пуска и приема очистного устройства производится в SolidWorks, а для решения анализов применяется плагин SolidWorks Simulation.

SolidWorks Simulation – система анализа конструкций, полностью интегрированная с SolidWorks. Программа предоставляет решения по мо-

делированию для линейного и нелинейного статического анализа, анализа частоты, устойчивости, температурного анализа, усталости, анализа сосуда давления, ударного анализа, линейного и нелинейного динамического анализа, анализа оптимизации [4].

Для того чтобы посмотреть как конструкция поведет себя при определенных нагрузках, необходимо выполнить статический анализ.

Для того чтобы произвести статический анализ конструкции крана пуска и приема очистного устройства, необходимо учесть:

- параметры стали 09Г2С, так как предполагается, что кран выполнен из данной стали;
- силу тяжести, направленную вниз, перпендикулярно всей конструкции;
- давление, оказываемое потоком нефтепродуктов, на внутренние стенки конструкции. Значение давления при испытании конструкции на прочность принято равным 6 МПа.

В качестве креплений выбраны неподвижные опоры по кромкам боковых отверстий.

В результате выполнения статического анализа, можно сделать вывод, что значения напряжения, как изображено на рис. 2, принимают допустимые значения, которые не повлияют на работоспособность конструкции.

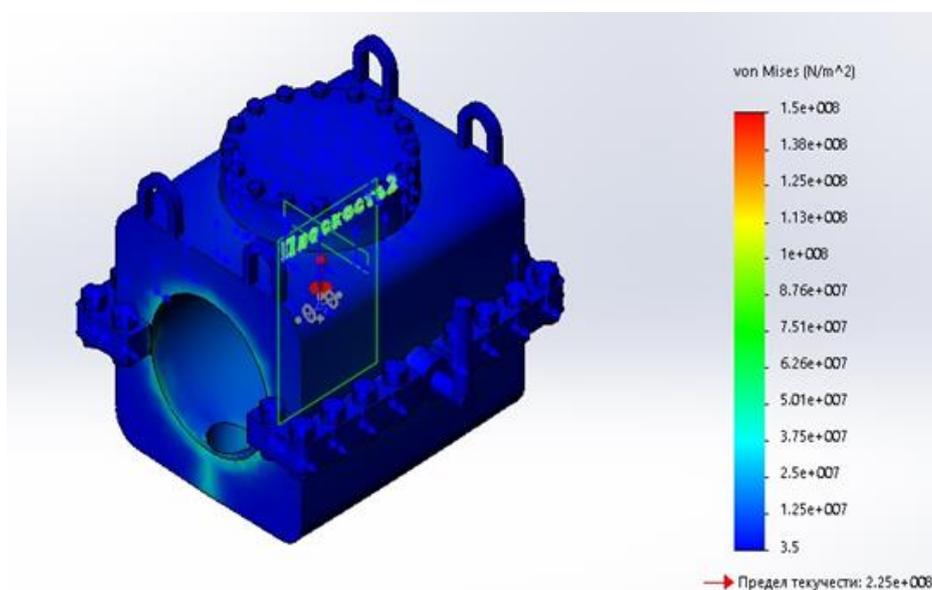


Рис. 2. Эюра показателя напряжения крана

Максимальное напряжение, испытываемое конструкцией, наблюдается в зонах стыковки с трубопроводом и в верхней части внутренней полости крана и не превышает предела текучести стали 09Г2С.

Максимально перемещение конструкции, как показано на рис. 3, возникающее в отверстии верхней части крана, не превышает 0,0325 миллиметра. Данное значение не повлияет на прочностные качества крана, а

так же не повлияет, как на процесс транспортировки нефтепродуктов, так и на операцию пуска и приема очистного устройства.

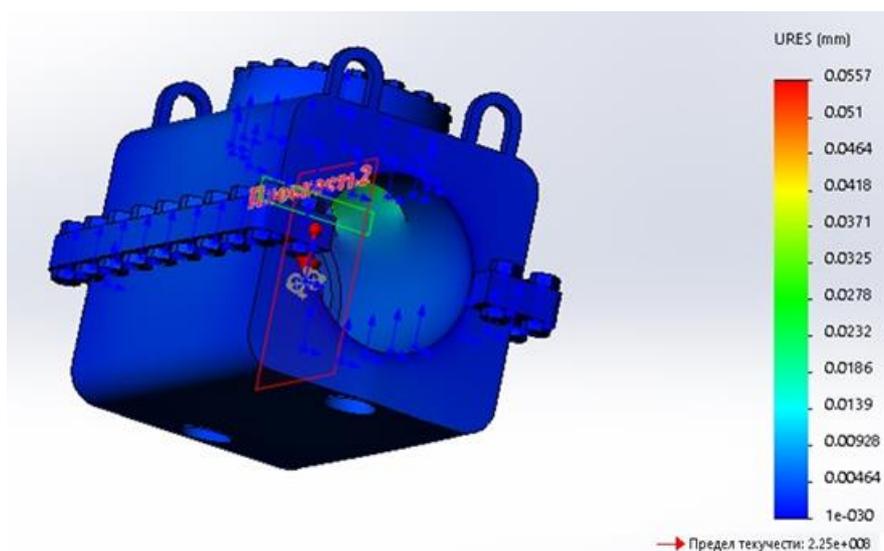


Рис. 3. Эюра показателя перемещения крана

Использование данных технических средств позволяет выполнять различные исследования, такие как статический анализ, частотный анализ, анализ устойчивости, термический анализ и т.д. Эти исследования помогают избежать нежелательных последствий, например, таких как разрушение, поломка материала, перегрев или плавление.

Использование технологий имитационного моделирования позволяет воспроизвести поведение исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между ее элементами (разработке симулятора исследуемой предметной области для проведения различных экспериментов).

Список литературы

1. Кельтон В. Имитационное моделирование / В, Кельтон, А. Лоу;Изд-я группа BNV. – Санкт-Петербург.; Киев : 2004. - 847 с. – Текст : непосредственный.

2. Емельянов А. А. Имитационное моделирование экономических процессов: учебное пособие / А. А. Емельянов, Е. А. Власова, Р. В. Дума. Под ред. А. А. Емельянова. — Москва : Финансы и статистика, 2004. — 368 с. – Текст : непосредственный.

3. Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование: Теория и технологии / Ю. И. Рыжиков. – Санкт-Петербург. : Корона принт; Москва : Альтекс-А, 2004. — 384 с. – Текст : непосредственный.

4. Dassault Systèmes SolidWorks: сайт. – URL: <http://www.solidworks.ru> (дата обращения: 23.08.2019). – Текст: электронный.

Система подогрева газа с вихревым пылеуловителем

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург

Аннотация: в данном докладе представлена новая технология подогрева газа, включающая в себя узел очистки газа, который состоит из вихревого пылеуловителя. Рассматривается перспектива применения, а также достоинства и недостатки данной технологии.

Abstract: this report presents a new technology for gas heating, which includes a gas treatment unit, which consists of a vortex dust collector. The application perspective, as well as the advantages and disadvantages of this technology are considered.

Ключевые слова: газовый обогреватель, природный газ, газораспределительная станция, вихревой пылеуловитель, гидраты, дросселирование.

Keywords: gas heater, natural gas, gas distribution station, vortex dust collector, hydrates, throttling.

В промышленности альтернативой искусственным газам является природный газ. Природный газ - один из основного сырьевого ресурса, который передается по газовым сетям на большие расстояния под высоким давлением. В Российской Федерации подача газа на значительные расстояния осуществляется по магистральным газопроводам больших диаметров, представляющих собой сложную систему сооружений.

Система доставки продукции газовых месторождений до потребителей представляет собой единую технологическую цепочку. С месторождений газ поступает через газосборный пункт по промысловому коллектору на установку подготовки газа, затем газ поступает на головную компрессорную станцию и в магистральный газопровод. [1]

Газ из магистральных газопроводов поступает потребителю через газораспределительные станции, которые являются границей между городскими и магистральными газопроводами или конечными участками.[2]

Газораспределительная станция (ГРС) - это совокупность установок и технического оборудования, выполняющая ряд определенных функций: очистка газа от механических примесей и конденсата, редуцирование, измерение и регистрация расхода газа и конечным этапом является одоризация газа перед подачей потребителю. [5]

Один из основных этапов ГРС является узел предотвращения гидратообразования, который предназначен для предотвращения обмерзания арматуры и образования кристаллогидратов. Гидраты - это кристаллические соединения, образованные водой и метаном при понижении давления и повышении температуры. Тем самым гидратообразование нарушает ра-

боту оборудования ГРС И забивает импульсные трубки, выводя из строя контрольно-измерительные приборы и автоматику. Поэтому на ГРС газ подогревают для того, чтобы избежать гидратообразования при дросселировании. При подогреве температура должна быть на таком уровне, на котором влагосодержание насыщенного газа будет больше влагосодержания газа, который поступает на ГРС. Также, помимо подогрева природный газ подвергается очистке.[6]

Блок очистки газа на ГРС позволяет предотвратить попадание механических примесей и конденсата в оборудование, в технологические трубопроводы, в приборы контроля и автоматики станции и потребителей газа.[3] Импульсный и командный газ автоматического регулирования и управления должен быть осушен и дополнительно очищен. [4]

Вихревой пылеуловитель – аппарат (рис.1. Вихревой пылеуловитель), в котором запыленный газовый поток закручивается лопаточным завихрителем и движется вверх, подвергаясь при этом воздействию трех струй вторичного газа, вытекающего из тангенциально расположенных сопел. Под действием центробежных сил частицы отбрасываются к периферии, а оттуда в возбуждаемый струями спиральный поток вторичного газа, направляющий их вниз, в кольцевое межтрубное пространство. Вторичный газ в ходе спирального обтекания потока очищаемого газа постепенно проникает в него. Кольцевое пространство вокруг входного патрубка оснащено подпорной шайбой, обеспечивающей безвозвратный спуск пыли в бункер. [7]

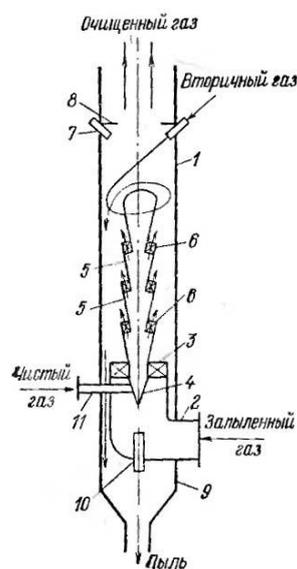


Рис.1. Вихревой пылеуловитель

В качестве вторичного газа в вихревых пылеуловителях может быть использован свежий атмосферный воздух, часть очищенного газа или запыленный газ. В этом случае производительность аппарата возрастает на

40—65% без снижения эффективности очистки. В вихревых пылеуловителях вторичный газ в ходе спирального обтекания потока очищаемого газа постепенно полностью проникает в него. Кольцевое пространство вокруг входного патрубка оснащено подпорной шайбой 6, обеспечивающей безвозвратный спуск пыли в бункер 7.

Вихревые пылеуловители по эффективности улавливания достигаются при установке сопел, распыливающих вторичный газ, не менее чем в четыре ряда и под углом 30° . В качестве оптимальной рекомендуется установка лопаток завихрителя под углом $30-40^\circ$ при отношении диаметра завихрителя к диаметру аппарата $0,8 - 0,9$ мм.

Система подогрева газа с вихревым пылеуловителем включает себя два узла : узлы гидратообразования и очистки. В нижней части с помощью блока горелок в топке теплогенератора сжигается природный газ. Образовавшиеся продукты сгорания отдают тепло промежуточному теплоносителю, а тот нагревает природный газ, который проходит по трубному пучку теплообменника. Далее горячие газы по газоходу поступают через подводящую трубу в осевой ввод корпус и в завихритель. Одновременно из сепаратора продувочной воды парового котла через патрубок , трубопровод в емкость поступает продувочная вода с температурой $106- 114^\circ\text{C}$. Вода из емкости через трубопровод насосом подается в водоперегреватель, в котором за счет тепла горячих газов, имеющих температуру 270°C , перегревается до температуры $140-180^\circ\text{C}$ при давлении $0,4-1,2$ МПа. Затем перегретая вода по трубопровод и поступает соответственно в кожух-теплообменник и периферийный ввод вспомогательного потока. Вследствие того, что давление в пылеуловителе близко к атмосферному перегретая вода испаряется в завихрителе, перемешиваясь при этом с очищаемыми газами. На выходе из завихрителя формируется центральный восходящий вихрь перемешавшихся паров воды и газов. В корпусе 1 под действием центробежных сил твердые частицы перемещаются к стенкам, где попадают в зону вращения периферийного вспомогательного закрученного нисходящего потока перегретого пара. Этот поток образуется в результате превращения перегретой воды в перегретый пар в периферийном вводе и в завихрителе. Равномерно организованный периферийный поток движется в осевом направлении навстречу центральному потоку. При этом оба потока закручены в одном направлении. Достигая шайбы , поток разворачивается в обратном направлении, объединяясь с центральным восходящим потоком. Поток очищенного газа покидает аппарат при температуре 200°C через верхний вывод, который соединен с дымовой трубой. Отсепарированные твердые частицы собираются в пылесборной камере, из которой затем удаляются.

В результате того, что перегретый пар имеет щелочную реакцию, т.к. в котельных чаще всего для обработки воды используется Натрационирование.

Так как в парах воды всегда имеется NaOH, которая в результате смешивания с очищаемыми газами в завихрителе и корпусе происходит чистка газов от оксидов серы и азота.

Стоит отметить преимущества данной технологии:

1. Более высокая эффективность улавливания высокодисперсной пыли;
2. Отсутствие абразивного износа внутренних поверхностей;
3. Возможность регулирования процесса селекции пыли за счет изменения количества вторичного газа.

Главными недостатками данной технологии можно считать неопытность в данной области и отсутствие нормативно технической документации в Российской Федерации. В то время как в других странах подобные технологии и документы либо разрабатываются, либо уже вошли в эксплуатацию.

Список литературы

1. Бобровский С. А. Газовые сети и газохранилища / С. А. Бобровский, Е. И. Яковлев. – Москва : Недра, 1980, - 156 с. - Текст: непосредственный.
2. ВРД 39-1.10-005-2000. Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов от 15 февраля 2000 г. № 24. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/8/8467/index.htm> (дата обращения 01.11.19). - Текст: электронный.
3. ГОСТ 8.586.2 – 2005. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. – Дата введения 2007-01-01- Москва Стандартинформ, 2007. - Текст: непосредственный.
4. ГОСТ 5542-2014. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. - Дата введения 2015-07-01- Москва Стандартинформ, 2015. – 12 с. - Текст: непосредственный.
5. Кантюков Р. А. Компрессорные и газораспределительные станции / Р. А. Кантюков, В. А. Максимов, М. Б. Хадиев. - Казань: КГУ им. В.И. Ульянова-Ленина, 2005. - 204с. - Текст: непосредственный.
6. Справочник. Промышленное газовое оборудование. Издание 6-е, переработанное и дополненное / под ред. Е. А. Карякина. - Саратов: Научно-исследовательский центр промышленного газового оборудования «Газовик», 2013. – 1280 с. - Текст: непосредственный.
7. ООО Фирма «СГПА». Современное оборудование для газораспределительных станций. Подогреватель газа с промежуточным теплоносителем ПГПТ-3 // Сфера нефтегаз. - 2010. - № 3. - С. 48-49. - Текст: непосредственный.

Автономный контролируемый пункт телемеханики

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В статье рассмотрена альтернатива обеспечения энергией отдаленных узлов запорной арматуры, когда протягивание высоковольтных линий либо невозможно, либо экономически нецелесообразно. Приведена структурная схема автономного контролируемого пункта телемеханики. Проведена оценка экономической составляющей.

Abstract: The article considers an alternative to providing energy to remote nodes of valves, when pulling high-voltage lines is either impossible or economically inexpedient. The structural diagram of an autonomous controlled telemechanics point is given. An assessment of the economic component.

Ключевые слова: трубопровод, запорная арматура, альтернативные источники энергии, пункт телемеханики, электроэнергия.

Keywords: pipeline, shutoff valves, alternative energy sources, telemechanics station, electricity.

Современное развитие трубопроводного транспорта Российской Федерации охватывает все больше территорий и его протяженность, на сегодняшний день, составляет более 250 тыс. км. Некоторые электрифицированные узлы запорной арматуры (УЗА) трубопроводов находятся удаленно от существующей инфраструктуры. Для них чаще всего используются дизельные генераторы, но постоянная доставка топлива или их обслуживание, обходятся компаниям нефтегазового комплекса очень дорого.

В настоящее время, использование альтернативных источников энергии взамен традиционных, считается весьма перспективным направлением, так как существует ряд областей, где преобладает ветровая или солнечная активность. Применение гибридных установок, как отдельных энергетических комплексов для потребителей линейной части трубопроводов, в будущем может стать повсеместной заменой линий электропередач и обеспечивать электроэнергией в течение всего календарного года.

Одним из видов таких гибридных установок, является автономный контролируемый пункт телемеханики (АКПТМ), который обеспечивает работу удаленных маломощных потребителей и может в автоматическом режиме собирать, обрабатывать, хранить информацию о режимных параметрах транспортируемой среды, управлять работой шаровых равнопроходных кранов или, например, системой катодной защиты на контролируемых пунктах газоконденсатопровода.

Назначение автономного контролируемого пункта телемеханики:

- управление исполнительными устройствами (привод УЗА);

- обеспечение электропитания технологического оборудования на контролируемых пунктах трубопровода в условиях отсутствия внешнего сетевого электроснабжения;
- контроль прохождения средств очистки и диагностики;
- электрохимическая защита трубопровода;
- обнаружение утечек транспортируемой среды;
- автоматический сбор, архивирование и передача данных о параметрах транспортируемой среды.

Все средства контрольно-измерительные приборы и автоматика (КИПиА) и исполнительные механизмы отвечают требуемым нормам. [1] Для нормального функционирования программно-технических средств АКПТМ, по цепям питания предусмотрены меры защиты от внешнего воздействия и радиопомех. Для защиты от грозовых разрядов антенно-фидерные тракты АКПТМ оборудованы грозоразрядниками. Технические средства АКПТМ, расположенные во взрывоопасных зонах, выполнены в искробезопасном исполнении.

Источник питания для АКПТМ, который используется для электрифицированного узла запорной арматуры, состоит из:

- солнечных модулей с мощностью по 200 Вт в количестве 10 шт.;
- ветрогенератора с мощностью 1000 Вт в количестве 1 шт.;
- аккумуляторных батарей общей мощностью 800 А·ч

При использовании ветрогенераторов в зонах Крайнего Севера, возникает проблема, связанная с обледенением лопастей. Решением данной проблемы является установка датчиков обледенения совместно с установкой специальных каналов внутри лопастей для прогревания поверхности.

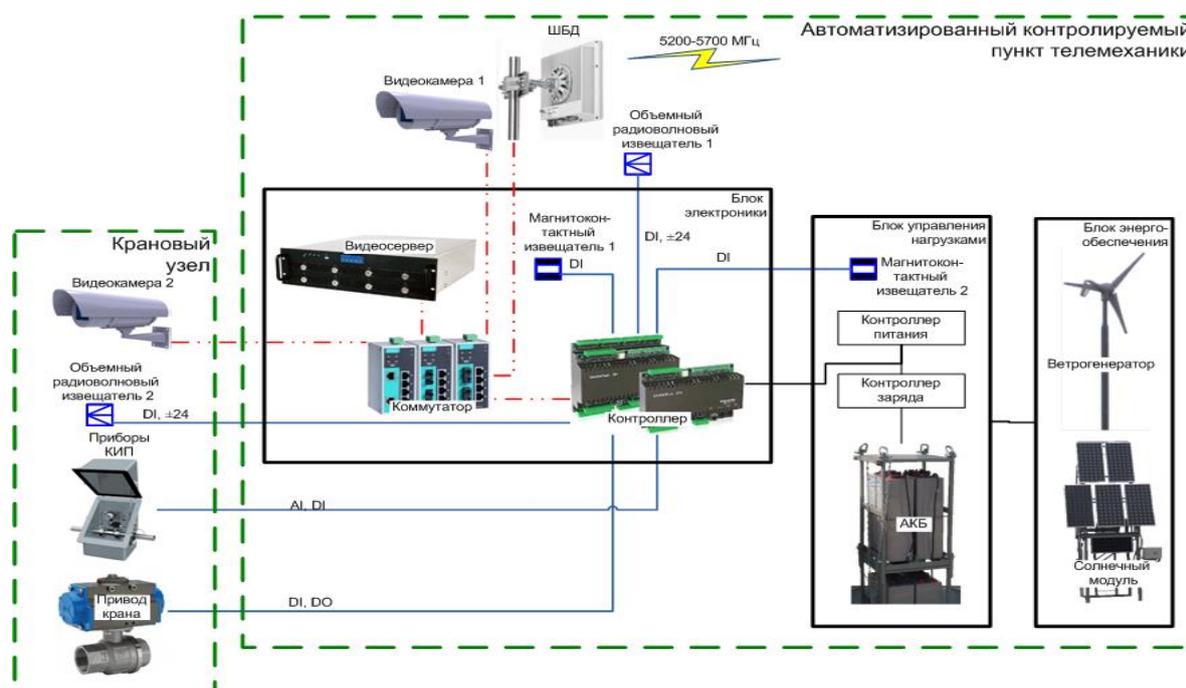


Рис. 1 Структурная схема АКПТМ

На рис. 1 представлена структурная схема АКПТМ, передача данных которого, осуществляется через широкополосный беспроводной радиодоступ с диапазоном частот 5200-5700 МГц, скоростью передачи данных до 240 Мбит/с и максимальной дальностью до 20 км. Такое оборудование позволяет одновременно передавать пакеты данных для систем телемеханики, видеонаблюдения и телефонии.

На рис. 2 представлен общий вид размещения АКПТМ с автономным источником питания на базе солнечных модулей и ветрогенераторов.

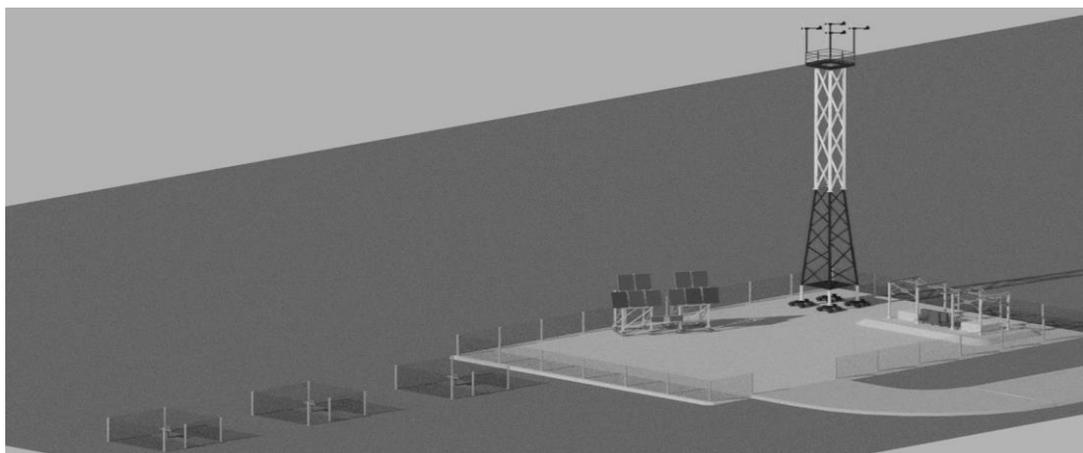


Рис. 2 Общий вид АКПТМ

Для надлежащего функционирования АКПТМ, блок электроники вместе с блоком управления нагрузками размещается в блок-боксе заводского изготовления или в герметичном утепленном модуле при подземном размещении. Без учета дополнительного обогрева, функционирование оборудования возможно при температуре окружающего воздуха не ниже минус 30 °С.

Антенно-фидерный блок и радиостанция устанавливаются на верхней секции мачты, высота которой определяется расчетом для обеспечения устойчивой связи. По углам площадки обслуживания устанавливаются четыре ветрогенератора. Блок солнечных панелей устанавливается либо на отдельную подвижную стойку, либо на крышу блок-бокса.[2]

Таблица 1.

Результаты экономического сравнения

Экономические показатели		Значения по вариантам, млн р. (в ценах на 01.01.2019 г.)	
		Вдоль-трассовая ВЛ 10 кВ	АКПТМ (ВИЭ)
1	Капитальные вложения без НДС	677	545
2	Капитальные вложения с НДС	799	643
3	Эксплуатационные расходы без НДС за расчетный период (10 лет)	426	581
4	Суммарные дисконтированные затраты (10%)	713	651

В качестве обоснования экономической составляющей применения АКПТМ был проведен сравнительный анализ вариантов электроснабжения объектов линейной части условного газопровода (табл. 1).

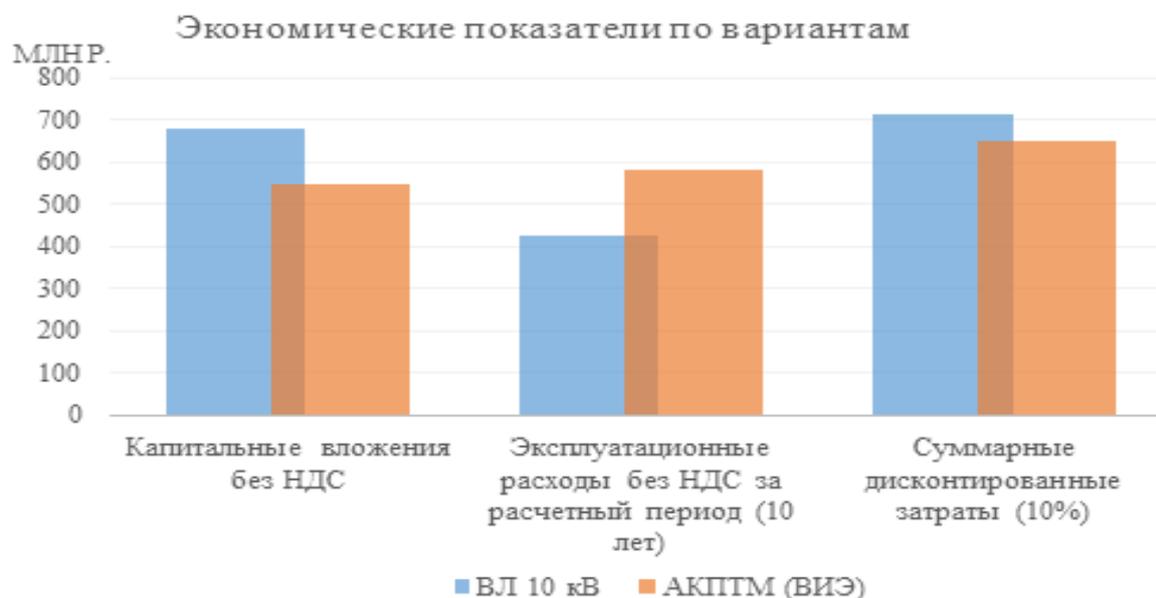


Рис.3 Результаты экономического сравнения

Использование АКПТМ в качестве альтернативы традиционному способу получения электроснабжения зарекомендовало себя со стороны получения экономической эффективности. Ко всему прочему, АКПТМ способен обеспечить электроэнергией не только отдаленные электрифицированные узлы запорной арматуры, но и другие маломощные объекты линейной части трубопровода, на протяжении всего года.

Список литературы

1. ГОСТ 30852.9-2002 (МЭК 60079-10:1995). Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 10. Классификация взрывоопасных зон : межгосударственный стандарт : издание официальное : утв. и введ. в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2012 г. № 1855-ст : введ. впервые : дата введ. 2014-02-15 / подготовлен Автономной некоммерческой национальной организацией «Ех-стандарт». – Москва : Стандартинформ, 2014. – 41 с. – Текст : непосредственный.
2. Возобновляемые источники энергии в изолированных населенных пунктах Российской Арктики / В. Х. Бердин [и др.]. – Москва : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2017. – 80 с. – Текст : непосредственный.

Повышение эффективности технологии транспорта газа с ГПА 16М-08 «Урал» Северо-Европейского магистрального газопровода

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: в данной статье выполнено описание и анализ процесса повышения эффективности транспорта газа посредством использования высвобождающихся объемов природного газа из технологических обвязок, на собственные технологические нужды газоперекачивающих агрегатов компрессорных цехов магистрального газопровода «Северо-Европейский газопровод».

Annotation: The article shows the description and analysis of the process of strengthening of natural gas transportation by using the amount of natural gas released from the pipeline flow lines for own technological spending by gas-transfer equipment in compressor sections of the main gas pipeline “Northern Europe Gas Pipeline”.

Ключевые слова: транспорт природного газа, технологическая обвязка компрессорного цеха, газоперекачивающий агрегат, процесс повышения эффективности, высвобождающиеся объемы.

Keywords: natural gas transportation, Technological connection of compressor department, Gas compressing aggregate, the process of strengthening, released amount.

В 2013 году в эксплуатацию была введена в работу компрессорная станция «Пикалевская» магистрального газопровода «Грязовец - Выборг».

Особенностью проектного решения данной компрессорной станции (КС) является смешанный принцип построения схемы обвязки основного технологического оборудования.

На КС «Пикалевская», для очистки от механических примесей, смонтирована установка очистки газа, *общая для всех ГПА*, состоящая из восьми блоков пылеуловителей ГП 628/100, блока ёмкости сбора конденсата и дренажного коллектора высокого давления.

Для компримирования природного газа установлено пять газоперекачивающих агрегатов ангарного исполнения ГПА 16М-08 «УРАЛ» [1].

Так же модульная составляющая компоновки КС предусматривает охлаждение газа в индивидуальных аппаратах воздушного охлаждения (АВО). Группы стыкуемых аппаратов, имеющих параллельную обвязку, устанавливаются напротив каждого ГПА на минимально возможном расстоянии и включены в состав нагнетательного коллектора технологической обвязки центробежного нагнетателя (ЦБН) [2] – кран №2 установлен на выходном коллекторе АВО газа.

Представленная на рис. 1 компоновка технологической обвязки ЦБН имеет один существенный недостаток – большой объем пускового контура нагнетателя (без учета рассматриваемых кранов №№ 1А, 2А).

При остановках ГПА, для проведения комплекса работ по техническому обслуживанию, безвозвратные потери природного газа, при однократном стравливании контура, составляют тысячи метров кубических природного газа.

Основным критерием при решении данной проблемы является повышение эффективности использования уже имеющегося оборудования на КС, при минимально возможном включении изменений в действующую систему. Исходя из этого было предложено три варианта решения:

1) использование резервных пылеуловителей системы очистки природного газа на входе в КС, в качестве сосудов временного хранения газа. Данное решение признано не эффективным в силу следующих причин:

Наличие/отсутствие резервных пылеуловителей зависит от режима работы КС. При существенном повышении транспорта газа через КС количество резервных пылеуловителей сокращается. В среднем в резерве находятся две единицы пылеуловителей.

Объем газа, способный поместиться в одном пылеуловителе, при установлении равновесного давления газа между контуром ГПА и сосудом, несоизмеримо мал. Геометрический объем одного пылеуловителя 20 м^3 . При среднем равновесном давлении 7,3 МПа в один пылеуловитель поместиться:

$Q_{on_i}^{ки}$ – объем газа при i полном стравливании газа из коммуникаций КЦ, тыс. м^3 , рассчитывают по формуле:

$$Q_{on}^{ки} = 10^{-3} \cdot \frac{T_c}{P_c} \cdot \left[V^{ки} \frac{P_1}{T_1 \cdot Z_1} \right], \quad (1)$$

где T_c – абсолютная температура газа при стандартных условиях, К;

P_c – абсолютное давление газа при стандартных условиях, МПа;

P_1 – абсолютное давление в коммуникациях цеха до стравливания, МПа;

T_{1ex} – абсолютная температура газа в коммуникациях цеха до стравливания, К;

Z_{1ex} – коэффициенты сжимаемости газа в коммуникациях цеха до стравливания;

$V_{ex}^{ки}$ – геометрический объем коммуникаций КЦ, м^3 , в соответствии с проектными данными [3].

$$Q = 10^{-3} \times \frac{293}{0,101325} \times \left[20 \times \frac{7,3}{300 \times 0,8339} \right] = 1,71 \text{ тыс.м}^3$$

2) Рассмотрено предложение по сокращению объема пускового контура нагнетателя ГПА, путем монтажа дополнительной запорной арматуры. На рис. 1 представлено графическое изображение ГПА с дублирующими кранами, условно обозначаемыми №№1А, 2А.

Данное решение признано экономически не целесообразным. Исходя из количества плановых остановов ГПА со стравливанием контура в год, стоимости цены на природный газ и средней стоимости двух дополнительных единиц ЗРА на каждый ГПА, необходимых для реализации данного предложения. Рентабельность решения составит не менее 7 лет.

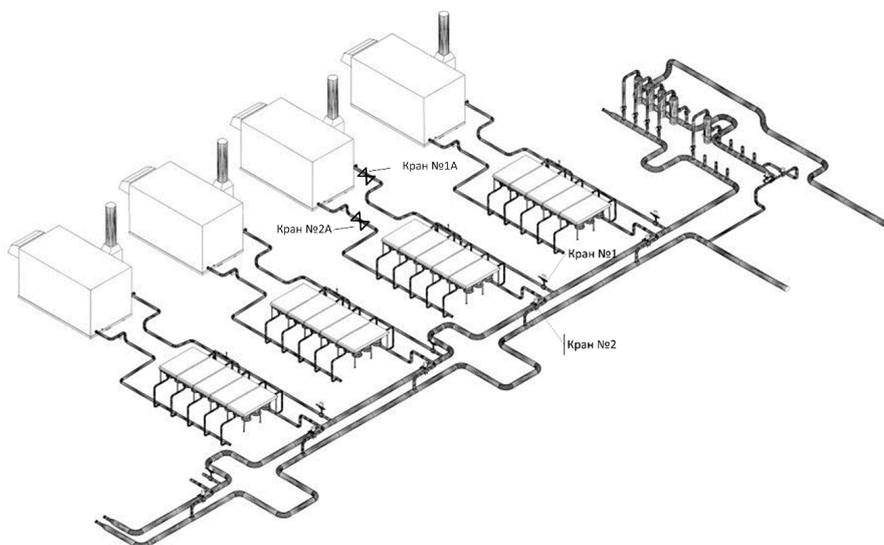


Рис. 1. Площадка компрессорных агрегатов КС «Пикалевская» с кранами №№1А, 2А.

3) Оптимальным решением данной проблемы было признано объединение газопроводов топливного газа отдельных ГПА в единую систему, по средствам монтажа межагрегатной переемычки топливного газа (рис. 2).

КС «Пикалевская»: пять ГПА работающих параллельно. При нормальном режиме работы отбор топливного газа ГПА осуществляется до крана №1 через кран 1т, 12р, 12. Предлагается все пять ГПА соединить одним общим газопроводом для выработки газа из контура ГПА остановленного для ТО или Ремонта на нужды соседнего ГПА (на топливный газ).

В результате получаем: при остановленном на ТО ГПА краны №№1,2 закрыты. На этом же ГПА открываем кран 3т (для отбора газа из контура ГПА), дополнительно открываем кран №6 агрегатной обвязки ГПА для выравнивания давления газа и сообщения входного и выходного коллектора.

На работающем ГПА открываем кран 3т, 4т, 4-1т. Закрываем кран 1т. Газ забирается из контура, остановленного ГПА, на нужды работающего

ГПА. Технические характеристики привода ГПА позволяют выработать до 60% объема газа, находящегося в контуре.

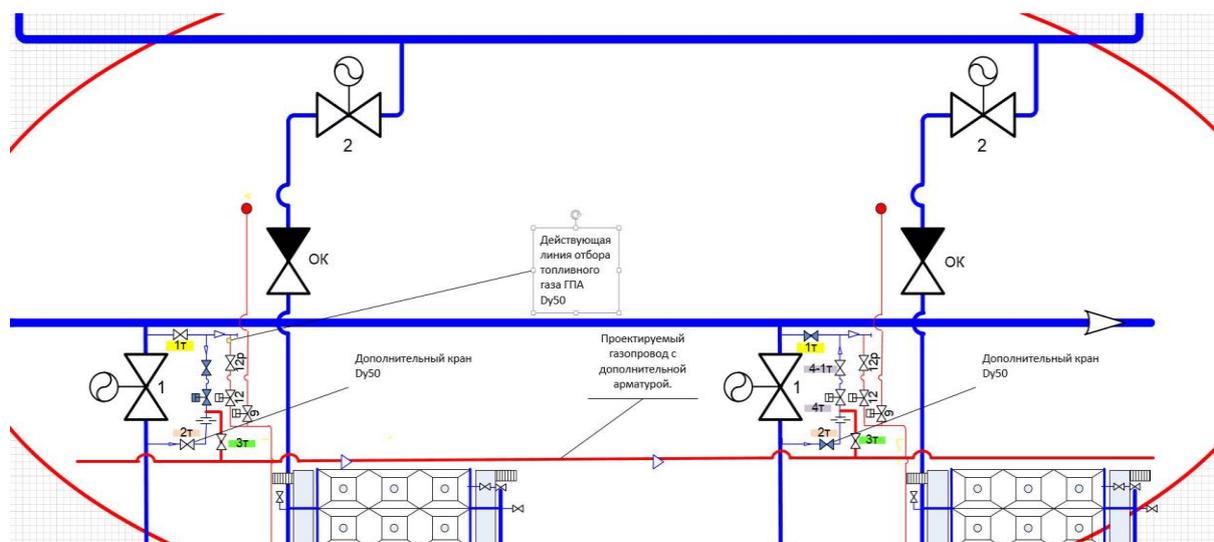


Рис. 2. Схема предлагаемой межагрегатной перемычки топливного газа компрессорных агрегатов КС «Пикалевская».

По окончании выработки переводим работающий ГПА на штатную схему питания топливным газом.

Выводы

Проведен анализ возможных вариантов обеспечения эффективности транспорта газа на КС с ГПА 16М-08 «УРАЛ» Северо-Европейского МГ. По результатам анализа выбран наиболее экономически и технически целесообразный вариант решения описанной проблемы. Разработан и представлен алгоритм проведения выработки газа из контура ГПА, остановленного для ТО или Ремонта, на собственные технологические нужды соседнего работающего ГПА (на топливный газ).

Список литературы

1. ООО «Газпром инвест»: дочернее общество ПАО «Газпром»: сайт. - URL: <http://invest.gazprom.ru> (Дата обращения: 17.09.2019). – Текст: электронный.
2. ООО «Газоил пресс»: издательство: [сайт]. - URL: <https://www.gasoilpress.ru> (Дата обращения: 27.09.2019). – Текст: электронный.
3. СТО Газпром 3.3-2-044-2016 Система норм и нормативов расхода ресурсов, использования оборудования и формирования производственных запасов ПАО "Газпром". Методика нормирования расхода природного газа на собственные технологические нужды и технологические потери магистрального транспорта газа. – введ. 2016-12-22. – Москва: ПАО «Газпром», 2016. – 91 с.

Расчет радиуса изгиба магистрального газопровода с учетом отрицательных температур эксплуатации

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: Рассмотрена методика расчета радиуса изгиба магистрального трубопровода при эксплуатации в условиях вечномерзлых грунтов.

Abstract: The technique of calculating the bending radius of the pipeline during operation in permafrost soils is considered.

Ключевые слова: магистральный газопровод, газ, аварии

Keywords: gas pipeline, gas, accidents.

Все исследователи отмечают, что строительство и эксплуатация трубопроводов в области вечной мерзлоты является сложной задачей. Это связано главным образом с существенными изменениями теплового взаимодействия между трубопроводом и вечномерзлыми грунтами, а также с температурой, составом, структурой и свойствами грунта под влиянием изменений природных условий. Их температурные изменения не только приводят к резким изменениям основной несущей способности, но также приводят к развитию различных инженерно-геологических технологических процессов. При изучении изменений в условиях вечной мерзлоты на трассах нефтепровода необходимо сначала определить температурный режим от различных тепловых воздействий и изменений факторов, связанных со строительством и эксплуатацией трубопровода.

В зависимости от способа укладки трубопровода характер изменения температурного режима существенно различается, поэтому задачи прогнозирования теплового состояния грунта во время сооружения и эксплуатации сооружения также различаются.

Экспериментальные и теоретические исследования многих авторов посвящены тепловому взаимодействию трубопроводов с окружающей средой. На основании результатов инженерных изысканий и экспериментальных исследований были предложены упрощенные формулы для расчета глубины промерзания грунта и его взаимодействующего с объектами.

В подземных и поверхностных методах укладки температура грунта формируется динамикой воздействия природных факторов, которые присутствуют при строительстве и тепловом взаимодействии с трубопроводом. Степень теплового воздействия трубы в определенной точке зависит от технологии перекачивания (ее температуры и давления) и тепловых потерь по всей длине трубы.

На трассе трубопровода различают две зоны: зону воздействия тепла на трубу, где температурное состояние грунта изменяется, и зону, где труба не оказывает теплового воздействия. Исследования температурных режимов подземных и надземных трубопроводов включают:

1) изучение температурных режимов и глубина оттаивания грунтов из-за изменений в некоторых природных факторах (высота снежного покрова, растительность, состав грунта и т. д.);

2) Изучение сезонных и многолетних ореолов промерзания грунтов в районах прокладки трубопроводов.

Температура грунта на трассе трубопровода может существенно измениться во время строительства и эксплуатации трубопровода. Эти изменения в области вечной мерзлоты могут привести к изменениям в сезонных процессах оттаивания и промерзания.

Увеличение глубины оттаивания сопровождается развитием различных геологически процессов. В связи с этим одной из важных задач является изучение схемы формирования температурного режима грунта от теплового воздействия трубопровода при различных условиях окружающей среды в зависимости от способа прокладки трубопровода и температуры нефти.

На основе изучения этих моделей можно разработать надежные методы расчета температурного поля в грунтах, что имеет решающее значение для прогнозирования изменений в условиях вечной мерзлоты при строительстве нефтепроводов.

Сезонные процессы таяния вдоль трассы трубопровода определяют состав и влажность грунтов, теплофизические свойства и температурный режим почв.

В таких условиях наблюдение изменений сезонного таяния и промерзания грунтов под воздействием трубопроводов позволит улучшить метод расчета для прогнозирования теплового взаимодействия.

При изучении сезонного таяния горных пород необходимо определить состав почвы, влажность, структуру и свойства почвы, влияние вечной мерзлоты и поверхностных вод от различных методов прокладки трубопроводов и различных условий в районах вечной мерзлоты.

Определение времени начала и окончания оттаивания имеет важное значение. В зимних условиях необходимо определить скорость замерзания оттаивающего слоя.

Для обеспечения безопасной эксплуатации трубопровода необходимо устранить проблему изменения пространственного положения трассы. Цель работы заключалась в определении изгибающих напряжений магистральных трубопроводов при изменении пространственного положения в районах вечной мерзлоты

Для вычисления изгибающих напряжений трубопровода необходимо рассчитать радиус упругого изгиба (ρ). Начальное значение ρ определено

в конструкторских документах (продольный профиль) трубопроводов. Фактическое значение положения трубопровода находят на основании периодических обследований трубопровода.

Существует три метода определения пространственного положения магистрального трубопровода:

1) Метод окружностей используется наиболее часто в нормативной документации [1]. Радиус кривизны определяется после построения окружности для трех последовательных точек (рис. 1).

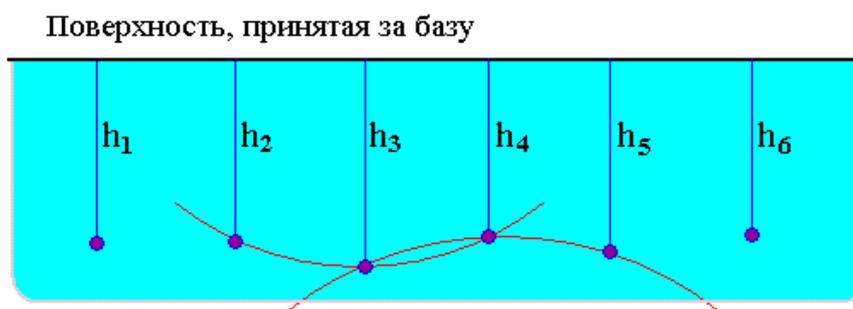


Рис. 1. Схема определения радиусов изгиб

Данный метод имеет большое количество недостатков, связанных с правильностью выбора точек и погрешностью измерений глубины трубопровода. На рисунке 1 проведены абсолютно разные окружности на участке 3-4.

2) Метод регуляризации [2] позволяет получать величину положения в каждой точке с шагом 40 м с помощью аналитических функций:

$$v = A * \sin^2 \left(\frac{\pi}{L} * (z + z_0) \right) + B, \quad (1)$$

где величины A , B , L , z_0 подлежат определению методом наименьших квадратов по измеренным значениям v_i . Далее гладкая аппроксимирующая функция $v(z)$ используется для вычисления радиуса кривизны:

$$\rho = \left| \frac{(1+v'^2)^{3/2}}{v''} \right| \approx \left(\frac{d^2 * v}{dz^2} \right)^{-1}. \quad (2)$$

Этот метод также имеет некоторые недостатки. Выбор той или иной функции аппроксимации не аргументируется, нет требований к точности исходных данных, после аппроксимации полученные данные могут сильно отличаться от исходных. Данный расчет накапливает ошибку вычислений и приводит к уменьшению запаса прочности.

3) В методе моделирования [3, 4], используются не графики, а моделируется деформация при помощи различных физических законов. Рассматривается участок магистрального трубопровода, которые получается разбиением на конечные элементы[5]. Конечными элементами счита-

ются участки, длина которых равняется диаметру трубопровода (например, $\Delta z = 1$ м.). Граничными условиями являются измеренные высотные отметки V_i в выбранных точках трубопровода при реакции грунта Q_i . В равновесных положениях удовлетворяются следующие выражения:

$$V_i = \frac{Q_i * (\Delta z)^4}{6 * E * J} + \frac{2}{3} (v_{i-1} + v_{i+1}) - \frac{1}{6} (v_{i-2} + v_{i+2}), \quad (3)$$

$$\rho_i \approx 1/V'' \approx \frac{\Delta z^2}{v_{i+1} - 2 * v_i + v_{i-1}}. \quad (4)$$

Для такого метода единственным недостатком является точность исходных данных.

На основании обзора литературы, был предложен метод определения кольцевых напряжений, которая использует магнитное позиционирование для определения исходных данных и метод моделирования для обработки результатов измерения, что позволяет автоматически определять планово-высотные положения трубопроводов, проложенных в постоянно меняющихся грунтах (включая участки вечной мерзлоты).

Список литературы

1. Методика оценки фактического положения и состояния подземных трубопроводов: ВРД 39-1.10026-2001. / ОАО «Газпром», ООО «ВНИИГАЗ». – Москва, 2001. – 106 с. - Текст: непосредственный
2. Степень влияния грунтового фактора на формирование напряжений в стенке подземного нефтегазопровода / С. Я. Кушнир, Н. А. Малюшин, А. А. Юрченко, Д. М. Сенев. - Текст: непосредственный // Известия вузов. Нефть и газ. – 2010. – №5. – С. 112-118
3. Оценка напряжённого состояния подземных трубопроводов с учётом грунтовых изменений в процессе эксплуатации/ А. В. Фролов, Л. Т. Шуланбаева, М. Ф. Сунагатов, А. К. Гумеров. - Текст: непосредственный // НТЖ «Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов» / ИПТЭР. – 2010. – Вып. 1 (79). – С. 61-66.
4. Методика расчета напряженного состояния подводных переходов магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов при техническом обслуживании и ремонте: РД 39 Р-00147105-024-02. – Уфа, 2002. – 58 с. - Текст: непосредственный
5. Гумеров, А. Г. Безопасность длительно эксплуатируемых магистральных нефтепроводов / А. Г. Гумеров, Р. С. Гумеров, К. М. Гумеров. – Москва : Недра, 2001. – 305 с. - Текст: непосредственный

Особенности последовательной перекачки нефтепродуктов

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: На сегодняшний день перспективным направлением развития трубопроводного транспорта является последовательная перекачка нефтепродуктов. Данный метод имеет ряд преимуществ с точки зрения стоимости перекачки и скорости реализации нефтепродуктов, однако главным недостатком является смесеобразование в зоне контакта продуктов. Приведен ряд мер, которые значительно сокращают возможность смесеобразования.

Abstract: Today a promising direction in the development of pipeline transport is the sequential pumping of oil products. This method has a number of advantages in terms of the cost of pumping and the speed of sale of petroleum products but the main drawback is the mixing in the contact area of products. A number of measures are given that significantly reduce the possibility of mixture formation.

Ключевые слова: трубопровод, надежность, последовательная перекачка, нефтепродукт, смесь, разделители.

Keywords: pipeline, reliability, sequential pumping, oil product, mixture, dividers.

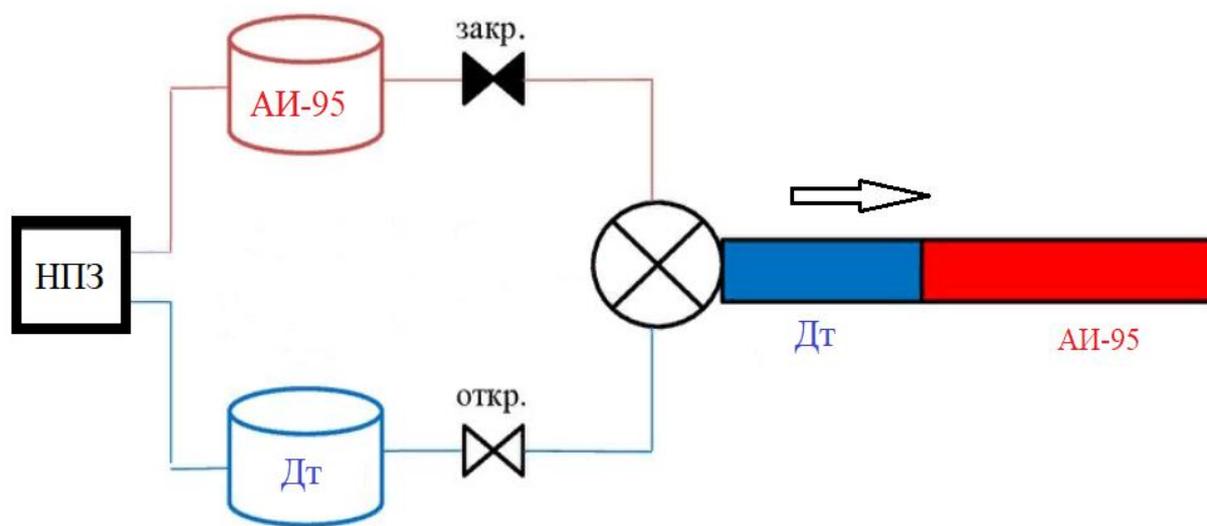
В современном мире активно развиваются и совершенствуются технологии, применяемые в нефтегазовой отрасли, поэтому с каждым годом возрастает уровень переработки нефти, так в 2018 году производство дизельного топлива составило 77,5 млн. тонн, бензинов 40 млн. тонн, а авиатоплива 9,6 млн. тонн. Таким образом, быстрое увеличение объемов производимых продуктов остро ставит вопрос о возможности их транспортировки [1].

Понятно, что для каждого вида топлива строить отдельный трубопровод не целесообразно, поэтому существующие малоиспользуемые мощности трубопроводного транспорта используют для перекачки нефтепродуктов. Для этих целей трубопроводы подвергаются очистке, ремонту и перепрофилированию.

Существует вариант перекачки не только одного вида нефтепродукта, а двух и более путем последовательной транспортировки продуктов по одному трубопроводу. Данный способ в России практически не применяется, а вот за рубежом он широко известен и является самым эффективным [2].

Во-первых, трубопроводы получают достаточную загрузку. Во-вторых, освобождаются другие, более дорогие, виды транспорта. В-третьих, значительно сокращаются сроки реализации нефтепродуктов, а также существенно снижается себестоимость перекачки для транспортирующей компании, так как легче обслуживать одну нитку, чем две и более.

Сущность метода заключается в том, что нефтепродукты перекачиваются циклами, то есть друг за другом, последовательно меняя свою очередность. Каждый цикл формируется из отдельных партий продуктов, со схожим уровнем качества и свойствами [3]. Схема нефтепродуктопровода, работающего по схеме последовательной перекачки двух нефтепродуктов изображена на рис.1.



Головная перекачивающая станция

Рис. 1. Принципиальная схема нефтепродуктопровода, ведущего последовательную перекачку двух нефтепродуктов

Данный метод, безусловно имеет свои плюсы, но главным и серьезным недостатком является смесеобразование в зоне контакта нефтепродуктов. Смесь – это некондиционный продукт, который уже не может использоваться самостоятельно и должен подвергаться повторной переработке [3].

По ходу движения партий по трубопроводу, количество смеси только возрастает. Схема образования смеси в зоне контакта изображена на рис. 2.

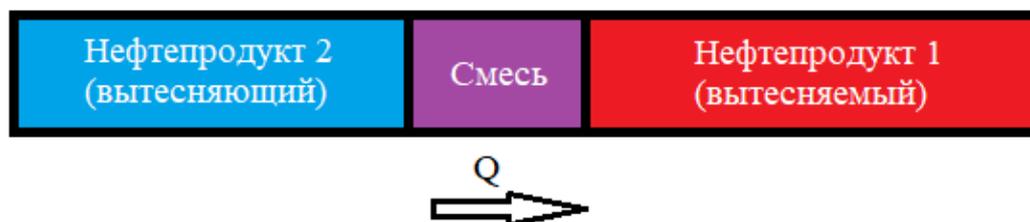


Рис. 2. – Схема образования смеси в зоне контакта

Режим перекачки при использовании последовательной транспортировки продуктов, обязательно должен быть турбулентным, так как при ламинарном режиме объем смеси увеличивается в десятки и более

раз. При расчете контактов нефтепродуктов определяют объем смеси по формуле Съенитцера-Марона:

$$V_{\text{см}} = 1000 \cdot (\lambda_1^{1,8} + \lambda_2^{1,8}) \cdot \left(\frac{D_{\text{вн}}}{L}\right)^{0,43} \cdot V_{\text{т}} \quad (1)$$

где λ_1 – коэффициент гидравлического сопротивления первого нефтепродукта;

λ_2 – коэффициент гидравлического сопротивления второго нефтепродукта;

$D_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр трубопровода, м;

$V_{\text{т}}$ – геометрический объем нефтепродуктопровода, м³.

Вообще для уменьшения смеси используют разделители, которые бывают механическими и жидкостными [3]. Последние - это, как правило, нефтепродукты или другие жидкости (со специальными загустителями, либо в естественном состоянии), не растворимые в транспортируемых продуктах. Данный вид перекачки наиболее в Германии на нефтепродуктопроводе Рейн – Майн [4], где разделительную жидкость составляют из керосина, в России же такая перекачка осуществлялась только на начальном этапе развития трубопроводного транспорта, когда в качестве разделителей использовались водяные пробки.

На сегодняшний день, перспективным направлением развития трубопроводного транспорта нефтепродуктов являются исследования в области использования жидкостных разделителей.

Во-первых, при использовании данного метода, разделитель должен подбираться по наиболее близким показателям качества с транспортируемыми продуктами, для того чтобы в процессе раскладки смеси, при попадании буферной жидкости в чистые нефтепродукты максимально снизить уровень отрицательного влияния смеси на показатели качества нефтепродуктов.

Во-вторых, необходимо правильно подбирать размеры буферной пробки, она не должна быть слишком маленькой, так как в этом случае она мало повлияет на процесс смесеобразования, пробка слишком большой длины приведет к увеличению некондиционной смеси за счет самого разделителя как третьего нефтепродукта. Поэтому, для эффективного использования буферной жидкости необходимо обеспечить высокий уровень ее совместимости с нефтепродуктами и определить ее оптимальные размеры для достижения наибольшего эффекта.

На сегодняшний день жидкостные разделители не применяются в нашей стране при последовательной перекачке, но зарубежный опыт и

теоретические знания должны положительно повлиять на более активное внедрение новых технологий.

Ранее считалось, что наиболее эффективно использовать механические разделители, которые активно стали применяться на практике еще в Советском Союзе. Механические разделители бывают дисковыми, манжетными, сферическими и т.п. Принцип их действия заключается в том, что разделители выполняют роль перегородки, отделяя один нефтепродукт от другого, локализуя область смеси и предотвращая ее дальнейшее увеличение, но как показывает практика, механические разделители не оказывают никакого влияния на перемешивание потока, а, следовательно, на количество смеси. Однако данные разделители способны значительно уменьшить концентрацию одного нефтепродукта в другом. Следовательно, основными мероприятиями по уменьшению смесеобразования должны являться:

- более детальное исследование и использование на практике жидкостных разделителей;
- осуществление безостановочной транспортировки нефтепродуктов;
- определение порядка следования нефтепродуктов согласно их качественной совместимости;
- осуществление транспорта нефтепродуктов при турбулентном режиме при максимальных скоростях;
- максимальное увеличение объема партий нефтепродуктов.

Список литературы

1. Лурье М. В. Параметры последовательной перекачки с буферным нефтепродуктом / М. В. Лурье, В. И. Марон, М. Э. Шварц. – Текст: непосредственный // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов: - 1973. - № 4. - С. 10-14.
2. Специализированный научный журнал. Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. сайт. - URL: <http://www.pipeline-science.ru/news/2012-02-24/40.htm> (дата обращения: 6.11.2019). – Текст: электронный.
3. Юфин В. А. Последовательная перекачка дизельного топлива и бензина с переменным расходом / В. А. Юфин – Текст: непосредственный // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья: - 1972. - № 4. С. 8 - 11.
4. Austin J. E. Mixing of miscible but dis-similar liquids in serial flow in a pipelines / J. E. Austin, J. R. Palfrey - Text: electronic // Proc. Instn. Mech. Engrn. - 1963—1964. - № 15. - P. 377—389.

Обоснование низкотемпературной подготовки нефти с помощью нанодезэмульгаторов

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: научная обзорная статья по вопросам исследования нефти с деэмульгирующей способностью.

Abstract: scientific review article on research oil with demulsifying ability.

Ключевые слова: деэмульгирующая активность, оптические свойства, коацерватная фаза, ассоциаты, наноуровень.

Keywords: demulsifying activity, optical properties, coacervate phase, associates, nano level.

В течение последних лет в нефтяной промышленности наблюдается устойчивая тенденция к ухудшению структуры запасов углеводородного сырья, что проявляется в росте трудноизвлекаемой нефти, усложненной их высокой вязкостью. [1]

Несмотря на развитие нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, которая является одной из ведущих отраслей экономики Российской Федерации, напрямую связанной с совершенствованием технологии нефтепереработки, разработкой и внедрением прогрессивных, а также оптимизацией существующих процессов, обеспечивающих улучшение технико-экономических показателей и качества нефтепродуктов, существуют проблемы в недостаточной изученности тех или иных процессов. Немаловажное значение в решении поставленных задач имеет подготовка нефти к транспорту и ее переработке, заключающаяся в очистке нефти от воды и вредных примесей до технологически обоснованных норм при минимальных энергозатратах. [2]

Одним из методов подготовки нефти к транспорту и переработке является применение деэмульгаторов. Однако, до настоящего времени состав деэмульгаторов ищется фактически вслепую – чисто эмпирическим перебором возможных вариантов смесей.

В основе разрабатываемой технологии в данной работе предлагается новый механизм деэмульгирования и новые экспериментальные методы исследования композиционных реагентов на наноуровне

Целью работы является обоснование возможности низкотемпературной подготовки товарной нефти и подтоварной воды с помощью нанодезэмульгаторов, образующих в воде и нефти критические наноэмульсии; а также в разработке способов выявления составов композиционных наноре-

агентов, пригодных для низкотемпературной подготовки товарной нефти и подтоварной воды, по измерению физических свойств растворов реагентов.[3]

Объектами исследования являются – деэмульгаторы, а также их композиции, искусственные водонефтяные эмульсии Русского, Усть-Тегусского, Урненского месторождений.

При работе над данной темой были поставлены следующие задачи:

1. Исследование физических свойств товарных форм деэмульгаторов и выявление их корреляции с деэмульгирующей эффективностью;
2. Разработка методики оптимизации состава товарных форм нанодеэмульгаторов;
3. Обоснование возможности низкотемпературной подготовки товарной нефти и подтоварной воды с помощью нанодеэмульгаторов.

В связи с этим были использованы следующие методы для исследования: Диэлектрические L и C-методы: в L-методе исследуемая жидкость вводится в измерительные катушки индуктивности, в C-методе – в измерительный конденсатор; оптический метод; исследование скорости распада эмульсии методом Boatels Test. [4]

В работе исследовались деэмульгаторы Kemelix фирмы ICI (Англия), представленные в табл1.

Таблица 1.

Физико-химические свойства исследуемых деэмульгаторов

№ п/п	Фирма ICI (Англия)	Физико-химические свойства реагентов			
	Исследованные деэмульгаторы	Молярная масса, г/моль	Плотность при 25 °С, кг/л	Вязкость при 25 °С, сПз	Темп. потери текучести, °С
1	Kemelix D 304	2600	1,03	2000	3
2	Kemelix D 308	3000	1,02	3500	14
3	Kemelix D 310	6800	1,03	450	-10
4	Kemelix D 311	5400	1,00	750	-14
5	Kemelix D 312	-	-	-	-
6	Kemelix D 313	1800	1,04	2500	5
7	Kemelix D 314	3000	1,02	500	-3
8	Kemelix D 315	4000	1,00	650	-6
9	Kemelix D 316	12000	0,99	500	-24
10	Kemelix D 317	18000	1,00	3000	-2
11	Kemelix D 323	3300	1,00	1000	-2
12	Kemelix D 400	10000	0,98	700	-1
13	Kemelix D 401	10000	0,97	500	-8

14	Kemelix D 500	3700	1,02	600	-24
15	Kemelix D 501	5000	0,99	1060	1
16	Kemelix D 503	7400	1,03	1100	4
17	Kemelix D 506	3800	1,02	800	-9
18	Kemelix D 510	>10000	1,02	3400	3
19	Kemelix D 511	7900	1,02	1170	-4
20	Kemelix D 513	>10000	1,00	4000	-13

Влияние состава нефти на эффективность деэмульгатора представлена на рис.1

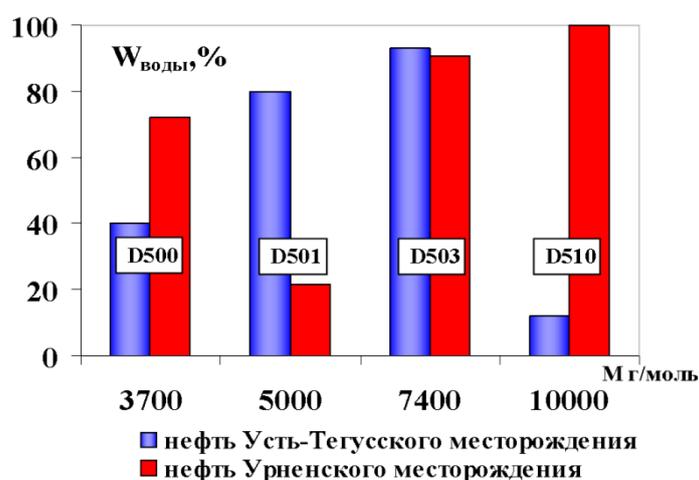


Рис.1. Сопоставление количества выпавшей воды после введения деэмульгаторов с различной молярной массой из водонефтяной эмульсии с Урненской, маловязкой нефтью и высоковязкой нефтью Усть-Тегусского месторождений

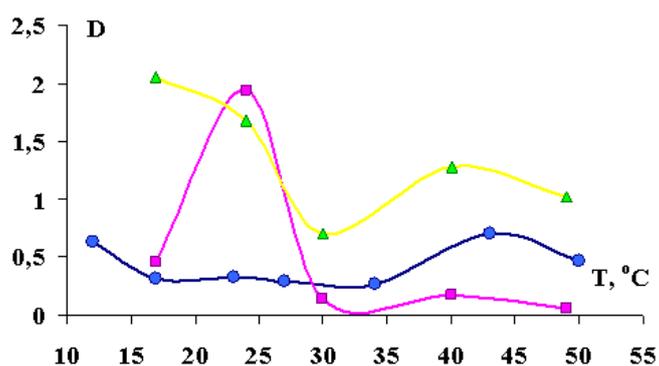


Рис.2. Изменение оптической плотности 50% товарных форм реагентов D308 (2), D312 (1), D503 (3) от температуры. Содержание ИЗПС в растворителе 50%.

На рис. 2 представлено изменение оптической плотности при изменении температуры ввода.

Проведенные эксперименты показывают перспективность исследований на наноуровне и использование различных методов исследований, позволяющих получать новые результаты, имеющие прикладное значение.

Исследованы оптические и диэлектрические свойства товарных форм деэмульгаторов и их композиций.

1. Выявлено наличие корреляции между этими свойствами реагентов и их деэмульгирующей активностью.

2. Подтверждено, что максимальной эффективностью обладают реагенты, способные находиться в своих растворах в состоянии критической эмульсии. В этом случае в эмульсии реализуется дополнительный механизм деэмульгирования, заключающийся в экстракции содержащихся в нефти природных эмульгаторов каплями критической наноэмульсии, образованной нанодеэмульгаторами.

3. Установлено, что зародышами коацерватной фазы капель критических эмульсий деэмульгаторов являются ассоциаты из их молекул размерами 1-3нм, возникающие в так называемых товарных формах этих реагентов. Тем самым обосновывается необходимость исследования деэмульгаторов на наноуровне.

4. Выявлена и обоснована возможность низкотемпературной энергосберегающей подготовки нефти.

5. Установлено, что для низкотемпературной подготовки нефти пригодны лишь реагенты с наибольшей диэлектрической проницаемостью, т.е. наиболее полярные реагенты, а также обладающие максимальной способностью образовывать критических эмульсии в своих растворах при низкой температуре ($T \sim 15^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}$).

6. Показана возможность оптимизации составов композиционных деэмульгаторов на основе физических методов исследования, тем самым предложены экспериментальные основы получения таких реагентов.

Список литературы

1. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий. – Москва : Химия, 1975.-512 с. - Текст : непосредственный.

2. Миттел К. Мицеллообразование, солюбилизация и микроэмульсии / К. Миттел. – Москва : Мир,1980. - 597 с. - Текст : непосредственный.

3. Позднышев Г. Н. Стабилизация и разрушение нефтяных эмульсий / Г. Н. Позднышев. – Москва : Недра, 1982. - 221 с. -Текст : непосредственный

4. Роев Г. А. Очистка сточных вод и вторичное использование нефтепродуктов / Г. А. Роев, В. А. Юфин. – Москва : Недра, 1987. – 224 с. - Текст : непосредственный.

Оптимизация работы электрохимической защиты при строительстве и эксплуатации магистральных трубопроводов

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В статье рассматривается проблема надежности защиты магистральных трубопроводов от коррозии. Приведена информация об электрохимической, в частности катодной защите и способе по оптимизации данного вида защиты.

Abstract: The article deals with the problem of reliability of protection of main pipelines from corrosion. Information on electrochemical, in particular cathodic protection and a method for optimizing this type of protection is given.

Ключевые слова: Электрохимическая, катодная, надежность, оптимизация, защита, активный.

Keywords: Electrochemical, cathodic, reliability, optimization, protection, active.

Добыча нефти и газа имеет колоссальное значение для экономики Российской Федерации. Трубопроводы, необходимые для транспортировки углеводородов, подвергаются коррозии металла в процессе эксплуатации. Большие экономические потери от коррозии транспортных сетей предъявляют высокие требования к стойкости материалов, надежности и в результате к выбору оптимальных параметров применяемых методов защиты.

Одной из главных задач в процессе эксплуатации трубопроводов является обеспечение надежной противокоррозионной защиты, т.к это является основной причиной отказов линейных участков магистральных нефтегазопроводов. На рис. 1 представлен график основных причин отказов.

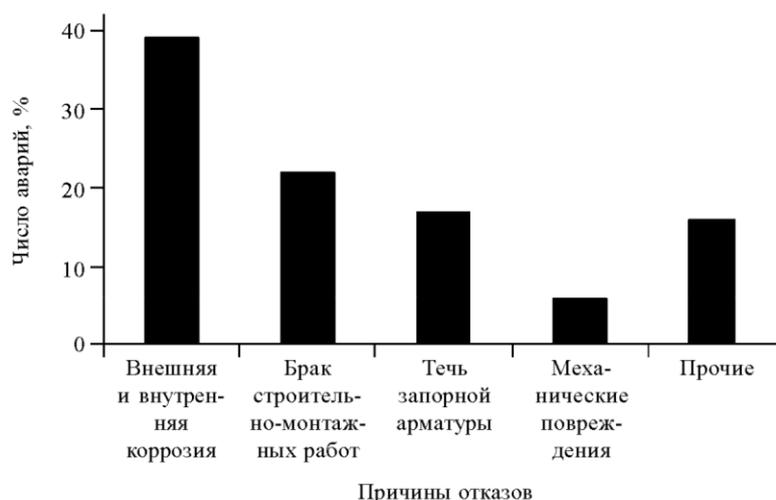


Рис. 1. Основные причины отказов линейных участков магистральных нефтегазопроводов

Доля разрушения трубопроводов при транспортировке углеводородов, вызванная внутренней коррозией не превышает 6 % от общего числа разрушений по причине коррозии [1]. Отсюда следует, что наружная поверхность подвергается гораздо большему коррозионному воздействию. Взаимодействие с окружающей средой, условия прокладки, сопровождающиеся различными климатическими изменениями, поддержание температуры перекачиваемого продукта, пересечение с искусственными и естественными преградами обуславливают высокую коррозионную нагрузку.

Большинство нефтегазопроводов изготовлены из углеродистых сталей и подвержены коррозии в технологических и природных средах. Процесс эксплуатации в зависимости от способа прокладки происходит на воздухе, в грунте или воде и обусловлен активацией электрохимической коррозии (атмосферная, жидкостная, почвенная, контактная, электрокоррозия), возникающей вследствие окисления металла в электропроводных средах с протеканием электрического тока. При этом разделяют анодные и катодные участки с преимущественным образованием коррозии в анодной зоне [2].

Одним из самых эффективных способов защиты от внешней коррозии металла линейной части магистральных нефтегазопроводов является активный метод защиты – электрохимическая защита.

К электрохимической, в частности катодной защите относится метод борьбы с коррозией, в основе которого лежит принцип смещения потенциала к значениям при которых наблюдается минимальная скорость растворения металла.

При этом при использовании способа катодной защиты потенциал металла смещается от стационарного значения до обратимого анодного потенциала. Однако рекомендуемый при катодной защите интервал изменения потенциала не позволяет стабилизировать процесс защиты и снизить скорость коррозии до минимально возможных значений.

Оптимизированная система защиты металлов от коррозионного разрушения основана на установлении динамического равновесия между металлом и агрессивной средой с помощью периодического тока с обратным регулируемым по амплитуде и длительности импульсом.

Использование малых токов и установление на поверхности металла потенциала нулевого заряда позволяет сформировать на поверхности металлоконструкций защитную пленку со свойствами, близкими к диэлектрическим. Срок образования защитной пленки составляет 3-4 недели после пуска станции электрохимической защиты в эксплуатацию, после чего потребление электроэнергии станцией стремится к нулю. На рис. 2 представлен график установления нулевого потенциала. Система «металл-агрессивная среда» приводится в динамическое равновесие, практически исключая коррозионное растворение металла с доведением коэффициента полезного действия электрохимической защиты до 96-98%. В резуль-

тате прочность защищаемых металлоконструкций увеличивается до максимальных значений согласно эффекту, обратному эффекту Ребиндера, в связи с отсутствием внутренних напряжений в кристаллической решетке металла.

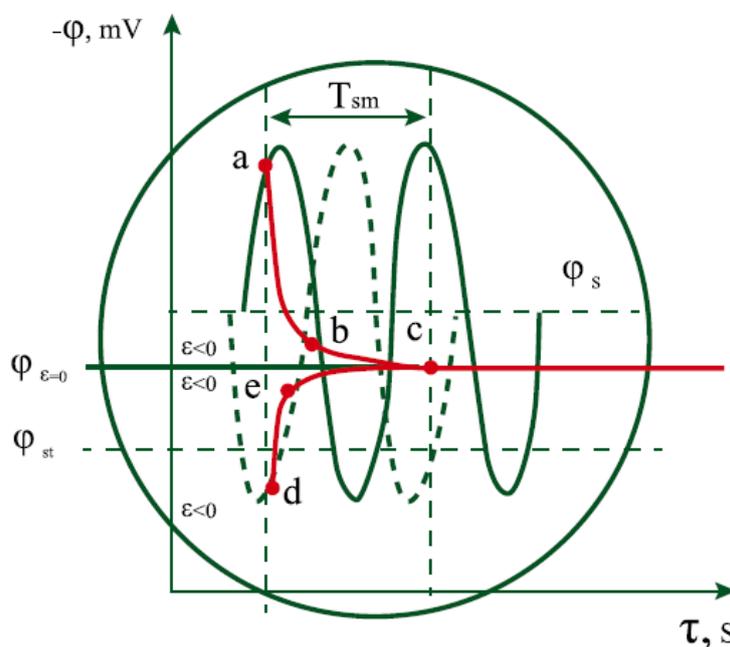


Рис. 2. График зависимости установления потенциала на поверхности металла защищаемого трубопровода от времени

Оптимизированная система позволяет увеличить срок службы металлоконструкций в 3 и более раз по сравнению с проектным сроком, который в некоторой степени зависит от агрессивности среды и практически не зависит от внешних факторов (температура, давление, влажность). Преимуществом применения оптимизированной системы защиты является снижение потребления электрической мощности и отсутствие необходимости остановки действующего объекта.

Использование малых токов и установление на поверхности металла потенциала нулевого заряда позволяет:

- значительно снизить затраты при строительстве трубопроводов в отдаленных и труднодоступных районах за счет применения альтернативных источников энергии для энергоснабжения систем катодной защиты,
- сформировать на поверхности металлоконструкций защитную пленку, имеющую свойства, близкие к диэлектрическим,
- осуществлять защиту трубопроводов от коррозионного разрушения с низким уровнем энергопотребления,
- исключить необходимость припусков толщины стенок на коррозию при прокате трубопроводов,
- уменьшить количество станций катодной защиты,

- осуществлять защиту от коррозии в автономном режиме работы станции,
- свести к минимуму разрушающее действие образующихся газовых водородных пузырьков на поверхности защищаемого трубопровода,
- увеличить до максимальных значений прочность поверхности защищаемых металлоконструкций согласно эффекту, обратного эффекту Ребиндера,
- привести в динамическое равновесие соотношение металл/агрессивная среда, практически исключая коррозионное растворение металла с доведением коэффициента полезного действия электрохимической защиты до 96-98%, что соответственно приводит к увеличению срока службы трубопроводов.
- уменьшить эксплуатационные затраты, связанные с ремонтом и заменой трубопроводов вследствие коррозионного разрушения.

Таким образом, рассмотренная оптимизированная система позволяет улучшить показатели надежности электрохимической защиты и получить экономический эффект с точки зрения уменьшения затрат при строительстве и эксплуатации линейной части магистральных трубопроводов.

Список литературы

1. Хижняков, В. И. Противокоррозионная защита объектов трубопроводного транспорта нефти и газа: учебное пособие / В. И. Хижняков. – Томск: ТПУ, 2005. – 188 с. Текст : непосредственный.
2. Теория и технология электрохимических методов защиты от коррозии: учебно-методическое пособие / О. В. Ярославцева, В. М. Рудой, Н. И. Останин [и др.]; науч. ред. А. Б. Даринцева. – Екатеринбург : УрФУ, 2016. – 96 с. Текст : непосредственный.

Параметры аварийных выбросов ШФЛУ при эксплуатации магистральных продуктопроводов

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В статье рассмотрены характерные группы вероятных предаварийных и аварийных утечек ШФЛУ, а также причины аварий на магистральных нефте- и продуктопроводах. Для выделения основных факторов, определяющих количество опасных веществ, участвующих в аварии на линейной части трубопровода, и для предупреждения возникновения аварий на магистральных продуктопроводах был предложен ряд мероприятий.

Abstract: In article characteristic groups of preabnormal and abnormal leakages of BFLH and also reason of accidents on trunk oil and product lines are considered. For selection of the pacing factors defining amount of the dangerous substances participating in accident on a linear part of the pipeline and for warning of emergence of accidents on trunk product lines a number of actions was offered.

Ключевые слова: магистральный продуктопровод, дерево отказов, безопасность.

Keywords: main production line, fault tree, safety.

Количество произошедших аварий на объектах нефтегазовой промышленности за последнее десятилетие не оставляет сомнений в необходимости качественного анализа безопасности эксплуатации продуктопроводов, предназначенных для транспортировки продуктов, синтезируемых из нефти, в том числе широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) [1].

На основании анализа режимов истечения можно выделить три характерные группы вероятных предаварийных и аварийных утечек ШФЛУ:

- локальные коррозионные дефекты со скоростью истечения не более 2-3 кг/с;
- усталостные трещины со скоростью истечения 100-300 кг/с (но не более 500 кг/с);
- «гильотинные» разрывы (на полное сечение) со скоростью истечения более 500 кг/с.

Причинами аварий на магистральных нефте- и продуктопроводах являются:

- конструктивные недостатки;
- брак строительства / изготовления;
- коррозия металла трубы;
- износ оборудования;
- механическое воздействие;
- несанкционированные врезки;

– нарушение порядка проведения опасных работ [2,3].

На рис. 1 представлено «дерево отказов», показывающее последовательность и сочетание событий (отказов оборудования, ошибок персонала, внешних воздействий), возникновение которых может привести к разгерметизации продуктопровода и последующей аварии с выбросом и разливом ШФЛУ.

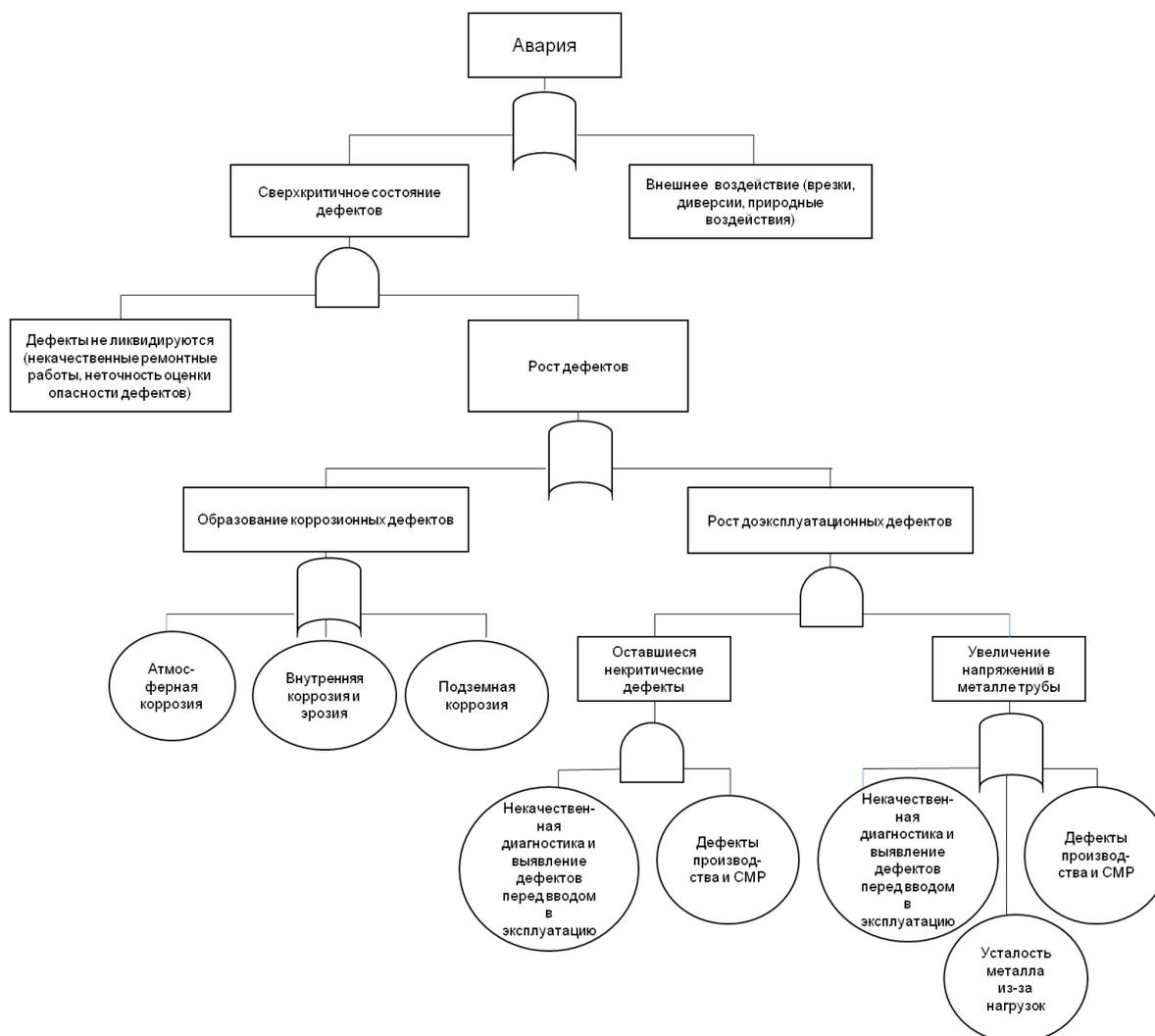


Рис. 1. «Дерево отказов» на магистральном продуктопроводе ШФЛУ

Основными факторами, определяющими количество опасных веществ, участвующих в аварии на линейной части трубопровода, являются:

- характер и место разрушения;
- порядок обнаружения утечек и остановки работы трубопроводной системы;
- характеристики трубопровода (диаметр труб, профиль трассы, расположение и характеристики КУ характеристики насосов);
- температура окружающей среды;
- режим перекачки ШФЛУ;

– действия аварийно-восстановительных служб по ликвидации аварии [4].

Перечисленные выше факторы определяют скорость выброса ШФЛУ, объем ШФЛУ, вылившейся из трубопровода, и объем безвозвратно утраченной ШФЛУ.

Основываясь на данном анализе, можно сделать вывод, что для предупреждения возникновения аварий на магистральных продуктопроводах и снижения их последствий, необходимо проведение следующих мероприятий:

– использование новых технологий и материалов для обеспечения бесперебойной работы и надежной эксплуатации оборудования;

– своевременное проведение профилактических и плановых работ по выявлению различных видов дефектов оборудования, ремонт или замена оборудования;

– осуществление контроля выполнения правил технической эксплуатации, качественное и своевременное выполнение аварийно-ремонтных и восстановительных работ;

– соблюдение требований безопасности и проведение на регулярной основе обучения, тестирования и тренировок персонала по действиям по локализации и ликвидации аварий [5].

Список литературы

1. Коновалова, Е. А. Системы обнаружения утечек на магистральных продуктопроводах / Е. А. Коновалова. – Текст : непосредственный // EurasiaScience : сб. ст. девятой межд. науч.-практ. конф. 31 мая 2017 г. – Москва, 2017. – С. 84-85.

2. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. – URL : http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/ (дата обращения 03.10.2019). – Текст электронный.

3. Цвяк, А. В. К вопросу борьбы с несанкционированными врезками в нефтепроводы / А. В. Цвяк, В. В. Трубников, А. А. Сорокин. – Текст : непосредственный // Инновационное развитие нефтегазового комплекса: интеграция теории и практики: сб. ст. / сост. С. Г. Горшенина. – Оренбург, 2016. – С. 103-106.

4. Проблемы эксплуатации нефтегазовых продуктопроводов / С. Г. Сафин, Р. К. Масыгутов, А. Н. Черепанов [и др.]. – Текст : непосредственный // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2013. – № 4. – С. 11-16.

5. Гайсина, Д. Р. Анализ причин аварийных ситуаций на магистральных трубопроводах / Д. Р. Гайсина, Я. В. Денисова. – Текст непосредственный // Вестник технологического университета. – 2016. – № 14. – С. 129-130.

Факторы, влияющие на надежность подводных переходов магистральных нефтепроводов

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В статье рассматриваются требования надежности и безопасности при строительстве и эксплуатации подводных переходов магистральных трубопроводов. Представлена структура подводных переходов по времени эксплуатации, выявлены основные причины аварийных разрушений. Описаны передовые технологии ремонта подводных переходов магистральных трубопроводов.

Abstract: The article describes the main factors affecting the efficiency of oil pumping stations of main oil pipelines by optimizing the efficiency of pumping equipment. An analysis of the causes of failures is presented, and their structuring by types is carried out. It was revealed that the most common reason for pumps to operate at low efficiency values is operational reasons. The basic methods of regulation in the system "pipeline - pumping units" are presented, the most used of them are identified.

Ключевые слова: Агрегаты, влияние, изменение, кпд, насосы, нефть, оборудование, перекачка, работа, факторы, эксплуатация.

Key words: units, influence, change, efficiency, pumps, oil, equipment, pumping, work, factors, operation.

Общая протяженность магистральных трубопроводов в нашей стране превышает 250 тыс. км, преобладающим является простирание в широтном направлении. Подавляющее большинство магистральных нефтепроводов проложено через водные преграды. Как строительство новых, так и эксплуатация существующих участков сопряжены с капиталовложениями (при строительстве) или значительными затратами при эксплуатации, находящими свое отражение в себестоимости ремонта и восстановления аварийных участков.

Нельзя переоценить важность требований безопасности и надежности в процессах строительства, ремонта или реконструкции нефтепроводов. Магистральные трубопроводы находятся под действием статических, динамических нагрузок, влияния природно-климатических и коррозионных факторов в процессе эксплуатации. В осложненных условиях проведение восстановительных работ связано и с техническими трудностями, которые еще более усложняют задачу выполнения ремонта. В таких сложных условиях нарушение целостности любого элемента магистрального нефтепровода может обернуться серьезной катастрофой – как экономической, так и экологической.

Подводный переход является неотъемлемой частью многих магистральных нефтепроводов, и относятся к участкам высшей и первой категорий [1]. Подводный переход магистрального газопровода или нефтепровода представляет собой участок линейной части, пересекающий водную преграду и уложенный с заглублением в дно водоема (реки, озера, канала, водохранилища и т.д.). Переход обычно выполняется в одну или несколько ниток трубопровода с соответствующими системами его технического обеспечения [4].

Характерными признаками, проявляющимися в процессе эксплуатации подводного перехода, являются большая подверженность коррозионным процессам, высокий уровень напряженно-деформированного состояния, а также сложность выполнения ремонтных работ в критической ситуации. Учитывая специфику выполнения работ, повышенный экологический риск, а также обязательность применения особых схем и методов восстановительных работ в случае аварийной ситуации на подводном переходе, проблема надежности строительства и ремонта подводных переходов становится актуальной.

Под надежностью подводного перехода, согласно [4], понимается его свойство сохранять способность непрерывно транспортировать углеводородную среду (нефть или газ) в заданном технологическом режиме. Состояние, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и проектной документации, называется неисправным [4].

В [1] приводятся сведения о распределении причин выхода из строя в зависимости от эксплуатационного срока подводных переходов и подводных нефтепроводов. Три четверти всех подводных переходов эксплуатируются более 15 лет. Структура действующих подводных трубопроводов по срокам эксплуатации показана на рисунке 1.

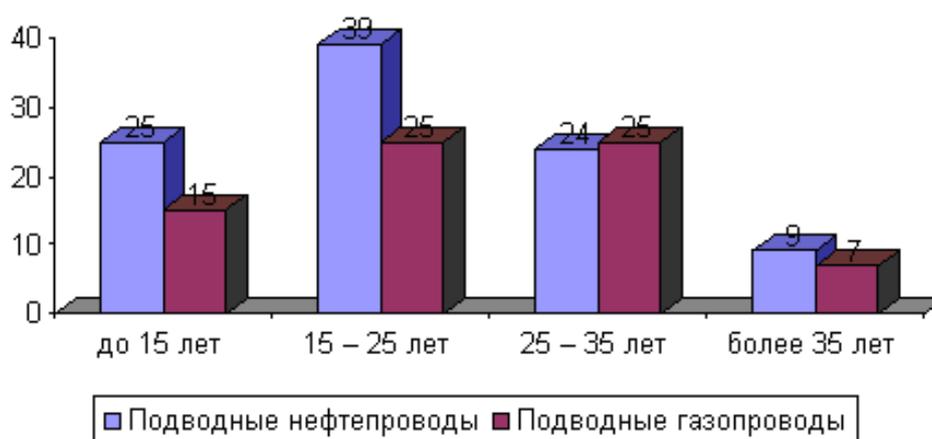


Рис. 1. Структура действующих подводных трубопроводов по срокам нахождения в эксплуатации

Как можно увидеть, основная часть подводных трубопроводов эксплуатируется от 15 до 35 лет, следовательно, в подобных эксплуатационных условиях, и прежде всего – в связи с физическим старением фонда, без разработки новых технических решений можно прогнозировать рост количества аварийных ситуаций.

Наиболее частыми причинами возникновения аварийных ситуаций являются оголения и провисы трубопровода, возникшие при строительномонтажных работах, проведенных выше линии размыва. На следующем месте по частоте распространенности - оголения и провисы трубопровода, возникающие по причине русловых деформаций рек, озер выше линии предельного размыва – 14% отказов. По причине износа в связи с длительным сроком эксплуатации возникают аварийные ситуации в 7% случаев, в 8% - по результатам диагностики и техногенным причинам [1].

Средняя интенсивность отказов по подводным переходам составляет 0,1 – 0,15% [1].

Опыт эксплуатации магистральных нефтепроводов показывает, что большинство отказов, за исключением случаев явного нарушения правил эксплуатации, связано с наличием дефектов металла труб и сварных швов или других концентраторов напряжений. Характерными причинами, приводящими к возникновению аварийных ситуаций на подводных переходах, являются коррозионные процессы, заводской брак, неправильно выполненные СМР, нарушение условий эксплуатации. Таким образом, техническое и эксплуатационное состояние подводного перехода зависит от большого количества факторов, которые укрупнено могут быть классифицированы по группам: внешние факторы, эксплуатационные факторы, факторы проектирования и исходных материалов, факторы СМР.

Однако, прямая, полная достоверная и адекватная оценка влияния даже группы факторов весьма затруднительна на практике, хотя в некоторой степени может быть проведена по итогам статистических наблюдений и интерпретации их с использованием инструментария теории надежности.

Для безопасной эксплуатации подводных переходов ряд авторов, например, [2] рекомендуют следующие мероприятия: 1) новое строительство необходимо вести методами ГНБ, труба в трубе или обычным траншейным методом, но с использованием обетонированных труб; 2) для прокладки использовать трубы класса прочности не менее K52 в заводской изоляции; 3) береговые задвижки должны быть электрифицированы и телемеханизированы, с резервным питанием, регулированием и управлением в максимальном объеме; 4) необходимо наличие резервной нитки; 5) постоянный режим работы; 6) наличие эффективной электрохимической защиты; 7) регулярная диагностика и очистка внутренней полости трубопровода; 8) наличие аварийно-восстановительной службы; 9) регулярные водолазные обследования [2].

Ниже рассмотрены наиболее прогрессивные методы и технологии, используемые в процессах, связанных с повышением надежности подводных переходов.

Успешно реализуется технология внутритрубной диагностики (ВТД) подводных переходов с неравнопроходным сечением труб. ВТД подводных переходов выполняется с разрезкой трубопровода на противоположных берегах водной преграды и протяжкой очистных поршней и дефектоскопов с использованием стальных тросов и лебёдок. Данная технология может применяться при производстве строительных и ремонтных работ, где необходимо выполнять очистку внутренней полости трубопровода, его профилометрию и дефектоскопию. Наружная дефектоскопия проводится водолазами. Таким образом осуществляется комплексная диагностика состояния материала трубопровода.

В результате мониторинга русловых процессов производится сбор гидрологических данных водного объекта, анализ и прогноз русловых процессов. На основании проведенных изысканий формируются достоверные рекомендации для приведения подводных переходов магистральных трубопроводов (в том числе и на морских участках) в исправное состояние. Это позволяет оценить, а, следовательно, спрогнозировать и предотвратить аварийные ситуации на подводных переходах [3].

Технология ремонта с использованием гидромуфта позволяет осуществлять оперативный и надежный ремонт подводного трубопровода. На протяжении ряда лет данная технология успешно применяется при капитальных ремонтах подводных переходов магистральных трубопроводов, обеспечивая быстрое и качественное восстановление прочностных характеристик подводных трубопроводов. По заданию ПАО «Газпром» впервые в России успешно применен метод ремонта дефектных участков подводных трубопроводов при помощи коннекторных соединителей. Их целесообразно применять при ремонте дефектных участков трубопровода большой протяженности или при значительных коррозионных поражениях стенки трубы. Большим преимуществом этой уникальной технологии является то, что она не требует использования подводной сварки и позволяет в кратчайшие заменить поврежденный участок трубопровода.

Следует также отметить и специальные технологии. Для ремонта изоляционного покрытия подводных трубопроводов используются клеевые композиции на основе полимерных или эпоксидных составов. Применяются различные комбинированные покрытия отечественных и зарубежных производителей. Наружные поверхности подводных трубопроводов могут быть защищены с помощью защитных кожухов и самоотверждающихся в воде армированных лент. С целью обеспечения надежного контакта наносимого изоляционного покрытия с металлом трубопровода используются различные технологии высококачественной очистки поверхности трубопроводов от остатков старой изоляции, ржавчины, неплотно сцепленной с металлом окалины и грязи.

Для регулирования русловых потоков используются специальные сетки - проволочные крученые сетки с шестиугольными ячейками размером 60x80 мм из оцинкованной проволоки диаметром 2,4 мм, диаметр проволоки кромки 3,4 мм. Ширина полотна сетки от 0,17 до 3,20 м. Они предназначены для сборки габионных сетчатых изделий, защитных барьеров и других сетчатых конструкций, применяемых для берегоукрепления, армирования грунтов, укрепления склонов и откосов, защиты от камнепадов, снежных лавин, селевых потоков. С помощью конструкций, изготовленных из проволочных сеток, можно регулировать русловые потоки, создавать архитектурные элементы ландшафта, формировать дорожные покрытия [3].

Таким образом, для обеспечения безопасности и повышения надежности эксплуатации подводных переходов магистральных трубопроводов предварительно необходимо проанализировать действующие и потенциальные факторы приводящие к разрушению, разработать методы расчета надежности конструкций с учетом эксплуатационных характеристик, диагностических результатов и вероятностного характера разрушений, а также усовершенствовать технологии ремонта на основе современных экспериментальных исследований и математических моделей.

Решение этих задач позволит управлять безопасностью и надежностью трубопроводов на протяжении остаточного срока службы для эксплуатируемых и вновь вводимых участков, определить наиболее эффективные способы обеспечения их эксплуатационной надежности, и позволят предупредить аварийные процессы.

Список литературы

1. Безопасность и надежность подводных переходов трубопроводных систем Западной Сибири [часть 1. Магистральные нефтепроводы]: учебное издание / Д. В. Новицкий, С. В. Кузьмин, Е. С. Ситникова, В. И. Берг. – Тюмень, ТИУ: ТИИС, 2017. - 64 с. – Текст : непосредственный.

2. Надежность подводных переходов: проблема и ее решение / А. А. Костюченко, А. М. Бордовский, В. В. Воробьев [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F: Строительство. Прикладные науки. – 2007. – № 12. – С. 78-84.

3. Костюченко, А. М. О ООО «ПГЭС»: о компании / А. М. Костюченко, В. В. Воробьев. – Текст : электронный // URL: <http://podvodges.ru/index.php/o-nas> (дата обращения: 31.09.2019)

4. Регламент по техническому обслуживанию подводных переходов магистральных газопроводов через водные преграды [Текст]: ОАО «Гипроречтранс», 1996. - 70 с. – Текст : непосредственный.

Усовершенствование процесса очистки внутренней полости нефтепровода

Тюменский Индустриальный Университет, г. Тюмень

Аннотация: В данной работе были рассмотрены существующие методы очистки внутренней полости нефтепроводов, а также предложена усовершенствованная конструкция, которая позволит механизировать данный процесс и снизить временные затраты на проведение ремонтных работ на магистральном нефтепроводе.

Abstract: This work contains existing methods for cleaning the internal cavity of oil pipelines were considered, and an improved design was proposed that will mechanize this process and reduce the time spent on repair work on the main oil pipeline.

Ключевые слова: очистка, внутренняя полость нефтепровода, магистральный нефтепровод, передвижная парогенераторная установка, парафиновые отложения.

Keywords: cleaning, internal cavity of the oil pipeline, main oil pipeline, mobile steam generator, paraffin deposits.

Магистральные нефтепроводы относятся к ответственным сооружениям, к надежности которых предъявляют повышенные требования с точки зрения экономических затрат, промышленной и экологической безопасности. С учетом высоких эксплуатационных параметров – рабочее давление, расход, протяженность и т.д., и увеличением возраста трубопроводных систем, появился комплекс научно-технических проблем, связанных с надежностью, устойчивой работой, безопасностью, оценкой рисков.

При решении проблем надежности трубопроводных конструкций специалистам необходимо учитывать особенности, отличающие их от машиностроительных, авиационных, теплоэнергетических и других строительных сооружений. Одной из основных особенностей трубопроводных систем является их большая протяженность, чем обусловлены возможность прохождения через различные климатические и геологические зоны, большая металлоемкость и широкий спектр воздействующих нагрузок.

Трубопроводные системы являются ремонтируемыми системами длительного пользования. Длительные сроки эксплуатации трубопроводных систем возможны благодаря тому, что их рабочее состояние поддерживается за счет выполнения профилактических мероприятий и капитальных ремонтов, а также ремонтно-восстановительных работ при ликвидации аварий. При проведении анализа проблем возникающих при выполнении работ по врезке-вырезке катушек, была выявлена проблема очистки внутренней полости нефтепровода после этапа вырезки катушки и последующей её подготовки к сварочно-монтажным работам. Таким образом,

актуальной является задача совершенствования методов подготовки и проведения капитального ремонта магистральных нефтепроводов. В данной работе предложена конструкция устройства, позволяющего усовершенствовать процесс очистки полости нефтепровода при проведении ремонтных работ. В настоящее время на большинстве нефтеперекачивающих станций очистка проводится с помощью передвижных парогенераторных установок.

Передвижная парогенераторная установка предназначена для удаления насыщенным паром низкого и высокого давления гидратопарафиновых отложений в насосно-компрессорных трубах при добыче нефти на промыслах, а также обогрева и мойки автотранспортной техники, разогрева промышленного, коммунального, бытового, водяного и газового оборудования. Управление работой установки дистанционное, осуществляется из кабины водителя.

Установка оборудована автоматикой безопасности, предохраняющей от аварийной ситуации при повышении установленных значений давления и температуры пара, погасании факела в топке котла, снижении напора воздуха в воздуховоде, снижении уровня воды в цистерне ниже допустимого, снижении расхода питательной воды.

Очистка внутренней полости проводится ручным способом. Рабочий персонал спускается в ремонтный котлован и с помощью пики, подключенной с помощью шланга, производит очистку. Пропарка осуществляется круговыми движениями по внутренней полости трубопровода. Недостатком данного метода является то, что очистка проводится не по всей необходимой длине.

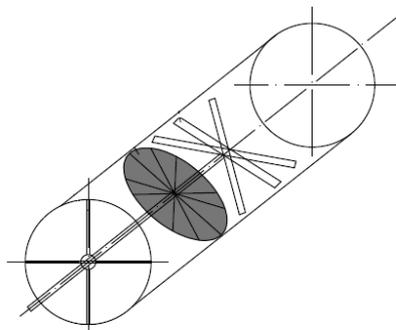


Рис. 1. Модернизация конструкции пики

В качестве усовершенствования данного процесса предлагается модернизация конструкции пики, которая будет состоять из сопла для подачи насыщенного пара, щетки для очистки внутренней поверхности и направляющей штанги. Щетки могут быть различных размеров в зависимости от диаметра очищаемого трубопровода. Также для механизации процесса будут использованы следующие составляющие: направляющая модернизированная штанга, червячный редуктор, опоры, штурвал.

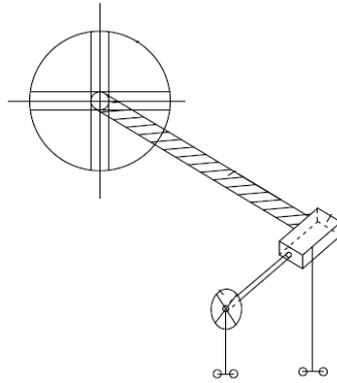


Рис. 2. Общая модернизированная конструкция

Модернизированная конструкция будет состоять из направляющей штанги, штока с резьбой, червячного редуктора, мобильной опоры, штурвала. Конструкция будет использоваться с передвижной парогенераторной установкой посредством подсоединения к рукаву высокого давления от ППУА. Под действием насыщенного пара, сопла находящиеся внутри трубопровода начнут вращаться. Для того чтобы исключить нахождение рабочего персонала во внутренней полости трубопровода, в конструкции предусмотрены два штока соединенных червячным редуктором. При вращении штурвала будет происходить передача вращающего момента на основной вал конструкции, где при помощи резьбового соединения будет происходить поступательное движение вала внутрь полости трубопровода, тем самым исключит нахождение рабочего персонала перед открытым торцом трубопровода.

Таким образом, в данной работе был предложен способ усовершенствования процесса очистки внутренней полости нефтепроводов. Предлагаемая конструкция позволит механизировать процесс очистки трубопроводов от внутритрубных отложений, снизит вредное воздействие паров нефтепродуктов на организм человека и существенно сократит временные затраты на проведение ремонтных работ на магистральном нефтепроводе.

Список литературы

1. Багаутдинов, Ф. И. Очистка магистральных нефтепродуктопроводов от скоплений воды / Ф. И. Багаутдинов. - Текст : непосредственный // Транспорт и хранение нефтепродуктов. - 1999. - № 4. - С. 13-15.
2. Нариков, К. А. Методы и средства очистки нефтепродуктопроводов от внутритрубных отложений / К. А. Нариков, А. А. Кузьяев, Л. А. Чурикова. - Текст : непосредственный // Молодой ученый. - 2017. - № 11. - С. 94-97.
3. Таран, В. Д. Сооружение магистральных трубопроводов / В. Д. Таран. - Москва : Недра, 1964. - 544 с. - Текст : непосредственный.

Исследование объёмов работ по удалению нежелательной растительности в охранных зонах трубопроводного транспорта

Ростовский государственный университет путей сообщения,
г. Ростов-на-Дону

Аннотация: В настоящее время при содержании сетей трубопроводного транспорта актуальной проблемой является своевременное удаление нежелательной древесно-кустарниковой растительности. В статье рассматривается распределение указываемых в конкурсных заявках мест воздействия на растительность, приводятся сведения об объёмах работ по годам для объектов нефтегазовой инфраструктуры.

Abstract: At the present time when maintaining the networks of pipeline transport, an urgent problem is the timely removal of undesirable tree and shrub vegetation. The article discusses the distribution of places of impact on vegetation indicated in the competitive applications, provides information on the volume of work by year for oil and gas infrastructure.

Ключевые слова: трубопроводный транспорт, охранная зона, нежелательная растительность, объём работ.

Keywords: pipeline transport, security zone, unwanted vegetation, scope of work.

В настоящее время в Российской Федерации продолжается работа по повышению надёжности функционирования трубопроводного транспорта с целью комплексного решения такой стратегической научно-технической задачи, как обеспечение безопасного функционирования сети магистральных трубопроводов [1]. В целом, магистральные нефте-, газо- и продукто-трубопроводы являются общепризнанными транспортными артериями, необходимыми не только для обеспечения дополнительного дохода государства от продажи отечественных природных ресурсов за рубеж, но и для поддержания на необходимом уровне и дальнейшего развития ряда отраслей производства, а также социально-экономического развития страны. Учитывая это, весьма важным является вопрос содержания сетей нефте-, газо- и продукто-трубопроводов в надлежащем состоянии, при этом одной из актуальных продолжает оставаться проблема удаления и предотвращения дальнейшего роста нежелательной древесно-кустарниковой растительности (НДКР) с территории различных объектов соответствующей инфраструктуры.

Основанием для выполнения вышеуказанных работ является ряд нормативных документов соответствующих акционерных обществ, а также межгосударственные стандарты. Так, в соответствии со стандартом ПАО Газпром [2], при капитальном ремонте линейной части магистрального газопровода (ЛЧ МГ) необходимо выполнить весь комплекс работ по ликви-

дации НДСР, включая её рубку и утилизацию порубочных остатков, при этом комплексный капитальный ремонт трасс МГ предусматривает так называемый свод древесно-кустарниковой растительности. Отдельное внимание в вышеприведённом документе уделяется требованиям безопасности при эксплуатации линейной части МГ. В [3] указывается, что при техническом обслуживании и ремонте магистральных трубопроводов (МТ) нефти и нефтепродуктов участки земли с каждой стороны ЛЧ МТ и обслуживающих их линий электропередач и линий связи (а также объектов МТ и перекачивающих станций, в том числе полос отчуждения) следует периодически расчищать от деревьев, кустарников и их поросли для обеспечения свободного передвижения техники и пожарной безопасности. С учётом вышесказанного, приведение (поддержание) объектов нефтегазовой инфраструктуры в нормативное состояние является одним из приоритетных мероприятий по обеспечению их надёжной работы.

Целью настоящей работы является анализ объёмов работ по удалению НДСР с территории различных объектов инфраструктуры, связанной с транспортировкой газа, нефти и продуктов переработки нефти, а также выявление перспектив по повышению объёмов работ удаления нежелательной растительности для каждого из рассматриваемых объектов.

Для реализации поставленной цели нами был исследован некоторый объём размещённых в информационно-телекоммуникационной сети Internet (на официальном сайте единой информационной системы в сфере закупок, сайт ЕИС) тендеров, посвящённых удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности. Как отмечается в [4] тендер в настоящее время является наилучшим способом повышения эффективности деятельности предприятия (компании) и улучшения его финансовых показателей при одновременном снижении коррупционной составляющей соответствующего заказа на работы.

Учитывая, что удаление нежелательной растительности осуществляется на конкретных объектах инфраструктуры, связанной с транспортировкой газа, нефти и продуктов переработки нефти, при анализе тендерных заявок нами вычленились из их текстов так называемые «места воздействия» на НДСР. При этом ввиду некоторых особенностей подачи тендерных заявок, описание которых не входит в цели и задачи данной работы, нами была выявлена необходимость тщательного изучения текста технического задания (и/или смет) тендерных заявок на предмет установления конкретных мест воздействия на нежелательную растительность.

Выполненным исследованием текстов технических заданий (ТЗ), указанных в тендерных заявках по удалению НДСР, нами первоначально было выделено 87 «мест воздействия» на нежелательную растительность, которые при дальнейшей систематизации укрупнились по признаку «основное место воздействия на НДСР».

Так, в целом ряде ТЗ, посвящённых вопросу очистки от НДСР охранных зон газопроводов нами были выявлены такие места воздействия на нежелательную растительность, как трассы магистральных газопроводов (65,4% от количества соответствующих заявок), трассы линейной части магистральных газопроводов (9,2%), охранный зона газопровода (9,2%), охранные зоны газосборных и газораспределительных сетей (7,2%), охранный зона подземного газопровода (5,4%), полоса отвода системы магистральных трубопроводов (3,6%). Общее количество работ, осуществляемых в охранных зонах магистральных нефтепроводов, в 2,67 раза превышает количество работ на трассах магистральных газопроводов, что указывает на перспективы роста деятельности по удалению НДСР для организаций, занимающихся эксплуатацией и техническим обслуживанием магистрального трубопроводного транспорта газа. В тоже время, нами было установлено, что, несмотря на большее (по абсолютной величине) количество тендерных заявок, посвящённых вопросу очистки от НДСР трасс магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, количество «мест воздействия» при работе в охранных зонах нефте- и продуктопроводов гораздо меньше, а именно: трассы магистральных нефтепроводов (80,3%) и трасса магистрального нефтепродуктопровода (19,7%). Приведённые сведения (а также проанализированные нами тексты соответствующих ТЗ) указывают на то, что организации-Заказчики работ по удалению НДСР в охранных зонах нефте- и продуктопроводов, не слишком заботятся о предоставлении информации об окружающей нежелательную растительность инфраструктуре, большее внимание уделяют качественному наполнению текстов ТЗ (информацией о видах выполняемых работ, применяемой системе машин и т.д.), что в конечном итоге не может не приветствоваться.

Общее распределение объёмов работ $N_{ГА}$ по годам для объектов нефтегазовой инфраструктуры приведено на рис. 1.

Анализ указанного распределения показывает, что объём работ (га) по удалению НДСР в охранных зонах магистральных нефтепроводов в 1,42 раза превышает объём работ, осуществляемый в охранных зонах газопроводов, при этом незначительный в 2013-2015 гг (по сравнению с остальными) объём по всем объектам нефтегазовой инфраструктуры объясняется отсутствием на сайте ЕИС данных о ранее планируемых на указанные года работах. В целом, однако, можно отметить, что по работам в зонах нефтепроводов прослеживается общая тенденция к увеличению соответствующих объёмов.

С учётом вышесказанного, можно сделать следующий вывод. Анализ объёмов работ по удалению НДСР с территории различных объектов инфраструктуры, связанной с транспортировкой газа, нефти и продуктов переработки нефти, выявил перспективы повышения объёмов работ удаления нежелательной растительности для объектов охранных зон газотранспортной инфраструктуры.

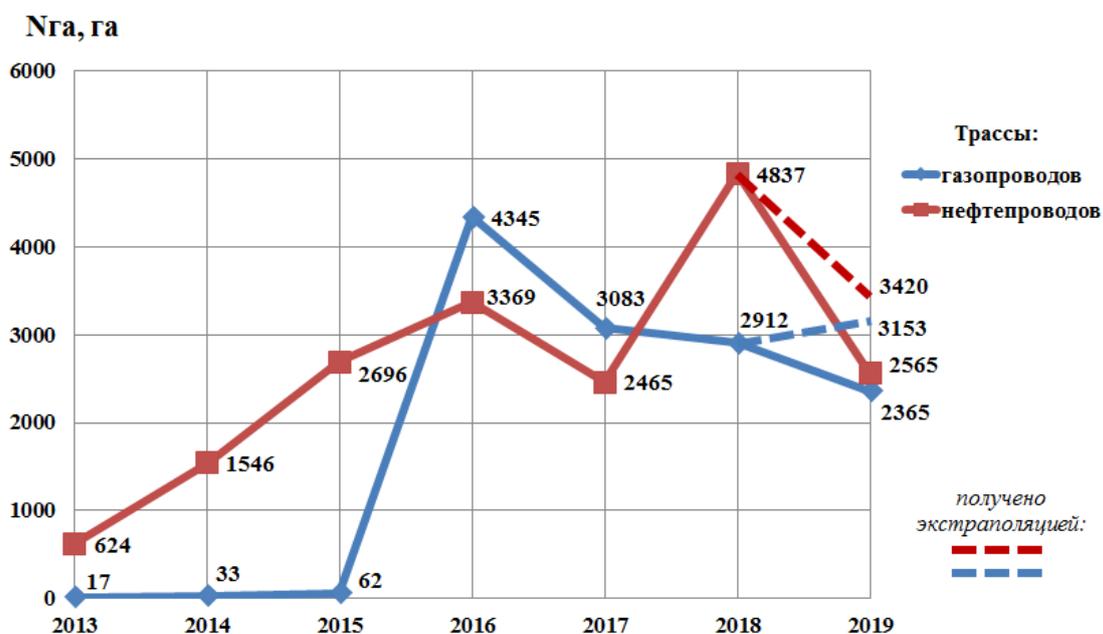


Рис. 1. Распределение объёмов работ по годам для объектов нефтегазовой инфраструктуры

При этом нам представляется целесообразным рекомендовать организациям-Заказчикам рассматриваемых работ сократить перечень заявляемых ими мест воздействий на нежелательную растительность.

Список литературы

1. Сухорукова, Н. Н. На шаг впереди настоящего / Н. Н. Сухорукова. – Текст : непосредственный // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2017. – Т. 7, № 3. – С. 12-13.
2. Правила эксплуатации магистральных газопроводов [Текст] : СТО Газпром 2-3.5-454-2010 : утв. распоряжением ОАО «Газпром» от 24 мая 2010 г. № 130 : ввод в действие с 24.05.2010. – Москва : Газпром, 2010. – 164 с. – Текст : непосредственный.
3. ГОСТ 34182-2017. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Эксплуатация и техническое обслуживание. Основные положения : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 июля 2017 г. № 634-ст : введен впервые : дата введения 2018-03-01 / разработан ООО «НИИ Транснефть». – Москва : Стандартинформ, 2017. – 46 с. – Текст : непосредственный.
4. Тендеры: состояние, тенденции и перспективы / В. Г. Милославский, С. К. Джумагишиев, Т. Р. Казиев, А. М. Сеницын. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 27. – С. 452-458.

Параметры конкурсных заявок по удалению нежелательной растительности организаций нефтегазовой инфраструктуры

Ростовский государственный университет путей сообщения,
г. Ростов-на-Дону

Аннотация: В настоящее время при содержании сетей трубопроводного транспорта актуальной проблемой является своевременное удаление нежелательной растительности. В статье рассматриваются параметры тендерных заявок, подаваемых организациями Заказчиками работ, формулируется вывод о перспективах повышения объёмов работ удаления нежелательной растительности с объектов нефтегазовой инфраструктуры.

Abstract: At the present time when maintaining the networks of pipeline transport, an urgent problem is the timely removal of unwanted vegetation. The article discusses the parameters of tenders submitted by organizations Customers of work, formulates a conclusion on the prospects for increasing the volume of work to remove unwanted vegetation from oil and gas infrastructure.

Ключевые слова: трубопроводный транспорт, нежелательная растительность, организации, параметры.

Keywords: pipeline transport, unwanted vegetation, organizations, parameters.

В настоящее время одним из важных направлений в развитии отечественного трубопроводного транспорта является совершенствование системы магистральных нефте-, газо- и продуктопроводов для удовлетворения внутреннего спроса и эффективной реализации экспортного потенциала газо- и нефтедобывающей (а также перерабатывающей) отраслей [1]. При этом развитие имеющейся системы магистральных трубопроводов и строительство новых трубопроводов в направлении крупных центров потребления, не имеющих доступа к системе, невозможно без поддержания на требуемом уровне трасс их линейной части. Одной из актуальных проблем, требующих решения при содержании сетей нефте-, газо- и продуктопроводов в надлежащем состоянии, является проблема удаления и предотвращения дальнейшего роста нежелательной древесно-кустарниковой растительности (НДКР) с территории различных объектов соответствующей инфраструктуры [2, 3].

Целью настоящей работы является исследование конкурсной (тендерной) активности организаций-Заказчиков работ по удалению НДКР с территории различных объектов нефтегазовой инфраструктуры, а также выявление перспектив по повышению объёмов работ удаления нежелательной растительности рассматриваемых организаций.

Учитывая, что необходимость удаления нежелательной растительности на конкретных объектах нефтегазовой инфраструктуры декларируется организациями, занимающимися эксплуатацией, техническом обслуживанием и ремонтом данной инфраструктуры, нами для реализации поставленной цели был исследован некоторый объём размещённых в информационно-телекоммуникационной сети Internet (на официальном сайте единой информационной системы в сфере закупок, сайт ЕИС) тендеров, посвящённых удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности.

При анализе тендерной активности предприятий и организаций различных форм собственности все они были распределены нами на первом этапе в алфавитном порядке. На втором этапе анализа тендерной активности нами была предпринята попытка объединения некоторых показателей организаций-Заказчиков работ (а именно, объёмов работ по удалению НДСР и стоимости работ) под их «головным» названием (т.е. с учётом глобализации). Так, для ПАО «Транснефть», основным направлением деятельности которого является оказание услуг в области транспортировки нефти и нефтепродуктов по системе магистральных трубопроводов в Российской Федерации и за её пределы, нами были объединены тендерные заявки 15 Обществ, входящих в систему «Транснефть» [4]. Для ПАО «Газпром», основным направлением деятельности которого является геологоразведка, добыча, транспортировка, хранение, переработка и реализация газа, нами были объединены тендерные заявки 21 Общества, входящих в систему «Газпром» [5]. Однако, построенное нами распределение объёмов работ по удалению нежелательной растительности с объектов нефтегазовой инфраструктуры с учётом «глобализации» компаний желаемых результатов не дало и выявило лишь различие по объёмам удаляемой нежелательной растительности между этими ПАО, что можно объяснить сложившейся в настоящее время в РФ структурой газотранспортной системы и системы магистральных трубопроводов. С учётом вышесказанного, нами были построены распределения организаций и предприятий – непосредственных Заказчиков работ по удалению нежелательной растительности с различных объектов нефтегазовой инфраструктуры.

Для построения распределений нами был проанализирован весь вышеуказанный объём тендерных заявок с акцентированием внимания на следующие их параметры:

- название организации (при этом учитывались различные варианты наименования одной и той же организации, в т.ч. при её преобразовании, например, из ОАО в ПАО);
- объём выполняемых работ ;
- начальная цена выполнения работ (при отсутствии возможности вычленения из технического задания или сметы цены удаления кустарника/мелколесья/поросли данный параметр принимался равным нулю).

На рис. 1 представлены полученные нами распределения организаций и предприятий – непосредственных Заказчиков работ по удалению НДСР в зависимости от количества поданных за исследованный период времени тендерных заявок ($N_{ТЗ}$; рис. 1, а), объёма выполняемых работ ($N_{ГА}$; рис. 1, б), а также суммарной начальной цене лота ($N_{ЦЛ}$; рис. 1, в):

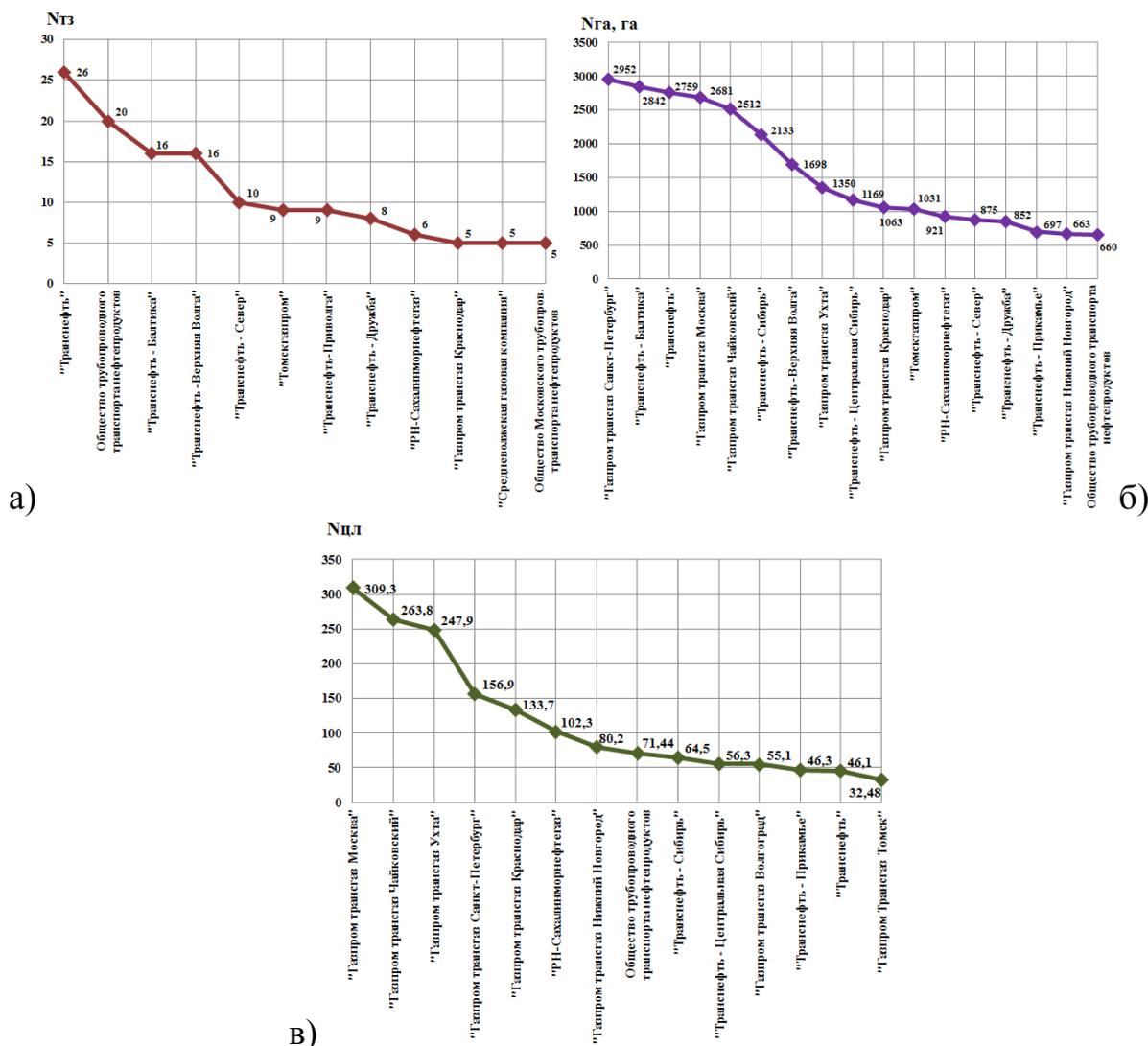


Рис. 1. Распределения параметров тендерных заявок для организаций нефтегазовой инфраструктуры

Анализ вышеприведённых распределений позволил установить следующее. По количеству поданных за исследованный период времени тендерных заявок $N_{ТЗ}$ (202 заявки за 2013-2019 гг) лидируют организации, связанные с транспортировкой нефти и продуктов нефтепереработки (65% всех заявок принадлежат первым 5 предприятиям по распределению), а среди принятых к анализу организаций с числом $N_{ТЗ} \geq 5$ их более 81%. В тоже время, по объёму выполняемых работ $N_{ГА}$ лидируют несколько организаций, связанных с транспортировкой газа (59% объёмов работ из пер-

вых 5 предприятий по распределению), хотя среди принятых к анализу организаций с величиной $N_{ГА} \geq 500$ таких организаций лишь 49%. При этом объём выполняемых работ является на наш взгляд более характерным показателем тендерной активности организаций-Заказчиков ввиду того, что предприятия нередко подают одну заявку на удаление нежелательной растительности, в техническом задании которой определён объём работ на несколько лет вперёд. По суммарной начальной цене лота $N_{ЦЛ}$ также лидируют организации газотранспортной сферы деятельности (100% рассматриваемого показателя среди первых 5 предприятий по распределению), при этом среди принятых к анализу организаций с величиной $N_{ЦЛ} \geq 30$ таких организаций более 82%.

Таким образом, анализом конкурсной (тендерной) активности предприятий и организаций различных форм собственности по удалению нежелательной растительности с территории различных объектов нефтегазовой инфраструктуры было установлено, что организации-Заказчики, сферой деятельности которых является оказание услуг в области транспортировки нефти и нефтепродуктов, лидируют в основном по количеству подаваемых тендерных заявок. По суммарной начальной цене лота бесспорными лидерами являются организации, связанные с транспортировкой газа, при этом существуют перспективы повышения объёмов работ удаления нежелательной растительности для объектов охранных зон газотранспортной инфраструктуры.

Список литературы

1. Назаров, В. А. О развитии нефтепродуктопроводов в Российской Федерации / В. А. Назаров. – Текст : непосредственный // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2012. – № 2 (6). – С. 6-13.

2. Платонов, А. А. Организация работ по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода железных дорог / А. А. Платонов. – Текст : непосредственный // Воронежский научно-технический Вестник. – 2016. – Т. 1, № 1 (15). – С. 17-23.

3. Платонов, А. А. О существующих технологических решениях и средствах удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода железных дорог / А. А. Платонов. – Текст : непосредственный // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2018. – № 49. – С. 48-53.

4. ПАО «Транснефть» : [сайт]. – URL: <https://www.transneft.ru/subsidiaries-company/> (дата обращения: 25.10.2019). – Текст : электронный.

5. ПАО «Газпром» : [сайт]. – URL: <https://www.gazprom.ru/about/> (дата обращения: 25.10.2019). – Текст : электронный.

Анализ характеристик конструкционных материалов, применяемых в ДВС в условиях сверхнизких температур

Тульский государственный университет, г. Тула

Аннотация: Статья посвящена анализу конструкционных материалов ДВС, чувствительных к воздействию низких температур, а именно пластмасс и резины. Сформулированы рекомендации по выбору типов пластмасс и резины, адаптированных для работы в условиях сверхнизких температур окружающей среды.

Abstract: The article is devoted to the analysis of structural materials of engine isensitive to low temperatures, namely plastics and rubber. Recommendations on the choice of types of plastics and rubber adapted to work in conditions of ultra-low ambient temperatures are formulated.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, конструкционные материалы, пластмассы, резина, арктические условия .

Keywords: engine, structural material, plastics, rubber, Arctic conditions .

Для работы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) в арктических условиях, характеризующихся сверхнизкими температурами окружающей среды (ниже -65°C), серьезной проблемой является поиск конструкционных материалов, адаптированных к таким температурам.

В данной статье проведен анализ существующих пластиков и резин с точки зрения их возможного использования в арктических условиях.

Из применяемых пластиков можно выделить следующие типы [1]:

- полиэтилен, PE (TECAFINE PE);
- полиацеталь или полиоксиметилен, POM (TECAFORM);
- полиамид PA (TECAMID);

Полиэтилен PE (TECAFINE PE) представляет собой термопластичный полимер, произведенный путем полимеризации этилена. С точки зрения количества изготовленной продукции, полиэтилен является одним из крупнейших в группе пластмасс полиолефинов. Наиболее часто используемые типы полиэтилена (PE-HD), PE 5 (PE-HMW), PE 10 (PE-UHMW) и полиэтилен низкой плотности (PE-LD, PE-LLD). Они различаются с точки зрения их молекулярного веса и степени молекулярного разветвления.

Полиэтилен обладает следующими физико-механическими эксплуатационными свойствами:

- низкая плотность;
- высокий уровень ударной вязкости, низкая прочность и твердость;
- высокая химическая стойкость;

- низкая термическая стабильность, увеличивающаяся с ростом молекулярного веса;
- антиадгезионные свойства;
- высокое тепловое расширение;
- низкий коэффициент рассеивания;
- хорошие электроизоляционные свойства.

В конструкции ДВС полиэтилен как материал применяется в направляющих роликах, цепях направляющих.

В таблице 1 приведены основные показатели применяемых полиэтиленов.

Таблица 1.

Показатели применяемых полиэтиленов

Показатели	TECAFINE PE (PE)	TECAFINE PE 10 (PE)
Плотность	0.96 г/см ³	0.93 г/см ³
Модуль эластичности	1,000 МПа	650 МПа
Рабочая температура, длительная	90 °С	90 °С
Рабочая температура, кратковременная	90 °С	120 °С
Минимальная рабочая температура	-50 °С	-150 °С

Полиацеталь, полиоксиметилен или полиформальдегид (POM) – это термопласт (полимер), произведенный путем полимеризации формальдегида. Существуют две типичные группы полиацеталей: гомополимеры (POM-Н и TECAFORM AD) и сополимеры (POM-С и TECAFORM АН), которые незначительно отличаются по своим физико-механическим и эксплуатационным свойствам.

Рассматриваемые полимеры обладают следующими физико-механическими эксплуатационными свойствами:

- относительно высокая плотность;
- высокая ударная вязкость, в том числе в диапазоне низких температур;
- высокая прочность, твердость и жесткость;
- хорошие показатели трения/скольжения, устойчивость к истиранию, антиадгезионные свойства;
- высокая химическая стойкость, в особенности к щелочам, растворителям и топливу;
- хорошая термическая стабильность.

В конструкции ДВС полимеры подходят для широкого универсального применения в качестве опорных втулок, роликов, направляющих, электроизоляционных деталей, а также узлов, контактирующих с водой.

В таблице 2 приведены основные показатели применяемых полимеров.

Таблица 2.

Показатели применяемых полимеров

Показатели	TECAFORM AD (ПОМ-Н)	TECAFORM AH (ПОМ-С)
Плотность	1,43 г/см ³	1,41 г/см ³
Модуль эластичности	3,600 МПа	2,800 МПа
Рабочая температура, длительная	110 °С	100 °С
Рабочая температура, кратковременная	150 °С	140 °С
Минимальная рабочая температура	-50 °С	-50 °С

Полиамиды TECAMID (РА) принадлежат к обширной группе пластмасс. В настоящее время изготавливается широкий спектр "индивидуальных полиамидов" с различными характеристиками, например, РА 6, РА 11, РА 12, РА 66, РА 46, РА 610, РА 612. Полиамиды относятся к числу наиболее важных технических термопластов.

Полиамиды обладают следующими физико-механическими эксплуатационными свойствами:

- низкая плотность, чуть более 1 г/см³;
- высокая термостабильность;
- высокая прочность и твердость
- высокое водопоглощение;
- высокая ударная вязкость;
- высокая химическая стойкость;

Полиамиды являются классическими универсальными материалами, применяемыми в машиностроении. Высокая прочность и стойкость к истиранию делают их подходящими для движущихся деталей. Детали и компоненты из полиамидов обеспечивают, низкий уровень шума и вибрации, а также подходят для применения в жестких агрессивных условиях [1].

В таблице 3 приведены основные показатели применяемых полиамидов.

Таблица 3.

Показатели применяемых полиамидов

Показатели	TECAMID 6 (РА 6)	TECAMID 66 (РА 66)	TECAMID 46 (РА 46)	TECAMID 12 (РА 12)
Tg	45 °С	47 °С	72 °С	37 °С
Плотность	1,14 г/см ³	1,15 г/см ³	1,19 г/см ³	1,02 г/см ³
Модуль эластичности	3,300 МПа	3,500 МПа	3,300 МПа	1,800 МПа
Рабочая температура, длительная	100 °С	100 °С	130 °С	110 °С
Рабочая температура, кратковременная	160 °С	170 °С	220 °С	150 °С
Минимальная рабочая температура	-40 °С	-30 °С	-40 °С	-60 °С
Водопоглощение [%]	9,5	8,5	12	1,5

В сверхнизких температурных условиях, как правило, используются морозостойкую резину. Для изготовления морозостойких резинотехнических изделий используются резиновые смеси СП-222 и СП-232, которые разработаны на базе синтетического сополимера диметилметилфенила с диметилвинилсилоксаном. Ценной характеристикой данного вида резин является их низкая температура стеклования – в нашем случае -117°C , то есть изделия из таких резин сохраняют работоспособность до температуры -100°C . Морозостойкие резины используются для изготовления формовых деталей ДВС – колец, манжет, пластин, а также длинномерных уплотнительных шнуров, которые эксплуатируются в условиях существенно низких температур [2].

В таблице 4 приведены основные характеристики применяемых морозостойких резин.

Характеристики применяемых морозостойких резин

Таблица 4.

Характеристика морозостойких резин

Характеристика	ед.изм.	СП-222	СП-232
Условная прочность при растяжении	МПа	н/м 6,5	н/м 7,0
Относительное удлинение при разрыве	%	н/м 400	н/м 350
Твердость по Шору А	ед. Шора А	50 - 55	60 - 70
Температура стеклования	$^{\circ}\text{C}$	-117	
Пиковая температура	$^{\circ}\text{C}$	-100	
Рабочая температура	$^{\circ}\text{C}$	-90 - +200	

На основе проведенного анализа характеристик пластиков и морозостойкой резины для использования в конструкции ДВС в арктических условиях (ниже -65°C) можно рекомендовать следующие типы пластиков: ТЕСАFINE PE 10 (PE), ТЕСАFORM AD (POM-H), ТЕСАFORM AH (POM-C), ТЕСАMID 12 (PA 12) и морозостойкие резины: СП-222 и СП-232.

Список литературы

1. Инженерные пластики. Руководство : [сайт]. - URL: <http://www.ensinger-online.com> (дата обращения: 24.10.2019). – Текст: электронный.

2. ООО «НТЦ Резина» : [сайт]. – URL: <https://rezina.ru/silvering> (дата обращения: 24.10.2019) – Текст: электронный.

Применение машин для безогневой резки труб, основанных на технологии гидроабразивной резки

Тюменский Индустриальный Университет, г. Тюмень

Аннотация: В данной работе рассмотрен существующий метод выполнения ремонтных работ на линейной части магистрального нефтепровода и его недостатки. Предложен способ существенного уменьшения времени проведения ремонтных работ путем применения технологии гидроабразивной резки.

Abstract: This work contains the existing method of repair work on the linear part of the main oil pipeline and its shortcomings. A method for significantly reducing the time of repair work by applying the technology of waterjet cutting is proposed.

Ключевые слова: Гидроабразивная резка, безогневая резка труб, линейная часть, магистральный нефтепровод, вырезка дефектного участка, ручные фрезерные машины.

Keywords: Waterjet cutting, flameless pipe cutting, linear part, main oil pipeline, defective section cutting, manual milling machines.

Неотъемлемой частью ремонтных работ на объектах магистрального нефтепровода, а также на его линейной части, является так называемая вырезка "катушки". Суть этого вида ремонта заключается в том, что участок трубопровода с дефектом вырезают и заменяют бездефектной трубой - "катушкой". Эта операция считается одной из самых трудоемких, поскольку основные временные затраты приходятся именно на вырезку и подгонку нового участка трубы. Наиболее распространенный на данный момент метод проведения данной операции – применение фрезерных машинок для резки труб. Данная технология имеет целый ряд недостатков, таких как:

1. Низкая скорость резки
2. Деформация кромки
3. Низкая надежность фрез
4. Возможное соскальзывание цепей.



Рис. 1. Машины для безогневой резки труб МРТ 325-1420 мм «Волжанка - 3»

В данной работе рассматривается возможность замены машин для безогневой резки труб с механическим воздействием на технологию гидроабразивной резки. Ее суть состоит в следующем: сжатая под давлением порядка 4000 атмосфер вода, которую пропускают через отверстие диаметром меньше 1 мм, течет со скоростью, в 3-4 раза превышающую скорость звука. Такая струя воды, направленная на металлическое изделие, становится режущим инструментом. С добавлением частиц абразива ее режущая способность возрастает, позволяя разрезать почти любой материал.

Технология гидроабразивной резки основана на принципе эрозионного (истирающего) воздействия абразива и водяной струи.

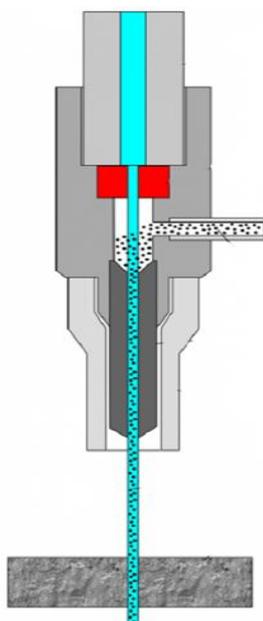


Рис. 2. Технология гидроабразивной резки

Преимуществами данного метода являются:

1. Высокая скорость, многократно превосходящая механические машинки для резки труб.

2. Высокая точность с шириной реза от 1 до 1,5 мм.

3. Низкая температура. Тепло, которое образуется в процессе реза, практически сразу уносится водой. Вследствие чего не происходит значительного повышения температуры обрабатываемого, что обеспечивает «холодный» рез всех материалов. Это позволяет при использовании гидроабразивной технологии: исключить ухудшение первоначальных свойств материала и необходимость дополнительной механической обработки поверхности реза.

4. Взрыво- и пожаробезопасность. Поскольку при гидроабразивной резке не накапливается тепло и отсутствуют какие-либо газы, технология является безопасной. Это позволяет осуществлять рез во взрыво- и пожароопасных зонах.

5. Экологичность. Процесс гидроабразивной резки не требует использования никаких газов, а низкая температура не вызывает выделения вредных паров из обрабатываемых материалов. Используемый в качестве абразивного материала гранатовый песок безвреден для здоровья операторов, поскольку не вызывает профессиональных заболеваний. Отходы гранатового песка могут быть использованы как в строительных растворах, так и для других целей.

6. Универсальность. Данную установку можно использовать для широкого спектра материалов, без смены или переналадки режущего инструмента. Диапазон толщин разрезаемых материалов от 0,1 до 300 мм.

Технологическая схема установки гидроабразивной резки включает в себя следующее:

1. Резервуар и фильтр для воды
2. Насос, выдерживающий высокое давление
3. Сопло
4. Специальное устройство, подающее абразивные частицы
5. Длинный шланг, выдерживающий повышенное давление
6. Прибор, осуществляющий управление процесса резки.

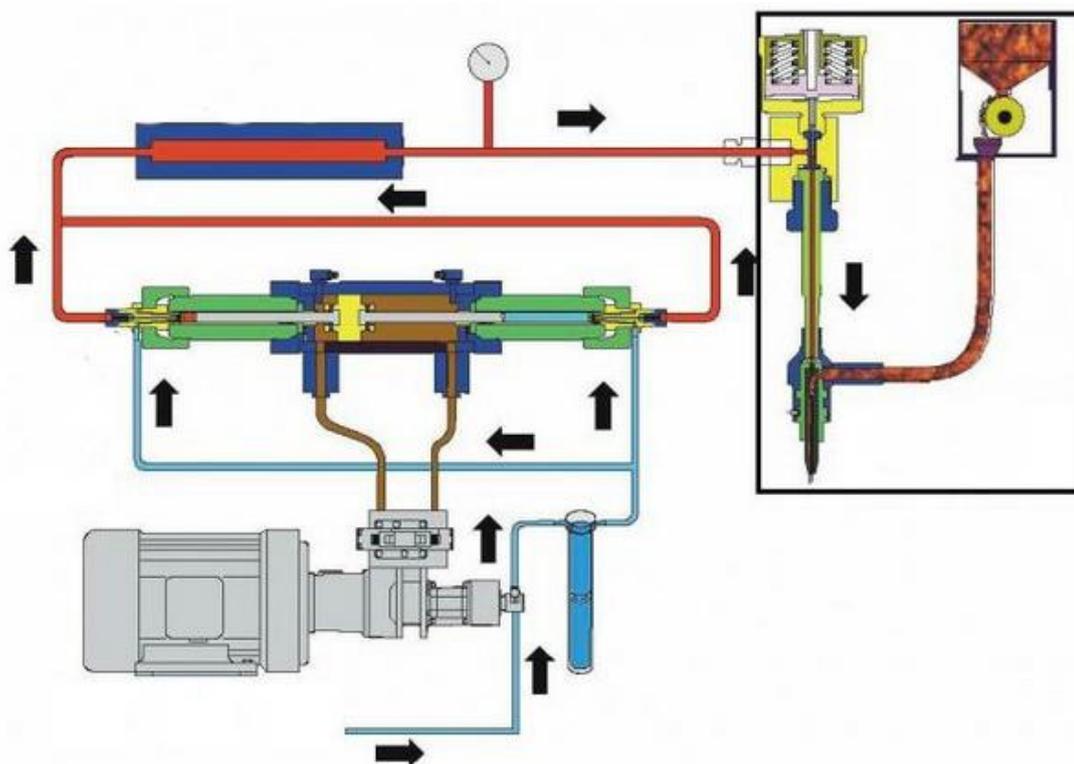


Рис. 3. Технологическая схема установки гидроабразивной резки

Таблица 1.

Сравнительная характеристика существующего метода резки с предлагаемым методом

		Длина окружности (толщина стенки), мм		
		820 (10)	1020 (15)	1220 (15)
Длина реза, мм		2576	3204	3832
Волжанка-3	Скорость, мм/мин	30	30,2	29,9
	Время, мин	86	106	128
Гидроабразивная резка	Скорость, мм/мин	466	330	330
	Время, мин	5,5	9,7	11,6

Исходя из данной таблицы, можно отметить значительное преимущество технологии гидроабразивной резки. Для наиболее распространенных диаметров нефтепровода скорость, затрачиваемая на выполнение реза, выше более чем в 10 раз.

Таким образом, предложенная технология позволит значительно уменьшить время, необходимое для выполнения ремонтных работ на линейной части магистральных нефтепроводов, а значит сократить время планируемых остановок перекачки нефти. Данная технология является прогрессивным методом ремонта и при широком внедрении позволит получить значительный экономический эффект.

Список литературы

1. Кремень З.И. Гидроабразивная обработка - новый способ обработки / З. И. Кремень, М. Д. Масарский. - Текст : непосредственный // Вестник машиностроителя. - 1977. - № 8. - С. 12-23.
2. Тихомиров, Р. А. Гидрорезание судостроительных материалов / Р. А. Тихомиров, В. Ф. Бабанин, Е. Н. Петухов. - Ленинград : Судостроение, 1987. - 164 с. - Текст : непосредственный.
3. Таран В. Д. Сооружение магистральных трубопроводов / В. Д. Таран. - Москва : Недра, 1964. - 544 с. - Текст : непосредственный.
4. Ясин Э. М. Надежность магистральных трубопроводов / Э. М. Ясин, В. Л. Березин, К. Е. Расщепкин. - Москва: Недра, 1972. - 183 с. - Текст : непосредственный.
5. Тихомиров Р. А. Резание струями жидкости высокого давления. Механическая обработка пластмасс / Р. А. Тихомиров, В. И. Николаев. – Ленинград : Машиностроение, 1975. - 120 с. – Текст : непосредственный.

Временный ремонт несанкционированных врезок на действующем нефтепроводе

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В данной работе рассматриваются существующие методы устранения несанкционированных врезок, а также предлагается конструкция, которая позволит производить необходимые ремонтные работы без остановки перекачки продукта по магистральным нефтепроводам.

Abstract: This work contains existing methods for eliminating unauthorized taps, and a design is proposed that will allow for the necessary repair work without stopping the pumping of the product through main oil pipelines.

Ключевые слова: несанкционированная врезка, временный ремонт, магистральный нефтепровод, перекачка нефти, предотвращение аварийных ситуаций.

Keywords: unauthorized tapping, temporary repairs, oil trunk pipeline, oil pumping, emergency prevention.

Статистика аварий на магистральных нефтепроводах показывает, что после 20-25 лет эксплуатации трубопроводов начинается рост аварийности, обусловленный ухудшением их технического состояния. Причины такого ухудшения связаны с воздействиями на трубопровод перекачиваемого продукта и окружающей среды, которые вызывают накопление и развитие усталостных и коррозионных повреждений в металле труб. Также в современных условиях сохраняется тенденция к обострению проблем в области промышленной безопасности, противоаварийной и противодиверсионной устойчивости опасных производственных объектов.

В последние годы одной из главных причин аварий и крупных загрязнений окружающей среды разливами нефти и нефтепродуктов являются несанкционированные врезки. По причине этого страдает в первую очередь безопасность людей, происходит нарушение экологической обстановки, снижается надежность поставок углеводородного сырья по трубопроводам.

Все это способствует огромным убыткам эксплуатирующим трубопроводным организациям связанные как с потерей продукта, так и с социальными и экологическими последствиями при некачественном их обустройстве.

Из-за большой протяженности линейной части магистральных нефтепроводов достигающих в длину нескольких тысяч километров, на трубопроводах одновременно могут быть десятки, а то и сотни несанкционированных врезок.

Важным является то, что несанкционированные врезки отличаются от аварийных утечек следующими свойствами:

- в случае аварийной утечки происходит изменение свойств окружающей среды в районе утечки под влиянием вышедшего продукта, выход которого будет происходить непрерывно во времени до момента ее обнаружения;

- при несанкционированной врезке от места отбора прокладывается трубопровод, иногда достигающий нескольких сот метров, и месторасположение врезки с трубопроводом тщательно маскируется. Продукт при этом не контактирует с внешней средой, так как врезка осуществляется в большинстве случаев квалифицированными специалистами с применением современной техники. Потеря продукта происходит непосредственно в момент кражи.

Согласно действующим нормам для ремонта несанкционированных врезок требуется внеплановая остановка нефтепровода, которая несёт огромные потери денежных средств для нефтеперерабатывающих компаний. Поэтому в данной работе рассмотрена возможность временного ремонта врезок безогневым методом, исключающим остановку нефтепровода.

При разработке ремонтной конструкции были поставлены задачи:

1. Обеспечивать защиту негерметичных патрубков и различных элементов несанкционированных врезок от внешних воздействий до ближайшей плановой остановки трубопровода.

2. Наличие возможности осуществлять безопасное производство работ при негерметичности нефтепровода вследствие отсутствия огневых работ.

3. Гарантировать исключение аварийных ситуаций, при ремонте несанкционированных врезок на действующем нефтепроводе.

Предлагаемая конструкция состоит из нижней и верхней полумуфт, которые соединяются между собой болтами.

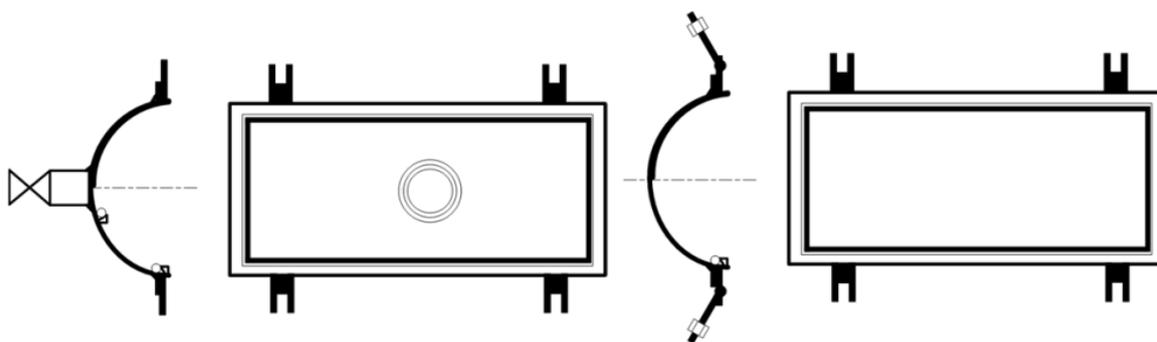


Рис. 1. Общая схема предлагаемой конструкции

Сборка осуществляется вручную с помощью болтового соединения. Для герметизации и обеспечения герметичности временной ремонтной конструкции предусматривается прокладка из резинового уплотнительного материала, который заходит в паз внутренней кромки каждого полукольца. В качестве уплотнительного материала был выбран неопрен, который может использоваться при температурах от $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$, обладает хорошей стойкостью к воздействиям химически активных нефтепродуктов, достаточными упругостью и сопротивлением при напряжениях, вызываемых стяжкой болтами и усилием действием давления нефти. Конструкция муфты предусматривает сбросной шаровый кран для удобства монтажа временной ремонтной конструкции при наличии истечения нефти под давлением.

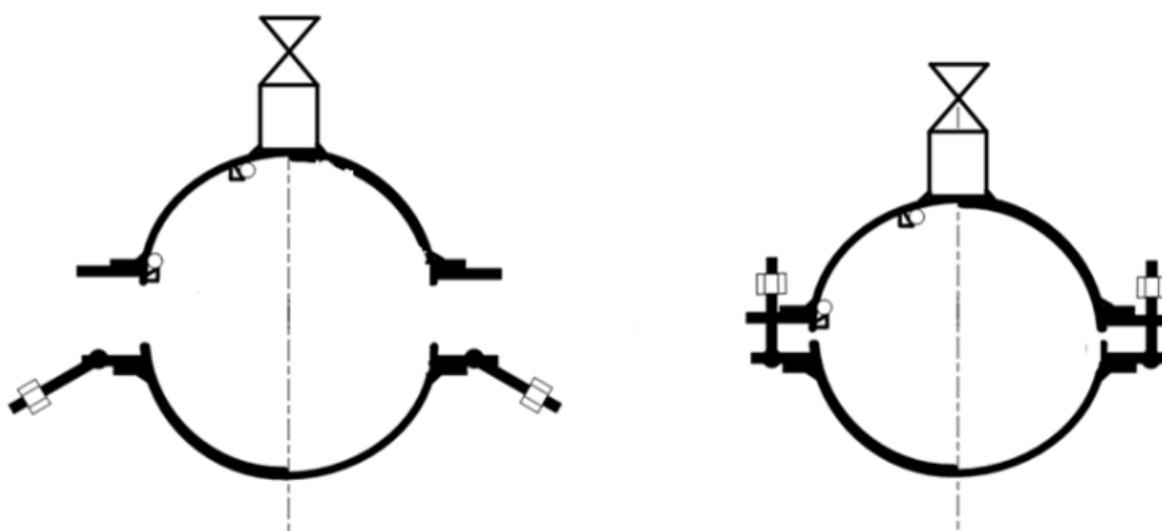


Рис. 2. Схема сборки конструкции

Доставка данной конструкции до ремонтного котлована при невозможности проезда колесной техники может осуществляться как посредством малой волокуши, зацепленной за вездеход, экскаватор или бульдозер, на деревянном щите, а так же вручную при малых диаметрах.

Монтаж предлагаемой установки происходит следующим образом. На вскрытом участке трубопровода зачищается изоляция в местах предполагаемого контакта уплотнителя, в полном снятии изоляции на поврежденном участке необходимость отсутствует. Далее заводится полумуфта в нужном угловом положении и сверху накладывается вторая полумуфта с патрубком (шаровым краном). Проверяется затяжка болтовых соединений.

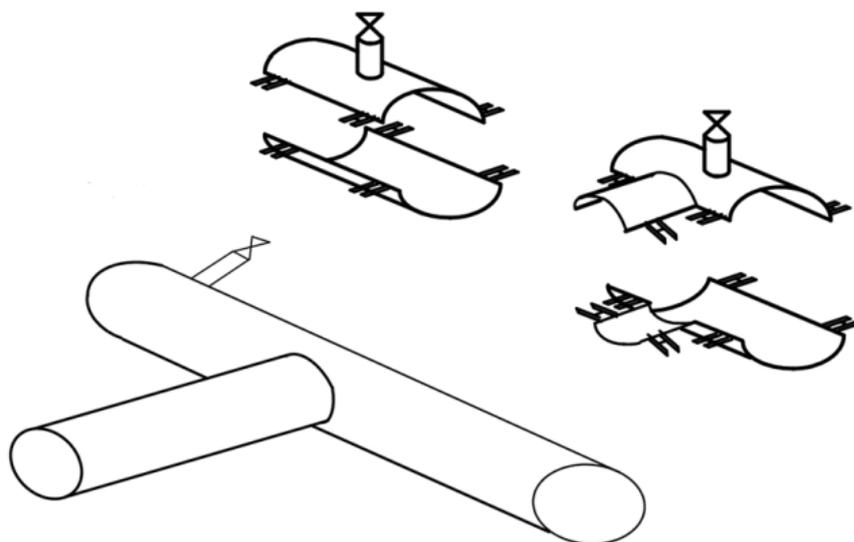


Рис. 3. Монтаж конструкции на участок магистрального нефтепровода

Данная ремонтная конструкция может изготавливаться на любой диаметр эксплуатируемого трубопровода. С ее помощью также можно проводить ремонты таких дефектов как сквозной свищ, глубокая коррозия при недопустимой остаточной толщине металла, трещины сварного продольного либо поперечного шва. Ее основными преимуществами являются простота монтажа, отсутствие огневых работ и необходимости использования дополнительной техники и персонала.

Таким образом, в данной работе была представлена модель ремонтной конструкции для устранения несанкционированных врезок до ближайшей плановой останковки, когда невозможно произвести ремонт на действующем нефтепроводе по причине негерметичности элементов дефекта, патрубков, концентрации нефти в воздухе, превышающей ПДК, невозможности применения действующих методов ремонта. Использование данной конструкции обеспечит безопасную эксплуатацию нефтепроводов, защищая патрубок несанкционированной врезки от внешних воздействий.

Список литературы

1. Технология ремонта трубопроводов с применением чопов, патрубков и тройников : РД 91.200.00-КТН-119-07 : утв. ОАО "АК "Транснефть" (11.05.2007): введ. в действие с 18.05.2007. - Москва : ВНИИСТ, 2007. - 95 с. - Текст : непосредственный.
2. Кораблева Ю. Д. Способы борьбы с несанкционированным отбором нефти / Ю. Д. Кораблева. – Текст : непосредственный // Международный научный журнал «Символ науки», 2017. - № 01–2. - С.62–64.
3. Сливной бизнес. - Текст : электронный // ПАО «Транснефть» : [официальный сайт]. - 2018. - URL : <https://www.transneft.ru/pressReleases/view/id/11871/> (дата обращения : 01.11.2019).

Сравнительный анализ эффективности работы насосного оборудования магистрального нефтепровода

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В работе представлен сравнительный анализ эффективности работы насосного оборудования нефтеперекачивающих станций, произведен расчет требуемой мощности, приведены результаты сравнения насосов разных производителей.

Annotation: In this paper a comparative analysis of the efficiency of the pumping equipment of oil pumping stations, the calculation of the required power, the results of a comparison of pumps of different manufacturers.

Ключевые слова: магистральный нефтепровод, магистральный насосный агрегат, мощность.

Key words: main oil pipeline, main pumping unit, power.

Одним из важнейших вопросов транспорта углеводородного сырья является надежная и эффективная эксплуатация насосных станций. На станции сосредоточен основной объем технологического оборудования магистрального нефтепровода, а насосные агрегаты являются одним из главных элементов станции, также являясь самым энергоемким оборудованием.

Объемы добычи нефти стабильно растут, в 2016 году было добыто 547 млн. тонн нефти и газоконденсата. Динамика добычи нефти представлена на рисунке 1[1].

При помощи технических и организационных мероприятий по сокращению энергозатрат удельное потребление электроэнергии на транспортировку нефти снизилось на 0,59%, нефтепродуктов - на 0,82%. Экономия от реализованных мероприятий по энергосбережению составила 356 млн руб. Применение энергосберегающих технологий позволяет предприятию не только уменьшить производственные издержки, но снизить выбросы в атмосферу вредных веществ.

В рамках концепции сокращения энергозатрат встает вопрос о реконструкции и переоснащения нефтеперекачивающих станций современным насосно-силовым оборудованием.

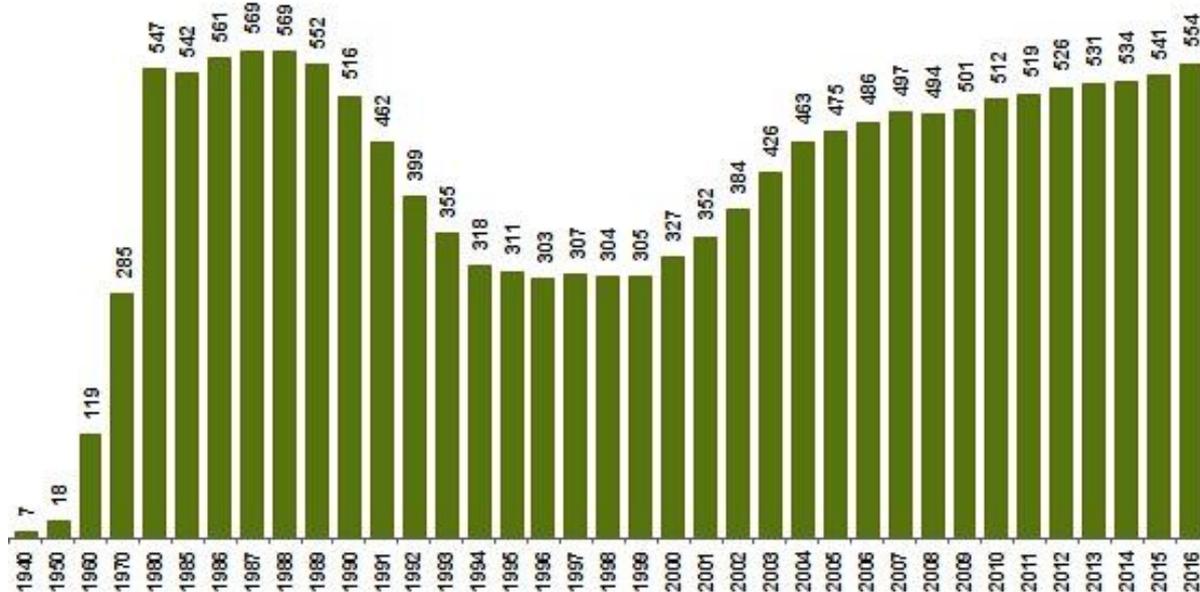


Рис. 1. Динамика добычи нефти в России

Энергопотребление насосного оборудования зависит от технических характеристик оборудования станции и ее режима работы [2].

В работе представлен сравнительный анализ эффективности работы магистральных насосных агрегатов, на примере НМ 10000-210 производства АО «Транснефть Нефтяные Насосы» (Челябинская область) и ПАО "Насосэнергомаш" (Сумская область). Произведен расчет потребляемой мощности насосных агрегатов при заданной производительности [3] по формуле 1.

$$N = \frac{\Delta H_H \cdot V_H \cdot \rho \cdot 10^{-3}}{367 \cdot \eta_H \cdot \eta_\varepsilon} \quad (1)$$

где: ΔH_H – развиваемый насосом напор, м; V_H – расход нефти при развиваемом напоре, м³/ч; ρ – плотность перекачиваемой нефти, кг/м³; η_H – КПД насоса; η_ε – КПД электродвигателя.

Исходя из технических характеристик насосных агрегатов произведен расчет требуемой мощности, результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Проанализировав полученные данные можно говорить о том, что насосный агрегат производства АО «Транснефть Нефтяные Насосы» с экономической точки зрения эффективнее насосного агрегата ПАО

«Насосэнергомаш», в зависимости от производительности, на 6-13%. При номинальной производительности (10000 м³/ч) на 7,14%.

Таблица 1.

Расчет требуемой мощности насосного агрегата НМ 10000—210 АО «Транснефть Нефтяные Насосы»

Производительность Q, м ³ /ч	Напор Н, м	КПД	Мощность, N, кВт
3000	315	48	4169,25
4000	299	58	4454,51
5000	290	68	4515,72
6000	275	75	4658,98
7000	264	82	4700,30
8000	248	86	4885,52
9000	231	89	4818,40
10000	210	90	4941,34
11000	190	90	4788,39
12000	165	87	4819,63
13000	146	85	4728,74

Таблица 2.

Расчет требуемой мощности насосного агрегата НМ 10000—210 ПАО «Насосэнергомаш»

Производительность Q, м ³ /ч	Напор Н, м	КПД	Мощность, N, кВт
3000	312	42	4734,61
4000	297	52	4935,91
5000	288	62	4918,57
6000	272	69	5027,28
7000	262	76	5032,36
8000	246	80	5209,58
9000	230	83	5120,79
10000	210	84	5294,29
11000	188	84	5074,96
12000	164	81	5113,89
13000	144	79	5018,18

Зависимость между потребляемой насосом мощностью и экономической эффективностью прямо пропорциональная.

Таким образом проведение замены насосного агрегат ПАО «Насос-энергомаш» на насос АО «Транснефть Нефтяные Насосы» является экономически и энергетически выгодным.

Список литературы

1. Панасенко В. В. Добыча нефти в России / В. В Панасенко. - URL: <https://okts55.ru/dobycha-nefti-v-rossii/>. – Текст : электронный.

2. Земенков Ю. Д. Хранение нефти и нефтепродуктов: учебное пособие / под общей редакцией Ю. Д. Земенкова; 3-е изд., переработ. и доп. – Тюмень: Издательство «Вектор Бук», 2009. – 536 с. – Текст: непосредственный.

3. Перовщиков С. И. Проектирование и эксплуатация насосных и компрессорных станций: учебно-методический комплекс в двух частях. Часть 1. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2004 – 265 с. – Текст: непосредственный.

4. Земенков Ю. Д. Энергомеханическое оборудование перекачивающих станций нефтепродуктопроводов : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки специалистов 131000 «Нефтегазовое дело» / Ю. Д. Земенкова; ТюмГНГУ. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. - 404 с. – Текст: непосредственный.

Разработка метода повышения сейсмостойкости трубопроводов

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В статье рассмотрено воздействие различных типов сейсмических волн на сооружения. Рассмотрены существующие конструкционные методы обеспечения надежности трубопроводов в сейсмически активных районах. Предложена и рассчитана конструкция принципиально новой опоры трубопровода, обеспечивающая защиту объекта от вертикальной составляющей волн.

Abstract: The article discusses the impact of various types of seismic waves on structures. Existing structural methods for ensuring the reliability of pipelines in seismically active areas are considered. A design of a fundamentally new pipeline support is proposed and calculated, which ensures the protection of the object from the vertical component of the waves.

Ключевые слова: сейсмостойкость, сейсмические волны, надежность трубопровода, методы повышения

Keywords: earthquake resistance, seismic waves, pipeline reliability, methods of increasing

В настоящее время все больше нефтепроводов прокладываются в зонах с повышенной сейсмической опасностью. Основным недостатком существующих подходов к обеспечению надежности трубопроводного транспорта в сейсмически опасных зонах является регламентирование существующими нормативными требованиями строительства площадочных объектов без учета особенностей строительства линейно протяженных объектов. Методика расчетов действия сейсмических сил для трубопроводов ограничена районами с сейсмичностью в пределах 8 баллов. Кроме того, при проектировании принято проводить расчеты воздействия сейсмической волны, направленной лишь вдоль продольной оси трубопровода, без определения влияния сейсмических нагрузок, направленных по нормали к продольной оси трубопровода, что делает актуальным данное исследование.

Северо-восток Сахалина и прилегающие к нему участки шельфа высокосейсмичны, также как и некоторые районы пролегания нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий Океан». При проектировании и сооружении в тектонических активных зонах выбираются благоприятные в сейсмическом отношении участки трасс и площадки строительства. Если это не удастся, то применяют рациональные конструктивные решения и антисейсмические мероприятия. На участках пересечения трассой трубопровода активных тектонических разломов необходимо применять надземную прокладку [1].

При землетрясениях создаются различные сейсмические волны – разные по скорости распространения, амплитуде и разрушающим способностям [2]. Продольные и поперечные волны являются наиболее изученными. На сейсмограммах эти волны появляются первыми. Раньше всего регистрируются продольные волны, при прохождении которых каждая частица среды подвергается сначала сжатию, а затем снова расширяется, испытывая при этом возвратно-поступательное движение в продольном направлении. Эти волны называются также или первичными волнами (рис. 1).

Следующими регистрируются поперечные сейсмические волны, называемые вторичными волнами. При их прохождении каждая частица породы колеблется перпендикулярно направлению распространения волны.

Поверхностные волны являются менее изученными. Они распространяются вдоль земной поверхности или параллельно ей и не проникают глубже 80-160 км. В этой группе выделяются волны Рэлея и волны Лява. При прохождении волн Рэлея частицы породы описывают вертикальные эллипсы, лежащие в очаговой плоскости.

В волнах Лява частицы породы колеблются перпендикулярно направлению распространения волн. Поверхностные волны являются наиболее разрушительными. Часто конструкции выдерживают толчки первых волн, но не могут противостоять меньшим по амплитуде, но более сложным поверхностным волнам. Опоры надземных трубопроводов должны защищать при воздействии всех указанных типов волн и обеспечивать свободное перемещение трубы во всех направлениях пространства.

Согласно рекомендациям проектирования [3], если надземные трубопроводы пересекают линии тектонических разломов, конфигурация их в горизонтальной и вертикальной плоскостях должна быть такой, чтобы обеспечивалось свободное перемещение (скольжение) трубопровода по опорам. Ригели опор, на которые опирается трубопровод, должны иметь упоры, ограничивающие перемещение свыше некоторого предельного значения, и препятствующее сбросу трубы с опор.

Свободное продольное перемещение трубы обеспечивается за счет установки различного рода компенсаторов по длине трубопроводов. К примеру, на нефтепроводе Транс-Аляска на участке с высокой сейсмичностью применена так называемая плоскопараллельная прокладка или прокладка с Z-образными компенсационными участками [3]. В сейсмических районах часто применяется прокладка трубопровода в виде «змейки».

При высокой сейсмической опасности необходимо также обеспечивать большую подвижность трубопровода в поперечном направлении [4]. Для этого следует увеличивать длины ригелей продольно-подвижных опор и расширить зону возможных перемещений трубопровода по ригелю. Упоры-ограничители на ригелях продольно-подвижных опор должны быть

установлены так, чтобы обеспечивалась нормальная работа трубопровода при обычных эксплуатационных нагрузках. Для активного гашения энергии сейсмических колебаний применяется конструкция опоры под названием «скользящий анкер», разработанной специально для трубопровода Транс-Аляска.

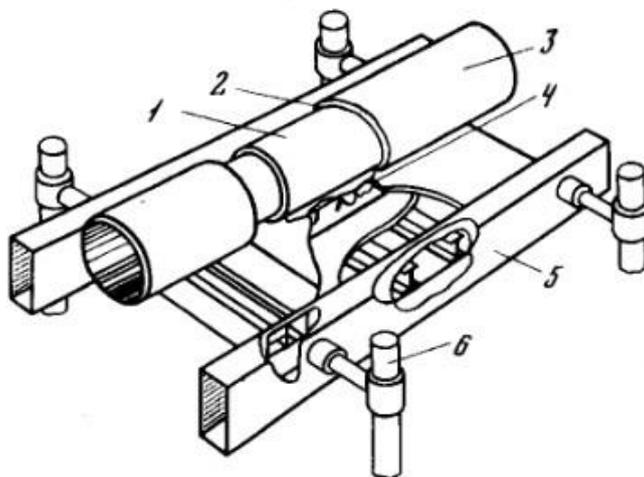


Рис. 1. Общий вид устройства «скользящий анкер»:

1 - хомут; 2 – изоляция; 3 – труба; 4 – устройство для создания повышенного сопротивления перемещению трубопровода; 5 – несущая конструкция; 6 – свая.

Также должно обеспечиваться свободное перемещение трубопровода в вертикальной плоскости, однако на текущий момент соответствующие опоры трубопровода еще не достаточно разработаны. Это обосновывается сложностью создания конструкций, обеспечивающих постоянную несущую способность на продолжительном участке вертикальных перемещений. Ниже будет представлена конструкция опор трубопровода, которая может обеспечивать такое свойство. Основу конструкции составляют элементы, имеющие в своей силовой характеристике участки с отрицательной жесткостью.

Согласно [3], величину возможного перемещения грунта следует брать равной 35 см или 50 см в зависимости от свойств грунта.

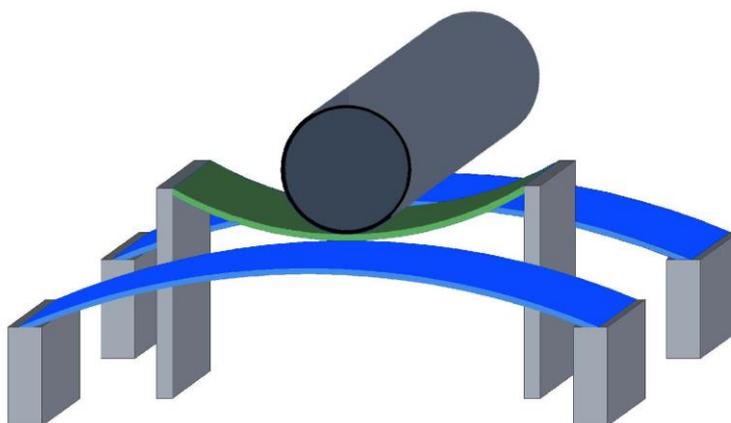


Рис. 2. Внешний вид конструкции

Примерный внешний вид подобной конструкции приведен на рис. 2. На данном рисунке предложено разместить упругие стальные пластины на одиночных бетонных основаниях. Все три пластины в точке контакта скреплены между собой. Поверх них кладется трубопровод. Отсутствие жесткого крепления трубы и опоры обеспечит продольную и поперечную свободу перемещений. Отмечаем, что одна подобная опора конструируется на конкретную нагрузку P . Этот вес может меняться за счет ветровых, снеговых нагрузок, изменений плотности перекачиваемого продукта. Также следует ожидать гидравлическое испытание трубопровода, при котором труба заполняется водой, более тяжелой, чем перекачиваемая нефть. Поэтому можно предусмотреть добавление упругого элемента, например пружины.

Итак, был рассмотрен новый способ повышения сейсмостойкости трубопровода за счет обеспечения вертикальной подвижности конструкции. Конструкция, подобная изображенной на рис. 2, позволит повысить надежность и безопасность трубопроводного транспорта нефти и газа через сейсмоактивные районы. Колебания грунта в сейсмических волнах достигают тонкостенной оболочки трубопроводов и возбуждают колебания, вызывая в ней внутренние инерционные силы. При недостаточной сейсмостойкости оболочки трубопровода происходит либо её разрушение, либо потеря устойчивости первоначальной формы равновесия. Следовательно, проведенная научно-исследовательская работа по разработке методов оценки термостойкости обладает несомненной практической значимостью.

Список литературы

1. Мустафин Ф. М. Технология сооружения газонефтепроводов. Т.1. / Ф. М. Мустафин, Л. И. Быков: ред. Г.Г. Васильева. – Уфа : Нефтегазовое дело, 2007. – 632 с. - Текст : непосредственный.
2. Короновский Н. В. Землетрясения: причины, последствия, прогноз // Н. В. Короновский, В. А. Абрамов. - Текст : непосредственный // Соросовский образовательный журнал. - 1998. - № 12. - С. 71-78.
3. Гехман А. С. Расчет, конструирование и эксплуатация трубопроводов в сейсмических районах / А. С. Гехман, , Х. Х. Зайнетдинов. – Москва : Стройиздат, 1988. - 184 с. - Текст : непосредственный.
4. Валеев А. Р. Новые конструктивные методы повышения сейсмостойкости трубопроводов / А. Р. Валеев, А. Н. Зотов. - Текст : непосредственный // Электронный журнал Нефтегазовое дело. – 2010. – № 1. – С. 7

Сейсмостойкость и внутренние инженерные системы

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: Подземные толчки, которые два года подряд фиксируются в разных частях света, просыпающиеся вулканы – все это свидетельствует о том, что в настоящее время Земля вошла в фазу повышенной сейсмической активности. В этой статье изложены общие требования, предъявляемые к инженерным системам зданий, строящихся в сейсмоопасных районах.

Abstract: Tremors, which have been fixed in different parts of the world for two years in a row, waking volcanoes - all this indicates that the Earth has now entered a phase of increased seismic activity. This article sets out the general requirements for engineering systems of buildings under construction in earthquake-prone areas.

Ключевые слова: подземные толчки, вулкан, сейсмическая активность, сейсмоопасные районы.

Key words: tremors, volcano, seismic activity, earthquake-prone areas.

Свыше 20% территории Российской Федерации относится к сейсмоопасным зонам, в которых возможны подземные толчки, превышающие 7 баллов по шкале Рихтера. Более 5% территории России занимают чрезвычайно опасные 8–9-балльные зоны. К ним относятся Северный Кавказ, Алтай, Саяны, Прибайкалье, Становое нагорье, Якутия и весь Дальний Восток, включая Камчатку, Сахалин и Курильские острова. Остальная территория нашей страны считается умеренно сейсмически спокойной, но и на ней отголоски землетрясений могут вызвать колебания почвы до 5 баллов [1].

Последние исследования и наблюдения показали, что во многих районах предполагаемая оценка уровня сейсмичности занижена. Также до сих пор не разработана методика, позволяющая с высокой точностью прогнозировать, где и в какое время произойдет землетрясение. Последний пример – землетрясение в Тыве, случившееся в декабре.

По словам экспертов, наличие на территории России столь большого количества районов, где потенциально возможны разрушительные землетрясения, делает прогнозирование сейсмической активности и разработку специальных мероприятий по строительству в сейсмоопасных зонах одним из важнейших объектов внимания государства.

Как отмечает заведующий лабораторией сейсмостойкости конструкций центра исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко Аркадий Грановский, в РФ нет необходимости полностью отказываться от строительства объектов в потенциально опасных с сей-

смической точки зрения зонах. Например, в Китае, Японии и Чили успешно используются технологии, обеспечивающие безопасность сооружений на сейсмоактивных территориях. Одним из технических решений является повышение жесткости и устойчивости конструкций [2].

Также за рубежом очень широко применяется технология строительства на сейсмоизоляторах. Их основная задача – гасить динамические нагрузки у основания зданий. В нашей стране сейсмоизоляторы только начинают использоваться.

Для обеспечения безопасности зданий на сейсмоопасных территориях используются и специальные сейсмобезопасные фундаменты и особые сейсмические пояса, представляющие собой «усиления» между этажами строений. Кроме того, для укрепления зданий применяются контрфорсы – вертикальные выступающие части стен, обеспечивающие устойчивость конструкции путем создания противовеса [3].

Общие правила

При сейсмических толчках на трубопроводную сеть воздействуют нагрузки, значительно превосходящие ее собственный вес, поскольку к нему добавляются вес транспортируемой жидкости и вес теплоизолирующих и защитных материалов. Это требует увеличения жесткости всей трубопроводной структуры и организации надежного сопротивления воздействию перегрузок.

В России существуют основные правила проектирования жилых и общественных зданий для строительства в сейсмических районах, которыми следует руководствоваться не только при разработке несущих конструкций, но и при проектировании инженерных сетей и сооружений.

При разработке проектной документации следует:

- применять конструктивные схемы, материалы и конструкции, обеспечивающие наименьшие значения сейсмических нагрузок;
- принимать объемно-планировочные и конструктивные решения, обеспечивающие, как правило, симметричность и регулярность распределения в плане и по высоте сооружения его массы, элементов жесткости и нагрузок на перекрытия;
- назначать сечения элементов конструкций и их соединения с учетом результатов расчетов по разделу 6;
- конструировать стыковые соединения, опорные элементы и узлы таким образом, чтобы они обеспечивали надежную передачу усилий и совместную работу несущих конструкций во время землетрясения;
- создавать возможность развития в определенных элементах допустимых неупругих деформаций;
- предусматривать конструктивные мероприятия, обеспечивающие устойчивость и геометрическую неизменяемость конструкций при развитии в элементах или соединениях между ними неупругих деформаций, а также исключая возможность их хрупкого разрушения;

- располагать, по возможности, стыки элементов вне зоны максимальных усилий.

Особенности прокладки трубопроводов в сейсмоопасных районах

Следующие особенности прокладки трубопроводов в сейсмоопасных районах должны препятствовать их деформации и разрушению при сейсмических нагрузках:

- жесткая заделка трубопровода в кладке стен и фундаментах зданий и сооружений не допускается. Отверстия для пропуска труб через стены и фундаменты должны иметь размеры, обеспечивающие в кладке зазор трубы не менее 0,2 м. Зазор должен заполняться эластичным водо- и газонепроницаемым материалом, упругие свойства которых имеют долговечность, сопоставимую с расчетным временем эксплуатации объекта;

- при расчетной сейсмичности 9 баллов в местах ввода в здание труб водопроводных систем устраивают деформационный компенсатор, позволяющий нейтрализовать колебания и возможные осадки здания и трубопроводов;

- не допускается пересечение канализационными трубопроводами конструкций деформационных швов зданий;

- стыковые соединения раструбных труб и труб, соединяемых на муфтах, прокладываемых в районах с сейсмичностью 8–9 баллов, должны обеспечивать компенсацию возможных просадок, для чего следует применить резиновые уплотнительные кольца;

- в местах поворота стояка из вертикального в горизонтальное положение следует предусматривать бетонные упоры;

- при проектировании систем водоснабжения зданий промышленных предприятий, размещаемых в районах с сейсмичностью 8–9 баллов, для которых прекращение подачи воды может вызвать аварии или значительные материальные убытки, следует предусматривать два ввода с использованием двух независимых источников водоснабжения;

- внутри зданий в местах пересечения деформационных швов на трубопроводах следует предусматривать установку компенсаторов;

- на вводах перед измерительными устройствами, а также в местах присоединения трубопроводов к насосам и бакам необходимо предусматривать гибкие соединения, допускающие угловые и продольные перемещения концов трубопроводов;

- при выполнении сварочных работ по осуществлению стыков соединений стальных труб следует обеспечивать равнопрочность сварного соединения с телом трубы. Не допускается применять ручную газовую сварку. Сварные соединения трубопроводов, прокладываемых в районах с сейсмичностью 9 баллов, следует усиливать накладными муфтами на сварке;

- внутренняя разводка водопроводных коммуникаций должна быть надежно прикреплена к несущим конструкциям;

- стояки трубопроводных систем должны прокладываться в местах, наименее уязвимых при землетрясении (внутренние стены, стены лестничных клеток, сантехнические блоки и т.п.).

Мероприятия, проводимые для сейсмоопасных районов

Для того чтобы снизить риски для населения, проживающего в сейсмических районах, необходимы [4]:

- разработка принципиально новых и эффективных способов повышения сейсмостойкости зданий и сооружений;
- повышение качества проектирования объектов для сейсмологических зон с учетом СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» и СНиП-2.01.51-90 «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны»;
- строгий контроль за соблюдением качества строительства, строительных норм и правил, исключение брака;
- проведение в сейсмоопасных зонах паспортизации (инвентаризации) объектов гражданского, промышленного, транспортного и коммунального назначения с целью выявления их сейсмостойкости;
- проведение специальных работ по повышению сейсмостойкости (укреплению) зданий и сооружений, разборке (демонтажу) недостаточно стойких строений и конструкций.

Список литературы

1. Мустафин Ф. М. Технология сооружения газонефтепроводов. Т.1. / Ф. М. Мустафин, Л. И. Быков: ред. Г. Г. Васильева. – Уфа : Нефтегазовое дело, 2007. – 632 с. - Текст : непосредственный.
2. Короновский Н. В. Землетрясения: причины, последствия, прогноз // Н. В. Короновский, В. А. Абрамов. - Текст : непосредственный // Соросовский образовательный журнал. - 1998. - №12. - С. 71-78.
3. Гехман А. С. Расчет, конструирование и эксплуатация трубопроводов в сейсмических районах / А. С. Гехман, Х. Х. Зайнетдинов. – Москва : Стройиздат, 1988. - 184 с. - Текст : непосредственный.
4. Валеев А. Р. Новые конструктивные методы повышения сейсмостойкости трубопроводов / А. Р. Валеев, А. Н. Зотов - Текст : непосредственный // Электронный журнал Нефтегазовое дело. – 2010. № 1. – С. 7

Повышение эксплуатационной надежности трубопроводных систем, транспортирующих газы в среде

Тюменский индустриальный университет. г. Тюмень

Аннотация: в статье представлены методы снижения негативного воздействия и влияния магистральных трубопроводов на окружающую среду в процессе их эксплуатации. Приведена разработка технических решений в целях повышения надежности трубопроводов.

Abstract: the article presents the reduction of the negative passive impact and the impact of the protection of pipelines on the loss of pipes on the environment in the process of their construction, introduction and operation. The development of technical education solutions for the module to improve the reliability of improving pipelines.

Ключевые слова: трубопровод, изоляционное покрытие, эксплуатация, технические решения.

Key words: pipeline, insulation coating, operation, technical solutions.

В процессе эксплуатации магистральные трубопроводы подвергаются различным нагрузкам – внутреннему давлению, осевым растягивающим или сжимающим напряжениям, давлению грунта, перепадам температур [1].

Все эти факторы способствуют развитию коррозии на внутренней и внешней поверхности стенки трубопровода, и, как следствие – возникновению утечек и аварий. Именно по этой причине большее внимание уделяется надежности и эффективности работы магистральных трубопроводов.

Трубопровод, уложенный в грунт, подвергается почвенной коррозии, а проходящий над землей – атмосферной. По характеру взаимодействия металла с окружающей средой различают два основных вида коррозии: химическую и электрохимическую.

Химическая коррозия относится к случаям изменения свойств металла в результате химических реакций без возникновения и протекания электрического тока. К этому виду коррозии относятся газовая коррозия и коррозия в неэлектролитах.

Электрохимическая коррозия – это окисление металлов в электропроводных средах, сопровождающееся образованием и протеканием электрического тока. При этом на различных участках поверхности металла возникают анодные и катодные участки. Коррозионные разрушения образуются только на анодных участках [2].

К электрохимическим коррозионным процессам относятся:

- коррозия в электролитах (жидкостях, проводящих электрический ток: речная и морская вода, растворы солей, кислот и щелочей);
- почвенная коррозия – разрушение металла под воздействием почвенного электролита;
- контактная коррозия – коррозия металлов в присутствии воды, вызванная непосредственным контактом двух и более металлов, имеющих разный электрохимический потенциал;
- атмосферная коррозия – разрушение металла в среде атмосферного воздуха или любого другого влажного газа

Процесс коррозии металла начинается с его поверхности и распространяется вглубь (рис. 1). Различают сплошную и местную коррозию.

При сплошной коррозии вся поверхность металла покрыта слоем продуктов коррозии. Неравномерность сплошной коррозии прямо пропорционально зависит от агрессивности коррозионной среды.

Местная коррозия – разрушение металла на отдельных участках поверхности. Различают следующие виды местной коррозии:

- пятнами (толщина слоя продуктов коррозии много меньше площади пятна);
- язвенная (глубина повреждения значительна и соизмерима с его площадью);
- точечная (питтинговая) – глубина повреждения много больше его диаметра.

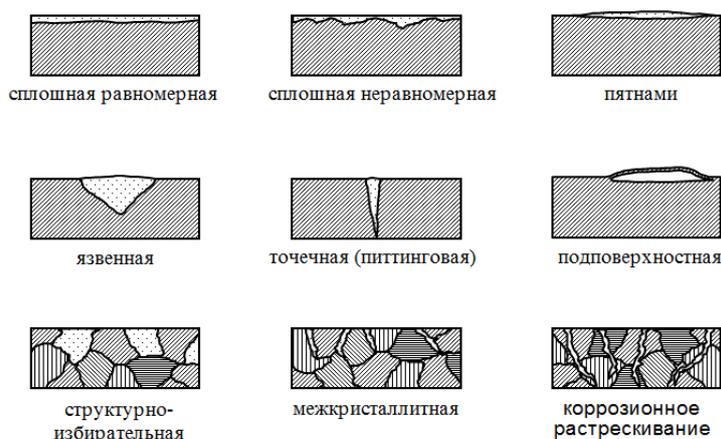


Рис. 1. Основные виды коррозионных разрушений

На интенсивность протекания процессов коррозии оказывают влияние различные факторы:

- неоднородный состав стали (содержащиеся в стали легирующие добавки и примеси благоприятствуют образованию коррозионных пар в агрессивной среде);
- неоднородность условий на поверхности металла (наличие царапин, вмятин, сварных швов, окалина на поверхности металла приводит к образованию анодных и катодных участков и является очагами коррозии);

– неоднородность условий окружающей среды: различная влажность грунта в области прокладки трубопровода и различная аэрация (доступ кислорода к участкам трубопровода);

– неоднородность транспортируемой среды (наличие воды и растворенных солей может привести к образованию ручейковой коррозии на внутренней поверхности трубопровода).

Основные способы защиты трубопроводов от коррозии

Способы, продляющие срок службы трубопровода, условно разделяют на четыре группы.

Пассивная защита. Заключается в нанесении на поверхность трубы защитного изоляционного покрытия на основе битума, полимерных лент или напыленного полимера. Изоляционные покрытия должны обладать сплошностью, высокой диэлектрической способностью, адгезией, механической прочностью, водонепроницаемостью, эластичностью, биостойкостью, термостойкостью, долговечностью и недифицитностью.

Введение в металл компонентов, повышающих коррозионную стойкость. Метод применяется на стадии изготовления металла. Одновременно из металла удаляются примеси, понижающие коррозионную устойчивость [3].

Чаще всего применяется метод пассивной защиты – покрытие внутренней и внешней стенок трубы изоляционными материалами (Рис.2).

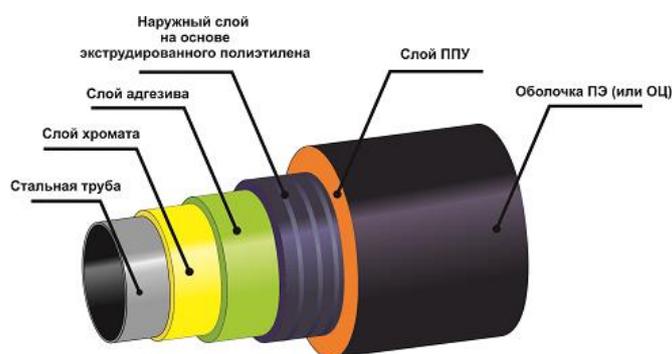


Рис.2. Слои изоляции

Созданные с использованием нанотехнологий материалы поднимут на новый уровень качество труб с антикоррозионным покрытием. Это повысит их конкурентоспособность, увеличит срок эксплуатации и изменит физико–химические свойства покрытий. Это обстоятельство немаловажно в связи со строительством газопроводов в сложных климатических условиях территорий с большими и резкими колебаниями температур [4].

Применение углеродных нанотрубок и углеродных нановолокон как наполнителей полимеров позволяет улучшить ряд показателей:

- повысить электропроводность;
- увеличить теплопроводность, теплостойкость, температуру воспламенения;

- придать антистатические свойства;
- улучшить механические характеристики (прочность при растяжении и на разрыв; увеличить модуль упругости и предельное растяжение; повысить износостойкость);
- увеличить адгезионную прочность и расширить температурный диапазон применения (от – 60 до 250°С);
- обеспечить устойчивость к воздействию агрессивных рабочих сред.

Таким образом, можно сделать вывод, что определяющим критерием экологической безопасности трубопроводных систем является их конструктивная надежность – один из основных показателей качества любой конструкции (системы), заключающаяся в ее способности выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные свойства в течение требуемого промежутка времени «жизненного цикла».

Отказ магистрального газопровода, проявляющийся в местной потере герметичности стенки трубы, трубных деталей или в общей потере прочности в результате разрушения, приводит, как правило, к значительному экологическому ущербу с возможными непоправимыми последствиями для окружающей природной среды.

Одним из способов предотвращения разрушения стенки трубопровода является использование новых высококачественных материалов для изготовления изоляционных покрытий [5].

Добавление при изготовлении изоляционных покрытий углеродных нановолокон – эффективный способ улучшения физико–механических характеристик изоляционных материалов на основе полиэтилена – прочность и износостойкость полимерного материала на основе сверхмолекулярного полиэтилена повышается в несколько раз, коэффициент трения снижается.

Список литературы

1. Земенков Ю. Д. Сбор и подготовка нефти и газа : учебник / Ю. Д. Земенков. - Москва : Академия, 2009. - 159 с. - Текст : непосредственный.
2. Бачериков А. С. Диагностика в системе технического обслуживания объектов трубопроводного транспорта : учебное пособие для студентов нефте-газового профиля / А. С. Бачериков : общ. ред. Ю. Д. Земенкова ; ТюмГНГУ. – Санкт-Петербург: Недра, 2009. - 384 с. - Текст : непосредственный.
3. Аспекты технологической надежности и экономической эффективности эксплуатации подземных хранилищ природного газа Западной Сибири: монография / А. Н. Шиповалов. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2012 - 344 с. - Текст : непосредственный.
4. Земенков Ю. Д. Методологические основы научных исследований : учебное пособие для студентов нефтегазового профиля / Ю. Д. Земенков. - Тюмень : Вектор Бук, 2013. - 289 с. - Текст : непосредственный.

5. Земенков Ю. Д. Мониторинг гидродинамических технических характеристик трубопроводных систем : учебное пособие для студентов нефтегазового профиля / Ю. Д. Земенков. - Тюмень : Вектор Бук, 2013. - 445 с. - Текст : непосредственный.

УДК 656.13/73.31.41

Соломоненко В.В., Сильницкая Н.Ю.

Сравнительный анализ материалов труб нефтегазовой промышленности

Тюменский индустриальный университет. г. Тюмень

Аннотация: в данной статье представлен сравнительный анализ материалов труб, используемых в нефте– и газодобывающих отраслях промышленности для транспортировки углеводородов. Указаны дефекты, которые могут проявляться в процессе эксплуатации и методы борьбы с ними.

Abstract: this article presents a comparative analysis of pipe materials used in the oil and gas production industries for the transportation of hydrocarbons. Defects that may occur during operation and methods of dealing with them are indicated.

Ключевые слова: транспортировка, пластовое давление, сбор нефти и газа, сталь, коррозия.

Key words: transportation, reservoir pressure, oil and gas recovery, steel, corrosion.

Полимерные армированные трубы лишены некоторых недостатков, присущих традиционно применяемым изделиям из стали. Их долговечность, обусловленная химической инертностью к коррозии, прочность, гибкость, сравнительно низкая стоимость, простота и высокая производительность монтажа позволяют утверждать, что полимерные армированные трубы являются во многих случаях достойной альтернативой как стальным, так и неметаллическим трубам [1].

Армированные трубы состоят из трёх основных слоев: внутренний слой. Обычно выполняется из полиэтилена низкого давления высокой плотности, который обеспечивает гладкую внутреннюю поверхность с улучшенными характеристиками потока (абсолютный коэффициент шероховатости 0.0015 мм.) Силовой слой. Обеспечивается с помощью армирования синтетическими нитями. В процессе изготовления армирующие слои припаиваются к внутренней трубе и защитной оболочке. Наружный слой (защитная оболочка). Обычно выполняется из высокоплотного полиэтилена. Для снижения воздействия солнечного излучения защитный слой стабилизирован для обеспечения повышенной стойкости к ультрафиолетовым лучам.

Труба изготавливается из полиэтилена низкого давления методом экструзии и намотки силовых каркасов из высокопрочных синтетических нитей в направлении осей максимальных напряжений.

Получается монолитная конструкция с запрессованным сетчатым каркасом из высокопрочных нитей, на который в процессе эксплуатации трубы и ложится вся нагрузка [2].

Данная технология позволяет производить трубы не только из полиэтилена, но и из других термопластичных материалов в зависимости от эксплуатационных требований, предъявляемых к трубопроводу.

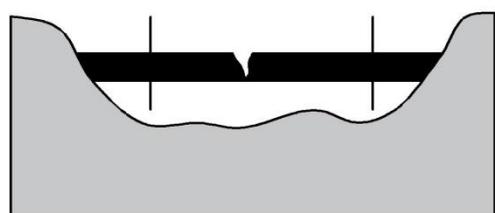
К основным преимуществам армированных труб относится:

- небольшой вес благодаря использованию синтетических нитей в качестве армирующего материала трубы легковесны;
- устойчивость к коррозии. Трубы имеют исключительно высокую устойчивость к коррозии, что делает идеальным их применение в различных средах (подземная и подводная прокладка, системы поддержания пластового давления и т.д.);
- низкие потери на трение, предельный коэффициент шероховатости внутренней поверхности труб составляет 0,0015 мм. Это означает, что стальные трубы могут быть заменены трубами меньшего диаметра. С другой стороны, замена трубами равного диаметра будет означать более высокую пропускную способность;
- высокая устойчивость к воздействию агрессивной среды. Трубы могут эксплуатироваться при высоких концентрациях H_2S и CO_2 . Не подвержены гидrolитическому разрушению. Это означает их большую долговечность по сравнению со стальными трубами и снижение общих затрат в течение всего срока эксплуатации трубопровода.
- минимальный объём технического обслуживания. Имеющие однородную структуру, трубы практически не требуют технического обслуживания. В случае механического повреждения ремонт может быть произведен в полевых условиях. Время простоя трубопровода незначительно;
- незначительная осевая деформация. Трубы характеризуются с незначительной осевой деформацией. Возможно изготовление труб с учётом специфических требований заказчика, а также наружной оболочки с повышенной стойкостью к воздействию ультрафиолетового излучения.

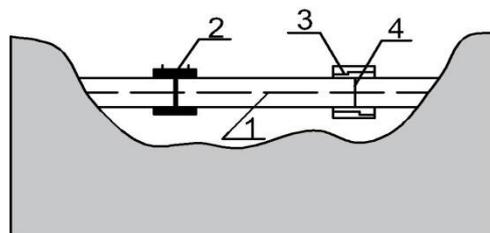
Отработана технология монтажа и ремонта трубопроводов из армированных полиэтиленовых труб. Монтаж производится сваркой нагревательным элементом встык, а затем, после снятия наружного грата, соединение усиливается электромуфтой с закладным нагревательным элементом. И стыковая, и электромуфтовая сварка проводятся в автоматическом режиме с протоколированием сварочных параметров [3].

Ремонт поврежденного трубопровода осуществляется следующим образом: вырезается поврежденный участок. На его место подбирается отрезок подходящей длины. К одному из торцов поврежденного трубопрово-

да ремонтный отрезок приваривается вышеописанным образом. Другой конец ремонтного отрезка соединяется с трубопроводом бугельным соединением или армированной муфтой после предварительной футеровки торцов труб.



Повреждённый участок до ремонта



Повреждённый участок после ремонта

Рис. 1. Ремонт трубопровода из армированных полиэтиленовых труб
 1- Ремонтный отрезок полиэтиленовой армированной трубы
 2-Стык, сваренный нагревательным элементом и усиленный электромуфтой
 3- Бугельное соединение или армированная муфта
 4- Футерованные торцы труб

Таблица 1

Основные преимущества армированных полиэтиленовых труб в сравнении с аналогичными изделиями из иных материалов

Металлические трубы	Стеклопластиковые трубы
<ul style="list-style-type: none"> • Низкий вес армированных труб делает возможным их монтаж без применения грузоподъемных механизмов • Обладают большей строительной длиной, что повышает надежность трубопровода и снижает затраты на соединительные элементы • Гибкость (не требуются отводы) • Отсутствие электролитической и гальванической коррозии • Высокая стойкость к воздействию коррозизирующих грунтов, бактерий, воды • Стойкость к воздействию высокоагрессивных жидкостей и газов • Высокая производительность процесса производства труб и их монтажа 	<ul style="list-style-type: none"> • Армированные, в отличие от стеклопластиковых, позволяют транспортировать газовые среды • Обладают большей строительной длиной, что повышает надежность трубопровода и снижает затраты на соединительные элементы • Гибкость (не требуются отводы) • Неподверженность гидролитическому разрушению • Более высокая химическая стойкость • Меньшие затраты на подготовку производства • Не требуют применения футеровочных составов при производстве

Таким образом, проведя анализ, что определяющим критерием конструкции трубопроводных систем является их конструктивная надежность

– один из основных показателей качества любой конструкции (системы), заключающаяся в ее способности выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные свойства в течение требуемого промежутка времени «жизненного цикла» [4].

Отказ магистрального газопровода, проявляющийся в местной потере герметичности стенки трубы, трубных деталей или в общей потере прочности в результате разрушения, приводит, как правило, к значительному ущербу с возможными непоправимыми последствиями для окружающей природной среды.

Одним из способов предотвращения разрушения стенки трубопровода является использование новых высококачественных материалов для изготовления изоляционных покрытий [5].

Список литературы:

1. Земенков Ю. Д. Сбор и подготовка нефти и газа : учебник / Ю. Д. Земенков. - Москва : Академия, 2009. - 159 с. - Текст : непосредственный.

2. Бачериков А. С. Диагностика в системе технического обслуживания объектов трубопроводного транспорта : учебное пособие для студентов нефте-газового профиля / А. С. Бачериков : общ. ред. Ю. Д. Земенкова ; ТюмГНГУ. - Санкт-Петербург. : Недра, 2009. - 384 с. - Текст : непосредственный.

3. Аспекты технологической надежности и экономической эффективности эксплуатации подземных хранилищ природного газа Западной Сибири: монография / А. Н. Шиповалов и др. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2012 - 344 с. - Текст : непосредственный.

4. Земенков Ю. Д. Методологические основы научных исследований : учебное пособие для студентов нефтегазового профиля / Ю.Д. Земенков. - Тюмень : Вектор Бук, 2013. - 289 с. - Текст : непосредственный.

5. Земенков Ю. Д. Мониторинг гидродинамических и технических характеристик трубопроводных систем : учебное пособие для студентов нефтегазового профиля / Ю. Д. Земенков. - Тюмень : Вектор Бук, 2013. - 445 с. - Текст : непосредственный.

Применение метода углекислотного бластинга при очистке внутренних поверхностей резервуаров

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В данной работе рассмотрены существующие методы очистки внутренних поверхностей резервуаров, их преимущества и недостатки, а также предложена технология очистки с помощью углекислотного бластинга и обоснована ее эффективность.

Abstract: This work contains existing methods for cleaning the inner surfaces of tanks, their advantages and disadvantages, as well as the proposed technology for cleaning with carbon dioxide blasting and justified its effectiveness.

Ключевые слова: Углекислотный бластинг, методы очистки резервуаров, внутренняя поверхность, нефтешлам, загрязнения, отложения, коррозия.

Keywords: Carbon dioxide blasting, tank cleaning methods, internal surface, oil sludge, pollution, deposits, corrosion.

При хранении нефти в резервуарах, на его стенках и дне образуются пирофорные отложения, остатки нефтешлама, различные загрязнения и ржавчина. С целью обеспечения надежной эксплуатации емкостей проводится их очистка по мере необходимости. На сегодняшний день задача совершенствования механизма удаления загрязнений наиболее актуальна. В данной работе предложена технология очистки внутренних поверхностей резервуаров методом углекислотного бластинга. Получение практических результатов данного метода позволит установить целесообразность его широкого применения в нефтегазовой отрасли.

После проведения анализа имеющихся методов очистки резервуаров было установлено, что криогенный бластинг, в котором в качестве компонента рабочей среды применяются гранулы сухого льда, является наиболее эффективным и энергоемким, отвечающим необходимым требованиям к технологическому процессу.

Резервуары в соответствии с правилами эксплуатации подлежат очистке в следующих случаях:

1. Перед проведением полного технического диагностирования;
2. Перед проведением ремонтных (огневых) работ;
3. При демонтаже резервуара;
4. При периодическом освобождении от механических отложений (ржавчины), нефтешламов;
5. При смене сорта нефтепродукта.

При анализе имеющихся в резервуаре загрязнений очень важно учитывать загрязнения, находящиеся именно в порах конструкционных материалов. Из-за того, что поверхность конструкционного материала неоднородна и имеет дефекты, которые схематически рассматриваются как трещины и щели клиновидного сечения, загрязнению подвергается как наружная часть поверхности металла, так и внутренняя. При выполнении работ по очистке резервуара необходимо максимально механизировать процесс и автоматизировать трудоемкие процессы зачистки с целью устранения при этих работах вредных и опасных производственных факторов, строгого обеспечения промышленной, пожарной и экологической безопасности, а так же санитарных условий труда.

Среди существующих методов очистки внутренних поверхностей резервуаров основными являются:

1. Ручной метод. Его применяют для очистки резервуаров небольшой емкости, либо при очистке тех участков, для которых затруднено использование других методов. Резервуар сначала подвергается вентиляции, затем все поверхности промывают горячей водой. Далее внутреннюю поверхность резервуара вручную протирают ветошью, оставшуюся воду отчерпывают вручную или откачивают насосами. Твердые остатки и песок убирают лопатами, совками, ведрами и т.д.

2. Пароструйная очистка. Данный метод заключается в подаче на поверхность резервуара пароводяной струи.

3. Химико-механизированный метод. Осуществляется теми же техническими средствами, что и пароструйная очистка, но вместо пара используют химические моющие вещества.

4. Биологический метод. Очистка таким способом осуществляется с помощью микроорганизмов и проводится путем частичного или полного наполнения резервуара, а также воздействием струи моющего раствора.

5. Абразивоструйная очистка. Заключается в обработке поверхности резервуара путем повреждения её специальным абразивным порошком, распыляемым с помощью потока воздуха. Данный метод наиболее эффективен при наличии твердых загрязнений, ржавчин, окалин, а также для удаления лакокрасочного покрытия.

Основными недостатками перечисленных методов являются большой расход энергии на подогрев и перекачивание воды, недостаточно качественная очистка поверхностей, высокая длительность процесса, невозможность проведения некоторых методов очистки в осенне-зимний-зимний период с температурой окружающего воздуха ниже минус 5°C.

Предлагаемая технология криогенной очистки поверхностей потоком дисперсной струи диоксида углерода схожа с пневмоабразивоструйным методом, с той лишь разницей, что активные гранулы не являются абразивным материалом, а значит не повреждают внутреннюю поверхность конструкции.

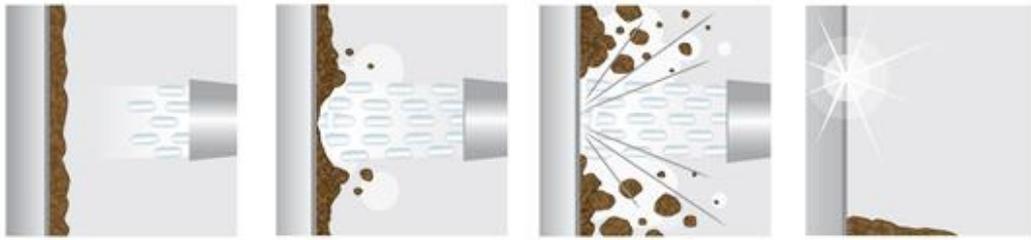


Рис. 1. Удаление загрязнений с внутренних поверхностей конструкционных материалов резервуаров методом углекислотного бластинга.

Составляющей метода очистки углекислотным бластингом является удаление загрязнений под динамическим воздействием струи рабочей среды. Производительность процесса струйной очистки углекислотного бластинга зависит как от прочностных свойств и объема загрязнений, так и от силы удара струи по поверхности и активности рабочей среды. Одним из основных условий очистки поверхности (разрушения загрязнений и удаления их с поверхности) является превышение динамических давлений над прочностными свойствами загрязнений.

В отличие от существующего оборудования для проведения криогенной очистки резервуаров частицами твердого диоксида углерода, в которых данный процесс осуществляется поэтапно, в предлагаемой в данной работе криогенной системе происходит:

1. Получение твердых частиц диоксида углерода происходит непосредственно на месте производства работ, в предлагаемой криогенной системе очистки, путем редуцирования жидкой фазы диоксида углерода в редуциционном клапане до давления 0,5-0,55 МПа;

2. Подача рабочей струи на очищаемую поверхность осуществляется под действием собственного давления паров диоксида углерода, находящихся в источнике (баллон, цистерна);

3. Для придания системе очистки мобильности и высокой производительности, источник жидкой фазы диоксида углерода, изотермическая транспортная цистерна, смонтирована на шасси механического транспортного средства.

Предлагаемая криогенная система очистки функционирует следующим образом.

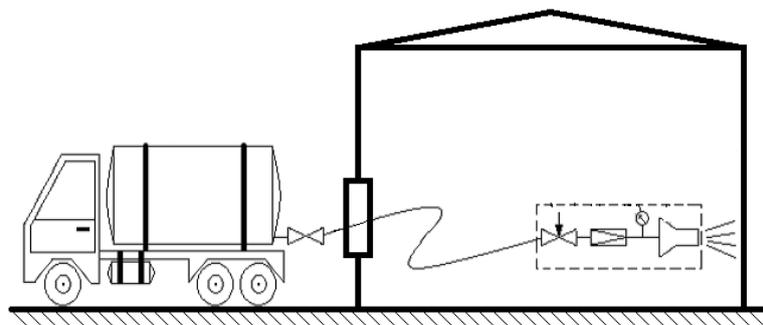


Рис. 2. Схема криогенной системы очистки внутренних поверхностей резервуаров.

В доставленной к объекту очистки изотермической транспортной цистерне, установленной на шасси транспортного средства, находится диоксид углерода в жидкой фазе под собственным давлением 7-7,5 МПа. После открытия запорного клапана, диоксид углерода по теплоизолированному рукаву высокого давления попадает к распыляющему приспособлению. В распыляющем приспособлении жидкая фаза вещества, через регулирующий клапан, после его открытия, по соединительной трубке попадает к редукционному клапану. Редукционный клапан настраивается на рабочее давление 0,5-0,55 МПа, которое контролируется манометром. На выходе из редукционного клапана образуется дисперсная смесь из твердого и газообразного диоксида углерода. Далее смесь, через трехходовую соединительную трубку, попадает в сопло, в котором формируется рабочая струя двухфазной смеси, которая далее подается на очищаемую поверхность резервуара. От термомеханического воздействия нефтяные загрязнения удаляются с очищаемой поверхности.

Основными преимуществами предлагаемой методики являются механизация процесса очистки, увеличение производительности работ, увеличение взрывобезопасности процесса очистки, а также возможность ее применения для очистки резервуаров при отрицательных температурах окружающей среды.

Таким образом, предлагаемая технология очистки внутренней поверхности резервуаров методом углекислотного бластинга позволит производить качественную зачистку емкостей от пирофорных отложений и остатков нефтешлама, а также значительно снизит трудоемкость процесса.

Список литературы

1. Закожурников Ю. А. Хранение нефти, нефтепродуктов и газа / Ю. А. Закожурников. - Новосибирск : ИнФолио, 2010. - 432 с. - Текст : непосредственный.
2. Резервуары для нефти и нефтепродуктов. Конструкции и оборудование / Ф. М. Мустафин, Р. А. Жданов, М. Г. Каравайченко [и др.]. – Санкт-Петербург : Недра, 2010. – 476 с. – Текст: непосредственный.
3. Гималетдинов, Г. М. Очистка и диагностика резервуаров для нефти и нефтепродуктов : учеб. пособие / Г. М. Гималетдинов. - Уфа : Монография, 2011. - 295 с. – Текст : непосредственный.
4. Александров В. Н. Совершенствование систем предотвращения накопления донных нефтяных отложений в резервуарах большой вместимости / В. Н. Александров, В. А. Галканов, Б. Н. Мастобаев [и др.] - Текст : непосредственный // Нефтяное хозяйство. - 2001. - № 2. - С. 70–72.

Условия эффективного применения методов повышения нефтеотдачи

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: Во всех случаях промышленного испытания и внедрения методов увеличения нефтеотдачи пластов возникает необходимость оценки их эффективности по промысловым данным. На стадии опытных работ это необходимо для того, чтобы принять решение о целесообразности промышленного применения метода, а на стадии промышленного внедрения, чтобы определить эффективность от затраченных средств. При этом, естественно, требуется объективная, достоверная оценка эффективности метода, чтобы не зависеть и не занижить его потенциальных возможностей.

Abstract: In all cases of industrial testing and the introduction of enhanced oil recovery methods, it becomes necessary to evaluate their effectiveness from field data. At the stage of pilot work, this is necessary in order to decide on the feasibility of industrial application of the method, and at the stage of industrial implementation, in order to determine the effectiveness of the spent funds. In this case, of course, an objective, reliable assessment of the effectiveness of the method is required in order not to overestimate or underestimate its potential capabilities.

Ключевые слова: испытание, методы увеличения нефтеотдачи, пласт, эффективность, промысловые данные, промышленное внедрение.

Key words: test, oil recovery enhancement methods, reservoir, efficiency, production data, industrial implementation.

С увеличением срока эксплуатации месторождений резкое снижение коэффициента нефтеизвлечения вызывают следующие основные причины [1]:

1. Изменение химического состава исходной нефти и ее реологических свойств по мере вытеснения и отмыва более легких фракций;
2. Изменение структуры нефти по мере взаимодействия ее с закачиваемой возведет к повышению ее вязкости;
3. Окисление нефти кислородом, содержащимся в закачиваемой воде, приводит к образованию в нефти компонентов, усиливающих энергию взаимодействия нефти с породой;
4. Увеличение содержания в граничных слоях асфальтосмолопарафинистого компонента увеличивает энергию взаимодействия пленочной нефти с породой;
5. Появление нефтей с аномальной вязкостью изменяет относительные фазовые проницаемости для нефти и воды, и уменьшает нефтевытесняющую спорность воды;
6. Проницаемостная неоднородность коллектора как по вертикали, так и по горизонтали снижает гидродинамическую связь и сужает фронт вы-

теснения нефти. Механизм процессов, проходящих в пластах при вытеснении нефти известными методами повышения нефтеотдачи, значительно сложнее, чем при привычном заводнении. Он сопровождается явлениями адсорбции, деструкции молекул, фазовых переходов, инверсии фаз, мицеллообразования, экстракции, дистилляции, крекинга нефти и др. Поэтому эффективное применение третичных зтодов увеличения нефтеотдачи пластов возможно при выполнении условий [1]:

1. Изучение кинетики всех микроявлений в условиях нефтяных пластов. До промышленного применения методов требуется детальное изучение их физико-химических и термодинамических основ в условиях, адекватных реальным месторождениям. Исключительно важно изучить природу сверхнизкого межфазного натяжения, факторы на него влияющие, структуру различных ПАВ их сорбирующую способность, ионный обмен, инверсию фаз растворов, адсорбцию и десорбцию ПАВ, оптимальные композиции ПАВ для конкретных крупнейших месторождений и др.

2. Изучение детального строения месторождений, свойств и состояния насыщенности пластов. Для обоснования оптимальной технологии применения методов необходимо знать все особенности неоднородности и свойств пластов в макро- и микромасштабе (закономерности и случайности изменения проницаемости, размеров пор, трещиноватости, кавернозности, глинистости, минералогического состава пород, солевого состава пластовой воды, состояния и распределения остаточной нефтенасыщенности и др.). Однако, как показывает практика, детальному изучению строения пластов перед применением методов увеличения их нефтеотдачи не придается должного внимания.

3. Тщательная реализация обоснованной технологии процессов. Чтобы получить максимальный эффект от применения методов, требуется обязательное выполнение всех технологических условий протекающих процессов: давления нагнетания, температуры, темпов нагнетания, концентрации реагентов, размеров, чередования оторочек и т.д.

Невыполнение этих условий приводит к нарушению механизма процессов снижению качества и вытесняющей способности рабочих агентов. Однако в промысловых условиях часто происходят непредвиденные отклонения от заданной технологии процессов, что служит причиной недостаточно высокой эффективности применения методов. Поэтому, как правило, оцениваемый эффект меньше достигаемого, достигаемый меньше возможного, а возможный меньше потенциального [2].

Сложные по своему механизму и реализации физико-химические и тепловые методы воздействия на пласты с целью повышения их нефтеотдачи до промышленного применения должны пройти все фазы изучения - от лабораторных, теоретических, технологических до промысловых опытов и промышленных испытаний на нефтяных месторождениях. Лабораторные и теоретические исследования процессов увеличения нефтеотдачи

пластов не в состоянии в полной мере отразить все явления, происходящие в продуктивных пластах. Даже тщательно проведенные лабораторные эксперименты весьма приблизительно моделируют многообразие и изменчивость геолого-физических параметров конкретного месторождения и особенности внутрипластовых процессов. Математическое моделирование процесса позволяет дополнительно изучить влияние на процесс таких факторов, как неоднородность коллектора по пористости, проницаемости, нефтенасыщенности, градиенты давлений, скорости фильтрации флюидов и пр. Тем не менее прогноз показателей на математических моделях с использованием исходной информации, полученной посредством изучения реального пласта и специфики процессов в лаборатории, может быть удовлетворительным лишь при соблюдении следующих условий [3]:

1. Применяемая математическая модель адекватна процессу и пласту.
2. Сведения о пласте достоверны и исчерпывающи.
3. Знания о методе объективны и достаточны, а исследования процесса для конкретного объекта проведены в условиях, соответствующих реальным пластовым.

Практическое несоблюдение каждого из указанных условий вносит элемент погрешности в оценку эффективности процессов и в принятие решения по их применению. Поэтому принятие решения о конкретном промышленном испытании и внедрении процессов увеличения нефтеотдачи пластов происходит в условиях неопределенности и риска.

Список литературы

1. Крянев Д. Ю. Нестационарное Заводнение. Методика критериальной оценки выбора участков воздействия / Д. Ю. Крянев. – Москва : Лань, 2008. - 208 с. - Текст : непосредственный
2. Возможность применения природных руд для предотвращения набухания глин / Д. Ю. Крянев, Ю. Э. Ивина, Е. М. Дзюбенко, Р. Ю. Жуков - Москва : Нефтяное хозяйство. - 2005. – 207 с. - Текст : непосредственный
3. Иршинская Л. И. Конкурентоспособность и стратегии вертикально-интегрированных нефтяных компаний / Л. И. Иршинская – Москва : Экономика. — 2004. – 254 с. - Текст : непосредственный

Анализ факторов влияния на КПД насосных агрегатов в условиях перекачки нефти магистральными нефтепроводами

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация. В статье представлено описание основных факторов, влияющих на эффективность работы нефтеперекачивающих станций магистральных нефтепроводов за счет оптимизации коэффициента полезного действия насосного оборудования. Представлен анализ причин отказов, и проведено их структурирование по видам. Выявлено, что наиболее частой причиной работы насосов в низких значениях КПД являются эксплуатационные причины. Представлены основные методы регулирования в системе «трубопровод – насосные агрегаты», выявлены наиболее применяемые из них.

Abstract. The article describes the main factors affecting the efficiency of oil pumping stations of main oil pipelines by optimizing the efficiency of pumping equipment. An analysis of the causes of failures is presented, and their structuring by types is carried out. It was revealed that the most common reason for pumps to operate at low efficiency values is operational reasons. The basic methods of regulation in the system "pipeline - pumping units" are presented, the most used of them are identified.

Ключевые слова: Агрегаты, влияние, изменение, КПД, насосы, нефть, оборудование, перекачка, работа, факторы, эксплуатация.

Key words: units, influence, change, efficiency, pumps, oil, equipment, pumping, work, factors, operation.

Основными факторами повышения эффективности работы нефтегазовых предприятий является совершенствование технологий добычи, применение систем рациональной разработки месторождений, широкое применение современных методов увеличения нефтеотдачи, применение энергосберегающих технологий, а также повышение межремонтного периода работы оборудования [1]. Значительное изменение объемов перекачки и связанное с этим изменение загрузки насосных агрегатов также оказывает влияние на перераспределение причин отказов и снижения эффективности работы основного оборудования нефтеперекачивающих станций.

В последнее время плацдармом для развития нефтяной промышленности является Север европейской части России. Большинство месторождений вступили в позднюю стадию эксплуатации, что оказывает негативное влияние как на процесс добычи, так и на процессы транспортировки. Высокая вязкость добываемой продукции, ее зависимость от температурных перепадов, наличие парафинистых отложений в составе осложняют условия транспортировки нефти, добываемых в северных регионах, при низких температурах грунта, характерных для большинства районов страны. В таких условиях повышение эффективности работы систем трубопроводного транспорта и важность поиска резервов для сокращения энергоем-

кости внутрипромысловой перекачки нефти приобретает особую актуальность.

Для решения всех задач повышения эффективности работы нефтеперекачивающего оборудования необходимо совершенствование методов оптимального управления режимами работы электроприводов, насосов систем, в том числе и внутрипромысловой перекачки [2]. Электроприводы насосов систем внутрипромысловой перекачки нефти являются основными потребителями электроэнергии, на их долю приходится свыше шестидесяти процентов всей потребляемой электроэнергии.

Магистральные центробежные насосы – мощные энергоемкие машины, экономичность работы которого определяется значением КПД в эксплуатации. В связи с этим, в процессе эксплуатации необходимо контролировать анализ фактических напорных и энергетических характеристик работы насосов. Практический анализ работы показывает, что в среднем КПД их ниже на 8%, а развиваемый напор – до 12% по сравнению с паспортными значениями [3]. Это снижение приводит к существенному экономическому ущербу. Рассмотрим пример, иллюстрирующий экономический ущерб при использовании насосного оборудования в режимах ниже номинальных.

Так, нефтяной насос НМ 10000-210 имеет подачу 10000 м³/час, напор 210 м.в.ст, мощность насоса 6300 кВт, частота вращения 3000 об/мин.

Насос НМ 10000-210 – горизонтальный электронасосный агрегат и двухзавитковым спиральным отводом; с центробежным одноступенчатым насосом с рабочим колесом двустороннего входа. Материал проточной части: рабочее колесо сталь 25Л-I; крышка, корпус – сталь 20Л-II, уплотнение вала – торцовое. Насос работает с подпором [3].

Данный насос имеет параметры оптимальной загрузки: КПД насоса составляет 89%, КПД двигателя составляет 97%. Плотность перекачиваемой нефти принята 870 кг/м³[3].

Допускаем, что в практических условиях коэффициент полезного действия насоса снижен на 8% по сравнению с номинальной мощностью.

Затраты мощности двигателя составят при работе в соответствии с паспортными данными, 5700 кВт. 8% потерь от этого значения определятся в размере 456 кВт. При объеме годовой работы насоса 8400 часов потери электроэнергии составят 3830,400 тыс. кВт-час. Этот пример иллюстрирует важность применения комплекса мероприятий по совершенствованию мер, направленных на снижение энергоемкости работы насосного оборудования.

Основными причинами, приводящими к снижению энергоэффективности насосного оборудования, являются следующие факторы: конструкционные (причины, связанные с неточностью изготовления размеров деталей насоса), увеличение объемных потерь в связи с увеличением зазоров и сопряжений, уровни вибрации, в том числе, возникающих по причине кавитации; изменение диаметров рабочих колес; влияние вязкости нефти;

недостаточный подпор для первого насоса, работа насосов на нестационарных режимах, зависимость его работы от положения потока, влияние схемы подвода потока нефти и другие причины [3].

Повышенный уровень вибрации и шума в насосе может быть по причине расцентровки валов, дисбаланса ротора, попадания посторонних предметов в рабочее колесо, повреждения валов, зубчатой муфты, зазора в подшипниках, т.д. Повышенный уровень вибрации существенно снижает кпд (а следовательно, энергоэффективность) и межремонтный ресурс агрегата.

Установлено, что влияние вязкости сильно сказывается на кпд насоса – с ростом вязкости снижается напор насоса и увеличивается мощность, подводимая к насосу. Любое увеличение вязкости снижает коэффициент полезного действия насосного агрегата.

Практика показывает, что более 12% времени эксплуатации насосов отводится на нестационарные режимы (переходные, которые длятся обычно не более одного часа). Анализ факторов, влияющих на снижение кпд насосных агрегатов в промышленных условиях, позволяет выявить основные из них, которые показаны на рис. 1.

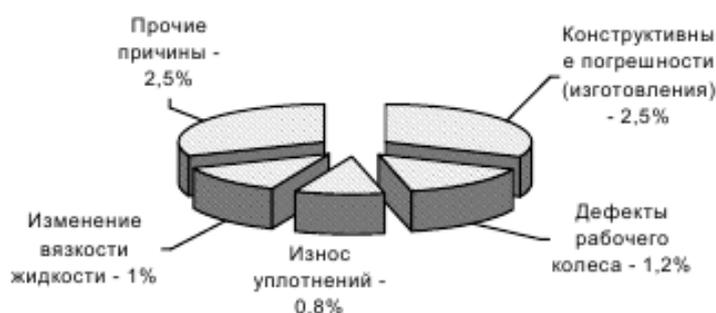


Рис.1. Распределение факторов, влияющих на снижение кпд насосных агрегатов в промышленных условиях

Основной причиной возникновения возмущений по нестационарным режимам является как работа промежуточных насосных станций (их включение и отключение), так и работа насосных агрегатов. Значительные колебания, возникающие при этом, являются факторами, приводящими к падению кпд и росту энергоемкости перекачки.

При эксплуатации магистральных трубопроводов в практических условиях стремятся добиться возможно полной их загрузки при работе насосов в зоне наиболее оптимального коэффициента полезного действия, что обеспечивает минимальную себестоимость перекачки. Однако, в реальных условиях такое положение трудно реализуемо, и приходится прибегать к регулированию работы трубопровода.

Отклонение работы трубопровода от номинальных параметров обусловлено следующими причинами: нерегулярностью поставок нефти, не-

равномерность отборов и поставок, колебанием параметров перекачиваемой жидкости, наличием простоев в работе трубопровода, т.д.

Отдельные факторы имеют периодический характер возникновения, тогда как другие – постоянный. В связи с этим, дополнительным фактором оптимизации работы системы «трубопровод – насосные агрегаты» является регулирование, призванное обеспечить стабильность работы всей системы, а также оптимизацию технико-экономических показателей работы всей системы [3].

Методы регулирования работы этой системы подразделяются, в свою очередь, на такие виды как регулирование работы путем регулирования характеристик сети (это такие методы как дросселирование потока, лупингование, перепуском части потока во всасывающий трубопровод, дросселирование на входе, отключение промежуточной станции, т.д.) и регулирование в процессе изменения работы насосной станции (такие методы, как варьирование количеством работающих насосных агрегатов, подключение насосов с разными напорными характеристиками, замена насосов, применение сменных колес, ряд других) [3].

При последовательном соединении насосов наиболее применяются такие методы регулирования как изменение числа рабочих насосов, дросселирование. Обычно эти методы используются комплексно, так как при индивидуальном применении они, как правило, малоэффективны.

Наиболее выгодным методом является изменение частоты вращения ротора насоса, при котором подача и напор, вместе с кпд, увеличиваются.

Обобщая все изложенное, можно сделать вывод о том, что основные причины, приводящие к снижению кпд насосных агрегатов нефтеперекачивающих станций, могут быть разделены на случайные и систематические. Кроме того, можно также выявить причины, зависящие от времени работы насоса после очередного технического обслуживания или ремонта, а также технического состояния самого насосного агрегата в текущий момент.

Список литературы

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 13.11.2009 №1715-р // «Собрание законодательства РФ», 30.11.2009, N 48, ст. 5836. – Текст : непосредственный.

2. Хакимьянов, М. И. Повышение энергоэффективности и оптимизация режимов работы электроприводов в нефтедобывающей промышленности : Дисс. доктора технических наук / М. И. Хакимьянов. – Уфа : 2018. – 355 с. – Текст : непосредственный.

3. Эксплуатация оборудования нефтеперекачивающих станций / А. Г. Гумеров, Р. С. Гумеров, А. М. Акбердин. – Москва : Недра, 2001. – 475 с. – Текст : непосредственный.

Эффективность применения ЧРП насосов магистральных нефтеперекачивающих станций

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В статье описан механизм регулирования работы насосов нефтеперекачивающих станций с помощью частотного регулирования. Охарактеризованы основные преимущества, а также механизм влияния на эффективность работы насосов МН. Обоснована возможность применения эквивалентного КПД при расчетах экономической эффективности частотного регулирования.

Abstract: The article describes the mechanism of regulation of pumps of oil pumping stations by means of frequency control. The main advantages, as well as the mechanism of influence on the efficiency of pumps and oil-pumping network are characterized. The possibility of using equivalent efficiency in the calculations of economic efficiency of frequency control is substantiated.

Ключевые слова: Насосы, электроэнергия, режим, электродвигатели, мощность, частотно-регулируемый привод, возможность, эффективность, перекачка, кпд

Keywords: pumps, electric power, mode, electric motors, power, variable frequency drive, capability, efficiency, pumping, efficiency

Рациональное использование электрической энергии является основой развития всех отраслей промышленности [1]. Одним из наиболее важных и перспективных направлений современной энергетики является использование регулируемого привода. В последние годы широкое внедрение мощных частотных преобразователей подтвердило их уникальные возможности как эффективного средства для обеспечения комплексных задач автоматизации и энергосбережения, но повсеместное внедрение сдерживается высокой стоимостью оборудования данного вида.

В нефтеперекачивающей отрасли наиболее эффективным является применение ЧРП в силовом приводе центробежных насосов (НЦ), момент нагрузки которых связан со скоростью вращения квадратичной зависимостью. Помимо снижения энергопотребления при регулировании производительности, очень важен и ресурсосберегающий эффект, определяемый уменьшением утечек и нагрузок на все элементы нефтеперекачивающей сети. Однако, вопрос о массовом его внедрении пока остается открытым, что во многом обусловлено высокой ценой оборудования ЧР и одновременно с этим – отсутствием методов оценки технологической и экономической эффективности капиталовложений.

Имеются отдельные документы, например, Инструкция [1]. Данная инструкция являлась временной, издана в 1997 году и была предназначена

для использования преимущественно в сфере коммунального хозяйства. В документе определены общие аспекты эффективности в связи с внедрением частотно-регулируемого привода, однако не отражены другие положительные характеристики (которые направлены на получение технологического эффекта) - улучшение характера протекания переходных процессов, снижение затрат на обслуживание, уменьшение шума и пр. [1].

Другим нормативным рекомендательным документом является [2], однако документ освещает только технические стороны и преимущества внедрения ЧРП. Методические рекомендации по расчету экономической эффективности от внедрения ЧРП в данном документе отсутствуют.

Существующие методики, регламентирующие оценку экономической эффективности, в качестве нормативного срока окупаемости рекомендуют срок 3,15 года [3]. Но капиталовложения, связанные с ЧРП в нефтеперекачивающем комплексе, за этот срок не окупаются, что с экономической точки зрения является свидетельством нецелесообразности инвестирования в данные регулирующие комплексы. Наличие множества факторов, влияющих на эффективность использования частотного привода, является основной причиной сложности, в том числе и при оценке эффективности. Некоторые из них описаны ниже.

Расход электроэнергии в системе транспортировки нефти зависит от нагрузок магистральных сетей в зависимости от объемов перекачки, производительности системы, диаметров трубопроводов, физико-химических свойств перекачиваемых жидкостей, шероховатости трубопроводов – их внутренней поверхности (чем новее трубопровод – тем более гладкая поверхность, что влияет на размер значения шероховатости). Большое значение оказывает и коэффициент полезного действия насосов и электродвигателей [3].

При регулировании частоты эффективность насосов зависит от двух регулируемых параметров: подачи и скорости вращения. Подача связана со скоростью вращения роторов обратно пропорционально, что позволяет поддерживать высокую эффективность насосов и электродвигателей в широком диапазоне режимов накачки. При этом снижаются потери мощности и электроэнергии, повышается эквивалентная эффективность прокачки и снижаются удельные затраты электроэнергии [1].

Представим пример, иллюстрирующие возможности снижения энергоемкости при использовании ЧР. На НПС установлено четыре нефтеперекачивающих насоса марки НМ-10000-210.

Основными проблемами, выявленными в процессе исследования, являются: неконтролируемое энергопотребление, работа в прерывистом режиме обуславливает большие динамические потери в трубопроводах; регулирование производительности методом дросселирования не эффективно; частые запуски напрямую от сети насосных агрегатов приводят к повышенному износу оборудования из-за многократных пусковых токов. Было принято решение об установке ЧРП на приводы НМ-10000.

В эксплуатации находятся постоянно три насоса, один в резерве. Средняя суммарная производительность за месяц составляет (по трем насосам - 21250 м³/час).

В данных условиях необходимый расход и снижение энергоемкости можно создавать не дросселированием, а с помощью преобразователя частоты вращения электродвигателя. На рис.1 представлены типовые характеристики зависимости мощности от производительности при разных методах регулирования [2].

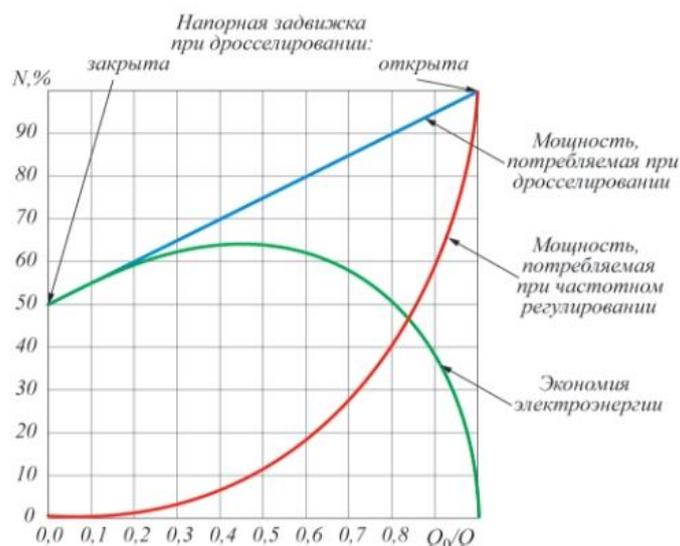


Рис. 1. Потребление мощности при различных способах регулирования частоты вращения насосов

Определим энергопотребление электродвигателей при регулировании расхода методом дросселирования. Мощность трех работающих насосов насоса 16395 кВт.

При использовании дросселирования энергопотребление снижается примерно на 25%, тогда потребляемая мощность определится в 75% от номинальной, то есть 12296 кВт. Энергопотребление электродвигателя при регулировании расхода с помощью преобразователя частоты определится по формуле (1):

$$N_0 = \frac{N}{\left(\frac{Q}{Q_0}\right)^3} \quad (1)$$

- где N — номинальная мощность работающих насосов, кВт;
 Q — номинальная производительность работающих насосов, м³/час;
 Q₀ — средняя суммарная производительность насосов, м³/час.

$$N_0 = \frac{16395}{\left(\frac{30000}{21250}\right)^3} = 5828,297 \text{ кВт}$$

Разница в энергопотреблении между способом дроссельного регулирования N_d и ЧРП N_0 и является фактически теряемой мощностью:

$$\Delta N = N_d - N_0 \quad (2)$$

$$\Delta N = 12296 - 5828,297 = 6467,7 \text{ кВт}$$

Хочется отметить, что кроме экономического, внедрение частотного регулирования несет в себе также и технологический эффект. Например, снижение нагрузок (гидравлических и механических) на технологическое оборудование при плавности пусков, снижение нагрузок питающей сети (в связи с исключением пусковых токов электродвигателей насосов напрямую от сети), ряд других.

Можно сделать вывод о том, что основные факторы, влияющие на технико-экономическую эффективность внедрения ЧРП объединены по группам: прямой экономии от снижения энергоемкости (до 50%); прямой экономии за счет снижения непроизводительных потерь (30 % общего объема утечек); снижении аварийных ситуаций (6–10 раз); увеличении ресурса и межремонтных сроков оборудования; увеличении надежности системы.

Во многом эффективность использования ЧРП определяется различными факторами. Оценка эффективности внедрения ЧРП в магистральных системах может представлять собой решение оптимизационной задачи, учитывающей вес и вклад каждого технико-технологического фактора, формирующего эффективность внедрения ЧРП.

Список литературы

1. Шакарян, Ю. Г. Инструкция по расчету экономической эффективности применения ЧРЭП / Ю. Г. Шакарян. – Москва : АО ВНИИЭ, МЭИ, 1997. – 7 с. – Текст : непосредственный.
2. Методические указания по выбору и применению асинхронного частотно-регулируемого привода мощностью до 500 кВт [Текст] : ВРД 39-1.10-052-2001 : утв. ОАО Газпром 22.11.01 : ввод. в действие с 01.11.22. – Москва : ВНИИГАЗ Управление энергетики ОАО Газпром, 1999. – 33 с. – Текст : непосредственный.
3. Гумеров, А. Г. Эксплуатация оборудования нефтеперекачивающих станций / А. Г. Гумеров, Р. С. Гумеров, А. М. Акбердин. – Москва : Недра, 2001. – 475 с. – Текст : непосредственный.

Модернизация системы охлаждения фрезы машин для безогневой резки труб

Тюменский Индустриальный Университет, г. Тюмень

Аннотация: В данной работе рассмотрены существующие методы безогневой резки труб на магистральных нефтепроводах, системы охлаждения фрезы машин МРТ, их преимущества и недостатки, а также предложен метод использования углекислоты в качестве хладагента.

Abstract: This work contains existing methods for flameless cutting of pipes at main pipelines, cooling systems for milling cutters of MRI machines, their advantages and disadvantages, and a method for using carbon dioxide as a refrigerant is proposed.

Ключевые слова: безогневая резка труб, машины МРТ, охлаждение фрезы, магистральный нефтепровод, ремонтные работы, вырезка дефектных участков.

Keywords: flameless pipe cutting, MRI machines, cutter cooling, main oil pipeline, repair work, cutting of defective sections.

При выполнении плановых работ по ремонту магистральных нефтепроводов неотъемлемой операцией является вырезка дефектного участка. В настоящее время для выполнения работ по вырезке дефектных участков трубы используются давно закрепившиеся на производстве методы с применением машин для безогневой резки труб типа МРТ «Волжанка». К конструкциям данных машин предъявляются высокие требования: они должны быть надежными, учитывая их эксплуатацию в различных климатических условиях, иметь оптимальные вес и габариты по длине и высоте, быть несложными в обслуживании, снабжаться приводом взрывобезопасного исполнения, быть универсальными (обеспечивать резку труб в широком диапазоне диаметров), иметь высокую точность реза. Однако данные машины имеют следующие недостатки:

1. Возможность заклинивания режущего инструмента;
2. При положении машинки МРТ в нижней образующей трубы, охлаждение фрезы из-за конструктивных особенностей не обеспечивается в полном объеме;
3. Замерзание воды при охлаждении фрезы при низких температурах окружающего воздуха;
4. Возможность вывода из строя режущего инструмента (фрезы);
5. Необходимость подвода инструмента для задания глубины реза;
6. Необходимость охлаждения режущего инструмента (во все время года);

7. Невозможность монтажа и демонтажа без помощи грузоподъемных механизмов (ГПМ);

8. Неизбежность применения взрыво- и пожароопасных материалов.



Рис. 1. Общий вид МРТ типа «Волжанка»

Чтобы уменьшить нагревание фрезы при резании, тем самым уменьшить износ под влиянием размягчения режущей кромки и продлить срок работы фрезы без переточки, прибегают к охлаждению. Охлаждение фрезы машин МРТ осуществляется водой. Вода в зимнее время при низких температурах замерзает, предлагаемый в этих случаях применения антифриз является достаточно дорогим продуктом. В данной работе предлагается использовать метод охлаждения фрезы углекислотой, которая под давлением подается к защитному кожуху машинки из баллона по рукаву высокого давления. Через сопла с мелкими отверстиями (диаметр 0,4 мм) закрепленные на защитном кожухе МРТ углекислота подается в зону реза с температурой до - 40°C.

В качестве хладагента предлагается применять диоксид углерода - невзрывоопасный и не токсичный газ. Низкотемпературную углекислоту или двуокись углерода (диоксид углерода, углекислый газ) высокого давления и получают из сбросных газов производств таких продуктов как аммиак, спирт, а также на базе специального сжигания топлива и других производств. Получаемый таким образом сухой лёд используется в качестве хладагента в холодильниках и морозильных установках. Так же используется и жидкая углекислота, в связи с её удобством транспортировки по трубам и трубкам внутри приборов. Баллоны с жидкой углекислотой нашли широкое применение в огнетушителях и при производстве газированной воды. Углекислый газ используется в качестве инертной среды при сварке проволокой.

Предлагаемый метод основан на физическом свойстве углекислоты. При выпуске жидкой углекислоты из баллона в атмосферу часть её испаряется, а другая часть образует хлопья сухого льда. Работа, затраченная на сжатие газа, оказывается значительно меньше той, которая требуется на его расширение. И чтобы как-то компенсировать возникающий дефицит, углекислый газ резко охлаждается, превращаясь в "сухой лед".

Конструктивно в предлагаемом методе машинка МРТ не претерпевает больших изменений. Взамен емкости с водой и шланга соединяющего емкость с машинкой МРТ, будет использован баллон с углекислотой, рукав высокого давления, без сложности присоединяемый к защитному кожуху машинки МРТ. Баллоны с углекислым газом будут устанавливаться в одну группу (6 баллонов в одной группе), подсоединяться гибкими медными трубками к трубам - коллекторам через вентили. Каждый коллектор имеет по главному запорному вентилю. Когда из одного коллектора отбирается газ, то ко второму подсоединяются новые баллоны, наполненные газом. Вентили позволяют отсоединять каждый баллон от ramпы, не прерывая отбора газа от остальных баллонов. Ramпа имеет центральный вентиль, к которому подсоединен рукав высокого давления длиной 15-20м. Рукав высокого давления подключается к тройнику закрепленному на защитном кожухе машинки МРТ, к тройнику далее подключены медные трубки с форсунками (отверстие 0,4мм) подводимые к месту реза. Медные трубки с форсунками подводятся к месту реза, в место входа фрезы в тело трубы и в место выхода фрезы из тела трубы.

Применение данного метода охлаждения фрезы МРТ углекислотой имеет следующие преимущества:

1. Температура воздуха не оказывает влияния на охлаждающий элемент фрезы МРТ;
2. Охлаждение фрезы обеспечивается в полном объеме вне зависимости от пространственного положения машинки МРТ
3. В области реза фрезой трубы создается дополнительный взрывобезопасный эффект - бескислородная среда;
4. Предлагаемый метод существенно экономичнее использования для охлаждения антифриза.

Таким образом, модернизация системы охлаждения фрезы машин для безогневой резки труб является прогрессивным методом, который позволит не только проводить операции по вырезке дефектных участков безопаснее за счёт бескислородной среды, но и существенно увеличит эксплуатационную надежность данного оборудования.

Список литературы

1. Аврутин С. В. Фрезерное дело / С. В. Аврутин. - Москва : Профтехиздат, 1963. - 542 с. - Текст : непосредственный.
2. Герасимов В. Г. Электротехнический справочник / В. Г. Герасимов. - Москва : МЭИ, 2004. - 696 с. - Текст : непосредственный.
3. Таран В. Д. Сооружение магистральных трубопроводов / В. Д. Таран. - Москва : Недра, 1964. - 544 с. - Текст : непосредственный.

Применение присадок для минимизации образования донных отложений в резервуарах

Тюменский Индустриальный Университет, г. Тюмень

Аннотация: В данной работе рассмотрены существующие методы размыва донных отложений в резервуарах, их преимущества и недостатки, а также предложен метод применения специальных присадок, позволяющих минимизировать образование донных отложений.

Abstract: This work contains existing methods of erosion of bottom sediments in tanks, their advantages and disadvantages, as well as a method of using special additives to minimize the formation of bottom sediments.

Ключевые слова: донные отложения, резервуары, присадки, парафин, недоиспользование емкости резервуара, «Диоген».

Keywords: bottom sediments, reservoirs, additives, paraffin, underutilization of reservoir capacity, «Diogen».

В процессе хранения парафинистых нефтей в резервуарных емкостях, происходит образование и накопление донных отложений. Наличие на днищах осадков приводит к недоиспользованию емкости нефтяных резервуаров, а также к возникновению коррозионно-опасных водяных линз под осадком и к затруднению в обследовании состояния резервуара. Накопление таких осадков, помимо снижения полезного объема резервуара, ведет также к осложнению процесса эксплуатации емкостей, к увеличению материальных затрат на транспортировку и хранение нефти, а в итоге к снижению технико-экономических показателей работы транспортной системы в целом. Поэтому для увеличения эффективности использования резервуарных емкостей необходимо сохранение их полезного объема. Актуальной задачей на сегодняшний день является поиск новых, качественных способов и технологий способствующих уменьшению количества донных отложений в связи с тем, что известные методы не достаточно безупречны и совершенны.

В настоящее время применяются различные способы борьбы с донными и пиррофорными отложениями в резервуарных емкостях. Широкое применение нашли винтовые мешалки. По принципу действия их можно разделить на две группы. Одни интенсивно перемешивают весь объем нефти, предотвращая образование осадка и обеспечивая гомогенизацию жидкости в резервуаре, другие создают длинную затопленную узконаправленную струю, размывающую осадок в месте соприкосновения струи с ним. Рассмотрим устройство винтовой мешалки типа «Диоген».



Рис. 1. Общий вид устройства типа «Диоген»

Конструкция винтовой мешалки типа «Диоген» состоит из корпуса и вала, на котором закреплен винт, приводящийся во вращение с помощью взрывозащищенного асинхронного электродвигателя. Соединение винта с двигателем осуществляется с помощью плоскозубчатой ременной передачи. Благодаря автоматическому приводу поворота, вал рассматриваемого устройства совершает веерообразные перемещения.

Принцип работы устройства «Диоген» достаточно прост. Он заключается в размыве парафинового осадка и различных примесей посредством направленной струи нефти, хранимой в резервуаре. Так как качание вала происходит в горизонтальной плоскости, достигается полнота воздействия на поверхность осадка. При этом работа автоматического привода поворота обеспечивается тем же электродвигателем, что и вращение винта.

Назначение предлагаемых присадок заключается в улучшении низкотемпературных свойств нефтей и тяжёлых нефтепродуктов, снижении их динамической вязкости при перекачке, транспортировке и хранении. Кроме того, некоторые из них замедляют или вовсе предотвращают образование асфальтеносмолистопарафиновых отложений (АСПО), как на внутренних стенках трубопроводов, так и в резервуарах и цистернах, уменьшающих их проходное сечение. Широкое применение различных присадок позволит не только увеличить пропускную способность трубопроводов, и, как следствие уменьшить давление перекачки, но также уменьшить время простоя железнодорожных цистерн при сливе и наливке нефти, снизить затраты на подогрев нефти.

Выбор эффективного ингибитора является одной из ключевых задач, которая помогает решить проблему образования донных отложений. В зависимости от основных свойств нефти, которая поступает в резервуары, выделены три основных ингибитора:

1. ЭКС-2 + ДТМС_н 30:70
2. ДТМ-30 + ДТМС_н 70:30
3. ЭКС-2 + ДТМС_н 70:30

Для определения наиболее эффективного ингибитора, использовалась установка, в основе которой лежит метод «холодного стержня». Ис-

пытания присадок проводились на модельной смеси, состоящей из 10% раствора парафина в авиационном керосине.

Таблица 1.

Результаты исследования присадок

Ингибиторы АСПО и их смеси	Эффективность ингибиторов и смесей при их разном расходе, %			
	50 г/т	100 г/т	250 г/т	500 г/т
ЭКС-2+ ДТМС _н 30:70	73,5	60,4	62,1	63,4
ДТМ-30 + ДТМС _н 70:30	60,3	59,4	66,8	75,2
ЭКС-2 + ДТМС _н 70:30	57,1	52,0	52,1	50

После проведенного исследования было установлено, что наиболее эффективной является композиция ЭКС-2+ДТМС_н 30:70. Это связано с тем, что степень ингибирования составляет 73,5% при минимальных расходах ингибитора 50 г/т. Таким образом, добавление эффективной присадки и устройства «Диоген» позволяет интенсифицировать процесс размыва донных отложений на 40% за счет снижения вязкости исследуемой нефти, активного перемешивания содержимого резервуара и высокой скорости струи жидкости.

Введение присадок в резервуар можно осуществлять с помощью сифонных кранов, приемо-раздаточных патрубков и приемо-раздаточных установок.

Таким образом, в данной работе был предложен метод, который позволяет минимизировать образование донных отложений в резервуарах с помощью применения присадок. Они позволяют уменьшить количество отложений на 40%, в связи с уменьшением вязкости отложений, что приведет к использованию в полном объеме емкости нефтяных резервуаров, а также к предотвращению возникновения коррозионно-опасных сред.

Список литературы

1. Андриасов Р. С. Влияние содержания парафина и смол на вязкость нефти / Р. С. Андриасов. - Текст : непосредственный // Борьба с отложениями парафина. – Москва : Недра, 1965. - С. 93-99.
2. Абрамзон Л. С. Устройство, предотвращающее накопление осадков в нефтяных резервуарах / Л. С. Абрамзон, Ю. А. Сквородников. – Текст : непосредственный // Транспорт и хранение нефти. – Москва : Недра, 1963. - С. 16-19.
3. Таран В. Д. Сооружение магистральных трубопроводов / В. Д. Таран. - Москва : Недра, 1964. - 544 с. - Текст : непосредственный.

Анализ аварийности магистральных газопроводов

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В работе проанализированы причины аварий на магистральных газопроводах. На основании проведенных исследований были приведены сценарии аварии. Сделаны выводы о необходимой диагностике магистральных газопроводов.

Abstract: An analyzes the causes of accidents on gas pipelines. Based on the studies, accident scenarios were given. Conclusions are drawn about the necessary diagnostics of gas pipelines.

Ключевые слова: магистральный газопровод, диагностика, газ, аварии

Keywords: gas pipeline, diagnostics, gas, accidents.

К магистральным трубопроводам для безопасной эксплуатации на сегодняшний день применяется ряд требований. Это приводит к тому, что повсеместно эксплуатирующими организациями внедряются системы мониторинга технического состояния магистрального трубопровода. Данные системы позволяют получать величины для определения напряженно-деформированного состояния стенок трубопровода, пространственного перемещения. Контроль величин нагружения системы позволяет повышать эффективность, надежность эксплуатируемых магистральных трубопроводов.

Стоит заметить, что воздействия внешней среды негативно отражаются на эксплуатационных характеристиках трубопровода, приводя к пространственному перемещению в зоне вечномёрзлых грунтов, в зоне пучинистых грунтов и водоемов. Трубопроводы в районах болот и пучинистых грунтов наиболее часто претерпевают механические напряжения. Данные климатические изменения приводят к резким изменениям продольного положения трубопровода. Периодически повторяющиеся данные изменения могут привести к трещинам металла. Данные перемещения также вызывают появление гофр, сплющиваний и выпучиваниям из грунта.

Трудности возникают при учете всех физических свойств грунтов, что требуется решать задачу нелинейно. Аварии на линейно части магистральных газопроводов происходят из-за разрыва трубы с дальнейшим выбросом природного газа в атмосферу со скоростью звука. Протяженность разрыва имеет непосредственную прямую взаимосвязь с технологическими параметрами работы магистрального газопровода и свойствами грунтов. При диаметре трубопровода более 1200 мм характерны разрывы протяженностью более 50 метров с вероятностью возгорания 0,5-0,6.

Диаграмма распределения аварий на линейно части магистральных газопроводов представлена на рис.1 [1].



Рис. 1. Аварии на линейно части магистральных газопроводов в зависимости от причин возникновения

После анализа причин аварий были выявлены сценарии развития аварийных ситуаций. На магистральных газопроводах возможны следующие сценарии аварий:

1) Разрушение линейной части- выброс газа- образование облака газозоудной смеси- рост облака+ источник возгорания- взрыв- поражение зданий и сооружений- загрязнение окружающей среды продуктами сгорания;

2) Разрушение линейно части- выброс газа+ источник возгорания- возникновение горящего факела- термическое поражение сооружений- загрязнение окружающей среды продуктами сгорания;

3) Разрушение линейно части- выброс газа в атмосферу.

Сценарии происхождений аварий на магистральных трубопроводах приведена на рис 2 [2].

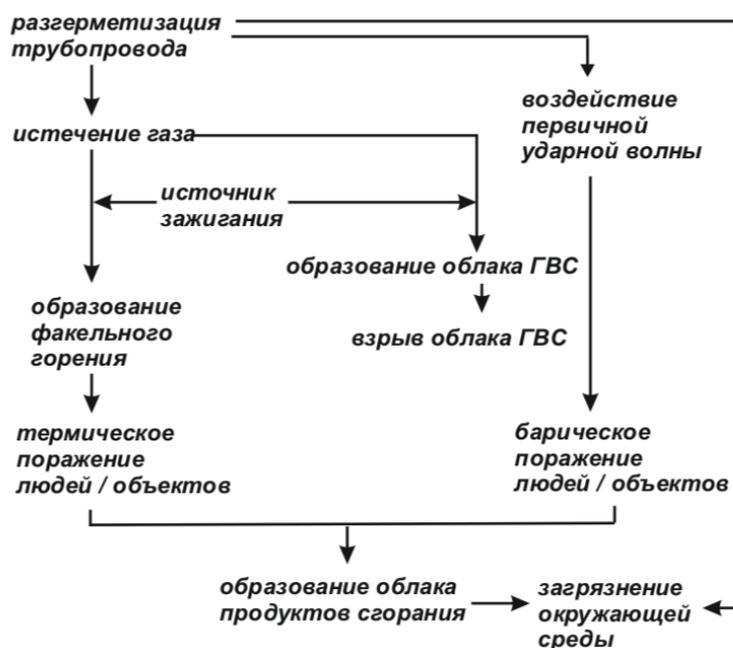


Рис. 2. Блок-схема сценариев аварий на линейной части магистрального газопровода

Необходимо проводить ряд действий для предотвращения возникновения аварий на магистральных газопроводах. Важнейшей составляющей данных действия является диагностика технического состояния магистральных газопроводов. Ростехнадзором в 2017 году утверждены следующие руководства: "Методика технического диагностирования пунктов редуцирования газа" [3], "Инструкция по техническому диагностированию подземных стальных газопроводов" [4]. Данные руководства систематизируют процесс диагностики под современные требования, что повышает их надежность.

Можно сделать вывод, что обеспечение безопасной эксплуатации объектов магистральных газопроводов возможно лишь при условии своевременной диагностики технического состояния.

Список литературы

1. Гостинин, И. А. Анализ аварийных ситуаций на линейной части магистральных газопроводов / И. А. Гостинин, А. Н. Вирясов, М. А. Семенова. – Текст : непосредственный // Инженерный вестник Дона. - 2013. - Т. 25. - № 2 (25). - С. 24.
2. Строганов, И. В. Повышение безопасности эксплуатации трубопроводов (в том числе из разнородных материалов) с применением термоусаживающихся муфт из эпоксидных полимеров / И. В. Строганов, Р. З. Хайруллин. – Текст : непосредственный // Вестник Казанского технологического университета. - 2014. - Т. 17. - № 9. - С. 98-101.

Проблема солеотложения при эксплуатации скважинного и нефтепромыслового оборудования

Тюменский нефтяной научный центр, г. Тюмень

Аннотация: В статье рассматривается актуальная на сегодняшний день проблема отложения неорганических солей в скважинном и нефтепромысловом оборудовании. Проанализированы наиболее эффективные методы предотвращения солеотложения. Приведены рекомендации по его применению на основе опыта нефтегазовых компаний.

Abstract: The article discusses the actual problem of inorganic salts deposition in downhole and oilfield equipment. The most effective methods of preventing salt deposition are analyzed. Recommendations for its application based on the experience of oil and gas companies are given.

Ключевые слова: ингибитор, отложения неорганических солей, скважинное и нефтепромысловое оборудование

Keywords: inhibitor, inorganic salt deposits, borehole and oilfield equipment

Поддержание пластового давления в скважине чаще всего решается посредством закачки пластовой воды. В результате чего, добыча нефти сопровождается отложением твердых минеральных осадков в призабойной зоне пласта, на стенках эксплуатационных колонн, в оборудовании и трубопроводах системы сбора и подготовки нефти. Солевые отложения представляют серьезную угрозу при разработке нефтяных месторождений: снижается уровень добычи нефти в связи с уменьшением внутреннего диаметра трубопроводов, выходят из строя насосное и измерительное оборудование, снижается эффективность работы сепараторов, а трудоемкость ремонтных работ и простой скважин влияют на повышение себестоимости добываемого сырья. Также солевые отложения вызывают коррозию, которая интенсивно поражает внутреннюю поверхность трубопроводов, что приводит к их ускоренному разрушению, повышая риск разлива нефти. На трубопроводах создается пожароопасная ситуация, особенно, если в состав перекачиваемого продукта входит попутный нефтяной газ. Количество выведенных из эксплуатации нефтепроводов по причине солеотложения составляет порядка 40 % от общего числа их отказов.

В настоящее время одной из основных задач нефтяной промышленности выступает поиск путей повышения эффективности добычи, сбора и подготовки нефти, поэтому вопрос борьбы с отложениями неорганических солей является достаточно актуальным. Предотвращение солеотложения в скважинах, оборудовании и системах внутрипромыслового сбора нефти является основным направлением в борьбе с данным процессом.

По преимущественному содержанию в отложениях неорганических солей определенного вида выделяется три группы: хлоридные, карбонатные и сульфатные.

По структуре солевые отложения разделяются на три вида:

1. Плотные микро- и мелкокристаллические осадки (отдельные поперечные слои не определяются, представляют собой однородные кристаллы, имеют накипеобразный характер).

2. Плотные осадки, состоящие из кристаллов гипса, твердых и жидких углеводородов (отдельные поперечные слои различимы, между средними и крупными кристаллами пространство заполнено более мелкими).

3. Плотные крупнокристаллические осадки (между крупными кристаллами гипса располагаются более мелкие кристаллы солей и углеводородные соединения).

На скорость образования отложений и объем выпадения солей влияет следующий перечень факторов:

- изначальный химический состав, а именно солевая насыщенность пластовой воды;

- типы ионов в пластовой воде;

- режим эксплуатации добывающей скважины и способ добычи нефти;

- совместимость пластовых вод нефтенасыщенных пластов;

- совместимость пластовой воды с водами для системы поддержания пластового давления и др.

Выпадение в осадок химического вещества из раствора происходит при превышении его концентрации равновесной величины.

Методика борьбы с солеотложением в скважинном и нефтепромысловом оборудовании формируется исходя из условий и особенностей разработки залежей и технической оснащенности. Предотвращение отложений солей строится на системе планирования и выполнения мероприятий по защите оборудования на предприятии, оценка эффективности которых производится по отдельно разработанным критериям.

В дополнении к системе планирования и выполнения мероприятий по защите необходимо проводить регулярный мониторинг фонда добывающих скважин в целом и контролировать изменение ионного состава водной фазы. Контроль параметров осуществляется автоматически с помощью программно-вычислительных модулей. При обнаружении повышения количества солеотложения на скважине, выходящее за принятые допустимые показатели, скважина включается в солевой фонд и ставится на особый контроль [1]. Анализ фонда скважин необходимо проводить ежемесячно для своевременного обновления солевого фонда и предупреждения аварийных ситуаций.

Приоритетным способом предотвращения возникновения рассматриваемой проблемы остается использование ингибирующих композиций отложения неорганических солей.

В качестве ингибиторов солеотложений применяются следующие вещества и их смеси:

- фосфоновые кислоты;
- винилидендифосфоновая кислота и ее соли;
- эфиры и соли фосфоновых кислот;
- ненасыщенные монокарбоновые и дикарбоновые кислоты;
- винилсульфоновая кислота и ее соли;
- соли и эфиры винилуксусной кислоты;
- виниловые спирты;
- фосфорноватистая кислота;
- водорастворимые полимеры сложных эфиров акриловой, метакриловой или цианакриловой кислоты [2].

Ингибиторы могут быть как однокомпонентными, так и многокомпонентными композициями. Разнообразие последних продолжает пополняться новыми вариантами исполнения. Среди последних была разработана ингибирующая композиция, представляющая собой водный раствор триполифосфат натрия, бифторида аммония, соляной кислоты, метанола и неионогенного поверхностно-активного вещества. Многокомпонентная сбалансированная физико-химическая система, в которой каждый из компонентов, равно как и его содержание, играют важную роль [3].

По механизму действия ингибиторы разделяют на три группы:

- ингибиторы, адсорбирующиеся на поверхности возникшего кристалла и препятствующие его дальнейшему росту;
- ингибиторы, адсорбирующиеся на активных кристаллах и на дефектах их кристаллической решетки, останавливающие или замедляющие рост кристалла и его кристаллическую решетку;
- ингибитор, адсорбирующиеся на поверхности кристаллов, тем самым препятствующие взаимодействию кристаллов между собой.

Современные ингибиторы проявляют три механизма действия одновременно, но один из эффектов обычно проявляется сильнее.

Оценка адсорбционной способности разработанных ингибирующих составов композиций проводится в лабораторных условиях с помощью оценки и сравнения фильтрационных способностей ингибирующих растворов. Эффективность разработанной композиции [3] объясняется механизмом воздействия на породу кислотными добавками, входящими в ее состав. Использование ингибирующей композиции более сложного состава позволяет повысить эффективность воздействия и дольше защищать нефтепромысловое и скважинное оборудование от солеотложения.

В настоящее время ингибиторы солеотложения в основном применяют путем непрерывной дозированной подачи в затрубное пространство скважин. Данный метод предполагает достижение ингибитором насоса УЭЦН под действием силы тяжести. Однако в ходе многочисленных исследований доказано, что подобное применение ингибиторов с использо-

ванием дозировочных установок не является эффективным по причине отсутствия контроля времени, необходимого для попадания ингибитора солеотложения к УЭЦН, а также неравномерности его поступления на прием насоса. Такой способ дозирования ингибитора способствует образованию отложений на внешней поверхности скважинных трубопроводов или на внутренней поверхности эксплуатационной колонны и увеличению скорости коррозии перечисленного оборудования.

В качестве альтернативы защиты скважинного оборудования от солеотложения предлагают периодическую подачу 10-15% водного раствора ингибитора в затрубное пространство. Период между обработками определяется исходя из дебита скважины по воде и высоты динамического уровня жидкости в затрубном пространстве, может составлять несколько суток или даже несколько недель [1].

Переход на подобный метод обработки нефтяного оборудования способствует снижению числа образования отложений между внешней поверхностью скважинного трубопровода и внутренней поверхностью эксплуатационной колонны. Второй метод применения ингибиторов позволил снизить капитальные затраты на строительство кустовых площадок и текущие затраты на обслуживание дозировочных устройств.

В целом оценку эффективности мероприятий по борьбе с солеотложением необходимо проводить, опираясь на ряд показателей, например, таких как соблюдение графика обработок, концентрация ингибитора в водной фазе скважинной продукции, статистика отказов на скважинах по причине отложения солей, стабильность работы УЭЦН и остального скважинного и нефтепромыслового оборудования.

Список литературы

1. Бриков, А. В. Организация системы борьбы с отложениями солей на примере нефтяного месторождения Западной Сибири / А. В. Бриков, А. Н. Маркин. – Текст : непосредственный // Нефтепромысловое дело. – 2018. – № 4. – С. 56-61.
2. Kelland, A. M. Production chemicals for the oil and gas industry / A. M. Kelland. – Boca Raaton, Florida: CRC Press, 2009. – 404 с. – Текст : непосредственный.
3. Волошин, А. И. Ингибиторы для предотвращения солеотложения в нефтедобыче /А. И. Волошин, В. Н. Гусаков, А. В. Фахреева, В. А. Докичев – Текст : непосредственный // Нефтепромысловое дело. – 2018. – № 11. – С. 60-72.

Северный морской путь как система арктических коммуникаций пространственной экономики

Российский государственный университет
нефти и газа (НИУ) им. И.М.Губкина, г. Москва

Аннотация: В условиях действия геополитических и экономических антироссийских санкций особую значимость приобретает обеспечение устойчивой конкурентоспособной системы арктических коммуникаций как основы экономического функционирования России в этом регионе.

Abstract: Under the conditions of geopolitical and economic anti-Russian sanctions, ensuring a stable competitive system of Arctic communications as the basis for Russia's economic functioning in this region is of particular importance.

Ключевые слова: пространственная экономика, арктические коммуникации, сжиженный природный газ.

Keywords: spatial economy, Arctic communications, liquefied natural gas.

Пространственная экономика, исследуя все пространственные формы организации хозяйства, подчеркивает, что для развития любого региона является создание системы коммуникаций: т.е. конкретных производств, размещающихся в определенных точках территориального пространства.

С позиций пространственной экономики, ключевым условием успешного экономического развития территорий является доступность к локальным и/или региональным рынкам сбыта [1].

Доступность зависит от развитости системы региональных коммуникаций, транспортной доступности пространства. Это является существенным при добыче и транспортировке нефти и газа [2].

В условиях действия геополитических и экономических антироссийских санкций особую значимость приобретает обеспечение устойчивой конкурентоспособной системы арктических коммуникаций как основы экономического функционирования России в этом регионе.

Морские коммуникации Арктической зоны РФ, системообразующим элементом которых является Северный морской путь (СМП), являются важнейшим звеном для освоения месторождений природного газа, а также транспортировки сжиженного природного газа (СПГ) на мировые рынки. Объем морских грузов в арктических акваториях устойчиво увеличивается, что связано с освоением месторождений газа и нефти.

Только компания «НОВАТЭК», реализующая крупные проекты по производству СПГ на полуостровах Ямал и Гыданский, в 2016 году пере-

везла более 2 млн тонн грузов для строительства различных объектов в порту Сабетта. В 2020 году, грузопотоки могут превысить 17 млн т.

В связи с освоением до 2030 года других стратегических проектов, включая освоение уникального Штокмановского месторождения, требуется реализация комплекса мероприятий по развитию СМП (развитие портовой и транспортной инфраструктуры).

Долгосрочные стратегические задачи развития морской деятельности в Арктике на период до 2030 года, определенные Морской доктриной Российской Федерации, направлены на реализацию национальных интересов России в акватории Северного морского пути, ледокольного обслуживания и предоставление равного доступа заинтересованным иностранным перевозчикам, в том числе иностранным. Необходимо обновление имеющихся и создание новых ледокольных судов, отвечающих современным требованиям по обеспечению безопасности мореплавания в арктических морях.

Развитие Арктической транспортной системы РФ, имеет целью, прежде всего, сохранение СМП как единой национальной транспортной магистрали и обеспечение его устойчивого, безопасного функционирования в государственных интересах, транзитных, международных, региональных перевозок и северного завоза грузов; защиты приоритета российского флота, а также укрепления безопасности России в Арктике.

В этих условиях для России наиболее перспективным направлением поставки природного газа становится Азиатско-тихоокеанский регион (АТР), а средствами транспортировки – специализированные (суда) для перевозки СПГ и/или компримированного газа.

Стремительное развитие Ассоциации государств Юго-Восточной Азии (АСЕАН) ведет к росту потребления энергоресурсов этими странами. В мировом потреблении энергоресурсов, доля стран Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР), по прогнозам экспертов, в 20-летней перспективе может вырасти до 56-58%.

В соответствии с Сочинской декларацией юбилейного саммита Российская Федерация - АСЕАН: «На пути к взаимовыгодному стратегическому партнерству» 20 мая 2016 года в г. Сочи, принят комплексный план по достижению в течение пяти лет (2016-2020 гг.) взаимовыгодных целей и укреплению тесного сотрудничества между Российской Федерацией и АСЕАН [3, 4].

Для успешной реализации морской транспортировки необходимы:

- развитие метеорологического и гидрографического обеспечения (контроля) на всей трассе СМП;

- развитие инфраструктуры арктических коммуникаций действующих (Хатанга, Диксон, Тикси, Певек и др.) и вновь создаваемых (Индига, Сабетта, Харасовой и др.) портов, в соответствии с перспективным ростом грузопотоков, в том числе транзитных;

- ледокольный флот для обеспечения перспективных перевозок в условиях меняющейся ледовой обстановки;
 - создание привлекательных для перевозчиков условий на трассе СМП (тарифное регулирование, страхование, система мер безопасности и т.п.);
 - нормативно-правовое обеспечение функционирования морских коммуникаций;
 - создание режима благоприятствования для международных перевозок, в том числе с использованием портовых особых экономических зон;
 - формирование транзитного морского коридора «Европа - Азия» [5].
- Морской транспортный комплекс, СМП в арктической зоне России играет стратегическую экономическую роль в обеспечении жизнедеятельности населения, как России, так и регионов мира, куда поступает российский природный газ.

Список литературы

1. Геоэкономические процессы в Арктике и развитие морских коммуникаций / С. А. Агарков [и др.] / под ред. С. Козьменко, В. Селина. – Апатиты: КНЦ РАН, 2014. – 266 с. - Текст : непосредственный.
2. Гранберг А. Г. Становление в России научного направления «Пространственная экономика» // Вестник университета. Государственный университет управления. - 2009. - № 2. – С. 18 – 24. Текст : непосредственный.
- 3 Комплексный план по развитию сотрудничества Российской Федерации и Ассоциации государств Юго-Восточной Азии (2016 – 2020 гг.). – «На пути к взаимовыгодному стратегическому партнерству», от 20 мая 2016 года в Сочи (Россия). - Текст : непосредственный.
4. Чеботарев Н. Ф. Государственная энергетическая политика в сфере ТЭК: монография. – Москва: Проспект, 2018. – 316 с. - Текст : непосредственный.

Особенности эксплуатации трубопроводов в условиях Крайнего Севера

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: Часть системы газопроводов имеет эксплуатационный возраст 20 и более лет, общее техническое состояние линейной части этих газопроводов с каждым годом ухудшается, так как эксплуатационный ресурс практически исчерпан. В статье приведены основные методы восстановления линейной части газопроводов.

Abstract: A part of the gas pipeline system has an operational age of 20 years or more, the general technical condition of the linear part of these gas pipelines is deteriorating every year, since the operational resource has been practically exhausted. The article describes the main methods of restoring the linear part of gas pipelines.

Ключевые слова: эксплуатационный возраст, техническое состояние, газопровод, ресурс, восстановление.

Key words: operational age, technical condition, gas pipeline, resource, recovery.

Моральный и физический износ газопроводов привела: на сегодняшний день, к непрерывному увеличению затрат на восстановление и объема работ по ликвидации и частичному предупреждению аварий, в том числе на ремонт свищей и трещин в сварных швах, вырезку гофров, замену антикоррозионной смазки в местах ее нарушения, подсыпку и обваловку отдельных участков газопровода. Постоянное накопление дефектов за многолетний период эксплуатации резко увеличило интенсивность отказов газопровода. Из-за старения металла труб газопровода, существенно снизилась сопротивляемость сварных соединений и основного металла хрупкому разрушению, происходит изменение механических свойств и характеристик трещино-стойкости [1].

В этих, условиях, возрастает риск катастрофических разрушений, прежде всего участков газопроводов, смонтированных более 30 лет назад, общая длина которых составляет примерно около 200 км. Так как скорость протекания разрушения в этих конструкциях значительно больше, чем в конструкциях с наибольшим запасом прочности. Кроме того, необходимо учитывать тот факт, что исследуемый газопровод был спроектирован и смонтирован в то время, когда не было достаточного опыта по эксплуатации газопроводов в условиях Крайнего Севера.

Обобщая, следует отметить, что условия работы металла и сварного соединения газопровода специфичны и определяются следующими факторами, влияющими на их сопротивление разрушению:

- металл труб практически работает в условиях двухосного напряженного состояния, когда действуют растягивающие компоненты напряжений;

- в конструкции и в его сварных соединениях неизбежно наличие начальных технологических дефектов, развивающихся в процессе эксплуатации по тому, или иному механизму роста, в конечном счете определяющие меру безотказной работы конструкции с разрушением металла труб;

- газопроводы, аккумулируют большое количество энергии перекачиваемого продукта, что может вызвать протяженные квазихрупкие или хрупкие разрушения, которые происходят в условиях высоких динамических нагрузок, кроме того, в трубопроводах аккумулируется энергия упругой деформации металла, что также усложняет условия работы металла в трубопроводе;

- газопроводы Севера эксплуатируются в суровых природно-климатических условиях, что обуславливает работу металла труб в широком интервале температур от $-K30^{\circ}C$ в летний период и до $-50^{\circ}C$ в зимний.

Район, прохождения трассы газопровода Мастах - Берге - Якутск характеризуется экстремальными природными условиями. Это, прежде всего низкие температуры, а также многочисленные болоты и заболоченные местности, речные переходы, которые создают нестабильное напряженно-деформированное состояние. В основное время года линейная часть газопровода взаимодействует с мерзлыми грунтами, а в другие времена года с оттаивающими, замерзающими и обводненными грунтами, т. е. со слабонесущими грунтами.

В слабонесущих грунтах, из-за наличия значительных эксплуатационных сжимающих продольных нагрузок, действующих на трубопровод в теплое время года, наблюдаются большие поперечные перемещения упругой оси трубопровода, особенно в местах искривления, и как следствие, к выходу из траншеи и к образованию выпученных участков-арок. В обводненных участках имеются случаи всплытия трубопровода, которые в зимнее время подвергаются большим продольным усилиям растяжения.

По характеру и длительности воздействия нагрузки, испытываемые газопроводом, подразделяются постоянные, временные (длительные, кратковременные) и особые. Постоянными нагрузками являются собственная масса трубопровода, давление грунта засыпки, выталкивающая сила воды и силы, вызванные монтажом и технологией укладки. Временные нагрузки это: внутреннее давление, масса продукта, силы деформации грунта и другие климатические воздействия.

Основным силовым воздействием, определяющим напряженно-деформированное состояние газопровода, является внутреннее давление. Под действием внутреннего давления в трубах возникают преимущественно кольцевые растягивающие напряжения, вычисляемые: как правило, по безмоментной теории тонкостенных цилиндрических оболочек. В практи-

ке расчетов пренебрегают изменением радиальных напряжений по толщине стенки трубы и дополнительными напряжениями, вызванными несовершенством формы поперечного сечения трубы. Следующий по значимости вклад в НДС вносят продольные напряжения, которые возникают не только под действием внутреннего давления продукта, но также от таких силовых факторов, как температурный перепад и других взаимодействий трубы с окружающей средой [2,4].

При расчете газопроводов Севера на прочность и устойчивость температурный перепад учитывается в первую очередь, так как температура трубопровода изменяется во времени в достаточно широком диапазоне. При сооружении температура трубы определяется температурой наружного воздуха, а в процессе эксплуатации - температурой транспортируемого продукта. Величина температурного перепада принимается равной разности между расчетной и эксплуатационной температурой стенки трубы. Нормами предельного состояния газопровода регламентируется допускаемый температурный перепад для различных конструктивных решений.

Для газопроводов, проложенных в условиях Якутии, необходимо принимать во внимание факторы взаимодействия трубы со средой, где она находится. Так например, на подземный трубопровод на обводненных участках действует не только масса засыпки, но и выталкивающая сила, которая тем больше, чем больше диаметр трубы.

Деформации, вызванные температурными изменениями, достигают значительных величин особенно при подземном варианте укладки. Эти деформации могут быть следствием роста продольной силы в газопроводе, при сезонных изменениях характеристик грунта не только для подземной прокладки, но и для обвалованного участка газопровода.

В этой связи условия устойчивости газопроводов, возводимых в зоне распространения многолетнемерзлых пород, характер преобразования мерзлотной обстановки в результате строительства и эксплуатации конструкции в значительной мере определяются мерзлотно-грунтовыми условиями трассы. В результате геокриологических исследований, выполненных сотрудниками Института мерзлотоведения СО РАН [3], произведено районирование описываемой территории с целью изучения закономерностей формирования мерзлотных условий в различной природной обстановке. В результате этого районирования местности разделены на шесть категорий.

Наиболее опасными с точки зрения появления непроектных участков газопровода, т. е. потери устойчивости газопровода, являются местности V и VI категории, где можно ожидать образование линз инъекционно-го льда и пучения.

К V категории отнесены пониженные участки рельефа в виде плоскостных ложбин и замкнутых котловин: низины, лога, аласы, аласные долины. Их поверхность часто, в различной степени заболочена. Здесь

широко развита луговая растительность, ерники, иногда встречаются редкие березняки с примесью отдельных лиственниц и елей. К этой категории местности отнесены также и плоские, слаборенированные участки высоких пойм мелких рек. Деятельный слой чаще всего представлен заторфованными суглинками и супесью, реже песками, иногда с поверхности развит маломощный (10 -20 см) торфяной слой. Влажность сезонно -талых грунтов составляет 30-50 %. В зависимости от литологического состава и влажности грунтов глубина сезонного оттаивания изменяется в довольно широких пределах от 1,0 до 2,0 м.

В настоящее время на трассе газопровода, пересекающего аласы и мари, применены различные способы прокладки труб. Как показывает практика, наиболее приемлемым для условий Якутии является подземный, который при существующей технологии подготовки газа к транспорту характеризуется стабильным температурным режимом, исключающим возможность глубокой оттайки грунтов.

Список литературы

1. Байков И. Р. Перспективы энергосбережения при эксплуатации промышленных объектов добычи нефти и газа / И. Р. Байков, О.В. Смородова. - Текст : непосредственный // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. - 2014. - № 6. – С. 10-12.

2. Смородова О. В. Энергетическая эффективность систем транспорта тепловой энергии / О. В. Смородова, С. Н. Костарева. - Текст : непосредственный // Трубопроводный транспорт. - 2011: в сб. Материалы VII Международной учебно-научно-практической конференции. - Уфа, 2011. - С. 234-236.

3. Галиуллин М. М. Использование интегральных пенопластов для повышения эффективности изоляции трубопроводов / М. М. Галиуллин, М. И. Баязитов, В.В. Репин, Ф. М. Хафизов. - Текст : непосредственный // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело, 2015. - № 3. - С. 314 - 329.

4. Обухова А. М. Альтернативный способ транспортировки газа в труднодоступные районы России: газовые гидраты / А. М. Обухова, Е. В. Огудова // Нефтегазовый терминал. Выпуск 16: сборник научных трудов международной научно-технической конференции имени профессора Н. А. Малюшина / под общ.ред. М. А. Александрова. – Тюмень : ТИУ, 2019. – С. 234-241– Текст : непосредственный.

Снятие изоляционного слоя с поврежденного участка трубопровода под водой

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В данной статье рассматриваются этапы реконструкции трубопровода под водой с дальнейшим нанесением на него нового изоляционного слоя.

Abstract: This article discusses the stages of reconstruction of the pipeline under water with further application of a new insulation layer.

Ключевые слова: изоляционный слой, реконструкция подводного участка, АСФМ, подводный трубопровод, индуцирование электрического тока.

Keywords: insulation layer, reconstruction of the underwater section, АСФМ, subsea pipeline, induction of electric current.

Как уже известно, существует множество способов укладки трубопроводов, но одним из сложных способов, является прокладывание подводного трубопровода, которое зависит от его диаметра, длины и глубины подводного перехода, периода года и ряда других факторов.

Для того чтобы труба правильно легла на дно подводной траншеи, она должна иметь отрицательную плавучесть как при погружении, так и во время эксплуатации. Отрицательную плавучесть трубопровода диаметром более 300 мм создают балластировкой, а во время монтажа трубы могут заполняться водой.

При сооружении подводных трубопроводов их монтаж, сварка стыков, изоляция и испытание выполняются чаще всего на береговой площадке и мало чем отличаются от аналогичных процессов при строительстве тепловых сетей в обычных условиях.

Заявленный способ реконструкции подводного участка трубопровода осуществляют следующим образом:

- По данным внутритрубной диагностики определяют местоположение дефекта подводного трубопровода. Обеспечивают доступ к месту проведения ремонта.

- В месте предполагаемого дефекта очищают поверхность трубопровода от изоляции. Затем более точно определяют положения дефекта на стенке трубопровода и его размеры. Для этого могут быть использованы: визуально-измерительный контроль, контроль электромагнитным методом АСФМ (AlternatingCurrentFieldMeasurement), ультразвуковой контроль или комбинация данных методов. При этом метод определения размера дефекта выбирают, исходя из характера дефектов трубопровода. Для определения поверхностных дефектов подходят визуально-измерительный контроль и метод АСФМ, а для внутренних - ультразвуковой метод. Метод

АСФМ основан на индуцировании электрического тока в материале трубы и с образованием магнитного поля, и определении геометрии дефекта по величине искажений этого поля. Ультразвуковой метод основан на излучении и принятии ультразвуковых колебаний, отраженных от внутренних несплошностей (дефектов), и анализе их амплитуды, времени прихода, формы или других характеристик.

- После определения формы дефекта проводят шлифовку поверхности трубопровода до полного удаления дефекта с образованием кратера круглой или овальной формы с плавным переходом к основному металлу. Шлифовку проводят гидравлической шлифовальной машинкой, позволяющей производить работы под водой. Предпочтительно обеспечить шероховатость поверхности Rz не выше 20 мкм. Кроме того, предпочтительно также зачистить поверхность трубопровода на расстоянии не менее 25 мм от поверхности кратера.

- После шлифовки определяют остаточную толщину стенки трубопровода посредством ультразвукового толщиномера, позволяющего проводить измерения под водой. При остаточной толщине менее 80% от номинальной толщины стенки, осуществляют установку ремонтной муфты. При этом конструкцию ремонтной муфты выбирают в зависимости от типа трубопровода. Если остаточная толщина стенки составляет более 80%, муфту не устанавливают.

- Завершающей операцией ремонта является нанесение защитного изоляционного слоя на восстановленный участок трубопровода (непосредственно на поверхность трубопровода или на поверхность ремонтной муфты). Предпочтительно изоляционный слой наносят толщиной не менее 2,2 мм. В качестве материала слоя может быть использован любой пригодный для подводной изоляции трубопровода материал, например, мастичная армированная лента.

Полученная ремонтная конструкция обладает повышенной эксплуатационной надежностью. При этом заявленный способ подводного ремонта не требует применения герметизирующей камеры и других сложных приспособлений.

Таким образом, заявленный способ позволяет упростить ремонт подводного трубопровода и увеличить надежность получаемого ремонтного узла.

Список литературы

1. Техническая и параметрическая диагностика в трубопроводных системах / В. Н. Антипов, Ю. Д. Земенков, А. Б. Шабаров [и др.] Под общей редакцией Ю. Д. Земенкова. - Тюмень: изд-во «Вектор Бук», 2002, 432с. – Текст : непосредственный

2. Заровнятных, П. О. Использование термоленты для путевого подогрева высоковязких нефтей / П. О. Заровнятных, А. М. Куликов //

Проблемы функционирования систем транспорта : материалы Международной научно-практической конференции. - 2010. - С. 123-125. – Текст : непосредственный.

3. Техника и технологические процессы при транспорте энергоресурсов: Учебное пособие в 2-х томах. Под общей редакцией Ю. Д. Земенкова. - Тюмень: изд. «Вектор Бук». - 2008. –Т .1. - 380 с. – Текст : непосредственный.

4. Транспорт и хранение нефти и газа в примерах и задачах: учеб. Пособие / Под общ. ред. Ю. Д. Земенкова. – Санкт-Петербург: Недра, 2004. -544 с. – Текст : непосредственный.

5. Эксплуатация магистральных нефтепроводов: учеб. пособие /под общ. ред. Ю. Д. Земенкова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Тюмень: Изд-во «Вектор Бук», 2003. -664 с. – Текст : непосредственный.

УДК 622.692.23:620.194.2

Шрам В.Г., Климов П.С., Кожемятова Е.С.

Повышение эффективности оценки технического состояния РВС

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Аннотация: Проведен анализ и предложен подход оценки технического состояния резервуаров предназначенных для хранения нефти, нефтепродуктов и газа, заключающийся в необходимости усовершенствования нормативно-технической документации с учетом развития современных информационных технологий.

Abstract: The analysis is carried out and an approach for assessing the technical condition of reservoirs intended for storing oil, oil products and gas, consisting in the need to improve the regulatory and technical documentation, taking into account the development of modern information technologies, is proposed.

Ключевые слова: резервуар, надежность, напряженно-деформированное состояние

Keywords: reservoir, reliability, stress-strain state

Несмотря на определенный прогресс, достигнутый в последние годы в резервуаростроении, резервуары для нефти и нефтепродуктов остаются одними из наиболее опасных объектов. В настоящее время в ремонте постоянно находится около 20% всех резервуаров. По имеющимся данным 70% существующих стальных вертикальных резервуаров эксплуатируются более 20 лет, более 10% из них – свыше 30 лет [1]. Средний возраст сооружений постоянно растет, а ремонтные мероприятия, осуществляемые в

настоящее время, полностью не обеспечивают восстановления их несущей способности.

В процессе эксплуатации резервуары подвергаются комплексу воздействий статических, малоцикловых, снеговых и ветровых нагрузок, температур и агрессивных рабочих сред, а также образуются несовершенства геометрической формы, что приводит к существенному уменьшению несущей способности конструкции, снижению эксплуатационной надежности и сокращению долговечности резервуарных конструкций. Требования к надежности методов расчета и проектирования резервуарных конструкций все более ужесточаются, а сокращение сроков проведения работ приводит к необходимости использования различных программных продуктов, для которых должны быть разработаны научно-обоснованные методики их использования [2].

Невозможно представить обработку данных при различных исследованиях без применения информационных технологий. Исследователи получают колоссальные массивы данных, которые в ручную практически невозможно обработать, а порою и вовсе нельзя. Применение для этих целей компьютерных мощностей позволяет намного сократить время на обработку полученных результатов, что дает больше времени на само исследование или быстроту заключения.

Одним из факторов, позволяющих определить техническое состояние резервуаров и необходимость их ремонта, является оценка его напряженно-деформированного состояния. Современный этап внедрения информационных технологий отличается тем, что математическое моделирование становится основным средством инженерной деятельности [3]. В некоторых случаях возникает необходимость перебора большого количества моделей и тогда скорость модификации и создания новых моделей становится существенно важнее их оптимальности. Для определения влияния скорости закачивания продукта в РВС и проектирования понтонов рекомендуется использовать программный комплекс FlowVicion. Для построения конечно-элементной модели и расчета РВС на прочность, а так же моделирования процессов происходящих в течении его жизненного цикла рекомендуется использовать программные комплексы Abaqus, Ansys, SCAD.

Одним из эффективных и универсальных методов численного моделирования является метод конечных элементов. На сегодняшний день это основной метод современной строительной механики, лежащий в основе подавляющего большинства современных программных комплексов, предназначенных для выполнения расчетов строительных конструкций с помощью компьютерных технологий.

В конечном итоге, с помощью данного метода возможно построение прогнозных моделей ресурса РВС, на основании которых можно также скорректировать сроки проведения диагностического контроля. В дальнейшем при эксплуатации, необходимо, проецировать на эту модель воз-

никающие нагрузки при эксплуатации по отдельным элементам конструкции резервуара. На основании полученных результатов принимать решение по выводу резервуара в ремонт.

Список литературы

1. Кузеев, И. Р. Методика определения напряженно-деформированного состояния стального цилиндрического резервуара / И. Р. Кузеев, Р. Р. Тляшева, С. М. Мансурова // Нефтегазовое дело. - 2013. - № 4. С. 339 - 347.

2. Рафиков, С. К. Определение остаточного ресурса нефтепродуктопроводов с дефектами на основе анализа режима нагружения и принципа линейного накопления повреждений / С. К. Рафиков, У. Э. Аллаяров // Нефтегазовое дело. - 2006. - № 7. - С. 32-38. Текст : непосредственный.

3. Чепур П. В. Влияние параметров неравномерной осадки на возникновение предельных состояний в резервуаре / П. В. Чепур, А. А. Тарасенко // Фундаментальные исследования. - 2014. - № 8-7. - С. 1560-1564.

УДК 378(075.8):665.6/7

Шрам В.Г., Кожемятова Е.С., Шушеначева М.А.

Предложения по совершенствованию информационно-измерительной системы оперативного учета нефтепродуктов на нефтебазе

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Аннотация: С развитием техники и оборудования в нефтяной отрасли постоянно происходит совершенствование различных регламентов, это касается и ужесточения норм естественной убыли. Однако не на всех нефтебазах применяются новые средства измерения и соответственно получаемые данные не отображают фактические потери нефтепродукта. В представленной работе предложена информационно-измерительная система, позволяющая автоматически вести учет потерь нефтепродукта в реальном времени.

Abstract: With the development of machinery and equipment in the oil industry, various regulations are constantly being improved, this also applies to toughening the norms of natural loss. However, not all oil depots use new measuring instruments and, accordingly, the data obtained do not reflect the actual loss of the oil product. In the presented work, an information-measuring system is proposed that allows automatic recording of oil product losses in real time.

Ключевые слова: «большие» и «малые» дыхания, естественная убыль, потери от испарения, нефтебаза, резервуар, учет потерь нефтепродукта.

Keywords: «big» and «small» breaths, natural decrease, losses from evaporation, tank farm, reservoir, loss of oil product accounting.

При эксплуатации резервуаров во время проведения технологических операций происходит появление таких потерь, как испарение (для светлых нефтепродуктов) и смачивание (для темных нефтепродуктов). Потери, подразумевающие под собой испарение происходят при «больших» и «малых» дыханиях [1]. На сегодняшний день потери регламентируются только нормами естественной убыли, которые включают в себя только учет потерь от «малых» дыханий, что не отображает действительности. В связи с этим актуальным является разработка совершенствованной системы учета потерь нефтепродукта.

Методы определения потерь **нефтепродукта** подразделяются на прямые и косвенные. Прямые методы – это методы, с помощью которых происходит непосредственное измерение или расчёт объёма (массы) паров углеводородов, которые вытесняются из ёмкости в процессе сливно-наливных операций или хранений **нефтепродукта**. При применении данного метода фактические потери **нефтепродукта** определяются по количеству паров **нефтепродукта**, вышедших из резервуара при дыханиях, либо происходит сравнение результата измерений показателей количества и качества **нефтепродукта** до и после хранения [1]. Стоит отметить, что при сравнении результатов измерения количества **нефтепродукта** в резервуарах до и после хранения погрешность средств измерения, которые применяются при реализации данного метода, не позволяет фиксировать малые расходы. Кроме того, погрешность определения выбросов паров **нефтепродукта** зависит от таких показателей, как точность применяемых приборов и промежутков времени между исходными и последующими измерениями.

Использование расчётных методов приводит только лишь к приблизительным результатам. Именно поэтому для получения более точных результатов средства измерения должны обобщать большое количество исходных данных о состоянии нефтепродукта, окружающей среды и других параметров, полученных с малой дискретностью в течение длительного времени, что характерно для методов, основанных на непосредственных измерениях параметров. Таким образом, учитывая совокупность изложенного выше, необходимо разработать новые методики определения потерь естественной убыли, которые будут учитывать все основные факторы, и будут основаны на расчётно-экспериментальных методах с применением современных средств учета и измерений [2].

Учет нефтепродукта на нефтебазах, как правило, ведется с точностью не более чем до целых килограммов. Однако на крупных нефтебазах бывает так, что на каждый миллиметр уровня налива в резервуаре приходится более одной тонны нефтепродукта, поэтому в данном случае учет может вестись с округлением до целых тонн. Следствием этого является то, что любые операции, которые связаны с движением нефтепродукта на нефтебазах оформляются с точностью

не выше, чем до целых килограммов, а системы автоматизированного учета движения нефтепродукта поддерживают только эту точность. Именно поэтому отразить в учете естественную убыль менее одного килограмма обычно не представляется возможным, а увеличивать точность автоматизированного учета на нефтебазах до граммов не имеет смысла.

Расчет естественной убыли по нормам может также применяться для нефтепродуктов, которые приняты на ответственное хранение. В этом случае расчет производится отдельно для каждого владельца нефтепродукта. Есть два возможных способа расчета и принятия к учету естественной убыли: по каждой операции и по каждым суткам хранения; сводный расчет за период.

Расчет по каждой операции и по каждым суткам подходит только в том случае, когда абсолютная величина естественной убыли по каждой операции заведомо превышает точность учета (например, больше килограмма). Такая методика подходит только для крупных предприятий отрасли, которые, в свою очередь, не осуществляют перевалку небольших партий нефтепродукта.

Наиболее массовый сегмент предприятий отрасли — это средние и мелкие нефтебазы, которые принимают нефтепродукт по железной дороге, а отгружают — автотранспортом. При этом типичный размер партии нефтепродукта — всего несколько тонн. Для таких предприятий возможен расчет только за какой-то сводный период (месяц, квартал, год). После расчета естественной убыли — масса и объем таких потерь могут быть приняты к учету (списаны) при помощи документа списания.

Нормы убыли, которые применяются в настоящее время утверждены Минтопэнерго РФ по приказу от 16 апреля 2018 года №281, но основаны они еще на Постановлении Госнаба СССР от 26 марта 1986 г. N 40. Как мы видим со времен выхода первых норм прошло более 30 лет, за это время документ обновлялся ни один раз.

Проведем сравнительный анализ коэффициентов норм естественной убыли по приказу от 13 августа 2009 года N 364 (с изменениями на 17 сентября 2010 года (таблица) и по приказу от 16 апреля 2018 года N 281 (таблица) на примере одного резервуара, со следующими характеристиками: объем 1000 м³; место нахождения - климатическая группа 1 (2); группа нефтепродукта - 1 (бензин); период – осенне-зимний и весеннее-летний.

Нормы естественной убыли нефтепродукта, в килограммах на 1 тонну хранимого нефтепродукта в месяц

Нормы естественной убыли	Климатическая группа (подгруппа)	Тип резервуара (емкости)	Вместимость резервуара, м ³	
			401-1000	
			Осенне-зимний период	Весенне-летний период
от 16 апреля 2018 года N 281	1 (2)	Наземный стальной	0,134	0,587
от 13 августа 2009 года N 364	1 (2)	Наземный стальной	0,110	0,435

Сравнивая данные по рассмотренным выше нормам можно сказать, что происходит тенденция их ужесточения. Это может быть связано с тем, что инструменты, применяемые для измерения с течением времени становятся более точными, соответственно с более низкой погрешностью. Однако не на всех нефтебазах применяются новые средства измерения, а это говорит о том, что данные, получаемые при использовании обновленных коэффициентов, не отображают реальные потери нефтепродукта [3].

На сегодняшний день нормы «естественной убыли» согласно Минтопэнерго РФ по приказу от 16 апреля 2018 года №281 учитывают лишь выбросы от «малых» дыханий и определяются исходя из групп опытных емкостей расчетным путем и по результатам измерений отдельных параметров [4]. При этом потери нефтепродукта от «больших» дыханий не учитываются, однако на их долю приходится существенное количество испарившегося нефтепродукта. Кроме того если в расчетах использовать данные нормы, то получается, что с увеличением объема газового пространства в резервуаре количество потерь уменьшается. В действительности происходит все наоборот, чем больше объем газового пространства в резервуаре, тем интенсивнее насыщение паровоздушной смеси и соответственно больше потерь при «малых» и «больших» дыханиях.

Таким образом, для того, чтобы показатели потерь были достоверны, необходимо, чтобы в реальном времени происходило измерение расхода паров нефтепродукта и их концентрации. Это возможно реализовать благодаря установке датчиков расхода и концентрации углеводородных паров в дыхательный клапан. Исходя из вышесказанного необходимо вести учет по следующей формуле:

$$m = Q \cdot t \cdot C,$$

где Q – производительность датчика расхода, $\text{м}^3/\text{с}$; t – время выхода паров нефтепродукта, с; C – концентрация паров нефтепродукта, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Также стоит отметить, что потери от малых дыханий незначительны и автоматикой их зафиксировать, не всегда удается, в таком случае можно использовать прогнозную модель, построенную на основании эмпирических данных для каждого резервуара.

В конечном итоге предложенная информационно-измерительная система учета позволит автоматически вести учет потерь нефтепродукта в реальном времени, получая необходимые данные с установленных в дыхательном клапане дополнительного оборудования.

Список литературы

1. Виленский, А. А. Нефтебазы и АЗС: оперативный учет. А. А. Виленский . - Текст : электронный // Центр учетных технологий. – 2015/ – URL: <https://docplayer.ru/31839330-Neftebaza-i-azs-operativnyy-uchet-red-5-0.html>.

2. Медведев, В. В. Современные проблемы и перспективные направления обеспечения достоверного учета нефтепродуктов. - Текст : электронный / В. В. Медведев // Кипэнерго. – 2016. / – URL: <http://www.kipenergy.ru/articles/3>.

3. Земенков, Ю. Д. Способ определения потерь нефти и нефтепродуктов от испарения при малых дыханиях резервуаров / Ю. Д. Земенков. - Текст : электронный // Кипэнерго. – 2016. – URL: <https://findpatent.ru/patent/256/2561660.html>.

4. Молчанов, О. В. Способ определения количества нефтепродукта в выбросах паровоздушной смеси из резервуара. - Текст : электронный / О. В. Молчанов // Кипэнерго. – 2016. - URL: <https://findpatent.ru/patent/224/2240512.html>.

Применение намывного песка при проведении ремонтных работ на объектах магистральных трубопроводов

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В данной работе рассмотрена возможность применения намывного песка при проведении ремонтных работ, проанализированы существующие методы, обоснован метод использования мини-земснарядов серии «Уралец».

Abstract: This work contains the possibility of using alluvial sand during repair work, the existing methods are analyzed, the method of using mini-dredgers of the Uralets series is substantiated.

Ключевые слова: намывной песок, гидронамывной песок, ремонтные работы, магистральный трубопровод, мини-земснаряды, ремонтные котлованы, разработка карьеров.

Keywords: alluvial sand, hydraulic wash sand, repair work, oil trunk pipeline, mini-dredgers, repair pits, quarrying.

В настоящее время на объектах магистральных трубопроводов при проведении ремонтных работ возникает необходимость использования песка для различных целей. Применение песка влечет за собой следующие действия – разработка карьера, транспортировка, обустройство слоев и т.д. В связи с этим в данной работе рассматривается использование мини-земснарядов для намывания небольших объемов песка в ближайших водоемах и болотах, который в дальнейшем будет транспортироваться на место производства работ.

Намывной песок получил свое название из-за способа его добычи и подготовки. Он добывается со дна водоемов – рек, озер и прочих, с применением земснаряда. В результате вымываются органические и глинистые включения и остается чистая однородная смесь. При помощи сепараторов гидронамывной песок сортируется по размерам зерен на следующие фракции - мелкозернистый (с частицами 0,6-1,5 мм), среднезернистый (2-2,8 мм), крупнозернистый (2,8-5 мм).

Как правило, этот песок имеет серый, светло-серый или желтый цвет. Область применения гидронамывного песка очень широка. Песок незаменим при производстве отделочных материалов, асфальтобетонных смесителей, укладка дорогих, производство и укладка плитки тротуарной, ландшафтный декоре, производство затирочных смесей, посыпанию в зимнее время дорогих и тротуаров.

Гидронамывной песок обладает рядом преимуществ. Среди них:

1. Чистота и отсутствие каких-либо примесей, которые могут вызвать в процессе эксплуатации загнивание конструктивных элементов;
2. Гидронамывной песок не нуждается в механической очистке.
3. Это экологически безопасный строительный материал, полностью исключая выделение каких-либо вредных веществ. Он безопасен по химическим и радиоактивным параметрам;
4. Гидронамывной песок заполняет полностью пустоты при стеновой кладке.
5. Он не восприимчив к химическому воздействию;
6. Это прекрасный наполнитель, который обладает структурными характеристиками и железобетонными изделиями, обеспечивает дополнительную прочность, морозостойкость и износостойкость.

Мини-земснаряд – оборудование, которое предназначено для добычи и транспортировки определённого количества грунта, залегающего под водой за определённый промежуток времени. Количество грунта, добываемого за отрезок времени называется производительность по грунту. Земснаряд может иметь механический или гидравлический принцип работы. Гидравлические земснаряды используют мощный напор воды для рыхления грунта. Механический способ рыхления, выполняемый с помощью специальных ножей, зубьев или других режущих приспособлений чаще всего применяется при работе по связным грунтам.

На сегодняшний день существует несколько различных модификаций мини-земснарядов, отличающихся друг от друга габаритными размерами, материалом из которого они изготовлены, и техническими характеристиками. В данной работе рассмотрены земснаряды серии «Уралец».

Земснаряды серии «Уралец» предназначены для добычи песка при установке пескового насоса, песчано-гравийной смеси (ПГС) при установке шламового насоса, очистки и углубления дна как искусственных, так и естественных водоемов, рек, каналов, прудов и озёр, не прибегая к откачке воды. Мини-земснаряд представляет собой плавучую платформу, на которой располагается насосное оборудование. Мощный насос размывает илистые отложения и песок на дне водоема, после чего грунтовый насос откачивает поднятые частицы в виде водогрунтовой смеси (пульпы) на берег.

Главными преимуществами мини-земснаряда по сравнению с земснарядами классической конструкции, являются его низкая цена, малые размеры, экономичность, простота эксплуатации. В отличие от промышленных крупногабаритных земснарядов, для перевозки мини-земснаряда можно использовать одну фуру. Неоспоримым преимуществом этого оборудования является то, что он может легко применяться на очень маленьких водоемах. Благодаря своим габаритам и отличной производительности он может применяться на прудах и озерах площадью от нескольких соток до нескольких гектар или на малых реках для работ на несудоходных участках. Малогабаритные промышленные землесосные снаряды серии «Уралец» – экономичное решение, оптимальное для бюджета.

Таблица 1.

Технические характеристики земснаряда «Уралец-150»

Производительность насоса по грунту	до 32* м ³ /ч (при грунте I категории, установленном песковом насосе 160/40, геодезическом подъеме 1 метр, длине пульпопровода 20 м, диаметре пульпопровода 100 мм)
Тип питания	дизельный
Способ рыхления грунта	гидроразмыв/фреза
Категория разрабатываемых грунтов	I-IV
Глубина разработки	0,5-7 м
Дальность транспортировки	300 м
Потребляемая мощность насоса	45 кВт
Производительность и напор в зависимости от типа насоса, водного столба:	
- песковый насос (сечение 5 мм)	160м ³ /ч 40м
-шламовый насос (сечение 20 мм)	150м ³ /ч 33м
Длина по дну (корпуса), м	5(6)
Ширина по дну (корпуса), м	3(3,5)
Высота борта, м	0,75
Масса, т	4
Количество понтонов, шт	3
Средняя осадка, м	0,4
Водоизмещение, т	4
Лебедки папильонажные, шт	3
Гарантия, мес	12

Данные мини-земснаряды имеют ряд преимуществ

1. Стоимость земснарядов серии «Уралец» существенно ниже крупногабаритных земснарядов, позволяющих осуществлять промышленную добычу абразивных строительных материалов.

2. Лёгкость и мобильность. В отличие от промышленных крупногабаритных земснарядов, для перевозки Уральца достаточно одной фуры. Согласование с ГИБДД не требуется.

3. Надежность и производительность. В отличии от мини земснарядов, земснаряды «Уралец» оснащаются производительными грунтовыми или шламowymi насосами, а также мощными дизельными двигателями, которые обеспечивают непрерывную бесперебойную работу земснарядов в течение длительного периода времени.

4. Ремонтопригодность и сервисное обслуживание.

Песок, полученный в процессе работы земснаряда, может быть использован для обустройства вдольтрассового проезда, поддержания его в нормативном состоянии, восстановления валика нефтепровода, отсыпки вертолетных площадок, а также для других строительных работ.

Мини-земснаряды подходят для работы на любых водоемах, помогают углубить и очистить дно, укрепить берега без лишних разрушений и нарушения естественной водной экосистемы.



Рис. 1. Мини-земснаряд «Уралец-150»

Мини-земснаряды можно использовать для добычи сапропеля, это питательный слой илистых отложений, образующийся на дне водоемов как результат процесса жизнедеятельности живых организмов и разложения водных растений. Сапропель является качественным, высокоэффективным, экологически безопасным с/х удобрением.

Работы по намыву песка из выбранного водоема могут проводиться исключительно на основании специальных разрешений. Разрешения на проведение дноуглубительных работ и работ, направленных на добычу песка, выдают специальные органы. Более того, для добычи песка также нужно оформить специальное разрешение на пользование недрами.

Таким образом, мини-земснаряды являются уникальным инновационным оборудованием для осуществления всех видов гидроработ на любых водоемах с малой затратой средств, без нанесения ущерба структуре и экологической системе водоема. Их применение является экономически целесообразным и эффективным, что способствует сокращению затрат по программам текущих плановых ремонтных работ и капитального ремонта.

Список литературы

1. Ашрафьян, М. О. Технология разобщения пластов в осложненных условиях / М. О. Ашрафьян. - Москва : Недра, 1989. - 228 с. - Текст : непосредственный.
2. Спивак, А. И. Абразивность различных минералов, горных пород и утяжелителей / А. И. Спивак, Л. А Шрейнер. - Текст : непосредственный // Азербайджанское нефтяное хозяйство. - 1958. - № 4. - С. 45-56.
3. Карапетов, К. А. Борьба с песком в нефтяных скважинах / К. А. Карапетов, А. Г. Дурмишьян. - Москва : Гостоптехиздат, 1958. - 140 с. - Текст : непосредственный.
4. Борьба с выносом песка. Серия добыча : труды ЦНИИТ-Энефтегаз. - Москва : ЦНИИТЭнефтегаз, 1965. - 41 с. - Текст : непосредственный.

**Секция 2. Подъемно-транспортные, строительные,
дорожные машины.
Механизация строительства и природообустройства**

УДК 623.437.3.093; 629.03; 629.36

Увакина Д.В.¹, Борисов Е.Г.², Матросов С.А.²

Мобильный пост мониторинга на шасси сферического робота

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого;
²ЗАО НТЦ «РОВЕР», г. Санкт-Петербург

Аннотация: Рассматривается методика определения основных параметров шасси сферического робота, предназначенного для размещения аппаратуры мониторинга и картографирования и использующего для перемещения энергию ветра. В зависимости от комплектации аппаратурой предполагается использование в составе мультиагентной двух- или трехкомпонентной робототехнической системы для решения широкого спектра задач.

Abstract: Methodology for determining the main parameters of the spherical coordinate robot chassis which aimed at install monitoring and mapping equipment and using wind energy for moving are considered. It is mean to be used a two- or three-component robotic system as part of a multi-agent system for solving a wide range of tasks depending from equipment configurations.

Ключевые слова: сферический робот, транспортное средство, глобулярные технологии, мультиагентные системы.

Keywords: spherical robot, vehicle, globular technologies, multi-agent systems.

Полноценный контроль над обширными слабозаселенными территориями невозможен без эффективной системы мониторинга. При этом не все задачи могут быть решены группировками спутников и авиацией. Метеорологические наблюдения, сбор аудио и визуальной информации, картографирование и др. работы требуют либо активного участия человека, либо использования сети роботизированных мобильных постов. Характерными географическими регионами, требующими подобных технических решений, являются области Крайнего Севера (в том числе – ледовые поля), Арктика и Антарктика, пустыни и полупустыни.

Сеть мобильных постов целесообразно строить по принципам, характерным для мультиагентных сетей [1,2]. В качестве мультиагента может быть использовано шасси сферического робота, снабжённого соответствующей аппаратурой. Источником электрической энергии для питания бортовой аппаратуры могут быть солнечные батареи, бортовые накопители энергии, в отдельных случаях – радиоизотопный термоэлектрический генератор (РИТЭГ).

Для решения ряда задач (картографирование, метеонаблюдения, рекогносцировка и др.) удовлетворительный результат можно получить с

помощью мультиагентной группы сферических роботов, перемещающихся под действием ветра. При подготовке такой группы будет необходимо учесть климатические условия (в первую очередь – выбрать область старта с учётом розы ветров) и характеристики местности (форма, характер, расположение, геометрические характеристики препятствий; количественные и качественные характеристики полотна пути). Сферические роботы обладают ограниченной подвижностью, что связано с малой высотой преодолеваемых препятствий [3,4]. Увеличение диаметра корпуса позволяет преодолевать более выраженные препятствия, но требует и увеличения энергозатрат на передвижение.

Энергетический баланс шасси робота-мультиагента будет строиться с учётом специфики решаемых задач и характеристик местности – такой робот будет перемещаться под действием внешних сил. Однако, габаритно-массовые характеристики шасси следует выбирать исходя из условий движения, что и является предметом рассмотрения в рамках данной работы. Для выполнения оценочных расчётов можно использовать подходы для прогнозирования параметров движения транспортных машин, а диаметр робота предлагается выбирать из условия [5]:

$$D = \max \{D_0, D_H, D_L, D_Z, D_w\}. \quad (1)$$

Условие (1) подразумевает, что машина должна не терять подвижности по условию размещения бортовой аппаратуры (диаметр компоновочный D_0), преодоления характерных препятствий – выступов и разломов (диаметры по преодолению препятствий – D_H и D_L), исключено избыточное погружение в грунт (диаметр по проходимости D_Z), а движущей силой является ветер (диаметр по условию создания толкающей силы D_w).

Характерный диаметр D_0 определен условиями компоновки – внутри сферы должны быть размещены аппаратура и бортовой источник энергии.

Значения второй и третьей компонент условия (1) могут быть оценены из практики – опыт работы со сферическими роботами [4] показывает, что высота препятствия не превышает, в большинстве случаев, 5% диаметра корпуса машины D_H . Аналогично задаётся значение D_L . Таким образом, для проектирования робота-мультиагента следует иметь статистику распределения препятствий в регионе эксплуатации машины.

При определении значения четвертой компоненты выражения (1) следует рассмотреть модель взаимодействия сферического движителя с полотном пути. Общая тенденция известна – внимание нужно уделить взаимодействию с сыпучими грунтами и снегом.

Для предварительной оценки глубины погружения шасси в грунт и связанных с этим энергозатрат достаточно рассмотреть модель погружения недеформируемой сферы в изотропный грунт. Неповреждающим считает-

ся воздействие на грунт с давлением 0,005 МПа. Для определения глубины погружения движителя в деформируемый грунт выберем закон распределения нагрузки по площади контактной поверхности. Рассмотрим случай с представлением распределённой нагрузки в виде параболы с максимумом в геометрическом центре поверхности контакта: параболический закон распределения нагрузки по длине контактного пятна даёт зависимость: $q(x) = k \cdot (a^2 - x^2)$, где $k = 0,75Z/a^3$ – коэффициент, выбираемый из условия:

$$\int_{-a}^a q(x) dx = \int_{-a}^a k \cdot (a^2 - x^2) dx = Z. \quad (2)$$

В зависимости (2): Z – вертикальная нагрузка на сферу (в простейшем случае $Z = mg$, где m – масса робота); a – радиус отпечатка.

Усреднённое значение давления на грунт можно определить, как соотношение нормальной нагрузки на сферу к площади шарового сегмента, погруженного в грунт (шаровым сегментом называется часть шара, отсекаемая плоскостью). Обозначим: h и r – высота и радиус основания сегмента, h_{\max} – глубина погружения, D – диаметр сферы. Из геометрических построений можно получить связь между радиусом отпечатка и наибольшей глубиной погружения:

$$h_{\max} = 0,5 \cdot (D - \sqrt{D^2 - 4a^2}). \quad (3)$$

Используя принятые в транспортном машиностроении представления о связи между нагрузкой и осадкой деформируемого грунта, запишем $q(x) = (k_c + bk_\phi) [z(x)]^n$, где: $z(x)$ – деформация грунта при приложении вертикальной нагрузки $q(x)$; k_c, k_ϕ, n – эмпирические коэффициенты, характеризующие осадку грунта при приложении вертикальной нагрузки на штамп шириной b . В случае сферы характерный размер штампа – диаметр, таким образом, $b = 2a$, следовательно, при $q_{\max} = 0,75Z/a$ получим:

$$h_{\max} = \sqrt[n]{\frac{0,75Z/a}{(k_c + bk_\phi)}}. \quad (4)$$

Совместное решение уравнений (3) и (4) позволяет определить (при известных значениях параметров k_c, k_ϕ, n) значения a и h_{\max} .

Определять четвертый компонент выражения (1) удобно, используя известное из теории движения транспортных машин [5] выражение $P_w = c\rho FV^2$, здесь c (в первом приближении – 0,25) – коэффициент обтекаемости; ρ – плотность среды (для воздуха – 1,25 кг/м³); F – площадь миделе-

вого сечения корпуса (для сферы – $0,25\pi D_w^2$); V – скорость движения объекта в воздушном потоке (зависимость используется при скорости, более 1 м/с, но меньшей скорости звука в данной среде).

Введём, по аналогии с динамическим фактором, удельную силу тяги, создаваемую ветровым напором: $w = P_w/Z$. Тогда есть основания ожидать, что при выполнении условия $f \leq w \leq \varphi$ робот под напором ветра будет катиться; при $w > \varphi$ – скользить (характерно при движении по воде и льду); при $w < f$ – движение невозможно.

Выводы

1. Для обеспечения подвижности робота на Земле в условиях равнинной местности и открытого водного пространства целесообразно выделить его оболочку в виде герметичной сферы. Диаметр оболочки определяется в первую очередь несущей способностью поверхности движения (возможно и движение наплаву) и размерами преодолеваемых препятствий. Масса робота ограничена погружением в рыхлые грунты.

2. В качестве источника энергии может быть применены, например, солнечные батареи, установка на основе системы фокусировки солнечных лучей, а в необитаемых районах и на иных планетах – РИТЭГ.

3. Основные параметры шасси для эксплуатации на Марсе и др. планетах земного типа, имеющих умеренно агрессивную атмосферу, могут быть определены с помощью предлагаемой методики.

Список литературы

1. Борисов Е. Г. О наземной мультиагентной системе на базе группы сферических роботов / Е. Г. Борисов, Р. Ю. Добрецов, С. И. Матросов/ – Текст: непосредственный // Транспортные и транспортно-технологические системы: Междунар. науч. - техн. конф. – Тюмень, 2016. – С. 32-37

2. Borisov E.G. Energy expenditure forecasting at path generation of spherical robots within multi-agent system / Borisov E. G. and etc .- Text: electronic // Indian Journal of Science and Technology. – 2016. – Vol. 9(44). – P. 1-9.

3. Richard Chase. A Review of Active Mechanical Driving Principles of Spherical Robots / Richard Chase, Abhilash Pandya. – Text: electronic // Robotics. – 2012. – № 1. – P. 3-23 (doi:10.3390/robotics1010003).

4. Добрецов, Р.Ю. Сферический робот как платформа для ведения экологического мониторинга / Р. Ю. Добрецов, Е. Г. Борисов и др. – Текст: непосредственный // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология – 2015. – № 3. – С. 35-50.

5. Смирнов, Г. А. Теория движения колесных машин (2-е издание) / Г. А. Смирнов. - Москва: Машиностроение, 1990. – 352 с. – Текст: непосредственный.

Принцип работы предпусковых подогревателей и обзор существующих схем предпускового подогрева автомобильного двигателя

Набережночелнинский институт КФУ, г. Набережные Челны

Аннотация: В данной статье объясняется принцип работы предпускового подогревателя. Главной целью статьи является обзор существующих на данный момент схем предпускового подогрева автомобильного двигателя, разбор их особенностей и режимов работы.

Abstract: This article explains the principle of operation of the pre-heater. The main purpose of the article is to review the existing schemes of preheating the car engine, analysis of their features and modes of operation.

Ключевые слова: принцип работы, проблема, запуск, двигатель, двигатель внутреннего сгорания, предпусковой подогреватель, устройство, охлаждающая жидкость, топливо, разогрев.

Key words: principle of action, problem, starting, engine, internal combustion engine, pre-heater, device, cooling liquid, fuel, heating.

Радикальным решением проблемы запуска двигателя на морозе может стать периодический автозапуск или предпусковой подогрев. Автозапуск может реализовать система сигнализации, которая программируется, например, на повторный запуск двигателя в том случае, когда температура в салоне падает ниже заданного предела. Это дешевое решение, но его можно реализовать только в том случае, если машина стоит на улице и двигатель не мешает своей работой жителям соседних домов. Ни о какой экологии тут, понятное дело, и речи быть не может. Если ваша машина в один из таких автозапусков не заведется, то вы рискуете полностью посадить аккумулятор. Более разумными средствами для обеспечения гарантированного запуска двигателя в морозы могут служить так называемые «предпусковые подогреватели». Существенно, что греют они не только двигатель, но и все подкапотное пространство. Ведь не секрет, что часто машина не заводится не потому, что стартер не может прокрутить загустевшее масло, а бензин не испаряется — иногда современная авто не «оживает» только из-за того, что ее многочисленные датчики не могут на таком холоде войти в рабочий режим, дают неверные показания и вводят в заблуждение устройство управления двигателем. Таким образом, подкапотное пространство современного автомобиля нужно греть в первую очередь. Подогреватели бывают электрические (с питанием от стационарной электросети) или топливные. Понятно, что серьезный электрический обогреватель должен иметь мощность в несколько киловатт, поэтому ни от

какого аккумулятора он работать не сможет, и включить его можно будет только в гараже. У скандинавов, например, такие обогреватели используются весьма широко, а столбики с электрическими розетками стоят на всех парковках, у кемпингов и на автозаправочных станциях. Едва ли не каждый автомобиль там оснащен предпусковым подогревателем. Суть их очень проста — в подкапотное пространство или непосредственно в блок цилиндров встраиваются нагревательные элементы, которые работают по принципу конвекции, без принудительной циркуляции охлаждающей жидкости. Все хорошо, но только неавтономные подогреватели нуждаются в розетке на 220 вольт, к которой можно было бы подключиться. В России розеток на стоянках нет (впрочем, если бы они и были, то думается, долго бы не продержались). Те же поделки, которые иногда продаются у нас под видом специальных «термосов» или электрических обогревателей, которые вставляются в отверстие масляного щупа и питаются от автомобильного аккумулятора, очевидно, никакого существенного эффекта дать не могут, и только разрядят и без того «подсевший» на морозе аккумулятор. Но самыми эффективными предпусковыми подогревателями, безусловно, являются жидкостные, которые работают автономно.

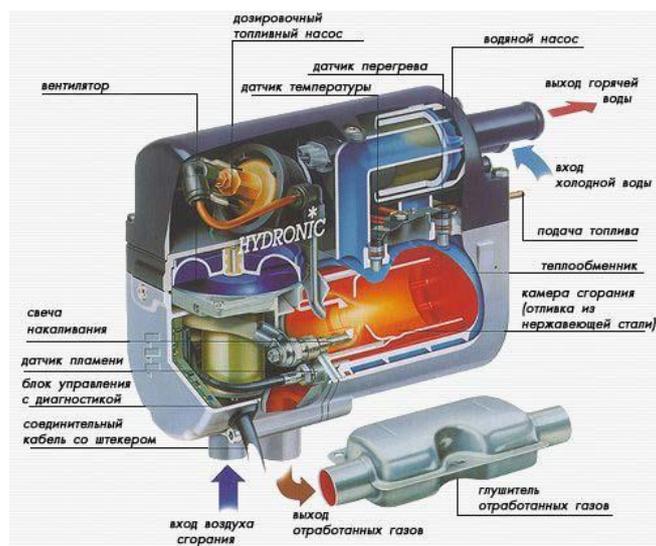


Рис. 1. Устройство предпускового подогревателя

Все они конструктивно похожи. Через специальную форсунку топливо из бака автомобиля (или из отдельной емкости) автономным насосом подается в камеру сгорания подогревателя. Небольшой вентилятор подает туда же атмосферный воздух. Топливовоздушная смесь поджигается собственной свечой или штифтом накаливания (вольфрамовая спираль в керамической оболочке). Сгорая, смесь нагревает теплообменник, от него, в свою очередь, нагревается охлаждающая жидкость. Подогретый антифриз прокачивается через систему охлаждения двигателя встроенным насосом. Кроме того, автоматически включается вентилятор печи, что позволяет

прогреть и салон автомобиля. На нашем рынке подобные системы представлены, например, немецкими фирмами «Webasto» (27-33 тыс. руб.), «Eberspächer» (25-60 тыс. руб.) и отечественным аналогом самарский "Теплостар" (20-30 тыс. руб.). Такой подогреватель представляет собой компактный прибор, который устанавливается в моторном отсеке и питается топливом из бака автомобиля. Теплообменник отопителя подсоединяется к охлаждающему контуру двигателя, электроника — к бортовой сети, а система подачи топлива — к топливному баку автомобиля. Подогреватели «Вебасто» подчиняются электронному блоку управления и, в зависимости от температуры жидкости в контуре охлаждения двигателя, переключают его в режим полной (работает с максимальной мощностью), частичной (с половинной мощностью) нагрузки или регулировочной паузы (временное отключение). Момент запуска и продолжительность работы устанавливаются на таймере (10–60 минут), расположенном в салоне автомобиля. При дооборудовании системой «Телестарт» запуск подогревателя и изменение режимов его работы можно производить с пульта дистанционного управления с радиусом действия до одного километра. А система включения по телефону «Термоколл» позволяет запустить подогреватель, выбрать режим и продолжительность его работы в любой момент и с любого телефона, имеющего тоновый набор (если, конечно, автомобиль находится в зоне действия сети). Управление подогревателем осуществляется посредством удобного русскоязычного голосового меню. Подогреватели, оснащенные системами «Телестарт» или «Термоколл» либо специальным переключателем «зима-лето», могут пригодиться и в теплое время года — для того чтобы проветрить салон до начала поездки. Для легковых автомобилей малого и компактного класса, а также для кабин грузовых микроавтобусов подходит бюджетный подогреватель Thermo Top E отопительной мощностью 4 кВт. Для автомобилей среднего класса и большого класса с кузовом седан предназначен Thermo Top C отопительной мощностью 5 кВт. А для автомобилей представительского класса, универсалов, внедорожников, минивэнов и пассажирских микроавтобусов «Webasto» предлагает Thermo Top P — модификацию Thermo Top C с оптимизированным режимом прокачки горячей жидкости, обеспечивающим ускоренный прогрев салона и лобового стекла при меньшем потреблении тока [1].

Автономный отопитель «Eberspächer» работает примерно также, причем он славится тем, что функционирует без особых проблем абсолютно на любом топливе (в том числе и российского производства). На всех моделях «Eberspächer» имеется встроенная система климат-контроля, которая регулирует мощность по заданным параметрам при любом изменении температуры окружающей среды [2]. К примеру, если после пасмурной ночи утром выглянет солнце, водителю не нужно отключать отопитель: система сама сбавит обороты вплоть до полного отключения и вновь включит печь, если температура в салоне начнет падать.

Предпусковые подогреватели отечественной компании «Теплостар», по их заверению, служат для разогрева двигателя при низких температурах окружающего воздуха, для дополнительного подогрева при работающем двигателе в условиях сильных морозов, для подогрева салона и лобового стекла при низких минусовых температурах (для удаления обледенения) при неработающем двигателе [3]. Стандартная комплектация подогревателя содержит: нагреватель, пульт управления, топливный насос, помпу, топливозаборник (или тройник), жгуты проводов, воздухозаборник с глушителем, выхлопную трубу, монтажный комплект. Отдельно владельцем приобретается: модем GSM-SIMCOM, комплект реле (для подключения к отопителю кабины или климат контролю), глушитель на выхлопную трубу, проход (резиновое кольцо, защищающее пластиковые элементы автомобиля от контакта с горячей выхлопной трубой) [3]. Принцип работы ничем не отличается от западных моделей устройств предпускового подогрева.

Таким образом, предпусковой подогрев осуществляет прогрев двигателя и салона перед запуском, чтобы водитель сел в уже теплую машину и без проблем запустил мотор. Примерно через 10 минут двигатель прогревается до +25 °С, салон — до 0 °С. Проходит еще 15 минут и в салоне уже +14 °С, а мотор прогрелся до +45 °С. Еще минут 10–15 — и в салоне +20 °С, а двигатель нагрет до +65 °С и готов к старту. Дальнейшее поддержание температуры в салоне осуществляется, естественно, уже за счет тепла от двигателя, но аппаратура подогревателя может и далее выполнять вспомогательную роль. Кстати, то топливо, которое подогреватель затратит на предпусковой обогрев, с лихвой компенсируется при езде на теплом двигателе, не говоря уж о том, что моторесурс вашего автомобиля увеличится в два-три раза.

Список литературы:

1. Информационная статья про предпусковые подогреватели фирмы «Webasto». — URL: <https://www.webasto-comfort.com/ru-ru/otoplenie/predpuskovye-podogrevateli-legkovye/> (Дата обращения: 24.10.2019)
2. Системы для отопления транспорта компании «Eberspächer». — URL: <https://www.eberspaecher.ru/produkcija/sistemy-otoplenija-dlja-transporta/assortiment/zhidkostnye-otopiteli.html> (Дата обращения: 24.10.2019)
3. Руководство по эксплуатации жидкостных предпусковых подогревателей компании «Теплостар». — URL: http://www.autoterm.ru/content_files/files_docs/5714ad1cab80a.pdf (Дата обращения: 24.10.2019)

Обзор существующих снегоплавильных установок

Набережночелнинский институт КФУ, г. Набережные Челны

Аннотация: Целью данной статьи является разбор существующих снегоплавильных установок (СПУ). В статье приведены классификации СПУ. Приведён разбор основных характеристик самых известных СПУ, имеющихся на рынке техники. А также в виде таблицы развёрнуто показана сравнительная характеристика всех СПУ различных марок.

Abstract: The purpose of this article is to analyze the existing snow melting plants (SMP). The article presents the classification of SMP. The analysis of the main characteristics of the most famous SMP available on the market of equipment is given. And also in the form of the table the comparative characteristic of all SMP of different brands is developed shown.

Ключевые слова: снегоплавильные установки, СПУ, производительность, расход топлива, габариты, объём камеры плавления, дизель (дизельный).

Key words: snow melting plants, SMP, performance, fuel consumption, overall dimensions, the volume of the melting chamber, diesel.

По сохранившейся с советских времен практике снег на городских улицах не утилизируется. Он собирается и вывозится самосвалами на свалки за пределы города, что малоэффективно и совершенно неэкономично. Такая практика выливается в оплату большого количества часов работы людей и техники, тонн дизельного топлива, а кроме того, отнимает большое количество ресурсов коммунальных предприятий, вынужденных направлять грузовики на борьбу со снегом, а не на какие-то более экономически оправданные проекты. Также нужно отметить, что в некоторых случаях, особенно после сильных снегопадов, колонны груженых снегом самосвалов сами создают пробки, особенно на выездах из города. Однако в наше время существуют более рентабельные и удобные средства решения этой проблемы. Одним из наиболее экономичных способов решения вопроса утилизации снежных масс, собранных при очистке городских, складских, парковочных зон и иных территорий является организация стационарного снегоплавильного пункта (ССП) с использованием систем горячего водоснабжения зданий и разработка новых машин и технологий уборки и утилизации снега. Снегоплавильные машины и установки является новым направлением в развитии снегоуборочной техники. [1]

Снегоплавильные установки классифицируются:

– по типу перемещения – на перемещаемые (мобильные) и стационарные. Перемещаемые установки в свою очередь подразделяются на перевозимые (прицепного и других типов) и самоходные;

– по способу загрузки снежной массы – экскаватором или фронтальным погрузчиком, встроенным снегоподатчиком (самоходные), с самосвальной загрузкой (снегоплавильные заводы);

– по типу используемого источника тепла – внешний (к примеру, горячая вода из общей системы ГВС) или собственный (дизельный двигатель, угольная топка);

– по способу плавления снега – активный или пассивный.

В настоящее время на российском рынке снегоплавильные установки (СПУ) представлены в довольно широком диапазоне. В него входят отечественные марки – “ОСА”, “Горыныч”, СПУ производства ООО “Тотем” и зарубежные – продукция компаний “TRECAN”, “Snow Dragon” и некоторых других.

Дизельная СПУ Д-30 производства ООО “Горыныч”. Данная снегоплавилка относится к классу мобильных несамоходных (перевозимых) установок. Способ транспортировки – платформа с крюковым погрузчиком. Тип машины – дизельная двухобъемная СПУ с загрузкой снежной массы автопогрузчиком.

Таблица 1.

Основные технические данные Д-30

Производительность, м ³ /час	30
Расход топлива, л/час	90
Габариты (Д*Ш*В), м	5,4*2,5*2
Объем камеры плавления, м ³	4,5

Снегоплавильная машина Д-30 является второй по возрастанию мощности установкой в ряду дизельных снегоплавилки российской марки “Горыныч”. Обладая сравнительно компактными для своего класса размерами, она, с учетом ее высокой производительности, хорошо подойдет для установки на территории крупного предприятия.

Снегоплавильная машина СПУ-5 “Тотем” от компании “ВТК-пром”. Эта отечественная разработка также принадлежит к классу дизельных мобильных снегоплавилки. Установка производится на базе буксируемой платформы-прицепа, на котором в одном корпусе смонтированы агрегатный отсек с топливным баком и пультом управления, камера плавления снежно-ледяной массы и сектор сброса воды, подключаемый к системе канализации.

Таблица 2.

Основные технические данные СПУ-5 “Тотем”

Производительность, м ³ /час	15
Расход топлива, л/час	25
Габариты (Д*Ш*В), м	5,4*2,2*2,5
Объем камеры плавления, м ³	1,5

СПУ-5 “Тотем” при схожих с Д-30 габаритах более мобильна и, благодаря прицепной схеме, лучше приспособлена к частой смене дислокации. Но за это приходится платить вдвое меньшей мощностью. СПУ-5 хорошо подойдет как машина для оперативной снегоочистки в случае экстренной необходимости. Кстати, производитель предлагает также модификацию СПУ-5, работающую на газе.

Снегоплавильная установка TRECAN 20-PD.

Это дизельная буксируемая мобильная установка канадского производителя TRECAN, занимающегося выпуском снегоплавильного оборудования уже около полувека. Она выполнена по одноконтурной схеме, снабжена функцией “сухого” старта, то есть не требует обязательного заполнения бака плавления водой. Машина имеет бортовой компьютер, она способна самостоятельно отфильтровывать песок, щебень и прочие нерастапливаемые элементы. Они помещаются в специальный отсек и удаляются вручную после останова машины.

Таблица 3.

Основные технические данные TRECAN 20-PD

Производительность, м ³ /час	41
Расход топлива, л/час	121
Габариты (Д*Ш*В), м	7*2,5*2,1
Объем камеры плавления, м ³	8

Как видно из табл. 3, TRECAN 20-PD – самая производительная и мощная из снегоплавильных машин, рассмотренных в нашем обзоре. Эта модель наиболее совершенна в техническом плане, что, конечно, не может не сказываться на ее цене. Тем не менее, снегоплавильные машины TRECAN активно используются многими предприятиями в России, хотя некоторые пользователи отмечают, что в российских реалиях эта машина в обслуживании капризней отечественных аналогов. [2]

Сравнительная характеристика СПУ

Модель	Д-30	СПУ-5 “Тотем”	TRECAN 20-PD
Производительность, м3/час	30	15	41
Расход топлива, л/час	90	25	121
Габариты (Д*Ш*В), м	5,4*2,5*2	5,4*2,2*2,5	7*2,5*2,1
Объем камеры плавления, м3	4,5	1,5	8

В этой статье были приведены общие принципы работы снегоплавильных установок и рассмотрены три из них в качестве наглядного примера. Выбранные модели объединяет лишь то, что все они относятся к классу мобильных систем на дизельном топливе. Это несамоходные установки перемещаемого типа, имеющие, однако, собственный дизельный двигатель, работающий, естественно, на “зимнем” топливе. Все три установки отвечают современным экологическим требованиям. При этом нужно отметить, что установка канадского производителя, отличающаяся технологическим совершенством, изначально все же предназначена для работы в более щадящих условиях, на чистых улицах канадских городов. Как показывает практика, несмотря на встроенный сепаратор, она все же требует предварительной очистки снежной массы от крупного мусора.

Список литературы

1. Зиганшин, И. И. Снегоплавильная установка для очистки от снега / И. И. Зиганшин, А. Г. Исмагилов, М. М. Махмутов, Р. Л. Сахапов // Техника и технология транспорта: научный Интернет-журнал. - 2017. - № 2 (3). - С. 5. – Текст: непосредственный.
2. Снегоплавильная установка – URL: <https://proteh.org/articles/14102016-snegoplavilnaja-ustanovka/> (Дата обращения: 14.10.2019)

Рыхлительно-бульдозерные агрегаты

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Башкирский государственный аграрный университет, Уфа

Аннотация. В статье произведен сравнительный анализ технико-эксплуатационных характеристик бульдозерно-рыхлительных агрегатов применительно к рыхлению мерзлых грунтов.

Abstract: The article analyzes of the technical and operational characteristics of bulldozer-ripping units in relation to the loosening of frozen grounds.

Ключевые слова: бульдозер, рыхлитель, мерзлый грунт

Keywords: bulldozer, ripper, frozen ground

Мерзлые грунты в силу своей повышенной механической прочности и сопротивления копанию (разрушению) усложняют производство земляных работ в зимних условиях и ограничивают возможность применения землеройных (экскаваторов) и землеройно-транспортных машин (бульдозеров, скреперов, грейдеров), уменьшают производительность транспортных средств, способствуют быстрому износу деталей, особенно рабочих органов.

В зависимости от конкретных местных условий разработку грунта в зимнее время года осуществляют в основном рыхлением мерзлого грунта или непосредственной разработкой мерзлого грунта [1, 2, 3]. В данной статье рассмотрим рыхлительные агрегаты на базе бульдозеров, предназначенные для предварительного рыхления тяжёлых, каменистых и мёрзлых грунтов. Рыхлительное оборудование навешивается также на тягачи и автогрейдеры. Рыхлители специального назначения могут иметь глубину рыхления более 1 м. Номинальное тяговое усилие рыхлителей колеблется в пределах 130 – 300 кН, а мощность двигателя 170 - 300 кВт. По типу навески рабочего оборудования более эффективными являются четырёх точечные и рыхлители активного действия (РАДы). Количество зубьев колеблется в пределах 1 - 4. Зубья выполняются съёмными. По способу крепления зуба к раме бывают жесткое крепление зуба (не имеет возможности поворота в горизонтальной плоскости) и флюгерное крепление (с возможностью поворота в горизонтальной плоскости на угол 10 - 20° от оси в ту и другую сторону). Промышленностью выпускаются стойки зубьев прямолинейные с предварительным изгибом и изогнутые.

Проанализируем функциональные возможности и технические характеристики бульдозерно-рыхлительных агрегатов, представленных на российском рынке спецтехники.

Бульдозер Б11 (рис. 1) производства ООО "Челябинский тракторный завод-УРАЛТРАК" тягового класса 10 с дизельным двигателем мощностью 139,7 кВт и гидромеханической трансмиссией, обладающий эксплуатационной массой 21,3 т, габаритными размерами 6670×1880×3250 мм [4].

В конструкции Б-11 внедрены планетарные бортовые редукторы и вынесены оси качания ходовых тележек. Капот выполнен в виде отдельной капсулы для снижения шума в кабине. Откидные боковые створки капота из стеклопластика с шумопоглощающим слоем. Топливная система оборудована фильтром грубой очистки, с водоотделителем и подогревом топлива во время работы трактора. Кабина выполнена со съемной крышей из стеклопластика и клееными стеклопакетами, улучшенными шумо-тепло-виброизоляционными свойствами. Предусмотрена возможность установки кондиционера в задней части крыши. В верхней части кабины имеется вентиляционно-эвакуационный люк. Кабина с рабочим местом откидывается назад на 35 град. с помощью ручного гидropодъемника.

Представленные на нашем рынке бульдозеры-рыхлители Komatsu D475A-5 (рис. 2) оснащены дизельным двигателем высокой мощности 664 кВт. При общей массе 108390 кг имеют габаритные размеры 11565×5265×1196, что позволяет этой машине легко разрабатывать прочные и мерзлые грунты. Komatsu D475A-5 оснащается отвалом, способным перемещать 27,2-34,4 м³ грунта за один проход. Максимальное заглубление рыхлительного оборудования 1010 мм. Скорость движения бульдозера достигает 14 км/ч [5].



Рис. 1. Бульдозер Б11



Рис. 2. Бульдозер Komatsu D475A-5

Двигатель Komatsu D475A-5 оснащен системой непосредственного впрыска топлива, что обеспечивает низкий расход топлива и высокую эффективность силовой передачи. Ходовая часть с К-образной конструкцией тележек опорных катков обеспечивает непрерывный контакт катка со звеном гусеницы, что обеспечивает устойчивость машины и эффективную передачу тягового усилия.

Бульдозеры-рыхлители фирмы Komatsu оснащаются гидромеханической коробкой передач, обеспечивающей надежное и плавное переключение передач под нагрузкой. Изменение направления движения и переключение передач (ручное переключение) осуществляется с одного мно-

гофункционального джойстика, который также осуществляет управление поворотом машины. Плавный поворот машины осуществляется за счет подтормаживания гусеницы при помощи системы «тормоз-сцепление» или системы «планетарная передача-гидравлический мотор». Конструкция необслуживаемых многодисковых тормозов мокрого типа обеспечивает их надежность и длительный срок эксплуатации.

Гусеничный бульдозер-рыхлитель SINOMACH YD230 (рис. 3) оборудован двигателем рядным четырёхтактным дизельным двигателем водяного охлаждения с непосредственным (прямым) впрыском Cummins NTAА855-C280S20 мощностью 179 кВт. Трансмиссия имеет планетарную передачу, многодисковое сцепление. Многодисковая постоянно-замкнутого типа гидравлически разделяемая муфта поворота работает в масляной ванне. Тормоз муфты поворота: работающий в масляной ванне, плавающий, прямое гидравлическое взаимосвязанное управление. Бортовая передача оснащена двухступенчатым цилиндрическим редуктором с барботажной смазкой (смазка разбрызгиванием). Имея габаритные размеры 6830×3725×3522 мм агрегат весит 24220 кг. [6].

Бульдозеры CLGB230 фирмы LiuGong (рис. 4), оснащенные двигателем Cummins развивают мощность 139,7 кВт достаточную для собственной массы 24160 кг и габаритов 6670×1880×3250. Основные особенности бульдозера LiuGong CLGB230 легкая управляемость, прочная конструкция и низкие удельные мощностные характеристики обеспечивают высокую производительность; трансмиссия планетарного типа, с многодисковым сцеплением, гидравлическим приводом, смазка под давлением; кондиционер, звукоизоляция; простота доступа к узлам и агрегатам [7].



Рис. 3. Гусеничный бульдозер-рыхлитель SINOMACH YD230



Рис. 4. Гусеничный бульдозер LiuGong CLGB230I

Проанализировав технические характеристики, эксплуатируемых в условиях Республики Башкортостан, моделей бульдозеров-рыхлителей и на опыте эксплуатации этих машин в отрасли промышленного и гражданского строительства мы можем сделать основательный вывод, что бульдозеры Komatsu зарекомендовали себя как эффективная техника высокой надежности и производительности и относительно продолжительным сроком эксплуатации. Они отличаются простотой конструкции и обслужива-

ния, продуманной эргономикой рабочего места, обзорностью рабочей зоны, качеством изготовления и рекомендуемых технических и смазочных материалов. Все эти выявленные достоинства обеспечивают высокую рентабельность в любой отрасли строительства при условии, что будет обеспечена непрерывность производственного процесса.

Список литературы

1. Критерии оценки технологического процесса для реологических моделей почвы / З. С. Рахимов, С. Г. Мударисов, М. М. Ямалетдинов, И. М. Фархутдинов. – Текст : непосредственный // Достижения науки - агропромышленному производству : XLIX Междунар. науч.-техн. конф. 13-17 фев. 2010 г. - Челябинск, 2010. - С. 123-127.

2. Ямалетдинов М. М. Оценка технологического процесса обработки почвы на основе реологических моделей / М. М. Ямалетдинов, З. С. Рахимов. – Текст : непосредственный // Состояние, проблемы и перспективы развития АПК : Междунар науч.-практ. конф. 20-23 окт. 2010 г. - Уфа, 2010. - С. 116-118.

3. Определение граничных условий при численном моделировании технологического процесса обработки почвы в Flow Vision / М. М. Ямалетдинов, С. Г. Мударисов, З. С. Рахимов, И. М. Фархутдинов. – Текст : непосредственный // Достижения науки - агропромышленному производству : XLIX Междунар. науч.-техн. конф. 13-17 фев. 2010 г. - Челябинск, 2010. - С. 154-160.

4. Описание бульдозера и его уникальных характеристик : сайт. – URL : <http://www.pogruzchiki.com/katalog-pogruzchikov/?ent=hyundai&teh=bulldozer> (дата обращения: 19.10.2019). – Текст : электронный.

5. Технические характеристики Komatsu D475A-5 : сайт. – URL : <http://traktorbook.com/bulldozer-komatsu-d355a-3> (дата обращения: 19.10.2019). – Текст : электронный.

6. Технические характеристики SINOMACH YD230: сайт. – URL : <http://www.pogruzchiki.com/katalog-pogruzchikov/forklift-loader.asp?pogruzchik=25938&bulldozer=sinomach> (дата обращения: 19.10.2019). – Текст : электронный.

7. Технические характеристики LiuGong CLGB230I : сайт. – URL : http://exkavator.ru/excapedia/technic/liugong_clgb230i (дата обращения: 19.10.2019). – Текст : электронный.

Увеличение ресурса гидроманипулятора за счет оптимального управления

Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
г. Киев

Аннотация. При работе гидроманипулятора в его конструкции возникают сложные колебательные процессы, которые снижают ресурс его стреловой системы и системы привода. Вследствие чего металлоконструкция и механизмы привода проектируются со значительными коэффициентами запаса, что в дальнейшем приводит к увеличению массово-габаритных параметров машины. Для обеспечения повышенной надежности манипулятора предлагается использовать оптимальное управление, которое будет минимизировать колебательные процессы в системах манипулятора.

Abstract. During the operation of the hydraulic manipulator, complex oscillatory processes occur in its design, which subsequently lead to a decrease in the resource of the mechanical boom system and hydraulic drive system. That is why metalwork and many manipulator drive mechanisms are designed with significant safety factors, which further leads to an increase in the mass-dimensional parameters of the machine. To ensure increased reliability of the manipulator, it is proposed to use optimal control, which will minimize oscillatory processes in the manipulator system and its metal structure.

Ключевые слова: гидроманипулятор, металлоконструкция, стреловая система; повышение ресурса, оптимизация.

Keywords: hydraulic manipulator, metal construction, boom system; resource increase, optimization

Особое внимание и развитие в последнее время получили машины со сложной кинематической структурой, а именно гидравлические манипуляторы. В конструкциях таких машин применяются многоступенчатые шарнирно-сочлененные телескопические стрелы, основным превосходством которых являются компактность конструкции, удобство в управлении, отличная обзорность, большая манёвренность и универсальность.

Современные конструкторские разработки подъемно-транспортных гидроманипуляторов направлены на увеличение единичной мощности машины и диапазона грузоподъемности, повышение скорости передвижения и высоты подъема груза, уменьшение транспортных габаритов при увеличении рабочего вылета манипулятора, автоматизация управления.

Значительную часть времени гидроманипуляторы работают в неустановившемся динамическом режиме, который характеризуется резкими колебаниями напряжений в металлоконструкциях, что является основной причиной снижения ресурса металлоконструкции машины [1] и элементов системы гидропривода, и в конечном результате поломкам (рис. 1).

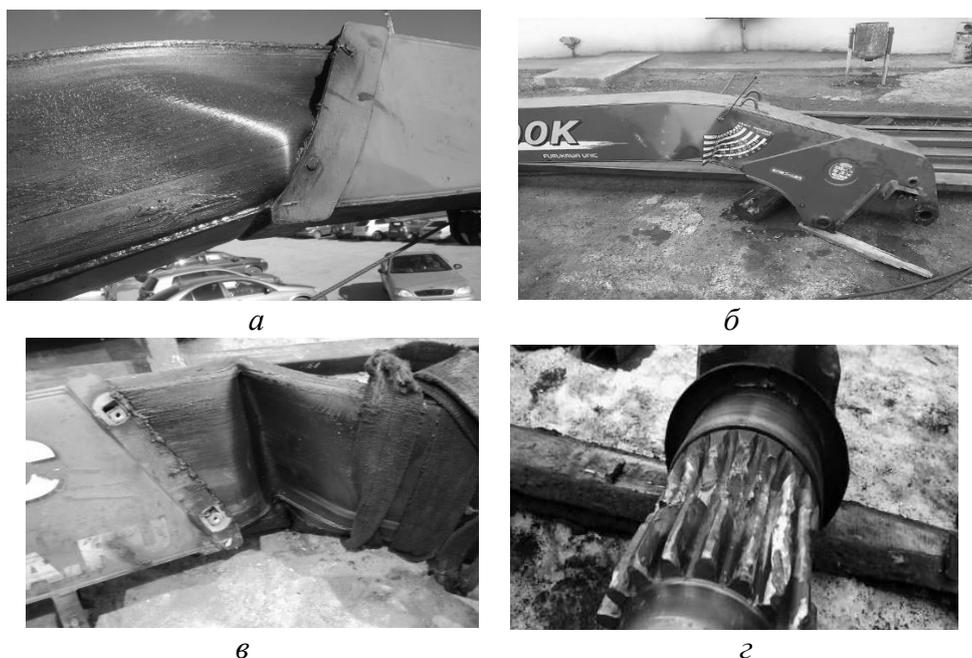


Рис. 1. Возможные неисправности конструкции манипуляторов: а – излом телескопической секции; б – излом основной стрелы; в – деформация секции телескопической стрелы; г – разрушение шестерни механизма поворота

Работа гидроманипулятора характеризуется неустойчивым характером движения, что обусловлено частыми включениями и выключениями, переменными амплитудами колебаний давления в гидроприводе и ускорениями приводных механизмов. Цикличность колебаний приводит к разрушениям от усталости, уравнение кривой усталости которой имеет вид [2]:

$$\sigma_a^m N_\Sigma = \begin{cases} \sigma_a^m N_0, & \text{при } \sigma_a \geq \sigma_{rk} \\ \infty & , \text{при } \sigma_a < \sigma_{rk} \end{cases} \quad (1)$$

где σ_a - переменное напряжение в металлоконструкции; N_Σ - число амплитуд циклов до разрушения детали; σ_{rk} - предел выносливости при коэффициентах асимметрии цикла r и концентрации k ; N_0 - базовое число циклов нагружения металлоконструкции которое соответствует показателю степени m .

Величины m и N_0 , характеризующие уравнения кривой усталости, выбираются согласно рекомендациям работ [2] в зависимости от значения эффективности коэффициента концентрации напряжений. При значениях коэффициента концентрации $k < 2,0$ предел выносливости достигает числа циклов переменных напряжений $N_0 = 2 \cdot 10^6$, а при $k \geq 2,0$ - $N_0 = 5 \cdot 10^6$. Показатель степени кривой усталости m определяется из соотношения, что в первом приближении справедливо для металлических конструкций из углеродистых и низкоуглеродистых сталей [2]:

$$m \approx \frac{12}{k} \approx 10,9. \quad (2)$$

Характеристика степени асимметрии цикла переменных нагрузок определяется коэффициентом асимметрии цикла:

$$r = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}, \quad (3)$$

где σ_{\min} и σ_{\max} - наименьшее и наибольшее алгебраическое значение переменных нагрузок. Рекомендуется [2] принимать $r = 0,1 \dots 0,2$ для углеродистых сталей и $r = 0,13 \dots 0,3$ для легированных сталей. Учитывая рекомендации, а также результаты экспериментальных, принято $r = 0,15$.

Значение величины длительного предела выносливости определяется согласно формулы:

$$\sigma_{rk} = \frac{2\sigma_{-1}}{(1-r)k + (1+r)\eta} \leq \sigma_T, \quad (4)$$

где σ_{-1} - предел выносливости симметричного цикла (для стали марки Ст3 $\sigma_{-1} = 126,6$ МПа); η - коэффициент чувствительности металла к асимметрии цикла (согласно рекомендациям работы [2] $\eta = 0,2$).

Суммарное число циклов до разрушения металлоконструкции стреловой системы гироманипулятора определяется из соотношения [1]:

$$N_{\Sigma} = N_0 \frac{a_p \sigma_{rk}^m}{\sum \sigma_{ai} v_{i\sigma}}, \quad (5)$$

где a_p - величина, характеризующая качество металла в связи с режимом изменения напряжения; σ_{rk}^m - максимальное значение напряжения среди всех значений амплитуд σ_{ai} ; $v_{i\sigma}$ - частота появления i -ой амплитуды.

При исследовании закономерностей накопления усталостных разрушений металлоконструкций по переменным амплитудам используется статистический подход, позволяющий выявить соотношение между детерминированной и случайной составляющей величины a_p . Согласно такому подходу, величина a_p определяется из соотношения:

$$a_p = \sum_{i=1}^{i_0} \frac{\sigma_{ai}}{\sigma_{a\max}} \cdot \frac{v_{i\sigma}}{v_{\sigma}}. \quad (6)$$

Снижение динамических нагрузок является наиболее рациональным путем повышения надежности гидравлического манипулятора. Одним из способов решения этой задачи является управление скоростью подвода энергии, которая обеспечивает постепенное приложения движущих и тормозных усилий [3]. Таким образом можно ограничить величину и скорость изменения динамических нагрузок в элементах конструкций и приводных механизмов. В качестве оптимального режима работы гидроманипулятора рекомендуется применять оптимальный рывковый режим [4] при котором

кинематические характеристики движения его приводных гидроцилиндров выражаются следующими зависимостями:

$$q_i = q_{in} + \left(\frac{t}{t_1}\right)^3 \left(\Delta q_i \left(10 - 15 \frac{t}{t_1} + 6 \frac{t^2}{t_1^2} \right) + c \left(1 - 3 \frac{t}{t_1} + 3 \frac{t^2}{t_1^2} - \frac{t^3}{t_1^3} \right) \right); \quad (7)$$

$$\dot{q}_i = 3 \left(10 \Delta q_i \left(1 - 2 \frac{t}{t_1} + \frac{t^2}{t_1^2} \right) + c \left(1 - 4 \frac{t}{t_1} + 5 \frac{t^2}{t_1^2} - 2 \frac{t^3}{t_1^3} \right) \right) \frac{t^2}{t_1^3}; \quad (8)$$

$$\ddot{q}_i = 6 \left(10 \Delta q_i \left(1 - 3 \frac{t}{t_1} + 2 \frac{t^2}{t_1^2} \right) + c \left(1 - 6 \frac{t}{t_1} + 10 \frac{t^2}{t_1^2} - 5 \frac{t^3}{t_1^3} \right) \right) \cdot \frac{t}{t_1^3}, \quad (9)$$

где q_i , \dot{q}_i , \ddot{q}_i - зависимости изменения соответственно перемещение, скорость и ускорение штока приводного гидроцилиндра; Δq_i - диапазон изменения перемещения; t и t_1 - время процесса и общее время на выполнения заданного перемещения Δq_i ; c - коэффициент режима вылета стрелы [3].

Реализация оптимальных законов движения штока гидроцилиндра обеспечивается за счет модернизированного золотникового распределителя, который позволяет выполнять дросселирование рабочей жидкости в заданных диапазонах [4].

Согласно полученным экспериментальным данным для экспериментальной установки гидроманипулятора прирост расчетного ресурса металлоконструкции гидроманипулятора при работе за оптимизированным рывковым режимом движения составляет 18,8% по сравнению с неоптимальным.

Список литературы

1. Лозовой В. А. Расчеты лесозаготовительного оборудования с учетом колебаний: учеб. Пособие / В. А. Лозовой. - Красноярск: СибГТУ, 1999. - 135 с. - Текст : непосредственный.
2. Скоробогатова Т. Е. Динамические нагрузки в конструкции лесопогрузчика в режиме поворота гидроманипулятора / Т. Е. Скоробогатова. - Текст : непосредственный // Вестник красноярского государственного аграрного университета. - 2006. - № 6. - С. 412-415.
3. Ловейкин В. С. Оптимизация режима изменения вылета манипулятора с гидроприводом. Монография / В. С. Ловейкин, Д. А. Мищук. - Киев: ЦП «Компринт», 2013. - 206 с. - Текст : непосредственный.
4. Мищук Д. А. Повышение эффективности манипулятора за счет оптимального управления / Д. А. Мищук - Текст : непосредственный // «Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини». - 2015. - № 85. - С. 43-50.

Использование 3d-принтеров в строительстве промышленных и жилых комплексов

Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород.

Аннотация: О возможности создания машин, которые буквально «выращивают» дома, писали фантасты ещё в 19 веке. Да что говорить, ещё лет двадцать назад эта технология казалась чем-то невероятным. А вот сегодня она уже вошла в наш быт. Никто не удивится, увидев строительную площадку, на которой в паре работают человек и машина: оператор системы и кран с насадкой для подачи строительной смеси.

Abstract: Science fiction writers wrote about the possibility of creating machines that literally "grow" at home in the 19th century. However, what to say, even twenty years ago, this technology seemed to be something incredible. Nevertheless, today it has already entered our life. No one will be surprised to see a construction site, where a man and a machine work together: a system operator and a crane with a nozzle for feeding the construction mixture.

Ключевые слова: 3D печать, строительство, 3D технологии, промышленное строительство, жилой комплекс.

Keywords: 3D printing, construction, 3D technologies, industrial construction, residential complex.

Ответим на актуальные вопросы: что такое 3D принтер и для чего его используют? Как работает 3D строительный принтер: три варианта? Какова конструкция 3D принтеров для строительства дома? Какие существуют плюсы и минусы применения 3D-принтера в строительстве? Каковы современные технологии и производители принтеров для 3D печати домов? [1]

Основная часть. Что такое 3D принтер и для чего его используют? Современные строительные технологии – очень востребованный товар, специалистов в этом деле принимают с распростёртыми объятиями, переманивая у конкурентов. Гонка почти космическая – кто первым выложит на рынок инновацию, тот и получит супервыгоду. Неудивительно, что трудолюбивые китайцы уже не просто изобрели, но и стали чуть ли не массово выпускать строительные принтеры. Они продемонстрировали миру, как всего один агрегат за 30 дней построил целый поселок. [2]

Главная задача механизма состоит в последовательной послойной подаче строительной смеси на площадку. Программное обеспечение руководит сервоприводом, заставляя его оставлять места для оконных и дверных проемов, прокладки коммуникаций. Материалом строительства является обычный пескобетон, а также смеси на основе гипса, фиброволокна и

геополимеров. Работа устройства требует предварительной подготовки площадки и проекта здания. Все особенности строительства вносятся в управляющую программу, в ходе работ оператор следит за процессом и вносит необходимые коррективы. От обычной печати 3D принтером строительный отличается, разве что, габаритами и используемым сырьём. Раствор подается с помощью автоматического экструдера. Благодаря компьютерному управлению, движения головки принтера имеют отклонения, разве что, в пару миллиметров.

Рассмотрим, как работает 3D строительный принтер в 3-х вариантах.

Что касается первого варианта, здесь бетон с помощью строительного принтера наносится слоями. Для большей прочности конструкцию армируют в вертикальном или горизонтальном направлении. Существует три принципа работы 3D принтера: экструдирование послойным методом – через сопло машины давится вязкая смесь из бетона с добавками; 2 вариант, селективное спекание – автомат плавит рабочую смесь (песок) с помощью лазера; 3 вариант, напыление – в сопле происходит смешивание песка и клейкого состава, и полученная смесь напыляется на поверхность. Экструдер крепится на подвижной основе конструкции 3D принтеров для строительства дома.

Для выполнения определенных задач на строительной площадке могут использоваться две модели принтера: в виде мостового крана или в форме стрелы с манипулятором. Какую из них удобнее использовать решает инженер на площадке. Все это зависит от сложности проекта.

Мы выделили следующие плюсы и минусы применения 3D-принтера в строительстве.

Преимущества новой технологии привлекают современных застройщиков. Если есть необходимость в короткие сроки и с минимальными затратами построить комплект объектов, принтер просто необходим. Затраты сокращаются за счёт сокращения рабочих мест, ведь для этого большого 3D принтера требуется всего один оператор и водитель с бетономешалкой, практически исключена вероятность строительного брака. Человеческий фактор исключен, всем процессом руководит компьютерная программа, а оператор по факту лишь включает и выключает устройство, и, наконец, несомненным преимуществом является существенное сокращение сроков строительства.

Недостатки:

- для строительства невозможно использовать вибробетон, требуются смеси с высокой скоростью схватывания и затвердения;
- пока не разработана четкая методика армирования конструкций;
- нет возможности удалять воздух методом виброобработки, могут образовываться полости с воздухом, что снижает прочность конструкции;

- работать 3D принтером можно только при положительной температуре в сухую погоду.

- ограничение проектов по высоте – не более четырех этажей.

Рассмотрим современные технологии и производители принтеров для 3D печати домов.

Технология Contour Crafting была изобретена иранцем Б. Хошневисом. В настоящее время этот ученый продолжает свои разработки под патронажем ВМС США и NASA. Большая часть его трудов пока засекречена, но основной принцип известен – он заключается в нанесении смеси с помощью экструдера.

Ученый работает над задачей полностью автоматизировать процесс, включая установку арматуры. Раз этим проектом заинтересовались в NASA, не исключено, что подобные объекты в будущем вырастут на луне и на марсе.

Итальянец Энрико Дини пошёл в своих разработках другим путём: он предлагает использовать не один экструдер, а комплект из сотен сопел, который крепится к подвижному манипулятору. Работа машины напоминает струйный принтер, он напыляет смесь песка и оксидов металлов с хлоридом магния. Технология получила название D –Shape.

Скорость работы устройства намного выше аналогов, но требуется время для застывания всей конструкции.

Отечественный конструктор Андрей Руденко отвез своё «детище», строительный принтер «СтройБот», в США. После нескольких неудачных попыток привлечь внимание к своей работе, он наконец нашел отличный способ прорекламирровать свой продукт – построил часть гостиницы для филиппинского предпринимателя.

В качестве рабочей смеси он использовал геополимерный бетон. Реальный опыт производства и продаж в этой области у екатеринбургской компании «Спецавиа».

Сегодня этот отечественный производитель предлагает 7 вариантов строительных принтеров разного размера и назначения. Образец работы устройства стоит на территории «Спецавиа».

Конкурент «Спецавиа» – иркутский концерн Aris Cor. Он отказался от идеи использовать порталную конструкцию и сделал упор на телескопические манипуляторы, которые свободно передвигаются на поворотной платформе. Установка очень мобильна и может перевозиться в обычном грузовике. Её уже активно используют для строительства домов на 3D принтере в России.

Самый известный производитель строительных машин – китайская компания WinSun. Хошневис обвинил китайцев в краже его технологии. Даже если это так, WinSun, в отличие от иранского ученого (технология Contour Crafting), уже принесло эту технологии в массы.

На сегодняшний день компания WinSun строит здания по новой технологии по всему миру. [3-5]

Строительная машина может создавать цельные объекты, такие как дома, или производить панели и другие стройматериалы.

Примеры 3D печати домов (рис. 1)



Рис. 1. Примеры домов, построенных при помощи 3D печати

Вывод. В статье были рассмотрены плюсы и минусы применения 3D технологии в строительстве такие как уменьшение времени на строительство, повышение точности работы и др.

Были рассмотрены 3 принципа работы 3D принтера. По нашему мнению, наиболее перспективным является метод экструдирования т.к. работа производится с уже готовым материалом для строительства.

За строительной трехмерной печатью, без сомнений, будущее. Но пока эти технологии совершенствуются, и пройдет ещё лет 10, прежде чем подобные машины появятся во всех строительных организациях или станут доступны частным застройщикам.

Список литературы

1. Ревич Ю. В. 3D в природе / Ю. В. Ревич. – Текст: непосредственный // Компьютерра. - 2009. - № 8. - С. 37-41.
2. От фантастики к реальности: применение 3d-принтера в строительстве домов: сайт. - URL: <https://housechief.ru/primenenie-3d-printera-v-stroitelstve.html>, (дата обращения 01.10.2019)
3. 3D принтеры: что и зачем: сайт. - URL: <http://www.mir3d.ru/articles/921/>, (дата обращения: 01.10.2019г.).
4. Romanovich A. A. Energy-saving technology of obtaining composite binders using technogenic wastes / A. A. Romanovich, M. A. Romanovich, A. I. Belov, E. I. Chekhovskoy // Journal of Physics: Conf. Series. – 2018. - Т. 1118. - № 012035.
5. Romanovich A. A. New technology and energy-saving equipment for production of composite materials / A. A. Romanovich, S. N. Glagolev, Babaevsky // A.N. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. - 2018. – Т.327. - № 052013.

Сортировка ТБО и утилизация пиролизным способом

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В работе описывается пиролизный способ утилизации ТБО на примере лабораторной установки, и дается оценка самому часто используемому способу утилизации отходов.

Abstract: The paper describes the pyrolysis method for the disposal of solid waste by the example of a laboratory installation, and evaluates the most commonly used method of waste disposal.

Ключевые слова: ТБО, пиролизная утилизация, обезвреживание, переработка.

Keywords: MSW, pyrolysis disposal, disposal, processing.

На данный момент в РФ по данным «Ростехнологии», скопилось более 31 миллиарда тонн неутрализованных отходов, и эта цифра ежегодно увеличивается на 70 миллионов тонн.



Рис.1 Способы утилизации ТБО

В городе Тюмень в год на человека образуется 276,9 килограмма отходов. Если умножить 276,9 на количество жителей, то получится около 20 миллионов тонн. Многие виды отходов хорошо поддаются обезвреживанию и переработке с целью их дальнейшей утилизации. Переработка и утилизация ТБО имеет огромный потенциал и возможности. Создание рабочих мест, пополнение бюджета, а также борьба за экологию, а загрязнение окружающей среды является самой глобальной проблемой человечества.

Существует большое количество способов утилизации ТБО (рис.1), но на данный момент самый распространенный-захоронение (свалки). В Тюмени построен завод по переработке мусора, мощностью около 350 тысяч тонн отходов в год. Мусоросортировочный завод производит сортировку мусора, а дальше формируют его в брикеты. Мусоросортировочный завод не полностью решает проблему с полной утилизацией отходов. Если после сортировки мусора, его отправить на пиролизную утилизацию, то это намного лучше решит проблему отходов.

Пиролизная утилизация ТБО позволяет повысить эффективность утилизации и получить максимально безотходный процесс пиролиза.

Достижение высоких температур для разложения углеводородных отходов в существующих пиролизных установках обеспечивается за счет сжигания дополнительного топлива, либо за счет непосредственного сжигания части самих органических отходов. Однако, это негативно отражается на качестве получаемых горючих газов, особенно на их теплотворной способности. Частичное сжигание увеличивает также объем отходящих газов, требующих дорогостоящих систем очистки [2].

Разработана лабораторная установка предназначенная для утилизации органических отходов.

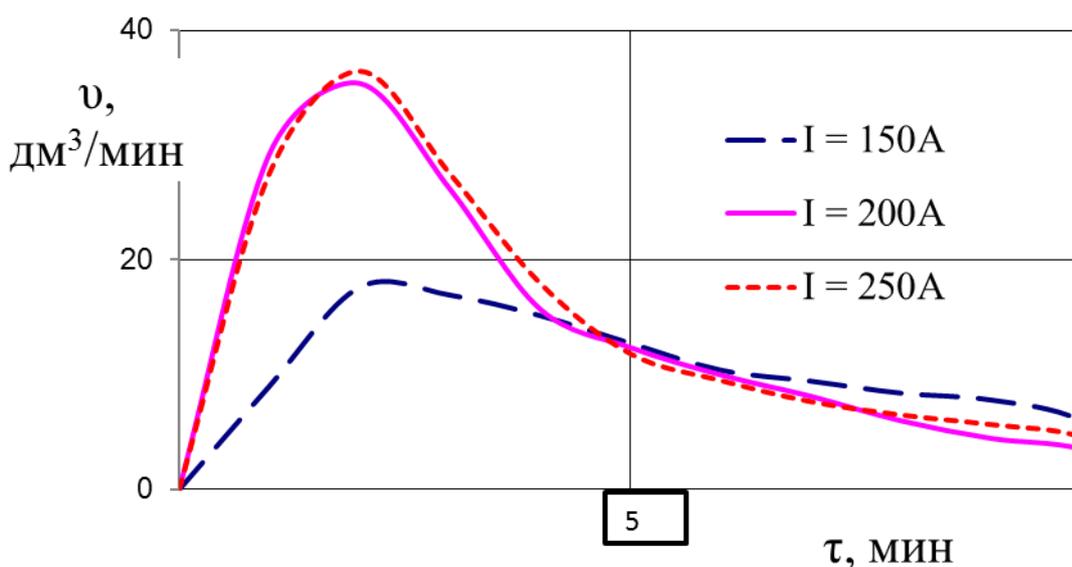


Рис.2. Зависимость скорости выделения газа v от времени τ при различной силе тока дуги I

Лабораторный реактор представляет собой установку периодического действия, в которой утилизация отходов производится порционно. Загрузка реактора осуществляется через верхний (загрузочный) люк, через него так же производится и выгрузка переработанного материала.

По результатам проведенных экспериментов построена зависимость скорости выделения газа от времени при различной силе тока, подаваемого на электроды.

По виду графика можно судить о сложной форме протекания процесса. На первой, второй и третьей минуте происходит интенсивное выделение газа. После этого наблюдается снижение скорости образования газа (рис. 2).

Протекание реакции пиролиза происходит в два этапа. На первом этапе (1–3 мин.) происходит резкий разогрев массы ТБО в районе электродугового разряда, что сопровождается интенсивным образованием пара и пиролизного газа. После третьей минуты опыта наблюдается снижение скорости образования продуктов реакции. В результате первых трех минут работы реактора в высокотемпературной зоне (25–30 мм) от центра дуги образуется шарообразная полость, в которой происходит 100 % переработка ТБО до минеральных компонентов. [2].

На основе проводимых выше исследований были сделаны следующие выводы:

1. Определен оптимальный режим переработки отходов при силе тока дуги 200А.
2. Получение компонентного состава горючего газа.

Список литературы

1. Шантарин, В. Д. Пиролизная утилизация твердых бытовых отходов : дис. ... канд. техн. наук / В. Д. Шантарин; ТюмГНГУ. – Тюмень, 2003. – 111 с. – Текст : непосредственный.
2. Исследование пиролизной технологии утилизации твердых бытовых отходов: отчет о НИР / ТИУ; рук. А.В. Медведев; исполн.: Мезенцева Е. А. – Тюмень, 2018. – 68 с. - № БР.23.03.02-3040/70а.387.2018. – Текст : непосредственный.

Анализ параметров вездеходных машин на колесах сверхнизкого давления

¹Военная академия связи имени Маршала Советского Союза
С.М. Буденного, г. Санкт-Петербург

²Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта

³Братский государственный университет, г. Братск

Аннотация: статье рассмотрены и проанализированы параметры вездеходных машин на колесах сверхнизкого давления, в частности взаимосвязь массы машины и мощности двигателя, взаимосвязь массы машины и грузоподъемности, взаимосвязь массы машин и условного давления движителя на грунт. Полученные результаты позволяют обоснованно выбирать оптимальные параметры колесных вездеходов под конкретные природно-производственные условия эксплуатации.

Abstract: the article reviewed and analyzed the parameters of all-terrain vehicles on wheels of ultralow pressure, in particular the relationship between vehicle weight and engine power, the relationship of vehicle weight and capacity, the relationship between weight machines and conditional pressure of the propeller on the ground. The obtained results make it possible to reasonably choose the optimal parameters of wheeled all-terrain vehicles for specific operational and production conditions.

Ключевые слова: колесные вездеходные машины, шины сверхнизкого давления, энергонасыщенность, давление на грунт, грузоподъемность.

Keywords: wheeled all-terrain vehicles, ultra-low pressure tires, energy saturation, ground pressure, load capacity.

Поверхности движения в лесу характеризуются как тяжелые и очень тяжелые для передвижения, как транспорта, так и людей. Менее четверти земель лесного фонда России можно охарактеризовать как удобные для круглогодичной эксплуатации техники [1]. Традиционно, в лесной отрасли используются тяжелые лесопромышленные тракторы для выполнения лесосечных и лесовосстановительных работ [2]. Но, помимо этих работ, в лесу проводится большое количество операций, для которых нет необходимости в тяжелых и энергоемких машинах. Например, сбор пищевой продукции леса, бортничество и пчеловодство, подсочка, осмотр лесосек в натуре, противопожарное патрулирование, фитопатологическое патрулирование, проверка лесных культур в отдаленных местах, отвод лесосек, использование леса в научно-исследовательских целях, и т.д., а также рекреационное пользование лесом. Отдельную категорию профессиональных пользователей легких вездеходов в лесу составляют работники охотничьих хозяйств, в их задачу входят подкормка и учет животных, пресечение дея-

тельности браконьеров, и т.д. Для решения вышеперечисленных задач использовать тяжелую технику не целесообразно, как минимум, по следующим причинам, во-первых, масса машины, во многом, коррелируется с ее стоимостью, т.е. тяжелые машины более дорогие; во-вторых, тяжелые машины более энергоемки, и расходы на их эксплуатацию существенно больше, нежели на легкие машины; в-третьих, тяжелые машины, при перемещении по лесу, наносят ощутимый вред почвогрунтам и живому напочвенному покрову.

Основные требования к вездеходам для решения таких задач - легкость, высокий клиренс, широкие колеса с низким и сверхнизким давлением на почвогрунт. Для определения оптимальных параметров колесных вездеходов для конкретных природно-производственных условий была создана база данных, включающая 100 марок отечественных вездеходов на шинах сверхнизкого давления, и выполнен анализ взаимосвязей их основных параметров. Методика проведения анализа аналогична по принципу методике, используемой при анализе параметров лесных машин, разработанной в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Якутской государственной сельскохозяйственной академии, возглавляемой д.т.н., профессором И.В. Григорьевым [3, 4]. Результаты анализа приведены ниже. На рисунке 1 проиллюстрированы результаты сопоставления массы машин и мощности двигателя.

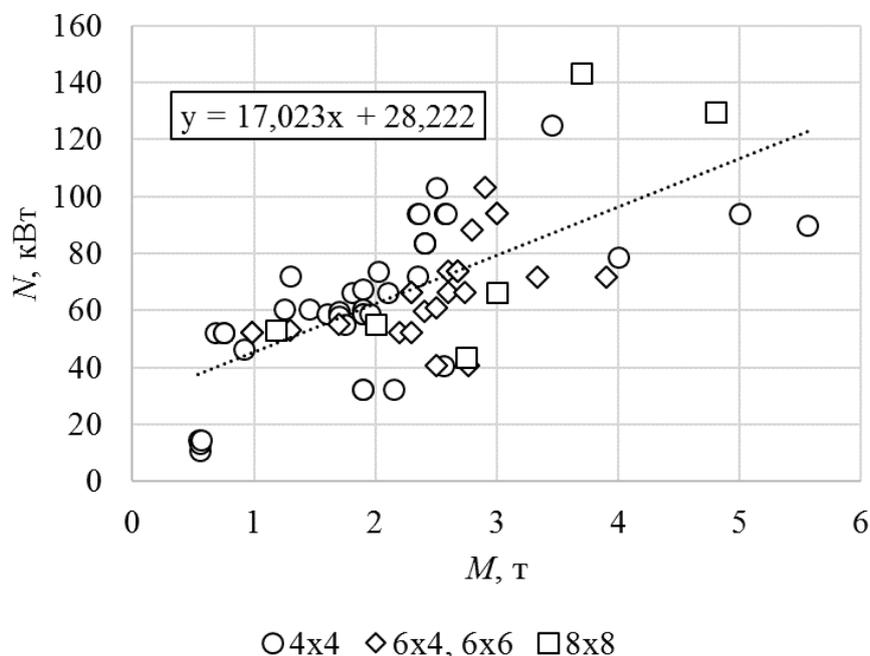


Рис. 1. Взаимосвязь массы колесного вездехода и мощности двигателя

Обработка сведений показывает, что между массой колесных вездеходных машин M и мощностью двигателя N присутствует тесная линейная

связь, коэффициент линейной корреляции составляет $r = 0,6802$. Уравнение связи представим линейной функцией:

$$N = 17,023M + 28,222. \quad (1)$$

Отметим, что колесная формула не оказывает статистически значимого влияния на коэффициенты уравнения (1).

На рисунке 2 проиллюстрированы результаты сопоставления массы и грузоподъемности колесных вездеходов.

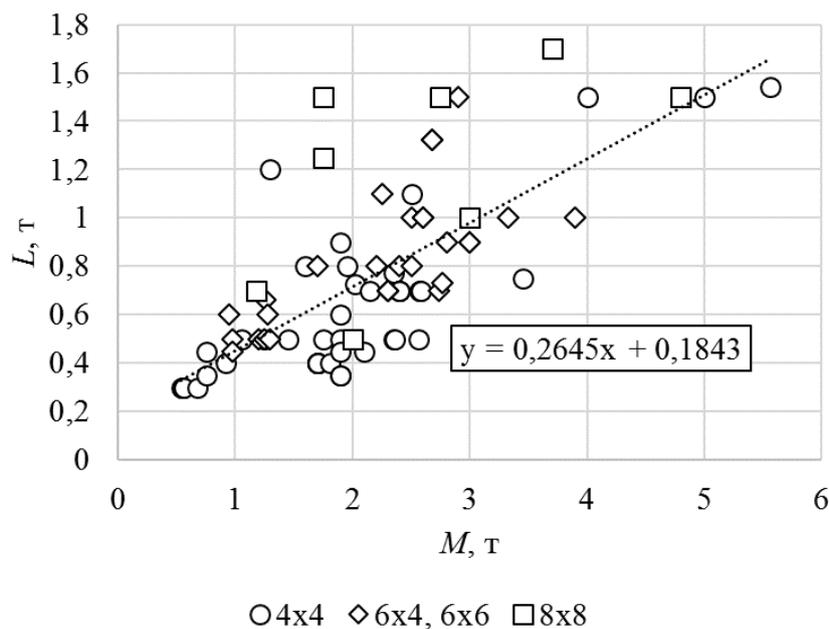


Рис. 2. Взаимосвязь массы колесных вездеходов и грузоподъемности

Обработка данных показывает, что между массой колесных вездеходных машин M и их грузоподъемностью L присутствует тесная линейная связь, коэффициент линейной корреляции составляет $r = 0,7227$. Уравнение связи представим линейной функцией:

$$L = 0,2645M + 0,1843. \quad (2)$$

Колесная формула не оказывает статистически значимого влияния на коэффициенты уравнения (2).

На рисунке 3 представлены результаты сопоставления массы машин и условного давления движителя на грунт, заявленного производителем. Коэффициент линейной корреляции массы вездехода M и условного давления на грунт q составляет $r = 0,3420$. Это значение свидетельствует о том, что связь величин присутствует, но выражена слабо. Таким образом, только лишь масса машины не может быть использована для оценки давления движителя на грунт. В связи с этим, актуальны дальнейшие разра-

ботки, которые позволяют уточнить методику расчета давления вездеходного движителя сверхнизкого давления на грунт.

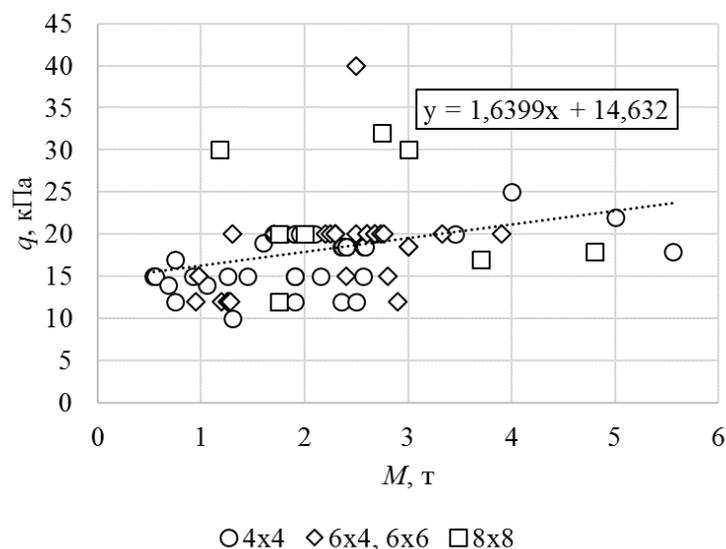


Рис. 3. Результаты сопоставления массы колесных вездеходов и условного давления движителя на грунт

Полученные результаты позволяют обоснованно выбирать оптимальные параметры колесных вездеходов под конкретные природно-производственные условия эксплуатации.

Список литературы

1. Оценка несущей способности мерзлого и оттаявшего грунта при неполной информации о состоянии его взаимодействия с трелевочной системой / С. Е. Рудов, В. Я. Шапиро, И. В. Григорьев [и др.]. – Текст : непосредственный // Системы. Методы. Технологии. - 2019. - № 2. - С. 80-86.
2. Вариационный метод расчета параметров взаимодействия трелевочной системы с массивом мерзлых и оттаивающих почвогрунтов / С. Е. Рудов, В. Я. Шапиро, И. В. Григорьев [и др.]. – Текст : непосредственный // Системы. Методы. Технологии. - 2019. - № 1. - С. 68-77.
3. Статистический анализ параметров колесных трелевочных машин / А. М. Хахина, И. В. Григорьев, А. М. Газизов [и др.]. – Текст : непосредственный // Хвойные бореальной зоны. - 2018. - № 2. - С. 189-197.
4. Григорьев И. В. Оптимальный выбор лесовозного автопоезда / И. В. Григорьев, О. А. Куницкая – Текст : непосредственный // транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Международной науч-техн. конф. отв. ред. Н.С. Захаров. 18 апреля 2019 г. - Тюмень, 2019. - С. 74-78. – Текст : непосредственный.

Конструктивные и эксплуатационные особенности автомобильного крана грузоподъемностью 25 тонн

Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород

Аннотация: в данной статье рассмотрена классификация автомобильных кранов, их назначение. Так же рассмотрены конструктивные и эксплуатационные особенности автокрана грузоподъемностью 25 тонн.

Abstract: in this article the classification of automobile cranes, their purpose is considered. The design and operational features of the crane with a lifting capacity of 25 tons are also considered.

Ключевые слова: автомобильный кран, грузоподъемность, ограничитель нагрузки.

Keywords: truck crane, load capacity, load limiter.

В современном мире ни один строительный объект не обойдется без грузоподъемной техники. Её можно использовать от стадии закладки фундамента будущего здания и вплоть до проведения кровельных и отделочных работ. Автокран является эффективным помощником для рабочих, доставляя строительные материалы на этаж, бетонные плиты перекрытий и в том числе тары с раствором к местам монтажа. Он также незаменим при строительстве и реконструкции домов, возведение мостов, укладке дорог, ремонтных работах электромагистралей. На строительстве гидростанций, ЛЭП, газопроводов и других инженерных трасс действуют массивные автокрановые машины. Важная роль в деле снижения трудоемкости выполняемых операций, ликвидации ручного труда на погрузочно-разгрузочных и монтажных работах отводится грузоподъемным машинам [1].

Автомобильные краны - стреловые полноповоротные краны, установленные на стандартных шасси грузовых автомобилей нормальной и повышенной проходимости. Автокраны предназначены для подъема и перемещение грузов в рабочей зоне при производстве строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ [5].

Виды автокранов и их свойства настолько многообразны, что можно выделить несколько классификаций, зависимо от различных характеристик:

- грузоподъемности;
- типу привода основных механизмов;
- виду подвески стреловых модулей [3].

По грузоподъёмности можно разделить на три основных класса:

- Малой грузоподъёмности от 4 до 8 т. Эти машины, применяются для осуществления работ на ограниченном участке.

- Средней грузоподъёмности до 50 т. Техника, подходящая для перемещения материалов на стройке, погрузки и разгрузки автомобилей, станков.

- Повышенной грузоподъёмности до 250 т. Автокраны этого типа нужны при крупном строительстве масштабных объектов дорог, мостов.

По типу привода основных механизмов различают:

- с одномоторным приводом. У крана с одномоторным приводом все рабочие механизмы приводятся в движение одним двигателем внутреннего сгорания, а передача движения исполнительным механизмом производится через механическую трансмиссию (кран с механическим приводом) [6].

- с многомоторным приводом. У крана с многомоторным индивидуальным приводом привод каждого механизма производится от отдельного двигателя. У автомобильных кранов с индивидуальным приводом силовая установка состоит из двигателя внутреннего сгорания и генераторной (краны с электроприводом) или же насосной (краны с гидроприводом) станции.

По виду подвески стреловых модулей:

- с гибкими подвесками. В моделях с гибкими подвесками фиксируется стреловое оборудование и изменяется положение стелы посредством канатов.

- с жёсткими подвесками. В автокранах с жесткими подвесками эти манипуляции осуществляются с применением гидроцилиндров или винтовых механизмов [2].

Рассмотрим конструктивные и эксплуатационные особенности автомобильного крана грузоподъёмностью 25 т. Автокраны такой грузоподъёмностью являются самыми востребованными на рынке грузоподъёмной техники. Благодаря своей мобильностью такие автомобильные краны могут обслуживать несколько объектов в течении рабочего дня. Так же одним из главного отличия автокранов данной группы грузоподъёмности в отличие другой является меньшая критичность при эксплуатации с малыми и средними объёмами работ. Например, если выполняется малый объём работ, то по сравнению с группой повышенной грузоподъёмностью до 250 тонн разница в затратах на топливо будет сильно различима.

К основным параметрам автомобильных кранов относится: грузоподъёмность, грузовой момент, высота стрелы, вылет и высота подъёма грузового крюка, скорость подъёма и опускания груза, вращение поворотной части автокрана.

Выбор механизма, предназначенного для подъема и перемещения грузов, производится по нескольким характеристикам, при этом макси-

мальная грузоподъемность крана не всегда является главной. Во многих случаях важен вылет, длина, высота подъема стрелы. Самые востребованные автомобильные краны грузоподъемность 25 тонн по длине стрелы являются с длиной 21,7 метров.

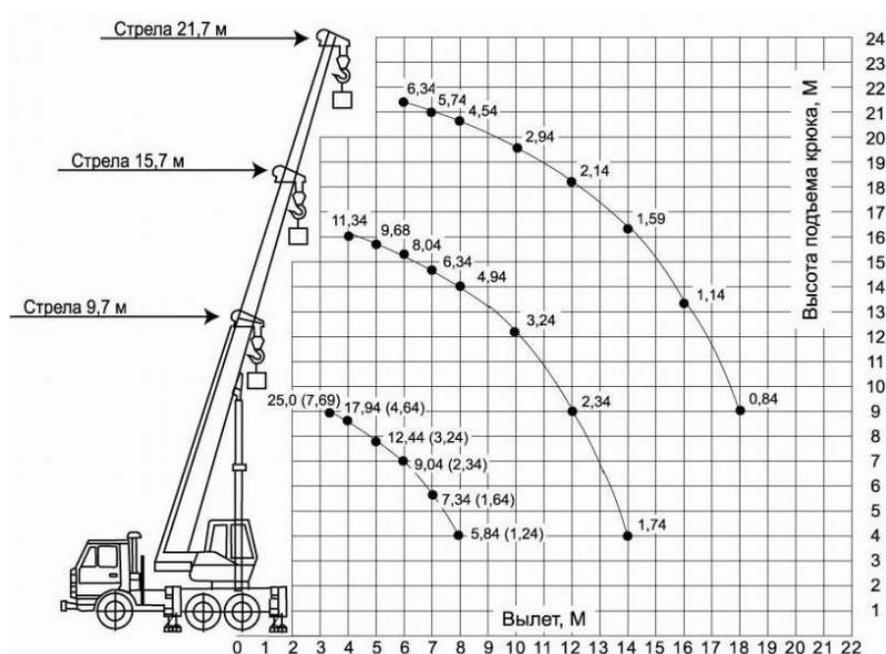


Рис. 1. График грузоподъемности автомобильного крана 25 т.

На рисунке 1 можно увидеть график грузоподъемности автокрана в зависимости от наличия и вылета стрелы. Например, при минимальной длине стрелы 9,7 м, на вылете 3,4 м кран способен поднимать груз весом 25 тонн на высоту 9 м, а на максимальном вылете 8,0 м, с длиной стрелы 9,7 м, автокран способен поднять груз весом 5,84 тонн на высоту 4,0 м; при максимальной длине стрелы 21,7 м, на вылете 6 м кран способен поднимать груз весом 6,34 на высоту 21,5 м, а на максимально возможном вылете 18,0 м, с длиной стрелы 21,7 м, автокран способен поднять груз весом 0,84 тонн на высоту 9 м. Скорость подъема и опускания крюка автокрана находится в диапазоне от 0,3 м/мин до 12 м/мин. Автомобильный кран 25 т с длиной стрелы 21,7 м в стандартном исполнении весит 20,5 тонн, а его нормальная эксплуатация возможна при температуре окружающего воздуха от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$ [4].

Для удобства и обеспечения безопасности вес грузов контролируется с помощью встроенного в кабину машиниста микропроцессорного блока ОНК – 160. Ограничитель нагрузки ОНК – 160, устанавливается на автомобильные краны, одновременно выполняет функции ограничителя грузоподъемности (защита кранов от перегрузок и опрокидывания при подъеме груза), ограничителя рабочих движений (автоматическое отключение приводов исполнительных механизмов крана на безопасном расстоянии, например, от проводов наземных линий электропередачи), координатной

защиты (ограничение рабочих зон кранового оборудования, защита рабочего оборудования от повреждения при работе в стеснённых условиях), индикатора грузоподъёмности и других рабочих параметров крана, встроенного регистратора параметров работы крана, а также (при комплектации соответствующими блоками и датчиками) функций креномера, сигнализатора скорости ветра и контрольно-диагностической системы работы силового установившего и гидропривода крана [7].

Таким образом, автомобильные краны грузоподъёмностью 25 тонн являются самыми востребованными и популярными на рынке грузоподъёмной техники. Так как они зарекомендовали себя в самых разных отраслях из-за своих преимуществ: небольшие размеры относительно с автокранами большей грузоподъёмности, экономический расход топлива, хорошая мобильность и высокие параметры маневренности в условиях ограниченной местности.

Список литературы

1. Автокран – основные виды и области применения: сайт. – URL: https://fastmb.ru/soveti_auto/1524-avtokran-osnovnye-vidy-i-oblasti-primeneniya.html (дата обращения: 21.10.2019) – Текст: электронный.
2. Венцель, Е. С. Оценка физико-механических свойств взаимодействия квик-каплера с рабочим элементом многофункциональных машин / Е. С. Венцель, Е. В. Прохорова, Е. А. Волков. – Текст: непосредственный // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2013. – № 63. – С. 22-25.
3. Виды автокранов: сайт. – URL: <https://kran4rent.ru/о-компании/stati/types-of-cranes/> (дата обращения: 21.10.2019) – Текст: электронный.
4. Для крана длина стрелы важна не меньше чем грузоподъёмность: сайт. – URL: http://7728485.ru/kran_25.html (дата обращения: 21.10.2019) – Текст: электронный.
5. Зайцев, Л. В. Автомобильные краны: учебное пособие для СПТУ / Л. В. Зайцев, М. Д. Полосин. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва: Высш. шк., 1987. – 208 с. – Текст: непосредственный.
6. Классификация и назначение автокранов: сайт. – URL: <https://transportrent.ru/statii-arendi-spectehniki/388-classifikatciia-i-naznachenie-avtokranov> (дата обращения: 21.10.2019) – Текст: электронный.
7. Системы защиты, приборы и устройства безопасности для грузоподъёмной техники / Л. С. Каминский, И. А. Пятницкий, И. Г. Фёдоров, А. В. Ерзутов [и др.]. – Текст: непосредственный // Строительные и дорожные машины. – 2015. – № 1. – С. 14-17.

Анализ эффективности антиблокировочной системы на разных дорожных покрытиях

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация: В статье отображены этапы выполнения работы по анализу эффективности антиблокировочных систем на разных дорожных покрытиях. Представлены гистограммы сравнения длины тормозного пути на разных дорожных покрытиях.

Abstract: The article shows the steps of the work on analyzing the effectiveness of anti-lock systems on different road surfaces. Presented histograms comparing the length of the braking path on different road surfaces.

Ключевые слова: антиблокировочная система (АБС), дорожное покрытие, эффективность.

Keywords: anti-lock system (ABS), road surface, efficiency.

Принцип действия любой АБС заключается в поддержании узкого диапазона относительного скольжения (S) затормаживаемых колес, при котором обеспечивается высокое значение продольного коэффициента сцепления (φ_x) колес с дорожным покрытием. Благодаря этому также гарантируется достаточный запас боковой устойчивости, так как коэффициент сцепления в поперечном направлении (φ_y) в этом диапазоне имеет достаточную величину [2].

Зависимость продольного и поперечного коэффициента сцепления от относительного скольжения отображена на $\varphi - S$ диаграмме (рис. 1).

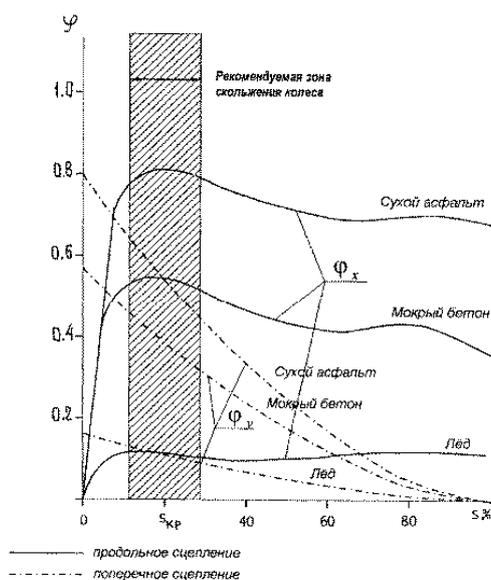


Рис. 1. Диаграммы $\varphi - S$ в тормозном режиме для различных дорожных условий [2]

Для оценки эффективности работы антиблокировочной тормозной системы в различных условиях движения были использованы результаты испытаний эффективности торможения со скорости 45 км/ч до 15 км/ч, описанные в статье "Методика оценки эффективности действия антиблокировочных систем на автомобилях"[1].

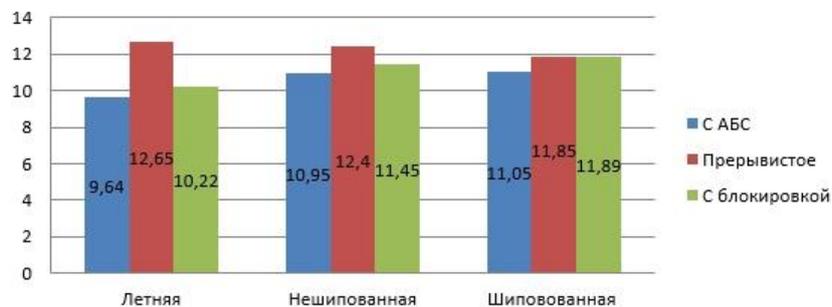


Рис. 2. Гистограмма сравнения длины тормозного пути: покрытие - зимний сухой асфальт

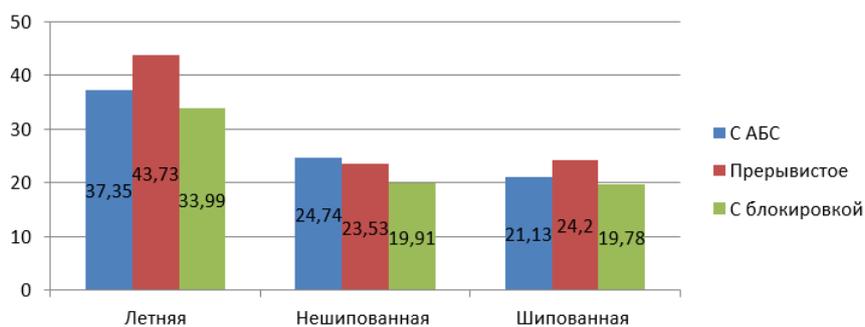


Рис. 3. Гистограмма сравнения длины тормозного пути: покрытие - укатанный снег

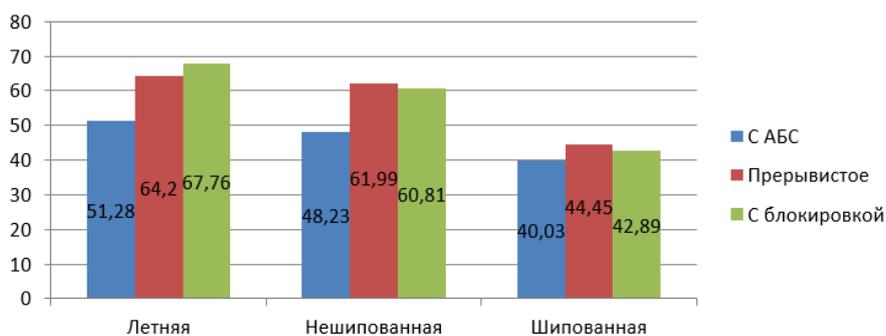


Рис. 4. Гистограмма сравнения длины тормозного пути: покрытие - лед

По гистограммам сравнения длины тормозного пути: покрытие - зимний сухой асфальт (рис. 2) и покрытие - лед (рис. 4) можно судить о значительном сокращении тормозного пути автомобиля оборудованного антиблокировочной тормозной системой, а на гистограмме сравнения длины тормозного пути на укатанном снегу (рис. 3) видно обратное, на данном тормозном покрытии система ABS не способствует снижению тор-

мозного пути, хотя и обеспечивает устойчивость и управляемость автомобиля.

В статье [2] авторы указывают, что при торможении автомобиля, оснащенного антиблокировочной тормозной системой, тормозной путь на деформируемых поверхностях (песок, снег, гравий) оказывается больше по сравнению с автомобилем, не оснащенный АБС. Это объясняется тем, что перед заблокированным колесом "нагребается" горка из дорожного покрытия, которая способствует замедлению автомобиля. Однако при этом присутствует риск потери устойчивости и разворота транспортного средства, складывания автопоезда, то есть имеет место явление полной потери управляемости при экстренном торможении, а при торможении автомобиля, оборудованного АБС, на покрытии с различным сцеплением под колесами левого и правого борта тормозной путь также увеличиться. Это связано с тем, что для сохранения устойчивости автомобиля в алгоритме работы АБС заложено уменьшение тормозного момента, подводимого к колесам, имеющим лучшее сцепление с дорогой. Однако автомобиль без АБС в разы сложнее удержать от разворота на покрытии типа "микст"[2].

По результатам проведенного анализа можно заключить, что современным антиблокировочным системам не хватает адаптивных функций, позволяющих приспосабливаться к дорожным покрытиям и типам используемой резины. Следующим шагом в развитии АБС станет внедрение в блок управления искусственного интеллекта, который позволит варьировать режимы торможения в зависимости от дорожного покрытия и типа шин, установленных на автомобиле.

Список литературы

1. Васильков В. Л. Методика оценки эффективности действия антиблокировочных систем на автомобилях / В. Л. Васильков. – Текст : непосредственный // Материалы VIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» - Москва, 2016.

2. Кристальный, С. Р. Проблемы функционирования АБС на автомобилях, оснащенных шипованными шинами / С. Р. Кристальный, Н. В. Попов, В. А. Фомичев. - Текст : непосредственный // Журнал автомобильных инженеров. - 2012. - № 2. - С. 32-37.

Сравнительный анализ способов улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива для работы в арктических условиях

Тульский государственный университет, г. Тула

Аннотация: Статья посвящена анализу основных способов улучшения низкотемпературных свойств дизельных топлив для работы в условиях сверхнизких температур окружающей среды (до $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$) с учетом действующих стандартов.

Abstract: The article is devoted to the analysis of the main ways to improve the low-temperature properties of diesel fuels for operation in ultra-low ambient temperatures (up to $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$), taking into account current standards.

Ключевые слова: арктические условия, дизельное топливо, низкотемпературные свойства.

Keywords: arctic conditions, diesel fuel, low temperature properties

Для условий Арктики с минимальными температурами ниже $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$ серьезной проблемой является поиск топлив, позволяющих обеспечить устойчивую работу дизелей в условиях сверхнизких температур.

Низкотемпературные свойства дизельного топлива характеризуются такими показателями [1], как температура застывания T_3 и помутнения $T_{п}$, предельная температура фильтруемости $T_{пр\text{ }ф}$. Температура T_3 определяет условия складского хранения топлива, $T_{п}$ и $T_{пр\text{ }ф}$ — условия применения топлива. Для большинства дизельных топлив разность $T_{п} - T_3 = 5...7\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В настоящее время все большую актуальность приобретают различные способы доработки состава дизельных топлив, направленные на улучшения тех или иных характеристик. Основные методы доработки заключаются в добавлении в топливо различных присадок, отличающихся по составу и воздействию на базовое топливо.

К наиболее распространенным в России способам производства низкозастывающего дизельного топлива (ДТ) относятся применение депрессорных и депрессорно-диспергирующих присадок [2].

Депрессорные и депрессорно-диспергирующие присадки вводят в зимние и арктические дизельные топлива, выпуск которых в РФ составляет около 13 млн. т/год [3]. Эти присадки вводят только в топлива, выработку которых невозможно осуществить путем подбора компонентного и фракционного состава; таких топлив около 4 млн. т/год. При рабочих концентрациях депрессорных присадок 0,02-0,04 % потребность в них оценивается в 1200 т/год. Применение данных присадок осложняется тем, что каж-

дый нефтеперерабатывающий завод выпускает уникальное по составу дизельное топливо, к которому нужно подбирать оптимальную присадку [4].

Техническая сущность данного способа заключается в использовании арктического дизельного топлива на основе среднестиллятных нефтяных фракций, содержащего в качестве базового компонента изодепарафинизированную дизельную фракцию, и противоизносную присадку, при этом в качестве базового компонента используют изодепарафинизированную дизельную фракцию, выкипающую в интервале 175-360°C, и топливо дополнительно содержит гидрокрекингую керосиновую фракцию, выкипающую в пределах 140-240°C и депрессорную присадку.

В качестве депрессорной присадки используют любые депрессорные присадки, например, «Сандал 1Б», представляющую собой низкотемпературный отход производства эввилена (сополимера этилена и винил ацетата), «ЭДЕП Т», представляющую собой полиэтилакрилат, получаемый путем радиационной полимеризации растворов эфиров метакриловой кислоты и спиртов фракций С12-С20 в толуоле, «Додифлоу 4965», представляющую собой смесь полимеров в высококипящих углеводородах и другие. [5]

В работе [6] отмечается, что при производстве дизельных топлив в России используется 14 зарубежных депрессорных и депрессорно-диспергирующих присадок и лишь одна отечественная депрессорная присадка.

В то же время применение для улучшения низкотемпературных характеристик дизельных топлив депрессорно-диспергирующих присадок недопустимо, так как их отсутствие в составе дизельных топлив является обязательным требованием Минобороны России и Росрезерва в связи с нестабильностью свойств топлив, содержащих депрессорные присадки.

Как альтернатива для дизелей при температуре окружающего воздуха -50 °С и ниже в качестве дублирующей марки, вместо арктического топлива, могут применяться топлива для реактивных двигателей марок ТС-1, РТ (по ГОСТ 10227-86) и Т-6, Т-8В по (ГОСТ 12308-89). В особых случаях разрешается использовать вместо дизельного топлива А смесь (в объемных долях): 50 % дизельного топлива и 50 % топлива ТС-1 или РТ. При этом эксплуатация техники на реактивных топливах и их смесях с дизельным топливом марки А (по ГОСТ 305-82) не может обеспечить надежную эксплуатацию техники в арктических условиях и районах Крайнего Севера.

Таким образом, перечисленные способы не являются технологически и экономически обоснованными по ряду объективных причин.

Также следует отметить, что традиционное арктическое дизельное топливо в соответствии с ГОСТ Р 55475-2013 «Топливо дизельное зимнее и арктическое депарафинированное. Технические условия» может использоваться при температурах окружающей среды до - 50 °С.

В соответствии с вышеизложенным, возникает необходимость разработки дизельного топлива для Арктической зоны, которое обеспечивало бы надежную эксплуатацию техники, базирующейся в этом макроклиматическом районе при температуре окружающего воздуха до $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$. Такое топливо должно иметь температуру помутнения не выше $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$, предельную температуру фильтруемости не выше $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$ и кинематическую вязкость при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в пределах $1,5\text{...}4,0\text{ мм}^2/\text{с}$.

Дизельное топливо для Арктической зоны также должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к качеству дизельного топлива государственным военным стандартом ГОСТ РВ 9130-002-2011, а также не должно содержать металлосодержащих, моющих и депрессорных присадок и метиловых эфиров жирных кислот. Топливо может содержать беззольные присадки и добавки, улучшающие его эксплуатационные свойства. Гарантийный срок хранения такого топлива должен составлять не менее 5 лет с даты изготовления [7].

На данный момент в районах с особо холодным климатом используется дизельное топливо высшего сорта марки ДТАЗ-В-К5, производимое в Российской Федерации в соответствии с требованиями СТО 08151164-0157-2014 [8].

Требования, предъявляемые в соответствии с нормативным документом к топливу таковы: Цетановое число, не менее 47. Плотность при 15°C , ($\text{кг}/\text{м}^3$): 800-833. Температура вспышки в закрытом тигле, ($^{\circ}\text{C}$): не ниже 30. Кинематическая вязкость при 20°C , ($\text{мм}^2/\text{с}$): 1,50-4,00. Температура помутнения, ($^{\circ}\text{C}$): не выше минус 65. Предельная температура фильтруемости, ($^{\circ}\text{C}$): не выше минус 65 [9].

Вывод: Данное топливо позволяет обеспечить необходимые параметры надежности и безотказности дизельных двигателей внутреннего сгорания в условиях Арктики без применения дополнительных мер по улучшению свойств ДТ.

Список литературы:

1. Машиностроение. Энциклопедия. Двигатели внутреннего сгорания. - Т. IV-14 / Л. В. Грехов, Н. А. Иващенко, В. А. Марков [и др.]; под общ. ред. А. А. Александрова и Н. А. Иващенко. - Москва: Машиностроение, 2013. - 784 с. – Текст : непосредственный.

2. Груданова, А. И. Перспективные процессы производства дизельных топлив для холодного и арктического климата с улучшенными экологическими и эксплуатационными характеристиками / А. И. Груданова, В. А. Хавкин, Л. А. Гуляева. – Текст : непосредственный // Мир нефтепродуктов. – 2013. - № 12.

3. Данилов, А. М. Развитие работ в области присадок к топливам в России / А. М. Данилов, А. М. Безгина, Н. Г. Окнина. – Текст : непосредственный // Мир нефтепродуктов. - 2014. - № 6. - С. 31-33.

4. Камешков, А. А. Получение дизельных топлив с улучшенными низкотемпературными свойствами (обзор) // А. В. Камешков, А. А. Гайле – Текст : непосредственный // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). - 2015. - № 29. - С. 49 - 60.

5. Пат. 2678453С1 Российская Федерация. МПК С10L 1/04, С10L 1/08, С10G 45/58, С10G 65/02. Топливо дизельное Арктическое: заявл. 03.10.18: опубл. 29.01.19 / Карпов Н. В., Вахромов Н. Н., Дутлов Э. В., Пискунов А. В., Бубнов М. А., Гудкевич И. В., Борисанов Д. В.; Патенто-обладатель: Открытое акционерное общество "Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез", (ОАО "Славнефть-ЯНОС")

6. Данилов, А. М. Современное состояние производства и применения присадок при выработке дизельных топлив Евро-3, 4, 5 / А. М. Данилов – Текст : непосредственный // Докл. на совместном заседании ученого совета ВНИИ НП и Комитета по топливам и маслам АНН РФ. - Москва: Спутник +, 2009. - 27 с.

7. Лунева, В. В. Дизельное топливо для Арктической зоны / В. В. Лунева, Е. А. Шарин, В. А. Губарева [и др.]. – Текст : непосредственный // Международный Технико - Экономический журнал. – 2015. – 90 с.

8. Межотраслевой ограничительный перечень топлив, масел, смазок, специальных жидкостей, консервационных материалов и присадок, разрешенных к применению в вооружении, военной и специальной технике. МОП- 1313500-01-2018. Утвержден Начальником Управления ракетного топлива игорючего Министерства обороны Российской Федерации. – 55 с. – Текст : непосредственный.

9. СТО 08151164-0157-2014. Топливо дизельное для Арктической зоны. - 25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России, 2014. – 1 с. – Текст : непосредственный.

Возможность применения регрессионных зависимостей для прогнозирования основных параметров перспективных моделей гусеничных бульдозеров

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация: В статье отражены этапы выполнения работ по использованию регрессионных зависимостей для прогнозирования основных параметров перспективных моделей гусеничных бульдозеров. Сформирована таблица сравнения фактических и расчетных основных параметров гусеничных бульдозеров, производимых компаниями Caterpillar, Komatsu и Liebherr.

Abstract: the article describes the stages of work on the use of regression dependencies to predict the main parameters of advanced models of tracked bulldozers. The table of comparison of actual and calculated main pairs of crawler bulldozers produced by Caterpillar, Komatsu and Liebherr is formed.

Ключевые слова: бульдозер, регрессионная зависимость, отвал, мощность двигателя, эксплуатационная масса.

Keywords: bulldozer, regression dependence, dump, engine power, operating weight.

Целью исследования является возможность применения регрессионных зависимостей для прогнозирования мощности двигателя и эксплуатационной массы перспективных моделей гусеничных бульдозеров.

Высокие темпы развития тяжелой промышленности сопровождаются быстрым развитием научно-технического прогресса, что в значительной степени определяет количество предлагаемых моделей спецтехники на мировом рынке, в частности бульдозеров. Использование регрессионных зависимостей, связывающих указанные параметры с шириной рабочего оборудования - отвала, позволят оперативно определять и прогнозировать мощность двигателя и эксплуатационную массу новых моделей гусеничных бульдозеров.

Для определения регрессионных зависимостей была проанализирована продукция трех крупных производителей строительной техники различных стран мира, таких как Caterpillar (США), Liebherr (Германия), Komatsu (Япония) [2,3,4].

В результате обработки исходной информации были получены регрессионные зависимости [1], определяющие связь между шириной отвала гусеничного бульдозера, мощностью его двигателя и эксплуатационной массой для каждого из производителей в отдельности.

Для определения основных параметров перспективных моделей гусеничных бульдозеров предлагаются следующие линейные зависимости.

Caterpillar:

$$N = -228,42 + 0,1033 * A; (1)$$

$$m = -40,44 + 0,0173 * A; (2)$$

где N – мощность двигателя, кВт; m – эксплуатационная масса бульдозера, кг; A – ширина отвала, мм.

Liebherr:

$$N = -640,51 + 0,222 * A; (3)$$

$$m = -128,72 + 0,0411 * A; (4)$$

Komatsu:

$$N = -686,98 + 0,23 * A; (5)$$

$$m = -133,58 + 0,0429 * A; (6)$$

Сравнение фактических и расчетных значений мощности двигателя и эксплуатационной массы различных моделей гусеничных бульдозеров приведены в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1.

Фактические и расчетные значения мощности двигателей гусеничных бульдозеров

Модель	Ширина отвала, мм	Мощность двигателя, кВт		Отклонение расчетной мощности двигателя от фактической	
		Фактическая	Расчетная	кВт	%
CAT					
D4K2	2782	62,6	58,97	3,63	5,80
D6K	3196	97	101,74	4,74	4,66
D8R	4400	226	226,11	0,11	0,05
D8T	4542	242	240,78	1,22	0,50
Liebherr					
PR 744 Litronic	3690	185	176,66	8,34	4,51
PR 754 Litronic	4030	250	251,96	1,96	0,78
PR 764 Litronic	4370	310	327,25	17,25	5,27
PR 776 Litronic	4830	440	429,12	10,88	2,47
Komatsu					
D85ESS-2A	3640	149	148,77	0,23	0,15
D155A-5	3955	225	221,10	3,90	1,74
D275A-5	4300	306	300,31	5,69	1,86
D375A-5	4695	391	391,00	0,00	0,00

Анализ технических характеристик гусеничных бульдозеров, изготавливаемых тремя крупнейшими производителями строительной техники различных стран мира, позволил удостовериться в наличии регрессионных зависимостей.

Таблица 2.

Фактические и расчетные эксплуатационной массы гусеничных бульдозеров

Модель	Ширина отвала, мм	Эксплуатационная масса, т		Отклонение расчетной мощности двигателя от фактической	
		Фактическая	Расчетная	т	%
CAT					
D4K2	2782	8,072	7,68	0,39	4,81
D6K	3196	14,35	14,85	0,50	3,34
D8R	4400	35,562	35,67	0,11	0,32
D8T	4542	38,351	38,13	0,22	0,57
Liebherr					
PR 744 Litronic	3690	25,2	23,07	2,13	8,45
PR 754 Litronic	4030	36,59	37,06	0,47	1,26
PR 764 Litronic	4370	46,58	51,04	4,46	8,74
PR 776 Litronic	4830	72,766	69,96	2,80	3,85
Komatsu					
D85ESS-2A	3640	20,67	22,54	1,87	8,28
D155A-5	3955	38,7	36,05	2,65	6,86
D275A-5	4300	50,85	50,84	0,01	0,02
D375A-5	4695	66,985	67,78	0,80	1,18

Сравнение фактических и расчетных значений мощности двигателя демонстрирует высокую точность расчетов (погрешность не более 6 %) по полученной ранее зависимости. Однако при сравнении эксплуатационной массы столь точные значения получены не были (погрешность не более 8,45 %), за исключением компании Caterpillar (погрешность до 6 %).

Полученные линейные регрессионные зависимости пригодны для прогнозирования основных параметров перспективных моделей гусеничных бульдозеров, а также для быстрого выбора модели гусеничного бульдозера, которую целесообразно применять в условиях конкретного места работы, за исключением зависимостей эксплуатационной массы от ширины отвала предлагаемых для компаний Liebherr и Komatsu.

Список литературы

1. Caterpillar inc : [сайт]. - URL : <https://www.cat.com> (дата обращения: 26.10.2019). – Текст : электронный.
2. Komatsu ltd : [сайт]. - URL : <https://www.komatsu.ru>. (дата обращения: 20.10.2019). – Текст : электронный.
3. Liebherr-International Deutschland GmbH : [сайт]. - URL : <https://www.liebherr.com/ru>. (дата обращения: 24.10.2019). – Текст : электронный.

Методы борьбы с проблемой налипания грунта на рабочее навесное оборудование

Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород

Аннотация: В статье рассмотрены основные способы конфронтации и ликвидации налипающих и намерзающих грунтовых пород на рабочее оборудование (ковш) одноковшового экскаватора среднего класса.

Ключевые слова: Рабочее оборудование экскаватора, ковш, налипший грунт, намерзший грунт.

Abstract: The article deals with the main methods of confrontation and elimination of sticking and freezing ground rocks on the working equipment (bucket) of a single-bucket excavator of the middle class.

Keywords: Excavator Working equipment, bucket, stuck soil, frozen soil.

При проведении вскрышных и отвальных работ используется характерное навесное рабочее оборудование для одноковшовых экскаваторов. Поверхности специального оборудования обладают некоторыми свойствами, непосредственно влияющими на взаимодействие с породами: теплопроводностью, электропроводностью, смачивающей способностью. Основываясь на этом происходит явление адгезии, сопровождающееся намерзанием земли на эти самые поверхности, что, в свою очередь, влечёт значительное снижение производительности (эффективности) - приблизительно на/от 15-25%, которое содержит в себе ряд отрицательных моментов, например, уменьшение полезных площадей и объемов используемого оборудования (ковша), увеличение роста силы трения в условиях контакта. Также повышается износ деталей экскаватора, возрастает нагрузка на стрелу и гидравлическую систему спецтехники, ресурс работы которых уверенно сокращается. Коэффициент полезного действия производимых работ снижается, в следствие чего происходит рост цен на добываемое сырье и прочие вытекающие и сопутствующие экономические и логистические факторы и последствия.

Проблема актуальна ввиду особенностей горнодобывающей отрасли – ее открытости, специфичностей груза и оборудования. Рассмотрим основные способы конфронтации данной проблеме.

Открывает список старый логичный способ – разогреть ковш открытым огнем. При повышении температуры изменяются физико-химические свойства грунта и в точках соприкосновения поверхностей с ним породы

начинают становиться гораздо более податливыми и ликвидировать намерзшие слои не потребует тяжелых физических усилий человека. Также изменяются и свойства металлических поверхностей ковша с повышением температуры, тем самым не давая глинам налипнуть на них. Основным недостатком способа является возможный неравномерный нагрев оборудования в морозы, несущий в себе вполне вероятные губительные последствия для ковша – от перепадов температур происходит деформация металла. В целом способ действенный и им можно добиться нужного результата, но есть риски.

Следующим методом является сбив и сдирание налипших пород с помощью ручных инструментов. В роли инструментов выступают кувалда, лом, подобные небольшие балки, двутавры, швеллера и пр. Дополнительными средствами в ход идут разного рода отработки. Например, отработанные машинные масла. Исполнитель – сам человек, что и является основополагающим минусом этого способа. Трата физических усилий хоть и, возможно, оправдана в силу масштаба и объема производимых работ, однако иррациональна, как с точки зрения продуктивности, так и с точки зрения потерянного времени. Данный метод достаточно часто используют по окончании планировочных работ в конце рабочего дня. Машинист экскаватора по истечению смены убирает рабочее место и приводит в надлежащий вид используемое оборудование.

Относительно недавно открытым, актуальным и действенным методом служит футеровка поверхностей ковшей СВМПЭ. Он включает в себе обшивку(футеровку) металлических поверхностей ковша сверхвысокомолекулярным полиэтиленом. В ходе проведения испытаний было выявлено превосходство материала над составными материалами навесного оборудования в защите от влияния возможных механических, термических, физических и химических повреждений. В горно-металлургической промышленности футеровка используется для защиты оборудования, связанного с перегрузкой и транспортировкой различных материалов, от ударных, истирающих и налипающих воздействий. Футеровка позволяет решить имеющуюся проблему. Также этот способ существует в обшивке поверхностей ковша сталью, на части которых приходится наибольший износ и налипание. Такими частями значатся днище, как с внутренней стороны, так и с внешней и боковые стенки рабочего оборудования. Таким образом, на данном этапе развития технологий футеровка занимает лидирующее положение, поскольку решает основополагающие факторы проблем налипания и намерзания грунта на конструкционные элементы ковша, а также защищает оных от абразивного износа.

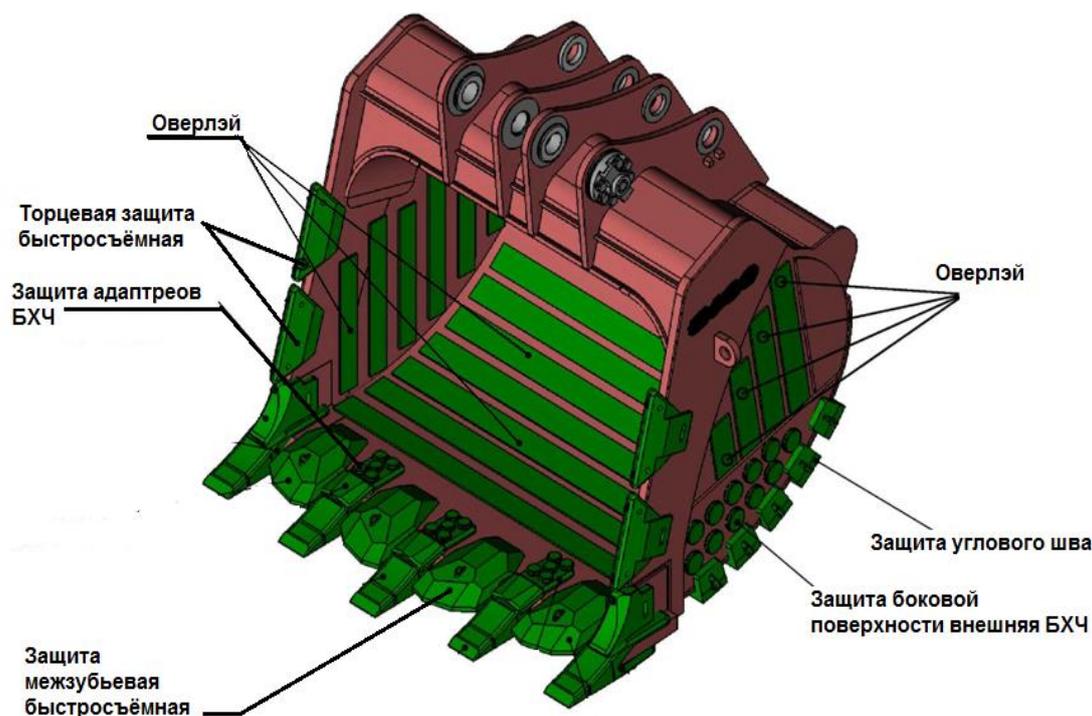


Рис.1 Пример футеровки ковша экскаватора

На основе перечисленных методов представлена таблица

Таблица 1.

Показатели методов борьбы с налипанием пород

Метод	Времязатраты	Ресурсозатраты	Количественная оценка эффективности
1. Подогрев ковша на открытом огне	5	8	7
2. Сбив ручными инструментами	2	2	8
3. Футеровка	9	6	10

В таблице градация оценок вариативна от 0 до 10 – чем выше, тем лучше. Времязатраты в первом способе оценены цифрой 5, поскольку, производя равномерный подогрев ковша на открытом пламени с определенной периодичностью потери времени будут умеренными. Ресурсозатраты минимальны. Эффективность на достаточно высоком уровне.

Сбив ручными инструментами занимает крайне много времени, следовательно, оценка 2. Затраты усилий человека при этом значительны. Метод эффективен, потому что прост в реализации.

Футеровка абсолютно не затрачивает времени при работе, ресурсозатратами являются по большей степени вложения в укрепление ковша, принимая это во внимание оценка по данной характеристике равна 4. Эффективность максимальна.

Для сравнительной характеристики методов приведены средние арифметические значения на основе оценочных показателей таблицы 1.

Таблица 2.

Средние арифметические оценки методов

Метод	Подогрев ковша на открытом огне	Сбив ручными инструментами	Футеровка
Оценка	6,7	4	8,3

По данным таблицы 2 обоснованную лидирующую позицию занимает метод футеровки. На следующее место вошел способ, реализация которого заключается в подогреве ковша на открытом огне. Крайнюю позицию имеет метод сбива ручными инструментами.

Таким образом, футеровка на сегодняшний день полностью справляется со своими задачами, помимо устранения адгезии она предохраняет элементы рабочего оборудования от абразивного износа и других повреждений ковша. Своевременно заменяя износившуюся обшивку и используя качественные для этого материалы запчастей в значительной мере увеличивается срок эксплуатации специального рабочего оборудования экскаватора.

В конечном итоге можно выделить следующий момент. Технологии развиваются и это обуславливает постоянный прогресс в проведение испытаний для поиска все более рациональных методов борьбы с проблемой налипания и намерзания.

Список литературы

1. Новокрещенов, А. Ф. Способы борьбы с намерзанием глинистых пород на ковш экскаватора при отрицательных температурах / Т. И. Янина, А. С. Гумённый. – Текст : электронный // IX Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых Россия молодая. – 2017. – URL: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2017/RM17/pages/Articles/0806009-.pdf> (дата обращения: 05.11.2019)
2. Биосервис : торговая компания : [сайт]. – URL: <http://biosar.ru/> (дата обращения: 05.11.2019). – Текст : электронный.
3. Пример футеровки ковша экскаватора. - Изображение : электронное // <http://mwmining.ru/>: = Решения = Экскаваторы : [сайт]. – URL: <http://mwmining.ru/files/exavator/3600.png> (дата обращения: 06.11.2019).

Анализ воздушной среды в карьере и выявление возможности применения ГБО на карьерном транспорте

Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород

Аннотация: В статье приведен анализ воздушной среды в карьере для того, чтобы определить возможность эксплуатации большегрузных автомобилей на природном газе.

Abstract: The article presents an analysis of the air environment in the quarry in order to determine the possibility of operating heavy vehicles on natural gas.

Ключевые слова: воздушная среда, карьерные самосвалы, природный газ, карьерный транспорт.

Keywords: air environment, dump trucks, natural gas, quarry transport.

Известно, что в районах ведения работ по добыче полезных ископаемых открытым способом экологическая обстановка желает лучшего. Крупная карьерная техника выбрасывает в атмосферу огромное количество вредных веществ (рис. 1), создается смог над карьером и в радиусе нескольких километров. Поэтому в последнее время добывающие предприятия всё чаще задумываются о внедрении в производство машин работающих на природном газе.

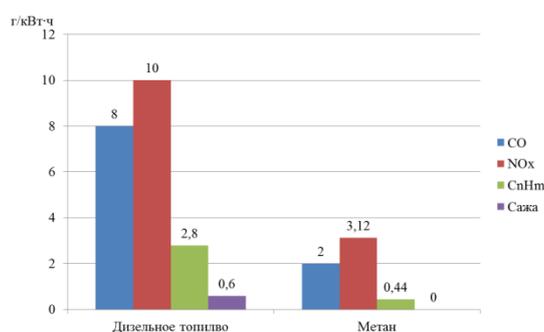


Рис. 1. Содержание вредных веществ в ОГ в ДВС работающего на дизельном топливе и природном газе

При проработке темы перевода большегрузного карьерного транспорта на сжиженный природный газ, одним из основных вопросов является сохранение мощностных характеристик двигателя внутреннего сгорания. Цель данной статьи, это анализ воздушной среды в карьере Лебединского ГОКа, а также определение возможности работы большегрузных машин на СПГ внутри карьера.

Согласно данным лабораторных исследований проводимых на предприятии АО Лебединский ГОК, содержание кислорода в карьере составляет 20-21%, однако при неблагоприятных условиях (безветренная погода, дни взрыва рудной массы, высокая влажность и т.д.) концентрация кислорода в воздухе снижается до 18% [2].

Как известно при работе дизельного мотора на сжиженном природном газе происходит потеря мощности, связанная с более низкой теплотой сгорания газа.

Для того чтобы минимизировать данные потери, при настройке газобаллонного оборудования необходимо корректировать топливные карты с учётом условий эксплуатации данной техники. В связи с этим, для сжигания большего количества топлива, требуется большее количество кислорода. Так, например двигатель КТА-19С автомобиля БелАЗ 7548 имеет расход дизельного топлива 219 г/кВт·ч (49,5 л/ч), повышающий коэффициент расхода природного газа для двигателя такой мощности равен 1,11 [1], расход топлива в таком случае составит 243 г/кВт·ч (55 л/ч). Проведем расчет количества кислорода необходимого для полного сгорания 1 кг дизельного и метанового топлива по формуле:

$$V_{O_2} = 0.01 \cdot (1.867 \cdot C^P + 5.6 \cdot H^P + 0.7 \cdot S^P - 0.7 \cdot O^P) \text{ м}^3/\text{кг}. \quad (1)$$

где C^P - содержание углерода в кг топлива (для дизельного топлива 87 %, 75 % для метана);

H^P - содержание водорода в кг топлива (для дизельного топлива 13 %, 25 % для метана);

S^P - содержание серы в кг топлива (для дизельного топлива 5 %, 0 % для метана);

O^P - содержание кислорода в кг топлива (для дизельного топлива 0 %, 0 % для метана).

Количество кислорода необходимого для полного сгорания кг дизельного топлива:

$$V_{O_2} = 0.01 \cdot (1.867 \cdot 87 + 5.6 \cdot 13 + 0.7 \cdot 5 - 0.7 \cdot 0) = 2.4 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Количество кислорода необходимого для полного сгорания кг метанового топлива:

$$V_{O_2} = 0.01 \cdot (1.867 \cdot 75 + 5.6 \cdot 25 + 0.7 \cdot 0 - 0.7 \cdot 0) = 2.8 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Для часа работы на дизельном топливе потребуется 99,8 м³ кислорода, а для работы на газовом топливе 129,4 м³. В секунду для данных моторов потребуется соответственно 0,28 м³ и 0,36 м³.

Рассчитаем количество поступающего воздуха в цилиндры двигателя КТА-19С [3]:

$$G_B = \frac{120 \cdot V_h \cdot n_v \cdot i \cdot n}{\tau} \cdot P_B \quad \text{кг/ч.} \quad (2)$$

где V_h - рабочий объем двигателя, л (принимаяем 18,942 л);
 n_v - коэффициент наполнения воздухом цилиндров двигателя (без учета дозарядки и продувки цилиндров 0,64);
 i - число цилиндров ($i = 2 \dots 6$). Принимаем $i = 6$;
 n - частота вращения коленчатого вала двигателя, мин^{-1} (номинальная частота вращения 2100 мин^{-1});
 P_B - плотность воздуха, кг/м^3 . Принимаем $P_B = 0,001213 \text{ кг/м}^3$;
 τ - количество тактов двигателя (принимаяем 4).

$$G_B = \frac{120 \cdot 18,942 \cdot 0,64 \cdot 6 \cdot 2100}{4} \cdot 0,001213 = 5558 \text{ кг/ч.}$$

Тогда количество поступающего воздуха при номинальной частоте вращения коленчатого вала составит 76 м^3 в секунду.

Из этого можно сделать вывод о том, что конструкция и характеристики мотора позволяют работать машине в сложных карьерных условиях при пониженном содержании кислорода на природном газе. Такая модернизация автопарка предприятий позволит улучшить экологическую обстановку внутри карьера, а также в дальнейшем получать прибыль при использовании более дешевого топлива.

Список литературы

1. Алексеев, И. В. Курсовое проектирование двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие / И. В. Алексеев, С. Н. Богданов. – Москва : МАДИ ГТУ, 2004. – 239 с. - Текст : непосредственный.
2. Годовой отчет Металлоинвест за 2018 г. //Metalloinvest.- PDF файл: [сайт]. – URL: http://www.metalloinvest.com/upload/iblock/7bc/metall.._rus_1507.pdf (дата обращения: 25.09.2019).
3. Колчин А. И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: учебное пособие / А. И. Колчин, В. П. Демидов. – Москва : Высшая школа, 2008. - 496 с. - Текст: непосредственный.

**Секция 3. Проблемы эксплуатации нефтегазопромысловой техники.
Проблемы эксплуатации и обслуживания
транспортно-технологических машин**

УДК 656.13

Абакумов Г.В., Казиев Т.Р., Татаров Д.А.

Проблема эксплуатации автомобилей в условиях отрицательных температур

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация. Проблема эксплуатации автомобилей в условиях отрицательных температур возникла практически с появлением первых автомобилей и до настоящего времени она не нашла своего полного и однозначного решения.

Ежегодно с наступлением холодов ниже минус 10°C обостряется проблема запуска холодного двигателя и обеспечение его нормальной работы, что непосредственно сказывается на эффективности использования автотракторной техники.

Abstract. The problem of operating cars in freezing temperatures arose almost with the advent of the first cars, and so far it has not found its complete and unambiguous solution.

Every year, with the onset of cold weather below minus 10 ° C, the problem of starting a cold engine and ensuring its normal operation is exacerbated, which directly affects the efficiency of using automotive vehicles.

Ключевые слова. Эксплуатация автомобилей в условиях отрицательных температур, проблема запуска холодного двигателя, нормальная работа двигателя, эффективность использования автотракторной техники.

Keywords. Operation of cars in freezing temperatures, the problem of starting a cold engine, the normal operation of the engine, the efficiency of using automotive equipment.

Эксплуатация автотракторных двигателей зимой затруднена по многим причинам. При понижении температуры возрастает вязкость масел, смазок и горючего, значительно понижается испарение бензина [1]. Кроме того, в бензине возникает опасность образования кристаллов льда вследствие перехода растворенной воды в кристаллическое состояние, а в дизельном топливе – образование кристаллов парафиновых углеводородов, которые срастаются между собой и забивают топливные фильтры и топливопроводы [2].

Большие трудности могут возникнуть в холодное время года при пуске двигателей, особенно дизелей. Низкая температура воздушного заряда, поступающего в камеру сгорания, рост теплопотерь двигателя, утечка воздуха из цилиндров и ухудшения процесса смесеобразования в камере сгорания вследствие низкой частоты вращения коленчатого вала двигателя, что, в свою очередь, связано с увеличением вязкости моторного масла и падением емкости аккумуляторных батарей карбюраторного двигателя, - все эти факторы создают условия, при которых пустить двигатель зача-

стую невозможно. Понижение температуры жидкости в системе охлаждения ухудшает процесс воспламенения и горения в двигателе, что снижает его мощность и увеличивает расход горючего [1, 2].

На охлажденных стенках цилиндров двигателя конденсируются остатки неиспарившегося горючего, которые смывают слой масла, что приводит к быстрому износу двигателя. Работа двигателя на пониженных тепловых режимах ускоряет процесс нагаро- и лакообразования на деталях камеры сгорания, что может вызвать зависание клапанов, падение компрессии и даже заклинивание цилиндров.

К перечисленному следует добавить увеличение потерь мощности двигателя из-за возрастания вязкости масла в трансмиссии, ухудшение при отрицательных температурах надежности и эффективности работы систем питания, зажигания, пневматической и гидравлической. Необходимо учитывать отрицательное влияние низких температур на физико-химические свойства металлов, резин и других материалов.

Снежный покров увеличивает сопротивление качения автомобиля в 1,5 – 2 раза.

Практика показывает, что все отмеченные факторы значительно затрудняют в зимний период пуск, прогрев двигателя, трогание автомобиля с места и работу его под нагрузкой.

Время на подготовку к пуску остывшего двигателя зимой в холодной зоне может достигать 1,0 – 1,5ч. Это вынуждает в период стоянки автомобилей практиковать периодический подогрев двигателя на холостом ходу. Сильные ветры, способствующие быстрому остыванию автомобиля, зачастую вынуждают вообще не останавливать двигатель на стоянке. Теплотери двигателя при холодном ветре со скоростью 15 м/с равны теплотерям при понижении температуры воздуха в три раза при безветренной погоде [1]. В табл. 1 представлены данные, характеризующие влияние отрицательных температур на некоторые параметры автомобиля [1].

Таблица 1

Влияние температуры воздуха на некоторые параметра автомобиля

Параметр	Температура воздуха, °С		
	минус 10	минус 20	минус 30
Увеличение расхода горючего зимой, %	-	12	30
Расход горючего на пуск и прогрев дизеля до 60° С, кг	2 – 2,5	3 – 3,5	4,5 – 5,00
Продолжительность прогрева дизеля водой с температурой 85-90° С, мин	15	40	100
Число заправок горячей водой, необходимое для прогрева двигателя	1,5	3,0	6,0
Продолжительность прогрева двигателя с помощью предпускового подогревателя, мин	15 – 20	20 – 25	25 – 30
Пробег автомобиля до полного прогрева двигателя и трансмиссии, км	1,5 – 2,5	3,0 – 5,0	12,0 – 15,0

При снижении температуры воздуха экономичность автомобилей различных марок ухудшается неодинаково – в зависимости от их конструктивных особенностей (табл. 2). Так, для более скоростного автомобиля Toyota Camry состояние шин и аэродинамическое сопротивление движению играют более значительную роль в увеличении расхода горючего по сравнению с автомобилем ЗИЛ-5301.

Таблица 2

Влияние некоторых конструктивных особенностей на экономичность автомобилей в зависимости от температуры окружающего воздуха

Конструктивные особенности	Перерасход горючего при температуре воздуха, °С, %		
	0	минус 20 ¹	минус 30
Трансмиссия	0,3/0,0	2,1/0,0	3,1/0,0
Шины	1,6/0,6	5,8/7,3	16,6/19,7
Аэродинамическое сопротивление движению	0,2/0,8	2,1/2,5	3,9/6,0
Всего	2,1/1,4	10,0/0,8	23,6/25,7

Примечания: 1. В числителе показан перерасход для автомобиля ЗИЛ-5301, в знаменателе - для автомобиля Toyota Camry (при 20° С).

Результаты испытаний и опыт эксплуатации автомобильной техники показывают, что в условиях низких температур перерасход горючего определяется следующими основными причинами: ухудшение теплового режима работы двигателя (до 20%), снежный покров и плохие дорожные условия движения автомобиля (до 10%), увеличение непроизводительного времени работы двигателя при пусках и прогреве (до 15%), необходимость периодического прогрева двигателя на стоянках автомобиля (до 20%), снижение к.п.д. трансмиссии (до 15%), применение марок горючего и смазочных материалов, не отвечающих сезонным требованиям эксплуатации (до 15%) [3]. Последнее обстоятельство особенно важно, еще и тем, что применение в холодный период летних, а не зимних или всесезонных марок горючего и масел может привести к отказам в работе двигателя и даже его поломке.

Учитывая большое отрицательное влияние низких температур на технико-экономические параметров автомобилей, в том числе на топливную экономичность, в нашей стране выпускается целый ряд автомобилей у которых наиболее нагруженные детали шасси таких автомобилей выполнены из хладостойких металлов. Количество закрытых узлов смазки, которые не требуют ее замены при эксплуатации автомобиля, значительно увеличено. Топливопроводы имеют больший диаметр, предусмотрен подогрев топливных фильтров теплом отработавших газов. Все автомобили северного исполнения оборудованы предпусковыми подогревателями и приспособлениями для применения пусковых жидкостей, термоизолированными устройствами для подогрева воздуха в

кабине. Аккумуляторные батареи выполнены в утепленном варианте, а все резиновые детали изготовлены из морозостойкой резины. Для аккумуляторных батарей лучшими утеплителями являются чехлы из полистероля. Достаточно эффективен их нагрев элементами мощностью не менее 225 Вт. В процессе предпускового подогрева двигателя необходимо подогревать не только блок цилиндров, но и масло в картере, что позволяет пускать двигатель при температурах минус 40° С. Теплоизолировать необходимо также топливные баки.

Большое значение для экономического расходования горючего при низких температурах имеет своевременная подготовка автомобилей к зимнему периоду эксплуатации [4]. Работа эта должна проводиться специалистами: механиком-регулировщиком, автослесарем, смазчиком, автоэлектриком и водителем с обязательным соблюдением объема и порядка технического обслуживания.

Анализируя вышесказанное можно сделать вывод, что эффективная и экономичная работа автомобилей северного исполнения достигается только при правильном и комплексном использовании всех систем пуска и работы двигателя.

Список литературы

1. Абакумов Г. В. Ресурс моторных масел при различных условиях эксплуатации / Г. В. Абакумов, Е. С. Прохорченко, Л. А. Господарик. – Текст : непосредственный // Современная тенденция развития транспортного машиностроения : сб. науч. тр. международной науч.-техн. конф. – Пенза, 2005. – С. 3-6.

2. Абакумов Г. В. Особенности нормирования расхода топлива в зимний период для автобусов с дизельными двигателями / Г. В. Абакумов, А. В. Маняшин. – Текст : непосредственный // Повышение качества и надежности работы автотранспортных средств, эксплуатирующихся в условиях дальневосточного региона : сб. науч. тр. межрегион. науч.-практ. конф. – Хабаровск, ХГТУ, 2002. – С. 61-62.

3. Абакумов Г. В. Влияние сезонных условий на изменение эксплуатационных характеристик системы зажигания / Г. В. Абакумов. – Текст : непосредственный // Научно-технические проблемы Западно-Сибирского нефтегазового комплекса: сб. науч. тр. – Тюмень, ТюмГНГУ, 1997. – С. 149-150.

4. Абакумов Г. В. Повышение эффективности прогрева двигателей автомобилей в зимних условиях / Г. В. Абакумов, А. В. Маняшин, И. М. Шуваева. – Текст : непосредственный // Транспортный комплекс-2002: Доклады науч.-практ. семин. – Тюмень, Спец. Выставка "Автосалон", 2002. – С. 133-134.

**Повышение надежности шатунных подшипников дизеля КАМАЗ
путем организации подпора и сплошности потока масла
в центробежной ловушке**

Набережночелнинский институт (филиал) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
г. Набережные Челны

Аннотация: В работе приведены результаты исследований разрыва масляного потока к шатунным подшипникам двигателя внутреннего сгорания в процессе эксплуатации. С использованием оригинальных методик и устройств были проведены экспериментальные исследования в условиях моторных испытаний расхода масла через первую шатунную шейку. По результатам работы дана оценка эффективности перехода на односторонний подвод масла к шатунному подшипнику для обеспечения надежности шатунных подшипников.

Abstract: The paper presents the results of studies of the rupture of the oil flow to the connecting rod bearings of the internal combustion engine in operation. With the use of original techniques and devices, experimental studies were carried out in the conditions of motor tests of oil flow through the first neck. Based on the results of the work, the efficiency of the transition to a one-way oil supply to the connecting rod bearing to ensure the reliability of ball bearings is estimated.

Ключевые слова: расход масла, давление масла, условия разрыва, масляный поток, неразрывность, критический режим.

Keywords: oil consumption, oil pressure, rupture conditions, oil flow, continuity, critical mode.

Надежность подшипников коленчатого вала во многом определяется конструкцией и эксплуатационными параметрами системы смазки [1-3]. Однако, существующие методы ее расчетов не дают возможности точно вычислить, какое давление масла необходимо для смазки шатунных подшипников, а также режимы работы двигателя, при которых эти подшипники гарантированно не испытывают масляного голодания [4, 5, 6, 7]. При проведении модернизации коленчатого вала на шатунных шейках ввели односторонний подвод масла.

В экспериментах определяли расход масла через одну шатунную шейку при четырех отверстиях на шейке (в исходном исполнении коленчатого вала) и при двух отверстиях на шейке (по одному на шатун после модернизации). Односторонний подвод масла делали путем глушения двух отверстий из четырех по ходу испытаний (рис.1, б). По результатам эксперимента подтверждено улучшение и определено необходимое количество

масла для подшипников одной шатунной шейки при предельной величине зазора (0,39мм).

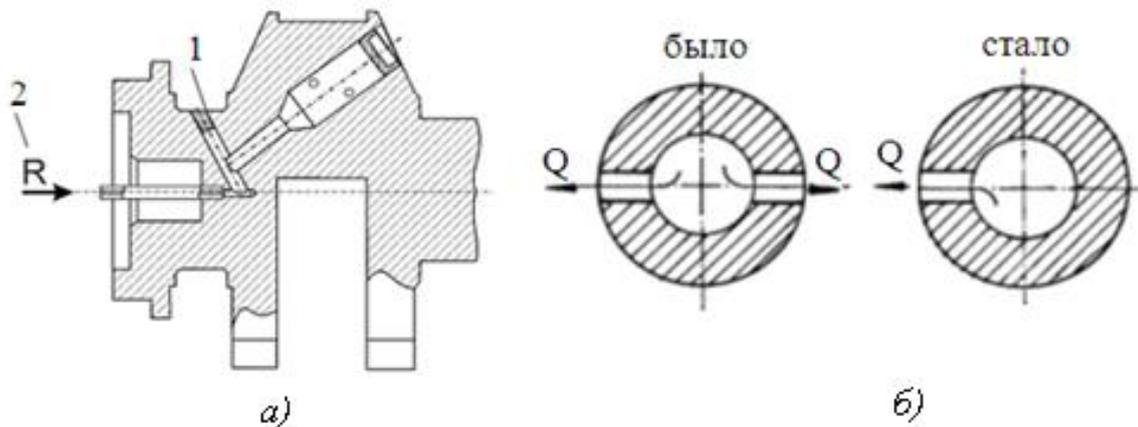


Рис. 1. Подвод масла к первой шатунной шейке по оси коленчатого вала (а): 1 – заглушка в маслоканале коренной шейки; 2 – R-канал подвода масла в коленчатый вал. Расположение масляных каналов шатунной шейки коленчатого вала двигателя КамАЗ-740 (б)

Для исследования подобран двигатель из эксплуатации с проворотом шатунных вкладышей по 3-й шатунной шейке. После перешлифовки в ремонтный размер 3-й шейки произведена доработка (рис. 2) путем установки заглушки в маслоканал 1 первой коренной шейки. При этом подвод масла в первую шатунную шейку организовали с масляного фильтра по наружному каналу. В него встроен счетчик расхода масла 5 (расходомер ШЖУ-25-15). На масляном насосе, обеспечивающем подачу и давление масла, заблокирован дифференциальный клапан. К фильтру тонкой очистки масла 3 из области чистого масла установлен резьбовой штуцер с краном 6, с которым соединён манометр давления масла 4. К крану крепится маслопровод, соединяющий кран с полумуфтой 2 коленчатого вала.

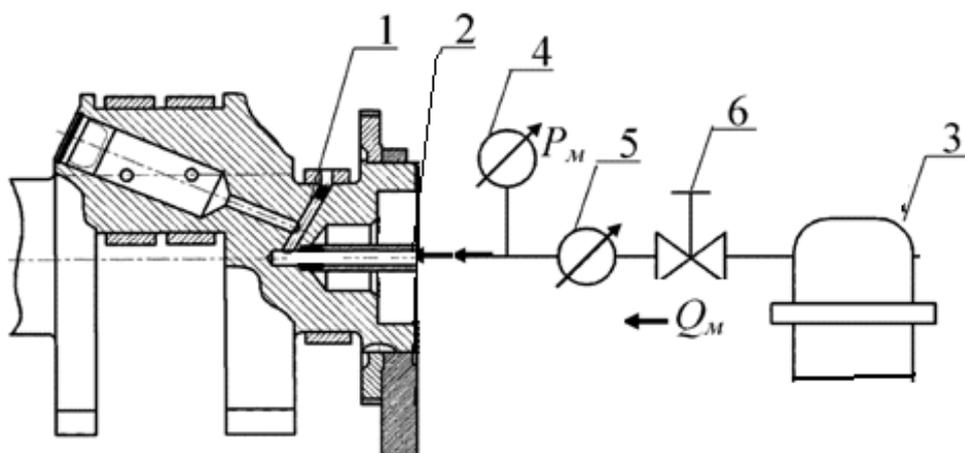


Рис. 2. Схема измерения расхода масла через первую шатунную шейку: 1 – маслоканал в коренной шейке; 2 – полумуфта коленчатого вала; 3 – фильтр тонкой очистки; 4 – манометр давления масла; 5 – счетчик расхода масла; 6 – штуцер с краном

На первом этапе исследования ввиду изношенности шейки и вкладышей зазор составлял 0,39 мм, исходно шейка имела четыре отверстия на первой шатунной шейке. После прогрева регулировкой крана устанавливали давление в системе смазки $P = 0,2$ МПа и снимали внешнюю скоростную характеристику двигателя, а также показания расходомера в литрах за минуту на номинальном режиме: $n = 2600 \text{ мин}^{-1}$, $M_{кр} = 550 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $t_M = 90^\circ\text{C}$.

Далее последовательно устанавливали давление в системе смазки до $P = 0,3; 0,4; 0,5$ МПа и снова снимали внешнюю скоростную характеристику.

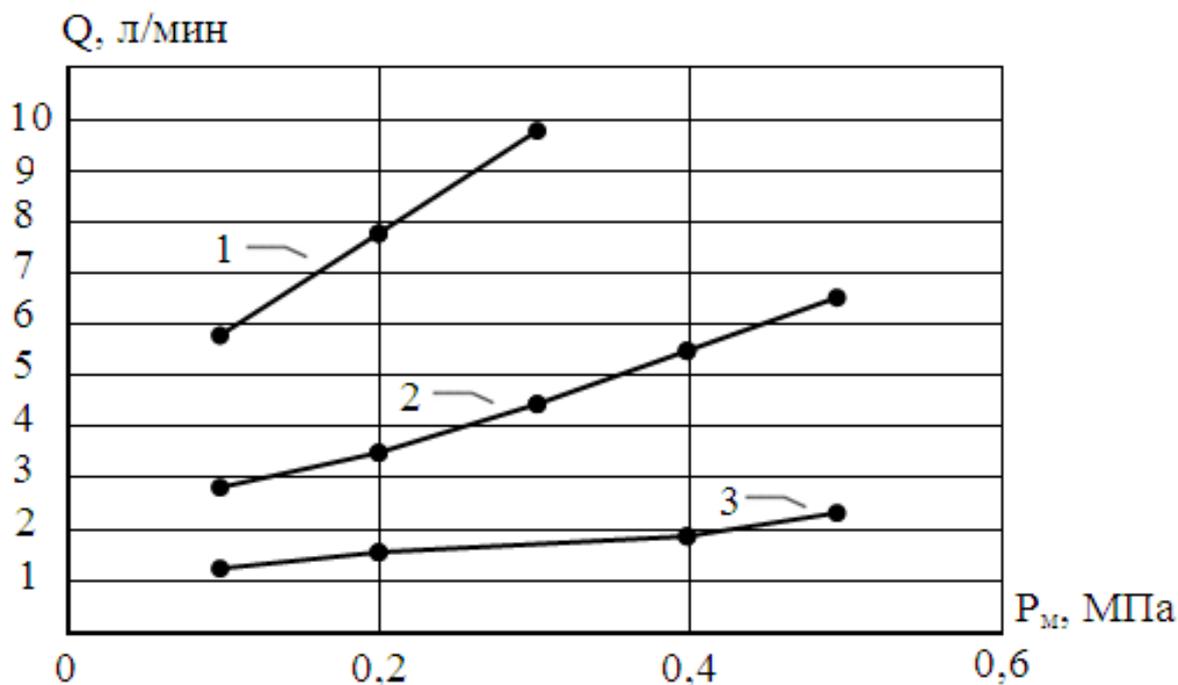


Рис. 3. Зависимость расхода масла через подшипники первой шатунной шейки от давления: 1 - расход масла с четырьмя отверстиями и предельным зазором 0,39 мм; 2 - с двумя отверстиями и предельным зазором 0,39 мм; 3 - с двумя отверстиями и эксплуатационным зазором 0,18 мм

Результаты измерений фактического расхода масла через шатунную шейку коленчатого вала приведенные на рис. 3 (линия 1) свидетельствуют о том, что при изнашивании и увеличении зазора в шатунном подшипнике до предельной величины одна шатунная шейка может пропустить через зазор до 10 литров в минуту. Такого располагаемого притока через каналы от масляного насоса не существует, из-за чего и происходит разрыв потока, пульсирующая неравномерная подача и голодание шатунных подшипников. Полученные данные позволили убедиться в необходимости и эффективности подпора масла уменьшением количества отверстий на шатунной шейке с 4 до 2.

Результаты измерений фактического расхода масла через шатунную шейку с предельным зазором, но с двумя отверстиями приведены на рис. 3

(линия 2). Это улучшение сказалось на повышении надежности подшипников, снижению отказов.

Результаты измерений фактического расхода масла через шатунную шейку коленчатого вала с двумя отверстиями и эксплуатационным зазором (нормальным) 0,18 мм приведены на рис. 3 (линия 3).

Для эксплуатации и технического обслуживания автомобилей КАМАЗ из представленных материалов следует рекомендация по замене вкладышей на номинальные или утолщенные на 0,05 мм Р0 при снижении давления в системе смазки, а при ремонте коленчатых валов с четырьмя отверстиями на шатунной шейке два надо глушить, оставляя два отверстия с набегающей стороны шейки. В дальнейшем представляет интерес теоретическое обоснование и математическое описание процесса подачи масла к шатунным подшипникам в режиме разрыва потока, оценка живучести шатунных подшипников, а также обоснование улучшений для обеспечения надежности шатунных подшипников, которые реализуются на двигателях КАМАЗ [8-9].

Список литературы

1. Кулаков, А. Т. Анализ причин эксплуатационных разрушений шатунных вкладышей двигателей КамАЗ-740 / А. Т. Кулаков, А. С. Денисов. – Текст : непосредственный // Двигателестроение. – 1981. – № 9. – С. 37-40.
2. Барыльникова Е. П. Повышение ресурса автомобильных двигателей стабилизацией режима смазывания шатунных подшипников в эксплуатации / Е. П. Барыльникова, И. Т. Ковриков, С. Ю. Коваленко. – Текст : непосредственный // Вестник ОГУ. – 2014. - № 10 (171). – С. 15-22.
3. Руководства по эксплуатации двигателей КамАЗ : [сайт]. – URL : <https://www.remkam.ru/rdk0/> (дата обращения: 05.10.2019). – Текст : электронный.
4. Кулаков, А. Т. Кинетика предотказного состояния и ремонтпригодность коленчатого вала / А. Т. Кулаков, А. С. Денисов, О. А. Кулаков. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2012. – 132 с. – Текст : непосредственный.
5. Конструкторско-технологические методы обеспечения надежности автомобильных подшипников по результатам эксплуатации / А. Т. Кулаков, А. С. Денисов, А. А. Макушин, Е. П. Барыльникова. – Казань : Изд-во Казан. ун-та, 2015. – 168 с. – Текст : непосредственный.
6. Кулаков, А. Т. Разработка способа диагностирования шатунных подшипников двигателей и практических рекомендаций для снижения их отказов в процессе эксплуатации (на примере КамАЗ-740) : 05.22.10 : дис ... канд. техн. наук / А. Т. Кулаков. - Саратов, 1986. – 173 с.

7. Смирнов, В. Г. Повышение долговечности деталей автомобильных двигателей за счет совершенствования конструкции систем смазки / В. Г. Смирнов, Б. Н. Лучинин. – Москва : НИИНавтопром, – 1980. – 59 с. – Текст : непосредственный.

8. Kulakov A. T. Providing normal conditions of lubricating of diesel engine during its operation / A. T. Kulakov, E. P. Barylnikova, A. A. Gafiyatullin. – Text : electronic // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2014. – V.69, Issue 1 – P.012027. – URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/69/1/012027>. – Text : electronic.

9. Совершенствование конструкции коленчатого вала двигателей КамАЗ / А. С. Денисов, А. Т. Кулаков, Н. И. Светличный, А. А. Гафиятуллин. – Текст : непосредственный // Двигателестроение. – 2003. - № 3. - С. 24-26.

Современное состояние и перспективы внедрения электрических автобусов в Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ), г. Владивосток

Аннотация. В данной статье рассмотрены перспективы внедрения электрических автобусов в России. Показано, что воздух достаточно сильно загрязнён главным образом благодаря автомобильному транспорту. В работе приведена статистика загрязнения воздуха в России от автомобильного транспорта, а также степень развития электрических автобусов в США, Европе и Азии. Сделаны выводы по данной статье.

Abstract. This article discusses the prospects for the introduction of electric buses in Russia. It is shown that the air is quite heavily polluted mainly due to road transport. The paper provides statistics on air pollution in Russia from road transport, as well as the degree of development of electric buses in the USA, Europe and Asia. Conclusions are drawn on this article.

Ключевые слова: электробус, развитие электрических автобусов, автомобильный транспорт, электрическая энергия, негативные выбросы в атмосферу.

Keywords: electric bus, the development of electric buses, road transport, electric energy, negative emissions.

На сегодняшний день жизнь человека невозможно представить без автомобильного транспорта. Данный вид транспорта связывает все экономические сферы страны.

Уровень загрязнения воздуха в России достаточно высок, особенно в крупных городах и промышленных центрах.

Наиболее загрязненными территориями России являются Московская область, Красноярский край, Иркутская область, Кемеровская область и др., [1]. Связано это в большей мере с выбросами от автомобильного транспорта, кроме этого, на данных территориях расположены крупные промышленные предприятия.

Загрязнение воздуха происходит по разным причинам. Главными источниками загрязнения атмосферы в России являются автомобильный транспорт на бензиновом и дизельном топливе, объекты промышленности, различные бытовые отходы. Загрязнение воздуха может стать причиной онкологических, сердечно-сосудистых, респираторных и других заболеваний.

Для того чтобы снизить количество негативных выбросов в атмосферу ряд зарубежных стран стали использовать в автомобильном пассажирском транспорте автобусы и легковые автомобили на электрической тяге.

Автомобильный транспорт является одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха в городах России. На рис. 1 видно, что начиная с 2013 года объём выбросов от автотранспорта сохраняет тенденцию к увеличению, и в 2017 году составил 14448 тыс. тонн [1]. В определенной степени это объясняется возрастом транспортных средств, находящихся в эксплуатации.

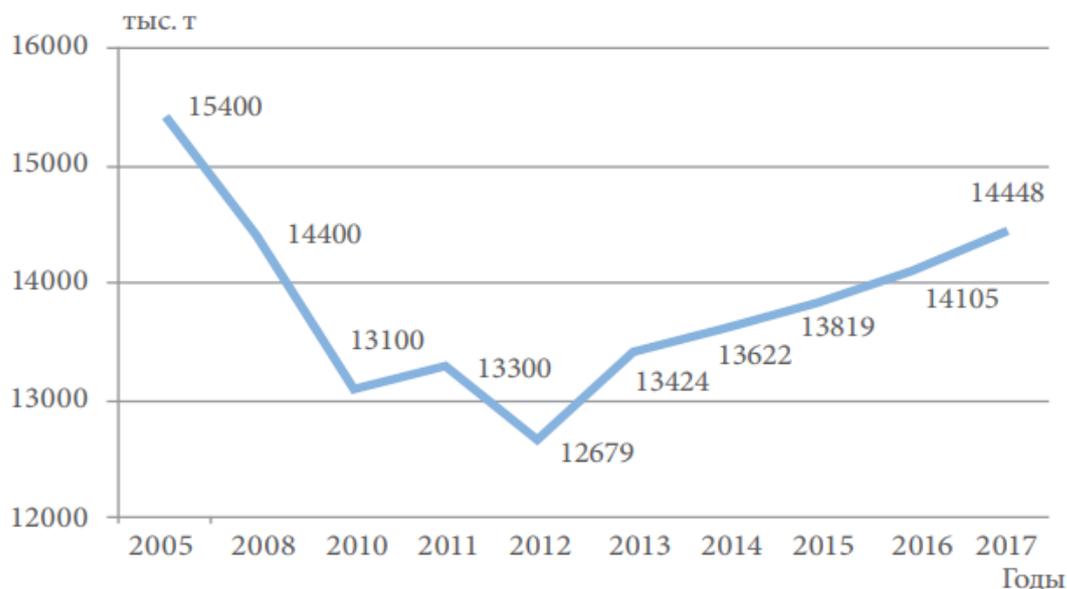


Рис. 1. Динамика выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом в атмосферу Российской Федерации

Использование электрических автобусов в транспортной инфраструктуре страны позволит в разы снизить уровень загрязнения воздуха.

В России уже имеется опыт использования электрических автобусов. Так, в Москве в 2018 году было закуплено и выведено на маршруты 200 электробусов [2]. Помимо Москвы несколько десятков электробусов появилось в Санкт-Петербурге, Ижевске и еще в ряде городов. Уже целый год электробусы находятся в эксплуатации. Данный опыт показал, что в России использовать такие автобусы возможно, хотя эксперты заверяли, что в условиях российской зимы электробусы функционировать не смогут.

Развитие электробусов в иностранных государствах осуществляется быстрыми темпами. Так, в 2018 в городе Шэньчжэнь (Китай) заявили, что 100% автобусов в городе используют электрическую энергию. Ежедневно на маршруты выходит более 16000 электробусов. В городе построено 510 автобусных зарядных станций с 8000 зарядных постов для обслуживания такого парка. Ожидается, что такая мера позволит сэкономить порядка 345000 тонн топлива и уменьшить количество выбросов CO₂ на 1,35 млн. тонн в год. Более того, в скором будущем электрификация затронет легкие такси.

В США, Европейских странах и России эксплуатируется лишь по несколько тысяч электробусов, но этот показатель растёт с каждым годом.

Помимо этого разрабатываются электробусы с высоким запасом хода. В 2018 году электробус компании Proterra в США установил мировой рекорд, преодолев без подзарядки аккумуляторов расстояние в 1772 километра, но при идеальных условиях. По данным Proterra, при полной пассажирской загрузке в условиях города запас хода электробуса составит 563 километра. В Германии, например, развитие электрических автобусов идёт полным ходом. На одной из улиц Берлина действует маршрут, состоящий только из электробусов. На каждой остановке автобус подзаряжается, используя бесконтактные зарядные устройства, которые расположены под дорожным полотном. Это позволяет автобусам весь день находиться в движении без специальных остановок для подзарядки.

В России электрические автобусы производятся такие компании, как ООО «ПК Транспортные системы», ЗАО «Тролза». Они выпускают электробусы с запасом хода от 50 до 200 километров. В Москве уже более 200 отечественных электробусов используются для перевозок пассажиров. Электробусы на регулярной основе работают в Москве, Санкт-Петербурге и еще нескольких городах [2]. Количество электробусов в мире можно увидеть на рис. 2.

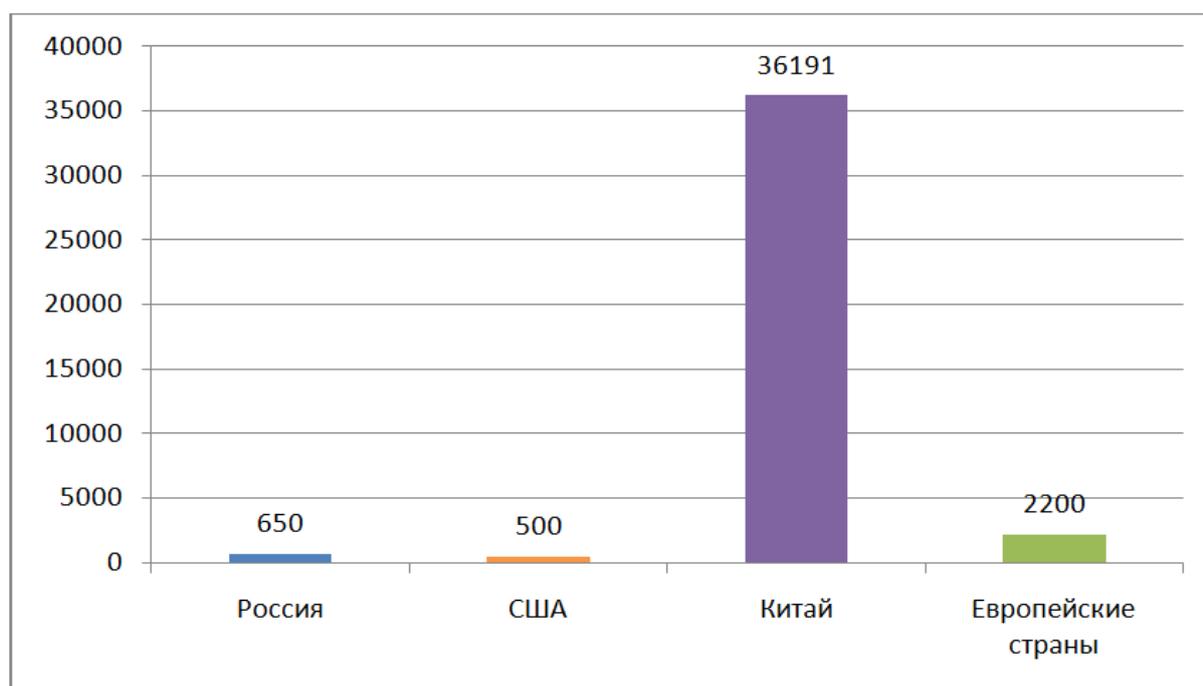


Рис. 2. Количество электробусов в мире

Электробусы имеют как и любые другие автобусы сильные и слабые стороны. В табл. 1 представлены преимущества и недостатки электрических автобусов.

Преимущества и недостатки электробусов

Преимущества	Недостатки
Низкий уровень шума	Высокая стоимость
Низкий уровень вибраций	
Экологическая чистота	Высокая технологическая стоимость
Экономичная эксплуатация	
Долгий срок службы	Относительно небольшой запас хода
Высокий коэффициент КПД, по сравнению с автобусами с двигателем внутреннего сгорания	

Эффект от внедрения электрических автобусов для перевозчиков благоприятен и очевиден:

- существенная экономия финансовых средств на топливе и ТО;
- возможность рекуперации электрической энергии;
- повышение надёжности и ресурса работы электробуса;

Жители городов также получают положительный эффект от внедрения электробусов:

- значительное снижение количества выбросов парниковых газов и других вредных веществ;
- повышение безопасности и комфортности перевозок путём снижения вибраций и шумов;
- электрические автобусы более привлекательны для передвижения.

В электробусах плавность хода выше и число посадочных мест больше.

Следовательно, в городах России необходимо вводит в эксплуатацию электробусы для снижения негативных выбросов в атмосферу, а также для улучшения качества пассажирских перевозок. Электрические автобусы полностью соответствуют всем современным требованиям безопасности, комфорта и экономичности. На данный момент стоимость электробусов и зарядных станций достаточно высокие, что не даёт активно внедрять такой вид техники на дороги общего пользования. Внедрение такого транспорта в городскую инфраструктуру позволит решить не только экологические, но и социально-экономические проблемы городов России.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». : [сайт]. – URL: <http://www.ecoindustry.ru/gosdoklad/view/511.html> (дата обращения: 15.10.2019) – Текст : электронный.

2. Официальный портал Мэра и Правительства Москвы. / Комфортные и экологичные: когда автобусы заменят электробусами : [сайт]. – URL: <https://www.mos.ru/> (дата обращения: 15.10.2019) – Текст : электронный.

Анализ существующих методик формирования оборотного фонда агрегатов для транспортной техники

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: в статье рассмотрены основные методики формирования оборотного фонда агрегатов для автомобилей и иной транспортной техники, указаны их положительные и отрицательные стороны, обозначена проблема формирования оборотного фонда агрегатов для специальной нефтегазопромысловой техники и сформированы главные этапы для решения указанной задачи.

Abstract: the article describes the main methods of formation of revolving Fund units for vehicles and other transport equipment, provided their positive and negative sides, indicates the problem of formation of the Fund units for special oil and gas field machinery and formed the main stages for solving a specified task.

Ключевые слова: оборотный фонд агрегатов, методики расчёта, нормирование, перечень агрегатов, специальная нефтегазопромысловая техника.

Keywords: working capital of units, calculation methods, rationing, list of units, special oil and gas equipment.

Основной задачей работы технической службы предприятий, эксплуатирующих транспортную и транспортно-технологическую технику, является поддержание её в технически исправном состоянии. Эффективность работы технической службы оценивается большим количеством показателей. Наиболее значимым является коэффициент технической готовности, который в основном зависит от времени простоя транспортной техники в техническом обслуживании и ремонте.

Для сокращения простоев автомобилей и повышения коэффициента технической готовности текущий ремонт автомобилей должен осуществляться агрегатным методом с заменой неисправных узлов и агрегатов на исправные, взятые из оборотного фонда. Оборотный фонд создается за счет поступления новых и отремонтированных агрегатов, в том числе оприходованных со списанных автомобилей или за счет капитально отремонтированных агрегатов.

Наиболее распространённым методом нормирования фонда оборотных агрегатов является методика, представленная в нормативном документе «Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта», действующего с 1986 года.

Согласно данной методике, определён перечень основных оборотных агрегатов автомобиля, к которым относятся: двигатель, коробка передач, раздаточная коробка, редуктор рулевого управления, передний и зад-

ний мост. Также указано рекомендуемое количество перечисленных агрегатов на сто единиц автомобилей. Основное преимущество данной методики - простота её применения [1].

Следует отметить, что подобная методика применяется и для другой транспортной техники: строительно-дорожной, гусеничной, железнодорожной, морской и авиационной технике.

Но необходимо отметить и значительные недостатки указанной методики. В первую очередь необходимо учитывать то, что она адаптирована к условиям, которые не соответствуют современным тенденциям развития автомобильного транспорта. Основным показателем развития - это повышение ресурса и надёжности транспортно-технологических машин. В качестве примера отметим, что ресурс современной автомобильной техники увеличился почти в два раза по отношению к дате введения нормативного документа. Происходит значительное изменение конструкции транспортной техники. Внедряются новые системы и узлы, замена которых требует значительного времени. Всё это указывает на необходимость совершенствования ранее применяемой методики.

Наряду с указанной методикой применяются методы, основанные на применении теории массового обслуживания и теории управления складскими запасами. В качестве положительных моментов указанных методов можно отметить то, что они позволяют расширить перечень оборотных агрегатов, узлов и систем транспортной техники. Основным недостатком – не полностью отражается специфика работы транспортного предприятия и его служб, условия эксплуатации и самое главное интенсивность эксплуатации транспортной техники.

Следует отметить способ, основанный на оптимизации величины запаса оборотного фонда, при этом оптимальная величина оборотного фонда определяется по результатам моделирования следующих случайных величин:

- момента поступления требований на отпуск агрегатов;
- объёма этих требований;
- момента поступления агрегатов на склад;
- объём данной поставки.

Как недостаток указанного метода следует отметить, что она может быть приемлема только для тех предприятий, которые осуществляют сбор статистических данных по отказам транспортной техники и другие показатели надёжности, включая экономические показатели [2].

Наиболее приемлемым методом определения необходимого количества агрегатов оборотного фонда можно принять методику, разработанную на кафедре «Сервиса автомобилей и технологических машин» ТИУ профессором Н.С. Захаровым, исключая недостатки предыдущих применяемых методик.

Данная методика прошла апробацию на производственно-технических базах транспортных подразделений ПАО «Сургутнефтегаз» и

применялась к различным маркам и моделям транспортной техники. Она учитывает высокую надёжность современных транспортных средств и основана на реальных сведениях по наработке на отказ различных агрегатов автомобилей.

Полученные результаты позволили снизить нормируемый запас хранящихся оборотных агрегатов в два раза. Это подтверждено существенным экономическим эффектом [3].

Как недостаток указанной методики можно отметить то, что она разработана и апробирована только для основных агрегатов автомобилей и не рассматривает вопросы её применения к специальной нефтегазопромысловой технике, которая занимает значительный сегмент в структуре подвижного состава ПАО «Сургутнефтегаз».

В настоящее время научно обоснованной методики нормирования оборотного фонда агрегатов для навесного оборудования нет. Это обусловлено тем, что номенклатура специальной нефтегазопромысловой техники составляет более 50 различных по конструкции и назначению агрегатов навесного оборудования. Необходимо сформировать перечень агрегатов оборотного фонда для навесного оборудования, исследовать их надёжность и рассчитать неснижаемый запас оборотного фонда.

На основании этого можно утверждать, что дальнейшие исследования в области нормирования оборотного фонда агрегатов навесного оборудования являются актуальной проблемой и получит развитие в магистерской диссертации.

Список литературы

1. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / Е. С. Кузнецов, А. Т. Болдин, В. М. Власов [и др.]. - изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва : Наука, 2004. - 535 с. – Текст : непосредственный.

2. Базанов, А. В. Техническая эксплуатация транспортных и транспортно – технологических машин и оборудования в особых условиях: Учебное пособие для студентов направления подготовки 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов / А. В. Базанов, Е. С. Козин, А. А. Панфилов. – Тюмень : ТИУ, 2017. – 143 с. – Текст : непосредственный.

3. Макарова А. Н. Оценка размеров оборотных фондов для текущего ремонта коробок передач автомобилей УРАЛ-4320 в ПАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ» / А. Н. Макарова, Н. С. Захаров, А. В. Зиганшина, В. В. Зуев. – Текст : непосредственный // Проблемы функционирования систем транспорта: междун. науч.- практ. конф. – Тюмень : ТИУ, 2019. - С. 337-340. – Текст : непосредственный.

Регенерация смазочных масел в процессе сернокислотной очистки

Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород

Аннотация: в данной статье рассказывается про способ сернокислотной очистки моторных масел SAE 20W50 в Алжире. Это очень эффективный способ, что подтверждают тесты на вязкость, температуру вспышки и тд. Это помогает сберечь природу и денежные средства.

Ключевые слова: переработка масла SAE 20W50, сернокислотная очистка, вязкость температура вспышки, плотность.

Abstract: this article describes the method of sulfuric acid purification of motor oils SAE 20W50 in Algeria. This is a very effective method, which is confirmed by tests for viscosity, flash point and so on. This helps to save nature and money.

Keywords: SAE 20w50 oil refining, sulfuric acid purification, viscosity flash point, density.

Смазочные масла получают путем перегонки продуктов из тяжелой нефти. В условиях снижения добычи нефти необходимость утилизации использованных смазочных масел ощущается как никогда. Отработанные моторные масла являются категорией материалов, которые восстанавливаются с применением разнообразных методов. Это необходимый процесс для защиты окружающей среды и получения существенной прибыли. Данная работа посвящена исследованию регенерации моторного масла SAE 20W50 с применением серной кислоты. Выполнены следующие тесты на масле: вязкость, температура вспышки, точка текучести и плотность. Результаты испытаний показали, что характеристики очищенного масла значительно улучшены по сравнению с характеристиками отработанного масла.

1. Основные этапы метода

Перед тем, как подвергнуть отработанное масло кислотной обработке, оно проходит фильтрацию для удаления примесей, таких как металлическая стружка, песок, пыль, частицы и микропримеси. Это достигается с помощью воронки, снабжённой фильтрующей бумагой, помещённой на последнюю, и вакуумного насоса, соединённого с фильтром, к которому воронка крепится с помощью резиновой пробки. Два литра отработанного масла были отфильтрованы для двух образцов.

Масло отработанное → Фильтр → Центробежная очистка → Отстаивание → Перегонка → Обработка кислотой → Масло очищенное

Для процесса кислотной обработки отработанное смазочное масло тщательно перемешивают для получения однородной массы; от этого ко-

личества 450 мл отбирают, наполняют мензурку и добавляет 150 мл бензина.

Масляная смесь переносят в центрифугу и очищают при 1500 об / мин в течение нескольких минут. Затем масло оставляют на 10 минут для отстаивания в мензурке. Сцеженную смесь перегоняют для удаления воды, бензина и других жидкостей. Содержимое дистиллятора охлаждают, а затем обрабатывают 10 мл 98 % H₂SO₄ с сильным перемешивание смеси. В течении 48 часов происходит формирование двух слоёв/фаз. Грязь из нижней части колбы удаляют (рис.1).



Рис.1. Отработанное и восстановленное масло

После этого добавляют 100 мл 10 % раствора NaOH для нейтрализации кислоты. Затем в течение 30 минут смесь отстаивают без перемешивания. Щелочную фазу, которая образуется в нижней части, извлекают и смазочное масло промывают горячей водой дважды (15 мл).

2. Результаты и анализ

После обработки отработанного масла и проведения различных анализов были изучены найденные результаты. В табл. 1 сгруппированы результаты проведённых испытаний [1].

Таблица 1.

Результаты испытаний

Характеристики	Масло новое	Масло отработанное	Масло восстановленное
Кинематическая вязкость (мм ² /с)			
Вязкость при температуре 40°С	155,97	121,14	135,93
Вязкость при температуре 100°С	18,03	13,39	17,95
Вязкость	129	106	147
Точка текучести	-9°С	-12°С	-9°С
Точка вспышки	235°С	160°С	220°С
Плотность	0,875	0,895	0,784

2.1 Вязкость

Увеличение вязкости может произойти из-за окисления или из-за загрязнения нерастворимыми элементами. Масло считается непригодным к эксплуатации, если первоначальная вязкость значительно увеличивается или уменьшается. Снижение вязкости может быть вызвано разбавлением масла легким топливом. Результат теста вязкости показывает, что отработанное масло потеряло больше своей вязкости из-за загрязнения. Однако метод позволил восстановить в масле первоначальную вязкость.

2.2 Индекс вязкости

Индекс вязкости отработанного масла снизился по сравнению с индексом нового масла. Вероятно, произошло изменение термоокислительной стабильности. Индекс вязкости отработанного масла сопоставим с вязкостью нового масла.

2.3 Точка текучести

Из полученных результатов видно, что температура текучести масла высокая по причине деградации добавок в исследуемом материале. Данный параметр представляет особый интерес при работе в холодных условиях. Метод регенерации кислотой эффективен при сравнении точки текучести обрабатываемого масла с точкой текучести очищенного масла.

2.4 Точка вспышки

Температура вспышки 235 °С для нового масла, 160 °С для отработанного масла и 220 °С для очищенного масла. Уменьшение значения температуры вспышки отработанного масла может быть результатом наличия легких фракций в масле.

После сгорания и высокотемпературного окисления в двигателе, масло распадается на компоненты, в состав которых входят лёгкие фракции.

Согласно таб.1, температура вспышки нового смазочного масла 235 °С, в то время данный показатель, полученный с помощью кислотной обработки равен 220 °С. Снижение температуры вспышки отработанного масла происходит из-за попадания топлива через поршневые кольца. Поэтому точка вспышки очищенного масла является приемлемой по сравнению с новым маслом.

2.5 Плотность

Плотность отработанного смазочного масла выше, чем у нового масла. Результаты для нового и использованного смазочного масла 0.875 и 0.895 соответственно, в то время как регенерированное масло-0.784.

Плотность отработанного масла может быть меньше или больше, чем у нового масла в зависимости от характера загрязнения. Если масло было загрязнено из-за разбавления топлива или воды, поступающей от сжигания топлива в двигателе, его плотность будет ниже, чем у нового масла или у регенерированного [2].

Заключение

Из результатов, представленных в этой работе, ясно, что данный метод позволяет эффективно удалять загрязняющие примеси в отработанном масле и восстановить характеристики, близкие к характеристикам нового масла [3]. В целом метод обработки кислотой оказывается очень эффективным, так как восстанавливает вязкость масла на 94 %, температуру текучести на 100 % и температуру вспышки на 93 % [4].

Список литературы

1. Синельников, А. Ф. Автомобильные масла. Краткий справочник / А. Ф. Синельников, В. И. Балабанов. – Москва : ООО « Книжное издательство « За рулем», 2005. – 75с. – Текст : непосредственный.

2. Школьников, В. М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение / В. М. Школьников. – Москва : Химия, 1989. – 234 с. – Текст: непосредственный.

3. ГОСТ Р 55832-2013. Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Экологически безопасная ликвидация отработанных масел: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1769-ст: введен впервые: дата введения 2015-01-01 / разработан ФГУП "ВНИЦСМВ" совместно с ЗАО "ИНЭКО". – Москва: Стандартинформ, 2016. – 7 с. – Текст: непосредственный.

4. ЛУКОЙЛ: Нефтяная компания: [сайт]. – URL: <http://www.lukoil.ru> (дата обращения: 09.09.2019). – Текст: электронный.

5. РЕГЕНЕРАЦИЯ МОТОРНОГО МАСЛА: ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОТРАБОТАННЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ: [сайт]. – URL: <https://oils.globecore.ru> (дата обращения: 13.09.2019). – Текст: электронный.

6. Дуганова, Е. В. Обзор программного обеспечения для управления автосервисом / Е. В. Дуганова. – Текст : непосредственный // Новые материалы и технологии в машиностроении: сб. ст. / сост. П. С. Однокозов – Белгород, 2018, № 27. – С. 63-66.

Инновации в автомобильной оптике

Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород

Аннотация: в данной статье рассказывается про инновации в автомобильном освещении, достоинства при использовании новых технологий, а также новый уровень безопасности и новом способе испытаний. На примере компании фольксваген и его новых светодиодных матричных адаптивных фарах.

Abstract: This article talks about innovations in automotive lighting, advantages when using new technologies, as well as a new level of safety and a new test method. For example, Volkswagen and its new LED matrix adaptive headlights.

Ключевые слова: Светодиодные матричные фары, адаптивное управление, матрица световых областей, динамический световой помощник.

Keywords: Light-led matrix headlights, targeted control, matrix of light areas, Dynamic light assistant.

Разработки в сфере автомобильной оптики дадут в ближайшее время возможность повысить безопасность дорожного движения. «Мы работаем над повышением безопасности в темное время суток на дороге», - говорит Матиас Тамм, руководитель подразделения технологий и инноваций Volkswagen. Он уточняет важность этого проекта, так как около 30% всех несчастных случаев, связанных с ДТП, происходят в ночное время, последствия, которых тяжелее аварий в течении дня. Эти цифры повышаются по мере сокращения световых часов в конце года. Фары обеспечивают безопасные условия для вождения ночью.

Первые поколения Volkswagen Golf имели галогенные фары. За ними последовали ксеноновые фары и светодиодные задние фонари, затем светодиодные дневные ходовые огни, а теперь светодиодные фары. Volkswagen сотрудничал с немецким производителем автозапчастей Hella для разработки фар IQ, которые установлены на новом внедорожнике класса люкс Touareg. Система IQ - это не что иное как светодиодные матричные фары. [1]

В этих адаптивных матричных фарах используется управление для точного и оптимального распределения света и интенсивность свечения. Volkswagen утверждает, что по сравнению с обычными системами освещения, светодиодные матричные фары повысят безопасность и комфорт, потому что они позволят водителям распознавать дорожные знаки и возможные препятствия в ночное время быстрее, что даст им больше времени для реагирования. [2] Фары имеют индивидуально управляемые светодио-

ды, которые сливаются в матрицу световых областей как в модулях высокого, так и низкого луча. Низкий луч использует матрицу из 48 светодиодов, расположенных на общей печатной плате. В печатной плате дальнего света используется 27 светодиодов. Совмещенные 75 светодиодов формируют адаптивную матрицу света. Еще 53 дополнительных светодиода обеспечивают возможность отображения функций освещения, включая освещение перед автомобилем, а также дневные ходовые огни, огни поворота, габаритные огни и указатели поворота. (рис.1)



Рис. 1. Легкие светодиодные матричные адаптивные фары, основанные на модулях управление фар дальнего света.

Всего в передних фарах нового Volkswagen Touareg будет использоваться 256 светодиодов. Передним фарам помогает цифровая камера, которая анализирует дорожные условия, тени встречных транспортных средств и т.д. Эти данные в сочетании с данными GPS, а также скоростью и углами поворота рулевого колеса будут использоваться для выбора светодиодов в матрице, чтобы обеспечить идеальное освещение дороги и окружающей местности впереди. Система с применением камеры реагирует на знаки, временно приглушая светодиоды во избежание ослепления водителей встречных автомобилей. Камера не может обнаружить мокрую дорогу. Водитель должен вручную активировать функцию подсветки непогоды. В модели Touareg система светодиодных матричных фар автоматически выполняет выбор светодиодов и подсветку внутри матрицы фар с помощью функции «Динамический световой помощник». Он самостоятельно включает и выключает светодиоды и настраивает свет в соответствии с текущей дорожной ситуацией. (табл. 1.) Эта совокупность данных позволяет автомобилю распознавать место движения на городской или загородной дороге, на шоссе или бездорожье и предвидеть, где в настоящее время могут находиться другие участники дорожного движения. Система дает водителю наилучшее освещение, не ослепляя никого [3].

Таблица 1.

Характеристики светодиодных фар

Свет в условиях города	широкий световой луч, сфокусированный по бокам, активен до 50 км/ч.
Свет за городом	низкий луч с широким распределением света к обочине.
Маскированный динамический световой помощник	не ослепляет других участников дорожного движения.
Ближний свет шоссе	более узкий луч, сфокусированный на дальнем расстоянии на более высоких скоростях.
Дальний свет шоссе	более узкий луч, сфокусированный на дальнем расстоянии, на высоких скоростях, не слепит других участников движения.
Свет обгона	дает точный дальний луч для обгона без ослепления, система обнаруживает, что автомобиль поворачивает в сторону и подсвечивает боковую область отдельно.
Ближний свет	усиленное освещение правосторонней проезжей части, световой поток направлен больше на собственную полосу движения водителя.
Дальний свет, активированный вручную	служит для использования всех 75 светодиодов фары с целью максимального освещения.



Рис.2. Световой туннель на заводе в Вольфсбурге.

Чтобы подготовиться к нынешним разработкам, Volkswagen открыл собственный центр инновационного освещения на заводе в Вольфсбурге (Германия) в 2014 году (рис.2). Там, в центре отдела НИОКР был введен в эксплуатацию световой туннель длиной 100 метров, шириной 15 метров и высотой 5 метров. В этом туннеле системы освещения тестируются на ре-

альной дорожной симуляции. Испытания могут быть повторены и воспроизведены с полной точностью. Возможность сравнить и оценить в световом туннеле современные системы и системы прошлых лет стали более эффективными.

Центр инновационного освещения также является идеальным местом для изучения светового восприятия водителей и прохожих. Кроме того, внутренние системы, такие как окружающее освещение, головные дисплеи и информационно-развлекательные системы, могут быть протестированы здесь в воспроизводимых условиях. Световой туннель также сократил время разработки новых фар, фонарей и систем внутреннего освещения за счет возможности имитации ночного освещения. Таким образом, это позволит быстрее разрабатывать и внедрять в массовое производство фары и фонари, так как не нужно ждать темное время суток для испытаний. [4]

Желание видеть безопасным дорожное движение актуально в равной степени для всех его участников. Специалисты постоянно прилагаются огромные усилия в разработке, внедрении и проверке новых идей, что представлено на примере завода Volkswagen. [5], [6]

Список литературы

1. Делоне, Н. Б. Основы нелинейной оптики атомарных газов / Н. Б. Делоне, В. П. Крайнов. – Москва : Лань, 2017. - 372 с. – Текст: непосредственный.

2. Дуганова, Е. В. Обзор программного обеспечения для управления автосервисом / Е. В. Дуганова. – Текст: непосредственный // Новые материалы и технологии в машиностроении: сб. ст. / сост. П. С. Однокозов – Белгород, 2018. – № 27. - С. 63-66.

3. Мазалов, В. В. Оптика в современном автомобиле. / В. В. Мазалов. – Москва : Лань, 2017. - 448 с. – Текст: непосредственный

4. Гузовский, А. А. Свет и тень. России светят новые матричные фары / А. А. Гузовский. – Текст: непосредственный // За рулем. - 2017. - № 3 (1041). - С. 22-23.

5. Автомобильные фары будущего: [сайт]. – URL: <http://www.1gai.ru> (дата обращения: 10.12.2019). – Текст: электронный.

6. Лазерный путь: Все о фарах будущего: [сайт]. – URL: <https://www.autonews.ru> (дата обращения: 10.06.2019). – Текст: электронный.

Определение продолжительности обслуживания узлов и агрегатов трансмиссии городских автобусов на пассажирском автотранспортном предприятии

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Аннотация: в статье рассматривается система массового обслуживания (СМО), приведены условия её функционирования и факторы, которые влияют на эту систему, анализируются значения продолжительности пребывания узлов и агрегатов трансмиссии городских автобусов в очереди на обслуживание с целью минимизации нежелательных последствий в виде простоев подвижного состава пассажирского автотранспортного предприятия (ПАТП), а также экономических потерь.

Abstract: the article deals with the Queuing system (QS), the conditions of its functioning and the factors that affect this system are given, the values of the duration of stay of components and transmission units of city buses in the queue for service are analyzed in order to minimize the undesirable consequences in the form of downtime of the rolling stock of the passenger transport enterprise (PATP), as well as economic losses.

Ключевые слова: массовое обслуживание, вероятность, ожидание, пропускная способность.

Key words: mass servicing probability, waiting time, throughput.

Системой массового обслуживания (СМО) на пассажирском автотранспортном предприятии (ПАТП) называется система, в которую в случайные моменты времени поступают заявки на обслуживание, в нашем случае агрегатов и узлов трансмиссии городских автобусов [1-3].

Основными условиями функционирования СМО являются соотношения между входящим потоком требований и абсолютной пропускной способностью системы. Показатели эффективности средств обслуживания, с одной стороны, будут зависеть от величины входящего потока требований ω и его вариации, а с другой - от пропускной способности A и производительности средств обслуживания [4,5].

Процесс массового обслуживания узлов и агрегатов трансмиссии городских автобусов с ожиданием характеризуется тем, что входной и выходной потоки являются пуассоновскими с интенсивностью λ и μ соответственно [6,7]. Параллельно могут обслуживать не более c ремонтных рабочих, ожидающих отремонтированные узлы и агрегаты трансмиссии для последующей установки на автобусы.

На ПАТП на величину входящего потока требований оказывают влияние такие факторы, как принятая система технического обслуживания (ТО) и ремонта и ее качество; распределение работ между зонами ремонта;

надежность автобусов, эксплуатируемых в городских условиях; качество капитально отремонтированных агрегатов и узлов трансмиссии; возрастная структура и разномарочность автобусного парка; условия эксплуатации, сезонность и др. Возрастная структура является одним из главных факторов, так как большая часть подвижного состава на ПАТП эксплуатируется за пределами нормы, что приводит к массовым отказам узлов и агрегатов.

Абсолютная пропускная способность зависит от двух видов факторов (экстенсивные и интенсивные):

$$A = \sum_{i=1}^k \mu_i \cdot n_i \quad (1)$$

где $\mu_i = 1 / t_D$ – интенсивность i -го технического воздействия;
 n_i – количество постов обслуживания i -го вида;
 k – количество видов постов обслуживания.

Продолжительность технического воздействия является случайной величиной, зависит от большого числа факторов и определяется по выражению [3]:

$$t_D = \frac{t \cdot k_M \cdot k_D \cdot k_{PP}}{T_{CM} \cdot C \cdot P_{II} \cdot k_{KB}} \quad (2)$$

где T_{CM} – продолжительность смены, ч;
 C – количество смен;
 P_{II} – среднее число одновременно работающих на посту, чел.

Для анализа полученных данных необходимо рассмотреть пример пассажирского автотранспортного предприятия, имеющего многоканальную систему массового обслуживания с ожиданием, с подвижным составом более 300 единиц.

Пассажирское автотранспортное предприятие с тремя участками выполняет ремонт неисправных узлов и агрегатов трансмиссии для парка автобусов. Поток неисправных узлов и агрегатов трансмиссии, прибывающих в зону ремонта, – пуассоновский и имеет различную интенсивность. Рассмотрим на примере коробок передач (КПП) с интенсивностью $\lambda = 1,1$ агрегата в сутки, среднее время ремонта одной КПП распределено по показательному закону и равно $\bar{t} = 0,5$ суток. Предположим, что другого участка на ПАТП нет, и, соответственно, очередь агрегатов, нуждающихся в обслуживании, может расти практически неограниченно, что негативным образом скажется на времени простоя автобусов из-за ожидания.

Необходимо определить параметр потока обслуживаний:

$$\mu = \frac{1}{t} \quad (3)$$

Зная значения интенсивности и параметр потока обслуживаний, находим приведенную интенсивность потока заявок:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (4)$$

При этом $\lambda / \mu \cdot c$.

Поскольку $\lambda / \mu \cdot c < 1$, то очередь не растет безгранично и в системе наступает предельный стационарный режим работы.

Далее вычислим вероятности состояний системы:

$$P_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^c}{C! \left[1 - \left(\frac{\rho}{C} \right) \right]} \right\}^{-1} \quad (5)$$

$$P_1 = \frac{\rho^1}{1!} P_0; \quad P_2 = \frac{\rho^2}{2!} P_0; \quad P_3 = \frac{\rho^3}{3!} P_0; \quad P_4 = \frac{\rho^4}{4!} P_0.$$

Произведя суммирование вероятностей состояния системы, получим общую вероятность, которая будет являться вероятностью отсутствия очереди узлов и агрегатов, нуждающихся в обслуживании.

$$P_{om o} = P_0 + P_1 + P_2 + P_3 \quad (6)$$

Теперь определим среднее число заявок в очереди на обслуживание $L_q = \left[\frac{C\rho}{(C-\rho)^2} \right] P_c$ и среднее число находящихся в системе заявок $L_s = L_q + \rho$.

Завершающим этапом является определение средней продолжительности пребывания узла (агрегата) в очереди на обслуживание $W_q = \frac{L_q}{\lambda}$ (сутки) и средней продолжительности пребывания узла (агрегата) в обслуживании (в системе) $W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$ (сутки).

В табл. 1 приведены расчетные данные по всей номенклатуре деталей, узлов и агрегатов трансмиссии, хранящихся на складах ПАТП.

Таблица 1.

Расчетные данные по всей номенклатуре деталей, узлов и агрегатов трансмиссии

Наименование	Вероятностные характеристики							
	μ	ρ	P_0	$P_{om o}$	L_a	L_s	W_a	W_s
1 Коробка передач в сборе	2,4	1,64	0,497	0,999	4,362	6,00	1,108	1,525
Сцепление в сборе	3,4	0,97	0,304	0,991	0,685	1,66	0,208	0,502
3 Карданный вал	2	0,55	0,162	0,798	0,22	0,77	0,2	0,7
4 Первичный вал	4,4	0,5	0,152	0,764	0,194	0,694	0,088	0,315
5 Вторичный вал	4	0,41	0,125	0,712	0,131	0,541	0,08	0,33
6 Шестерни передач	10,2	0,43	0,131	0,714	0,172	0,602	0,039	0,137
7 ПГУ сцепления	4,8	0,23	0,071	0,363	0,036	0,266	0,033	0,538
8 Дифференциал	4	0,19	0,059	0,341	0,025	0,215	0,033	0,283
9 Синхронизатор	8	0,25	0,081	0,402	0,039	0,289	0,02	0,145
10 Крестовина	9,6	0,34	0,098	0,611	0,059	0,399	0,018	0,122
11 Вилка	12,1	0,18	0,051	0,322	0,022	0,202	0,01	0,093
12 Диск сцепления	11,7	0,15	0,04	0,309	0,016	0,166	0,009	0,095
Итого	-	-	-	-	5,961	11,804	1,846	4,785

Как показывают данные таблицы 1, средняя продолжительность пребывания КПП в очереди на обслуживание около 16,8 часов, что объясняется большей трудоемкостью обслуживания агрегата. Продолжительное ожидание в очереди приводит к нежелательным последствиям на пассажирском автотранспортном предприятии в виде простоев подвижного состава и, соответственно, экономических потерь.

Итоговая продолжительность пребывания, деталей, узлов и агрегатов по 12 наименованиям в очереди к трём участкам, составит около 5 суток.

Список литературы

1. Аленичев, А. А. Общий анализ надежности автомобильных трансмиссий / А. А. Аленичев. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2017. – № 20. – С. 3–5.
2. Булатов, С. В. Анализ современного состояния и проблем пассажирского автомобильного транспорта / С. В. Булатов. – Текст : непосредственный // Наука и техника транспорта, 2017. – № 1. – С. 29–32.
3. Ионов, В. В. Исследование эксплуатационной надежности агрегатов трансмиссии автомобилей КамАЗ / В. В. Ионов. – Текст : непосредственный // Вестник СВГУ, 2013. – Вып. 20. – 82 с.
4. Катаргин, В. Н. Оценка спроса на автомобильные запасные части на основе модели смеси вероятностных распределений / В. Н. Катаргин, В. М. Терских. – Текст : непосредственный. // Вестник Иркутского государственного технического университета, 2014. – № 4. – С. 110–114.
5. Техническая эксплуатация автомобилей / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин [и др.]. – Москва : Транспорт, 1991. – 413 с. – Текст : непосредственный.
6. Макарова, А. Н. Уточнение периодичности технического обслуживания автомобилей в эксплуатации / А. Н. Макарова. – Текст : непосредственный // Научно-технический вестник Поволжья, 2014. – №1. С. – 117–120.
7. Малкин, В. С. Техническая эксплуатация автомобилей Теоретические и практические аспекты / В. С. Малкин. – Москва : Издательский центр «Академия», 2007 – 288 с. – Текст : непосредственный.

Васильев Д.А., Гаваев А.С., Субботин В.Я.

Экономическая эффективность внедрения услуги ремонта генераторов и стартеров марки «Ford»

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: для увеличения прибыли дилерского сервиса Ford, был разработан инвестиционный проект, предусматривающий внедрения услуги по обслуживанию и ремонту генераторов и стартеров собственными силами.

Abstract: to increase the profit of the Ford dealer service, an investment project was developed, providing for the introduction of services for servicing and repair of generators and starters.

Ключевые слова: генератор, стартер, прибыль.

Keywords: generators, starters, profit.

Дилерский автосервис Ford, входящий в холдинг «Автоград» с 1998 года занимается продажей и обслуживанием автомобилей марки «Ford». Автосервис предлагает большой спектр услуг по ремонту и обслуживанию автотранспорта марки «Ford».

Предоставляются такие услуги как:

- 1) гарантийное и послегарантийное обслуживание автомобилей;
- 2) компьютерная диагностика двигателя;
- 3) ремонт двигателей внутреннего сгорания;
- 4) диагностика ходовой части автомобиля;
- 5) диагностика оценка состояния автомобиля;
- 6) предпродажная подготовка;
- 7) кузовные и малярные работы любой сложности;
- 8) установка дополнительного оборудования любой сложности;
- 9) проверка и регулировка углов установки колес;
- 10) диагностика и заправка кондиционеров;
- 11) шиномонтаж и балансировка колес;
- 12) мойка и полировка автомобилей;
- 13) тонирование стекол автомобиля.

На конец 2018 года руководством сервисного центра было принято решения о внедрении услуги ремонта и обслуживания генераторов и стартеров.

Цель проекта: увеличение прибыли предприятия за счет привлечение нового потока клиентов, расширить спектр оказываемых услуг.

До внедрения данной услуги ремонт и обслуживание стартеров и генераторов не осуществлялось.

Альтернативным решением данной задачи является обслуживание и ремонт узлов по средствам заключения договора с подрядными организациями. Данный вид организации процесса имеет ряд особенностей. [1]

1. Сроки осуществления обслуживания и ремонта на порядок выше, чем ремонт собственными силами. Процесс доставки, ремонта и доставки восстановленного узла обратно в автосервис зависит от множества факторов: а) загруженность подрядной организации; б) возможность оперативной доставки узла между автосервисом и подрядной организацией и т.д.

2. Контроль качества осуществляется непосредственно подрядной организацией. В случае того, если некачественно выполняется ремонт, происходит длительный простой автомобиля, находящегося на ремонте в сервисном центре, что негативно отражается имидже компании.

3. Себестоимость услуги по обслуживанию и ремонту выше, чем при оказании услуги собственными силами [2].

У данного способа организации так же имеются и свои преимущества.

1. Возможность выполнять любой ремонт, за счет узкой специализации. Внедрения данной услуги путем заключения договора с подрядчиком, позволяет внедрить подобного рода услуги на производства не имеющие возможность организовать услугу своими силами.

2. Не требуется склад запчастей. Так как запасные части хранятся непосредственно у подрядной организации.

3. Логистика осуществляется подрядной организацией. Доставку организует подрядная организация

Для увеличения прибыли и спектра оказываемых услуг, было принято решение оказания услуг по ремонту и обслуживанию стартеров и генераторов собственными силами. Помимо увеличения прибыли и качества услуги, данное решение было обусловлено и привлечением новых клиентов.

Таблица 1.

Сводная таблица за 2018-2019гг.

Показатель	Значение показателей
Количество обращений	51
Норма часов, ч.	166
Сумма за работы, руб.	215800
Продано запасных частей, руб.	171856
Наценка на запасные части, руб.	54980
Товарный портфель, руб.	16500

В таблице 1 показатели за 2018-2019 гг. отображающие работу автосервиса после введения услуги при условии минимальных вложений. За 12

месяцев был произведен 51 ремонт. Из них 40 ремонты генераторов, 11 ремонты стартеров. При стоимости 1 норма часа 1300 рублей, было закрыт 166 норма час. Стоимость запасных частей для предприятия 116876 рублей, предприятия за счет наценки заработала на продаже запасных частей 54980. Товарный портфель рассчитывался из опыта расчета других авто-сервисов, входящих в холдинг «Автоград», имеющих опыт оказания данных услуг.

Для организации обслуживания и ремонта собственными силами на начальном этапе требуется организовать хранение запасных частей, выделить рабочий пост. Данную работу выполняет специалист по ремонту электрики и диагностики автомобилей.

Данная схема организации на начальном этапе не предусматривала обучение рабочего персонала. Рабочий процесс был организован на основании нормативных и технологических документов. Для увеличения качества обслуживания и ремонта в дальнейшем предусмотрено обучение, для повышения квалификации [3].

При организации процесса обслуживания и ремонта своими силами был привлечен новый поток клиентов за счет внедрения дополнительной услуги. Увеличена общая прибыль автосервиса, намечен путь к развитию данного направления.

В дальнейшем развитием данного направления будет является увеличение потока клиентов заинтересованных в ремонте и обслуживании генераторов и стартеров 1) закупке специализированного оборудования, такого как: стенд проверки генераторов и стартеров, стенд для мойки деталей. 2) расширение складских запасов, отвечающих потребности в их реализации. 3) запуск маркетинговой программы, направленную на популяризацию услуг. 4) повышение квалификации рабочего персонала.

Список литературы.

1. Акимова, Н. А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования: учебник для студентов учреждения среднего профессионального образования / Н. А. Акимова, Н. Ф. Котеленец, Н. И. Сентюрихин. – Москва : ИЦ Академия, 2013. – 304 с. – Текст : непосредственный.

2. Доронкин, В. Г. Ремонт автомобильного электрооборудования: учебное пособие / В. Г. Доронкин. – Москва : ИЦ Академия, 2012. – 80 с. – Текст: непосредственный.

3. Устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / Ю. И. Боровских, Ю. В. Буралев, К. А. Морозов [и др.]. – Москва : Высшая школа; Издательский центр «Академия», 1997. – 528 с. – Текст : непосредственный.

Экспертные системы контроля технического состояния транспортных средств

Набережночелнинский институт КФУ, г. Набережные Челны

Аннотация. В статье представлены особенности контроля технического состояния транспортных средств. Современное транспортное средство является достаточно сложным электротехническим комплексом, который включает в себя процессы передачи и обработки электротехнической информации. Работа которого зависит от множества параметров, которые в свою очередь отвечают за работу большого количества узлов и агрегатов автомобиля. Все это вызывает необходимость создания экспертной системы контроля технического состояния транспортных средств.

Annotation. The article presents the features of monitoring the technical condition of vehicles. A modern vehicle is a rather complicated electrical complex, which includes the processes of transmission and processing of electrical information. The work of which depends on many parameters, which in turn are responsible for the operation of a large number of components and assemblies of the car. All this necessitates the creation of an expert system for monitoring the technical condition of vehicles.

Ключевые слова. Контроль, автотранспорт, мониторинг, эффективность, управления.

Keywords. Control, vehicles, monitoring, efficiency, management.

Эффективность работы автотранспортных средств определяется степенью безотказной работы при выполнении транспортных услуг с минимальными затратами при его функционировании [1]. Системы технического обслуживания уже не так эффективны в наше время, как это было раньше. Век стремительного развития компьютерных технологий качественно отражается на жизни человека, принося изменения практически в любую сферу его деятельности. Не исключением является и автомобили. И что самое интересное - разработки в области новых информационных технологий находят свое воплощение в производстве автомобилей, создавая мощный синергетический эффект. Уже сейчас на рынке присутствует целый модельный ряд авто, оснащенных электроникой по последнему слову техники.

Какие преимущества дает использование, например, бортового компьютера в конструкции автомобиля [2]? Главное преимущество - это значительное упрощение жизни каждого автолюбителя. Бортовые компьютеры выводят на информационную панель основные показатели агрегатного состояния компонентов автомобиля. Основная цель - улучшение точности диагностики с формированием универсальных советов для устранения той или иной неисправности или неблагоприятных

факторов, которые существенно влияют на компоненты автомобиля в процессе его эксплуатации.

Чаще всего автолюбители используют видеорегистратор в связке с автомобильным компьютером. Это позволяет добиться исчерпывающей информации о дорожных условиях во время вождения автомобиля. Среди основных характеристик бортового компьютера можно отметить следующие: непосредственное снятие информации с установленных датчиков (температура воздуха, количество оборотов двигателя, скорость и многие другие); объективная оценка расхода топлива в условиях городской езды, а также времени расхода заряда аккумуляторной батареи; предоставление своевременной информации о замене масла, дозaprавления топливом и многом другом; универсальные советы о возможности осуществления маневров разного рода, исходя из текущих условий.

Для решения проблем непосредственного контроля, необходимо внедрение на транспорте телематических систем мониторинга технического состояния, которые осуществляют передачу машинной информации, а именно состояния технического средства на расстоянии и могут дать возможность решать важную научно-практическую задачу. Повышение уровня диагностирования автомобилей за счет предупреждения неисправностей, путем скоростной обработки диагностической информации на борту автомобиля и передачи ее в реальном времени экспертам (операторам) [4].

Для достижения высокого качества решения задач необходимо совершенствовать систему технического обслуживания автомобилей с учетом развития компьютерных и интеллектуальных технологий современности. Использование электронных систем развивается постепенно в течение всего времени существования исследуемых систем, а потому эволюционный подход к их созданию в рамках обслуживания автомобилей должен быть доминирующим в теоретических исследованиях и специальных разработках.

По поводу ориентации экспертных систем, следует отметить, что это не просто ограничение, а в большей степени принцип их построения, учитывающий уникальность знаний каждого эксперта (механика или системы диагностирования), эмпирический способ поиска решений задач и высокое их качество.

Основными компонентами ЭС являются базы данных (БД) и базы знаний (БЗ), блоки поиска решения (БПР), объяснения, извлечения и накопления знаний, обучения и организации взаимодействия с пользователем. БД, БЗ и БПР образуют ядро экспертной системы которое представлено на рис. 1.

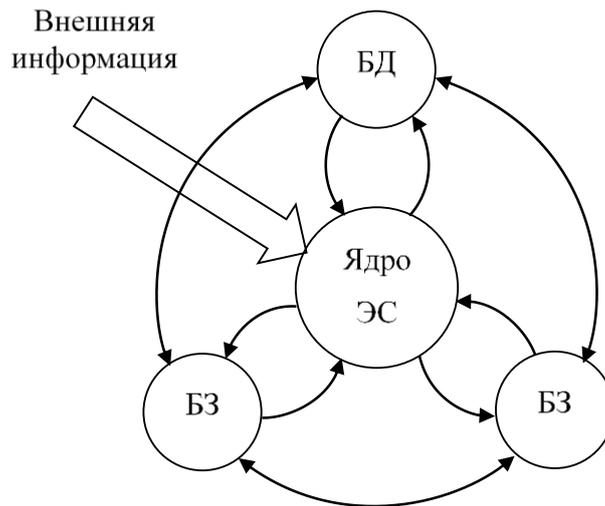


Рис.1. Ядро экспертной системы

Для конструирования экспертной системы используются различные инструментальные средства: универсальные языки программирования, языки искусственного интеллекта, инструментальные системы среды и системы-оболочки.

Следует учесть, что реальные экспертные системы могут иметь более сложную структуру, однако блоки, изображенные на рис. 2, непременно присутствуют в любой экспертной системе, поскольку представляют собой негласный канон на структуру современной экспертной системы.

Определим основные термины в рамках данного модуля.

Пользователь - это специалист автомобильной отрасли, для которого предназначена система, обычно его квалификация недостаточно высока, и поэтому он нуждается в помощи и поддержке своей деятельности со стороны экспертной системы.

Инженер по знаниям - специалист по искусственному интеллекту, который выступает в роли промежуточного буфера между экспертом и базой знаний.

Интерфейс пользователя - комплекс программ, реализующих диалог пользователя экспертной системы как на стадии ввода информации, так и при получении результатов.

База знаний - совокупность знаний предметной области, записанная на машинный носитель в форме, понятной эксперту и пользователю (обычно на языке, приближенном к естественному). Параллельно в таком «человеческом» представлении существует БЗ во внутреннем «машинном» представлении.

Решатель - программа, моделирующая ход рассуждений эксперта на основании знаний, имеющихся в БЗ (которая создается на базе знаний

механиков, который принимают непосредственное участие в обслуживании автомобилей).

Подсистема объяснений - программа, позволяющая пользователю получить ответы на вопросы; «Как была получена та или иная рекомендация?» и «Почему система приняла такое решение?».

Интеллектуальный редактор базы знаний - программа, представляющая инженеру по знаниям возможность создавать БЗ в диалоговом режиме. Включает в себя систему вложенных меню, шаблонов языка представления знаний, подсказок («help» - режим) и других сервисных средств, облегчающих работу с базой.

Проведенный анализ современных направлений решения задач обработки неисправностей, а именно возможность создания экспертной системы в автомобильной отрасли. Детальное рассмотрение экспертной системы, как способ получения, анализа и обработки диагностической информации позволил определить, что экспертная система является оптимальным вариантом обработки и хранения информации, которая в дальнейшем может быть использована при необходимости человеком или машиной для решения потребностей диагностики и обслуживания автомобилей.

Список литературы

1. Говорущенко, Н. Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 1998. – 468 с. – Текст: непосредственный.
2. Дентон, Т. Автомобильная электроника / Т. Дентон. – NT Press. 2008. – 576 с. – Текст: непосредственный.
3. Ощепкова, Е. А. Информационные технологии на автомобильном транспорте / Е. А. Ощепкова. – Кемерово : КузГТУ, 2012. – 144 с. – Текст: непосредственный.
4. Волков, Ю. В. Ретроспективный анализ и перспективы развития технической эксплуатации автомобилей / Ю. В. Волков – Текст: непосредственный // Вестник ХНАДУ, 2015. – № 71. – С. 30-35.

Анализ диагностического оборудования, необходимого для проведения процедуры технического контроля автопарка предприятия

Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород

Аннотация: В данной статье рассмотрен анализ диагностического оборудования, необходимого для участка технического контроля на предприятиях. Указаны необходимость и требования, предъявляемые к диагностическому комплексу. Произведено сравнение представленных на рынке диагностических устройств.

Abstract: This article discusses the analysis of diagnostic equipment necessary for the technical control site at enterprises. The need and requirements for the diagnostic complex are indicated. A comparison is made of the diagnostic devices available on the market.

Ключевые слова: диагностика, автопарк, технический контроль

Keywords: diagnostics, fleet, technical control

На сегодняшний день остро стоит вопрос о важности проведения процедуры технического контроля автопарка различных предприятий. Так как технический контроль обеспечивает исправное состояние транспорта, то для эффективной реализации данной процедуры предприятию необходимо иметь определенный комплекс диагностического оборудования. Подобные комплексы созданы для проведения диагностических работ при проведении технического осмотра, ремонта и проведения процедуры технического контроля. Благодаря таким работам можно получить информацию о техническом состоянии автомобиля перед выездом на линию, перед ремонтом и ТО. При этом полученная информация должна быть доступной, не требующей разборки узлов и агрегатов, больших затрат времени и труда [3].

Проведение процедуры технического контроля автопарка решает следующие задачи:

1. Общая оценка технического состояния автомобиля и его отдельных систем, агрегатов, узлов;
2. Определение места, характера и причин возникновения дефекта;
3. Проверка и уточнение неисправностей и отказов в работе систем и агрегатов автомобиля, которые выявляет диагностика;
4. Выдача информации о техническом состоянии автомобиля, его систем и агрегатов для выбора маршрута движения автомобиля;
5. Определение готовности автомобиля к выпуску на линию;

Для проведения работ по техническому контролю необходим определенный перечень оборудования, который включает в себя следующее [5]:

- тормозной стенд (укомплектованный весовыми датчиками);
- измеритель суммарного люфта (люфтомер);
- газоанализатор;
- дымомер;
- прибор проверки света фар;
- универсальный диагностический сканер;

К диагностическим средствам относят специальные приборы и стенды, требования к которым регламентируется ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки». В нем изложены основные приспособления и приборы для получения информации о техническом состоянии той или иной системы автомобиля [4].

Классификация диагностических устройств, в зависимости от места расположения технических средств диагностирования по отношению к автомобилю, представлена на рис.1 [1].



Рис.1. Классификация диагностических устройств в зависимости от места расположения технических средств диагностирования по отношению к автомобилю

Внешние системы диагностирования (стационарные и передвижные) хороши тем, что исключено влияние на процесс диагностирования дорожных, транспортных и природно-климатических условий. В них имеются возможности многократного повторения операций диагностирования, реализации сложных, продолжительных по времени алгоритмов, использования в составе стационарного ПК или ноутбука, накопления и длительного хранения больших объемов диагностической информации. Встроен-

ные системы диагностирования имеют тот же функционал, но в отличие от внешних систем встроены непосредственно в автомобиль [1,2].

Для того, чтобы определиться с конкретным диагностическим устройством, проведем сравнение представленных моделей на рынке. Рейтинговый сервис «МаркаКачества» провел сравнение 20 автомобильных диагностических устройств разных ценовых категорий в феврале 2019 года. Результаты представлены в табл. 1 [6].

Таблица 1.

Сравнение автомобильных диагностических устройств на 2019 год

Место	Наименование	Характеристика в рейтинге
<u>Лучшие автосканеры: бюджет до 6000 рублей</u>		
1	<u>Delphi DS150E</u>	Лучший функционал бюджетной модели
2	<u>Launch CReader V+</u>	Оптимальное соотношение цены и качества
3	<u>Orion ELM 327 Wi-Fi Micro</u>	Выгодная цена
4	<u>Scan Tool Pro</u>	Отличное качество работы
<u>Лучшие автосканеры: бюджет до 15000 рублей</u>		
1	<u>VAS 6154 Wi-Fi ODIS 4.3.3</u>	Высокое качество прибора. Большой спектр функций
2	<u>Delphi TCS CDP+ USB + BlueTooth</u>	Самый многофункциональный сканер
3	<u>AUTEL AUTOLINK AL529, OBD II</u>	Оптимальное соотношение цены и технических характеристик
4	<u>АВТОАС-СКАН - Старт</u>	Лучший отечественный сканер
<u>Лучшие автосканеры для дилерских центров</u>		
1	<u>BMW ICOM A2+B+C</u>	Большой охват поддерживаемых марок. Лучшая цена
2	<u>Mercedes SD Connect Wi-Fi</u>	Лучшие коммуникативные способности. Высокая надёжность
3	<u>Hyundai and Kia GDS VCI</u>	Выгодное соотношение цены и качества
4	<u>Drew Tech Mongoose PRO2 Toyota</u>	Самый развернутый функционал
<u>Лучшие автосканеры профессионального уровня</u>		
1	<u>BOSCH KTS 340</u>	Высокое качество сборки
2	<u>LAUNCH X-431 PAD III</u>	Лучший функционал. Выбор профессионалов
3	<u>ScanTronic R-Box</u>	Оптимальное соотношение цены и качества
4	<u>Autocom CDP Pro</u>	Выгодная цена
<u>Лучшие автосканеры премиум-класса</u>		
1	<u>Gutmann Mega Macs 56</u>	Лучшая служба поддержки. Высокое качество и информативность сканера
2	<u>Autel MaxiSYS 908S Pro</u>	Самый большой набор функций по обслуживанию авто
3	<u>CARMAN SCAN AUTO-I 700</u>	Высокоскоростная обработка данных
4	<u>TEXA NAVIGATOR TXTS BODY</u>	Самый популярный сканер на европейском рынке

В зависимости от цены и требуемых функций, каждое предприятие может выбрать конкретный экземпляр под себя.

Список литературы

1. Карпиевич, Ю. Д. Бортовое диагностирование тормозных систем автомобилей / Ю. Д. Карпиевич. – Минск : УП «Технопринт», 2002. – 220 с. – Текст : непосредственный.

2. Хазаров, А. М. Диагностирование легковых автомобилей на станциях технического обслуживания: учебное пособие для вузов / А. М. Хазаров, А. М. Кривенко Е. И. - Москва : Высшая школа, 2007. – 146 с. – Текст : непосредственный.

3. Яковлев, В. Ф. Диагностика электронных систем управления автомобильными двигателями: учеб. пособ. / В. Ф. Яковлев. – Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 122 с. – Текст : непосредственный.

4. ГОСТ Р 51709-2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки. Общее положение : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 1 февраля 2001 г. N 47-ст : введен впервые : дата введения 2002-01-01 / разработан АО «Кодекс». – Москва : Стандартинформ, 2008. – 37 с. – Текст : непосредственный.

5. Какие системы проверяет данное оборудование и основные принципы его работы? : [сайт]. – URL: https://www.rustehnika.ru/press-center/articles/gos_osmotr/ (дата обращения: 27.10.2019). – Текст электронный.

6. 20 лучших автосканеров : [сайт]. – URL: <http://markakachestva.ru/rating-of/1008-luchshie-avtoskanery.html> (дата обращения: 28.10.2019). – Текст : электронный.

Технология распознавания лиц в транспортных системах

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, г. Минск

Аннотация: В данной статье рассмотрено применение технологии распознавания лиц для контроля и мониторинга в транспортных системах. Определены основные преимущества и недостатки методов распознавания лиц. Показаны преимущества использования этой технологии в транспортных системах.

Abstract: This article discusses the use of face recognition technology for control and monitoring in transport systems. The main advantages and disadvantages of face recognition methods are determined. The advantages of using this technology in transport systems are shown.

Ключевые слова: распознавание лиц, метод гибкого сравнения на графах, нейронные сети, скрытые марковские модели, метод главных компонент, активные модели внешнего вида, активные модели формы.

Keywords: face recognition, elastic graph matching, neural networks, hidden Markov models, principal component analysis, active appearance models, active shape models.

Транспортные системы занимают важнейшее место в обеспечении практически всех сфер деятельности экономики и общества. Естественно, повышение эффективности их функционирования является необходимым условием развития и совершенствования экономики и качества жизни населения. Повышение эффективности транспортных систем предполагает решение совокупности взаимосвязанных задач, многие из которых можно отнести к задачам более высокого уровня, так как они выходят за рамки узко транспортных проблем. Задачи перспективного развития транспорта играют особую роль в больших городах. Их решение определяет возможности развития города, строительства новых предприятий и жилых районов. При решении этих задач определяются приоритеты в развитии того или иного вида транспорта в зависимости от необходимых объемов перевозок и среднего времени поездки. Развитие транспорта определяет возможности освоения природных ископаемых, привлекательность тех или иных районов для развития бизнеса, туризма, привлекательности для населения [1].

Распознавание лиц – практическое приложение теории распознавания образов, в задачу которого входит автоматическая локализация лица на фотографии и, в случае необходимости, идентификация персоны по лицу. В прошлом системы распознавания лиц находили применение в основном в правоохранной сфере, поскольку сотрубки правоохранительных органов использовали их для поиска случайных лиц в толпе. Однако есть

много других ситуаций, в которых такое программное обеспечение становится популярным. Системы становятся дешевле, их распространение растет. Теперь они совместимы с камерами и компьютерами, широко использующимися в банках и аэропортах. Использование подобных систем в этих организациях позволяет повысить эффективность и надежность функционирования их основных подразделений.

В настоящее время в системах технического зрения для решения задачи распознавания лиц используются различные подходы: метод гибкого сравнения на графах, нейронные сети, скрытые марковские модели, метод главных компонент, активные модели внешнего вида (Active Appearance Models – AAM) и активные модели формы (Active Shape Models – ASM) и др. Несмотря на большое разнообразие представленных алгоритмов, общую структуру процесса распознавания лиц можно представить в виде схемы, приведенной на рисунке 1 [2].

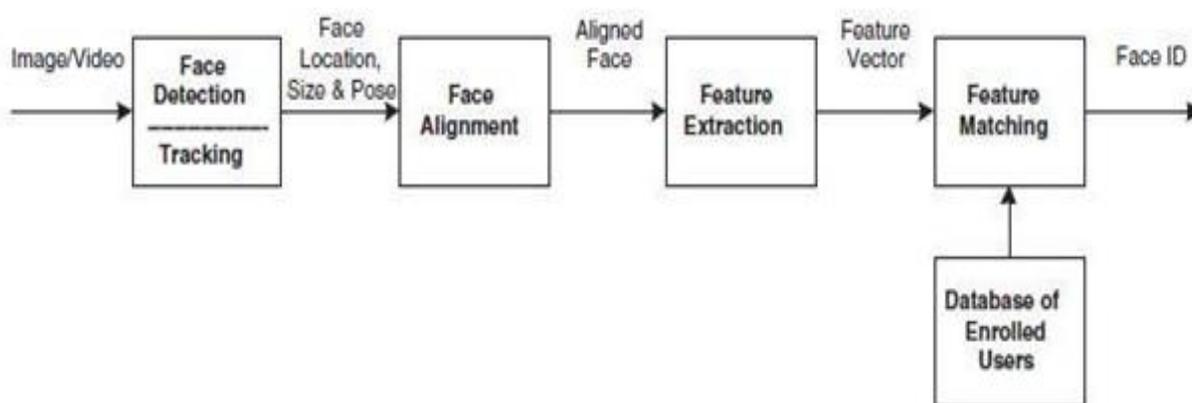


Рис. 1. Структура процесса распознавания лиц

Рассмотрим возможности этих подходов.

Метод гибкого сравнения на графах (Elastic graph matching). Суть метода сводится к эластичному сопоставлению графов, описывающих изображения лиц. Лица представляются в виде графов со взвешенными вершинами и ребрами. На этапе распознавания один из графов – эталонный – остается неизменным, в то время как другой деформируется с целью наилучшей подгонки к первому.

Нейронные сети (НС). Это система сетей, каждая из них построена на многослойном перцептроне, которая позволяет классифицировать поданное на вход изображение/сигнал в соответствии с предварительной настройкой/обучением сети. Обучаются нейронные сети на наборе обучающих примеров. Суть обучения сводится к настройке весов межнейронных связей в процессе решения оптимизационной задачи методом градиентного спуска. В процессе обучения НС происходит автоматическое из-

влечение ключевых признаков, определение их важности и построение взаимосвязей между ними.

Скрытые марковские модели (СММ или Hidden Markov Models - НММ) – статистический метод распознавания лиц с дискретным временем. СММ используют статистические свойства сигналов и учитывают непосредственно их пространственные характеристики. Элементами модели являются: множество скрытых состояний, множество наблюдаемых состояний, матрица переходных вероятностей, начальная вероятность состояний. Каждому соответствует своя Марковская модель. При распознавании объекта проверяются сгенерированные для заданной базы объектов Марковские модели и ищется максимальная из наблюдаемых вероятностей того, что последовательность наблюдений для данного объекта сгенерирована соответствующей моделью.

Метод главных компонент (principal component analysis – PCA). Основан на преобразовании Карунена-Лоева. Первоначально метод главных компонент начал применяться в статистике для снижения пространства признаков без существенной потери информации. В задаче распознавания лиц его применяют главным образом для представления изображения лица вектором малой размерности (главных компонент), который сравнивается затем с эталонными векторами, заложенными в базу данных. Главной целью метода главных компонент является значительное уменьшение размерности пространства признаков таким образом, чтобы оно как можно лучше описывало «типичные» образы, принадлежащие множеству лиц.

Активные модели внешнего вида (Active Appearance Models – ААМ) и активные модели формы (Active Shape Models – ASM) – это статистические модели изображений, которые путем разного рода деформаций могут быть подогаданы под реальное изображение. Суть метода ASM заключается в учете статистических связей между расположением антропометрических точек. На имеющейся выборке изображений лиц, снятых в анфас, эксперт размечает их расположение для каждого изображения, точки пронумеровываются в одинаковом порядке.

Эффективность всех алгоритмов была примерно одинаковой. Основные преимущества и недостатки рассмотренных методов распознавания лиц приведены в таблице 1.

Сегодня распознавание лиц может осуществляться в более сложных условиях и больших масштабах. Задачи распознавания лиц в транспортных системах могут включать обеспечение допуска ограниченного круга лиц из числа сотрудников компаний и организаций в контролируемые зоны этих учреждений, включая доступ к управлению трубопроводным транспортным системам по перекачке нефти и газа, к управлению специальным автотранспортом, включая транспорт по перевозке опасных и взрывоопасных продуктов. Кроме этого, эту технологию можно использовать в каче-

стве анализа состояния операторов транспортных средств, находящихся под воздействием алкоголя или наркотиков.

Таблица 1.

Преимущества и недостатки рассмотренных методов распознавания лиц

Методы	Преимущества	Недостатки
Метод гибкого сравнения на графах (<i>EGM</i>)	95-97% - ая эффективность распознавания даже при наличии различных эмоциональных выражениях и изменении ракурса лица до 15 градусов	Высокая вычислительная сложность процедуры распознавания, низкая технологичность при запоминании новых эталонов, линейная зависимость времени работы от размера базы данных лиц
Нейронные сети (НС)	96% точность распознавания	Трудно формализуемый этап выбора архитектуры сети (количество нейронов, слоев, характер связей).
Скрытые Марковские модели (СММ, НММ)	95% точность распознавания	Необходимо подбирать параметры модели для каждой базы данных, не минимизирует отклик на другие модели
Метод главных компонент (<i>PCA</i>)	В условиях сильного бакового и нижнего затенения изображений лиц метод показал 95% эффективность по сравнению с 53% другой метод	Для изотропного распределения (даже нормального) вместо эллипсоида рассеяния получаем шар, и уменьшить размерность методами аппроксимации невозможно
Модель активной внешности и активные модели формы (<i>AAM&ASM</i>)	Точная локализация лица и антропометрических точек на изображении для дальнейшей обработки	Практически во всех алгоритмах обязательным этапом, предваряющим классификацию, является выравнивание

Список литературы

1. Теория транспортных процессов и систем : [сайт]. – URL : [http://paclub.ru /assets/curriculum/programs](http://paclub.ru/assets/curriculum/programs) (дата обращения: 19.06.2019). – Текст : электронный.
2. Анализ существующих подходов к распознаванию лиц : [сайт]. – URL : <https://habr.com/ru/company/synesis/blog/238129> (дата обращения: 20.06.2019). – Текст : электронный.

Улучшение аэродинамических свойств автомобиля как способ экономии топлива

Казанский (Приволжский) федеральный университет,
Набережночелнинский институт, г. Набережные Челны

Аннотация: Расход топлива является одной из главных проблем эксплуатации автомобильного транспорта. В данной статье представлен способ снижения затрат на перевозку грузов путем экономии топлива за счет улучшения аэродинамических свойств транспортного средства. Рассмотрены факторы, негативно влияющие на аэродинамику грузового автомобиля, а также способы улучшения аэродинамических свойств.

Abstract: Fuel consumption is one of the main problems of road transport operation. This article presents a way to reduce the cost of cargo transportation by saving fuel by improving the aerodynamic properties of the vehicle. The factors that negatively affect the aerodynamics of a truck, as well as ways to improve aerodynamic properties are considered.

Ключевые слова: аэродинамика, расход топлива, эксплуатация автомобильного транспорта.

Keywords: aerodynamics, fuel consumption, operation of road transport.

Взаимодействия воздушного потока с транспортным средством – это фактор, от которого существенно зависит расход топлива. Сопротивление воздуха растет пропорционально квадрату скорости авто. Если на скорости до 10–15 км/ч оно практически не ощущается, то при движении на скорости около 60 км/ч на преодоление сопротивления воздуха тратится больше энергии, чем на сопротивление качению колес. Поэтому многие производители подчеркивают, что езда со скоростью больше 80–90 км/ч невыгодна, так как она приводит к резкому увеличению расхода топлива.

Взаимодействие между автомобилем и набегающими потоками воздуха зависит от множества нюансов. Каждая выступающая деталь, будь то большие зеркала заднего вида или дополнительная антенна на крыше, увеличивают сопротивление и расход топлива. Это относится даже к таким малозначительным, казалось бы, деталям, как открытые окна. Езда с открытыми окнами приводит к завихрению воздушных потоков, которые тормозят автомобиль. Поэтому с точки зрения топливной экономичности лучше включать кондиционер, чем открывать окна при движении на скорости более 40–50 км/ч.

Грузовые автомобили и автопоезда относятся к числу плохо обтекаемых автотранспортных средств. При этом, если плохая обтекаемость грузового автомобиля из-за невысоких скоростей движения сравнительно ма-

ло влияет на его технико-эксплуатационные показатели, то применительно к высокоскоростным магистральным автопоездам, ее влияние становится определяющим в борьбе за повышение их топливной экономичности.

В современных условиях значительная часть грузооборота между городами и странами обеспечивается автопоездами, и если грузовые автомобили в городах передвигаются относительно медленно, то на магистралях их скорость соизмерима со скоростью легковых автомобилей. Поэтому снижение аэродинамического сопротивления - весьма важная задача, ведь каждые 2% снижения лобового сопротивления автомобиля приносят 1% улучшения топливной экономичности.

Максимальная площадь фронтальной проекции грузового автомобиля или автопоезда ограничена соответствующими национальными и международными правилами и стандартами и обычно полностью используется. При этом кузова грузовых автомобилей и полуприцепов по размерам значительно превышают кабину автомобиля тягача, и, в частности, различие их высот оказывает отрицательное воздействие на процесс обтекания автопоезда воздухом. В Европе наиболее часто используются прицепы и особенно полуприцепы с высотой 3,6—3,8 м. Ширина их в соответствии с правилами дорожного движения большинства стран не должна превышать 2,5 м. Такой полуприцеп с острыми ребрами превышает тягач, как по высоте, так и по ширине и нарушает безотрывное аэродинамическое обтекание всей системы «тягач — полуприцеп».

Еще одним фактором, ухудшающим обтекаемость, является широкий зазор между тягачом и прицепом. При движении в нем возникает сильное завихрение, вызывающее срыв воздушного потока, в особенности при боковом ветре.

Поэтому у таких грузовых автопоездов, имеющих большую полную массу, а также большую площадь фронтальной проекции, аэродинамическое сопротивление и сопротивление качению становятся одинаковыми при скорости порядка 80 км/ч. Коэффициент C_x этих автопоездов достигает больших значений, главным образом из-за плохо обтекаемой формы. На рис. 1 приведены значения коэффициента C_x в зависимости от угла между направлением воздушного потока и продольной осью автомобиля (угла натекания) для грузового автомобиля с прицепом А, для седельного тягача с полуприцепом Б и автобуса В. Более обтекаемая форма, автобуса без боковых зазоров, острых граней и ступеней, менее подвержена влиянию бокового воздушного потока. Улучшению аэродинамики грузовых автомобилей и автопоездов в настоящее время уделяется повышенное внимание, так как без больших изменений можно снизить расход топлива на 8—10 %, что очень важно для экономичной транспортировки грузов. Исследования в аэродинамических трубах показывают, что перекрытием зазоров между различными по высоте кабиной тягача и кузовом полуприцепа при одновременном улучшении формы кузова можно снизить аэродинамическое

сопротивление предельно на 48 %. Однако на практике этот максимум недостижим. У обычного седельного автопоезда $C_x = 0,8$; установка аэродинамического щитка на крыше тягача улучшает его до 0,56, а полное перекрытие всех зазоров, устраняющее очаги завихрений, — до 0,48.

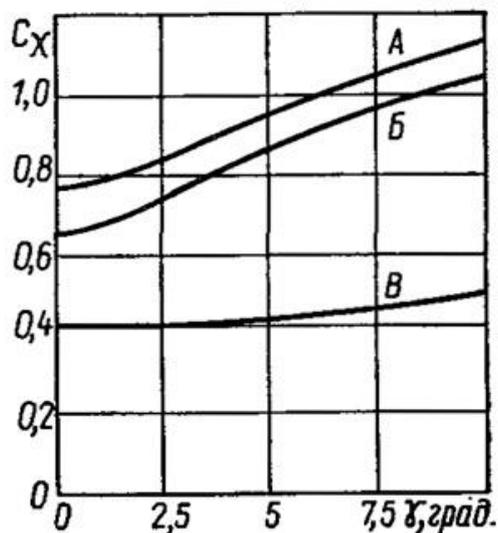


Рис. 1. Влияние угла натекания воздушного потока γ на коэффициент C_x

Основное внимание специалистов сосредоточено на аэродинамическом щитке [2], устанавливаемом на крыше тягача, который можно приспособить для полуприцепов различной высоты, меняя его угол наклона. Сравнительно небольшой щиток отклоняет воздушный поток таким образом, что он без завихрений переходит на обтекание крыши полуприцепа.

Важным является также обтекание нижней части грузового автомобиля, весьма ступенчатой и имеющей разновысокие выступы. Необходимо поэтому ограничить расход воздуха под автомобилем, что достигается при помощи переднего спойлера, установка которого в отличие от легкового автомобиля имеет целью, главным образом, уменьшение аэродинамического сопротивления. Спойлер устанавливается под передним бампером по всей ширине автомобиля так, чтобы его нижняя грань перекрывала нижнюю точку передней оси. На рис. 3 показано изменение C_x седельного тягача с полуприцепом в зависимости от направления воздушного потока у при использовании аэродинамического щитка и переднего спойлера, полученное в результате исследований фирмой «МАН» (ФРГ). Несмотря на то, что доля тягача в общем аэродинамическом сопротивлении увеличивается, само оно значительно снижается — до $C_x = 0,5$. Главной причиной такого снижения является уменьшение сопротивления полуприцепа.

Большие аэродинамические потери вызывает завихрение воздуха в зазоре между автомобилем и прицепом. У обычного прицепного автопоезда (грузового автомобиля и прицепа) общий $C_x = 0,76$. Скруглением вертикальных ребер прицепа на его передней стороне можно достичь улучшения C_x на 5,5%. Дальнейшим путем снижения C_x является установка вер-

тикального стабилизатора потока на передней стенке кузова прицепа. Этот стабилизатор разделяет пространство между автомобилем-тягачом и прицепом на две части и ограничивает завихрение. В результате C_x снижается на 6,5 %.

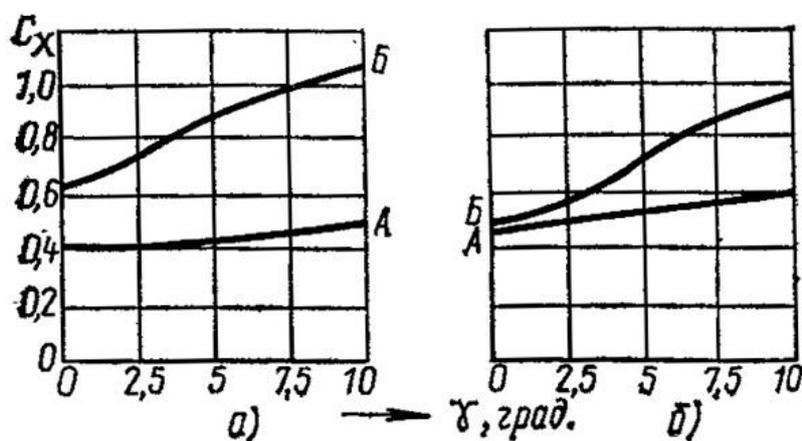


Рис. 2. Улучшение коэффициента C_x седельного тягача (А – одиночного, Б – с полуприцепом) при использовании спойлеров и обтекателей: а – исходное состояние без спойлеров и обтекателей; б – со спойлерами и обтекателями.

Одновременной установкой стабилизатора и скруглением ребер достигается улучшение C_x на 10 %. Еще большего улучшения — до 12 % — достигают полным закрыванием зазора между автомобилем и прицепом. Упругое соединение, сгибающееся при прохождении поворота, обеспечивающее быстрое расцепление автопоезда и сохраняющее гладкую поверхность кузова, позволяет получить еще 2 % улучшения C_x . Описанными выше мерами можно уменьшить суммарное аэродинамическое сопротивление на 25—27 %, что дает экономию топлива до 6—8 %.

Список литературы

1. Евграфов, А.Н. Аэродинамика автомобиля: учебное пособие / А.Н. Евграфов. – Москва : МГИУ ; 2010. – 365 с. - Текст: непосредственный.
2. Бернадцкий, В. В. Исследование аэродинамики автомобиля : монография / В. В. Бернадцкий, А. В. Острцов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. – 255. - Текст: непосредственный.
3. Мацкерле Ю. Современный экономичный автомобиль / Пер. с чешск. В. Б. Иванова; под ред. А. Р. Бенедиктова. - Москва: Машиностроение, 1987. - 320 с. - Текст : непосредственный.

Приведение условий труда на рабочем месте водителя спецтехники из вредных в допустимые

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: на основании проведенных замеров до и после шумоизоляции были снижены параметры по шуму, что соответствует санитарно-гигиеническим нормам. Разработка мероприятий по улучшению условий труда была осуществлена. Применение разработанных мероприятий привело к снижению шума и вибрации. Указанные меры позволяют сократить размер доплат за условия труда.

Abstract: based on the measurements taken before and after noise isolation, noise parameters were reduced, which corresponds to sanitary and hygienic standards. The development of measures to improve working conditions was carried out. The application of the developed measures led to a reduction in noise and vibration. These measures will reduce the amount of surcharges for working conditions.

Ключевые слова: спецтехника, условия труда, шум.

Keywords: special equipment, working conditions, noise.

Шум оказывает на человека вредное воздействие. Это воздействие зависит от уровня и характера шума, его продолжительности и индивидуальных особенностей человека. Уровень шума в 20–30 дБ практически безвреден для человека. Это естественный шумовой фон. Установлено, что при работах, требующих внимания, при увеличении уровня шума с 65 до 85 дБ имеет место снижение производительности труда на 30 %. Под влиянием сильного шума, особенно высокочастотного, в органе слуха происходят необратимые изменения. Шум мешает нормальному отдыху и восстановлению сил, нарушает сон. Транспортный шум действует угнетающе на человека – утомляет, раздражает, мешает сосредоточиться. Шум снижает работоспособность, затрудняет восприятие полезной информации, снижает точность выполнения рабочих производственных операций, создает предпосылки для производственного травматизма и возникновения профзаболеваний.

В соответствии с классификацией, предусмотренной статьей 14 Закона №426-ФЗ [1], условия труда по степени вредности и (или) опасности подразделяются на четыре класса - оптимальные (1 класс), допустимые (2 класс), вредные (3 класс) и опасные (4 класс) условия труда. При этом вредные условия труда (3 класс) подразделяются на 4 подкласса, соответствующих определенной степени вредности:

- подкласс 3.1 (вредные условия труда 1 степени);
- подкласс 3.2 (вредные условия труда 2 степени);

- подкласс 3.3 (вредные условия труда 3 степени);
- подкласс 3.4 (вредные условия труда 4 степени).

С 2014 года введен дополнительный тариф страховых взносов в ПФР за особые условия труда (таблица 1).

Но если работодатель будет улучшать условия труда и снижать вредные и опасные факторы, то дополнительный тариф будет уменьшаться.

Целью данной работы является приведение условий труда на рабочем месте машиниста трактора К-744 из вредных в допустимые, путем шумоизоляции кабины трактора звукопоглощающим материалом [4]. Ранее на предприятии ПАО «Сургутнефтегаз» работы по установке шумоизоляции трактора К-744 не производилась.

Таблица 1

Классификация условий труда

Класс условий труда	Подкласс условий труда	Дополнительный тариф страхового взноса
Опасный	4	8,0 процента
Вредный	3.4	7,0 процента
	3.3	6,0 процента
	3.2	4,0 процента
Допустимый	3.1	2,0 процента
	2	0,0 процента
Оптимальный	1	0,0 процента

В январе 2016 года Петербургский тракторный завод начал выпуск тракторов «Кировец» серии К-744 с новой кабиной. Основной целью очередного этапа модернизации трактора стало улучшение условий работы машиниста:

- расширенный сектор обзора;
- новая рулевая колонка с интегрированной в нее современной приборной панелью;
- новое удобное и комфортное сиденье водителя;
- оптимизированная система вентиляции и кондиционирования;

Но, при всех «плюсах» есть один немало важный «минус» - это повышенный фактический уровень шума.

На предприятии 13.07.2016 года, специалистами аттестующей организацией «Сертификат-Центр» г.Уфа, были проведены исследования и измерения уровня шума на 3 рабочих местах тракториста К-744. Согласно

протокола №10/16-Ш фактический уровень шума в кабине установлен в пределах 81-83 дБ, что не соответствует санитарным нормам.

Аналогичная ситуация сложилась в других организациях, где уровень шума на данных рабочих местах установлен в пределах 80-81 дБ, протокол №122/16-Ш.

В 2016 году на баланс предприятия поступили две единицы авто-тракторной техники К-744 и для приведения в соответствие условий труда на данных рабочих местах администрацией предприятия было принято решение о проведении мероприятий направленных на снижение вредного воздействия производственного шума на работника.

Для снижения вредного воздействия производственного шума на работника была проведена шумоизоляция кабины, для этого был применен шумопоглощающий материал StP Бипласт 20 К.

Данный материал обладает массой особенностей и преимуществ, имеет теплоизоляционные характеристики, убирает скрежет и посторонние шумы в салоне. В его основе вязко-эластичный полиуретан с новой пропи-точной композицией без запаха. Она придает Бипласту долговечность, водостойкость, защищает от ультрафиолетового излучения и улучшает звукопоглощающие показатели. Материал обладает уникальным свойством – эффектом «памяти», при монтаже может сильно сжиматься и впоследствии, принимая первоначальную форму, заполнять все щели и зазоры между обработанными деталями.

Технические характеристики шумоизоляции StP Бипласт 20 К:

- размер листа, м: 1x0,75
- толщина, мм: 5, 10
- удельный вес, кг/м²: 0,4-0,8
- коэффициент звукопоглощения, %: 80
- теплоизолирующие свойства: есть

Шумоизоляция кабины, а именно полового покрытия днища кузова, проводилась в ремонтно-механических мастерских слесарем по ремонту автомобилей. Для этого был снят резиновый коврик, проведена тщательная очистка от пыли, мусора и возможных масляных пятен. С помощью трафаретов были изготовлены заготовки, соответствующие конфигурации кузова, обезжирили поверхность с помощью растворителя и произвели монтаж звукопоглощающего материала, которая имеет клеевую основу с одной из сторон.

Исследование проведенные на кафедре ЭАТ, прибором МЕГЕОН 92132 (диапазон измерений 30-130 дБ; 31,5-8500 Гц) по формуле полученной на кафедре. Данный прибор предназначен для мгновенного определения уровня шума как в помещениях, так и на открытом воздухе с погрешностью 15%.

$$N = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} \cdot K_{кр} \Rightarrow N = \lg 10 \frac{P_2}{P_1} \cdot \frac{K_{норм}}{K_{факт}} \quad (1)$$

где N - усиление, либо ослабление мощности в дБ;

P_1 - мощность до усиления, Вт;

P_2 - мощность после усиления, Вт;

$K_{\text{норм}}$ - корректирующий коэффициент нормативный;

$K_{\text{факт}}$ - корректирующий коэффициент фактический.

После исследований и применения шумоизоляционного материала, уровень шума снизился на 31%.

В результате проведенных мероприятий фактический уровень шума в салоне трактора К-744 составил 78-80 дБ, протокол №125/16-Ш, что соответствует санитарно-гигиеническим требованиям.

Средняя цена материала StP Бипласт 20 К составляет 800-900 руб. за 1 лист, размер листа - 1000×750×20 мм [4]. Для шумоизоляции 1 кабины трактора К-744 необходимо 2 листа, итого от 1600-1800 руб.

Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации, работники, трудящиеся во вредных условиях, имеют право на получение дополнительной оплаты за свой труд, которая составляет минимум 4%. Нужно знать, что повышение оплаты труда и предоставление компенсаций – это обязанность работодателя, и если он не будет ее исполнять, это повлечет за собой административные меры воздействия со стороны контролирующих государственных инстанций.

На основании проведенных замеров до и после шумоизоляции были снижены параметры по шуму, что соответствует санитарно-гигиеническим нормам. Разработка мероприятий по улучшению условий труда была осуществлена. Применение разработанных мероприятий привело к снижению шума и вибрации. Указанные меры позволят сократить размер доплат за условия труда. Таким образом, эффективность работы предприятия возрастет.

Список литературы

1. Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ (ред. от 27.12.2018) "О специальной оценке условий труда" : сайт. – URL : <https://www.zakonrf.info/doc-32875429/> (дата обращения: 20.09.2019). – Текст : электронный.

2. Салов, А.И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта (практические расчеты) / А.И. Салов, Я.М. Беркович, И.И. Васильева. - Москва, Транспорт, 1977. -184 с. – Текст : непосредственный.

3. Салов, А.И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта: Учебник для студентов автодорожных вузов. - 3-е издание: / А.И. Салов. – Москва : Транспорт, 1985. - 351с. – Текст : непосредственный.

4. Стандартпласт: Материалы для шумоизоляции : сайт. – URL: <https://stp-russia.ru/> (дата обращения 20.09.2019). - Текст: электронный.

Лаборатории электронных систем управления автомобилей

Набережночелнинский институт КФУ, г. Набережные Челны

Аннотация: Статья посвящена созданию лабораторий для электронных систем управления автомобилей. Учебные стенды предназначены для диагностирования работы электрооборудования автомобилей, а также для повышения квалификации работников предприятий машиностроения.

Abstract: The article is devoted to the creation of laboratories for electronic control systems of cars. Training stands are designed to diagnose the work of electrical equipment of cars, as well as to improve the skills of employees of mechanical engineering enterprises

Ключевые слова: лаборатория, диагностика, электронные системы управления автомобилей

Keywords: laboratory, diagnostics, electronic control systems of cars

Лаборатории электронных систем управления, предназначены для использования в учебных центрах как наглядный демонстрационный материал для повышения квалификации работников предприятий машиностроения, так и для диагностирования работы электрооборудования автомобилей.

Оборудование для лаборатории электронных систем управления предназначены для проведения высококачественного теоретического и практического обучения специалистов дилерской, сервисной сети, и специалистов конечных потребителей, обслуживающих электронные системы управления автомобильной экологического класса Евро-3, Евро-4, Евро-5.

Основные функции учебных электронных систем управления:

Учебные автомобильные электронные системы управления должны позволять проводить работу по диагностике, нахождению неисправностей и проверке правильности функционирования в следующих режимах:

а) имитацию функционирования электронных систем управления в штатном режиме во время стоянки автомобиля при включенном выключателе приборов и стартера, при пуске и при работе двигателя;

б) имитацию функционирования электронных систем управления в штатном режиме при начале движения автомобиля с места и во время движения автомобиля;

в) имитацию функционирования электрооборудования автомобиля в аварийном режиме во время стоянки автомобиля при включенном выключателе приборов и стартера, при пуске и при работе двигателя;

г) имитацию функционирования электронных систем управления в аварийном режиме при начале движения автомобиля с места и во время движения автомобиля.

Диагностика электронных систем управления должна проводиться:

а) с использованием штатного набора бортовой автомобильной диагностики каждой электронной системы управления по блинк кодам или альтернативным кодам, например, кодам SPN/FMI на комбинации приборов;

б) с применением программно-аппаратных средств для каждой электронной системы управления по имеющейся K-линии, а также по каналу CAN SAE (2).

Оборудование Лаборатории электронных систем управления (далее ЭСУ) должно включать в себя:

1. Учебные автомобильные электронные системы управления.

Основу оборудования Лаборатории ЭСУ составляют учебные автомобильные электронные системы управления. Учебные электронные системы управления являются независимыми устройствами, выполненными в виде стендов (настенных, напольных, передвижных или стационарно изготовленных), легко демонтируемых и перемещаемых в различные зоны учебной аудитории.

2. Средства для диагностирования электронных систем управления.

Лаборатория ЭСУ должна быть оснащена программно-аппаратными средствами для диагностирования (диагностическим оборудованием и диагностическим программным обеспечением) для всех учебных электронных систем управления.

3. Средства для программирования электронных систем управления.

Лаборатория ЭСУ должна быть оснащена программно-аппаратными средствами для программирования всех электронных систем управления (если это предусмотрено их конструкцией).

4. Оборудование для имитации электромагнитных помех.

Лаборатория ЭСУ должна иметь оборудование для имитации электромагнитных помех в бортовой сети автомобиля в соответствии с ГОСТ 29157-91 (1).

В качестве постоянного источника электромагнитных помех, подключаемого к источнику питания электронных систем управления, допускается использовать один из мощных потребителей из состава электрооборудования автомобиля.

5. Инструменты и приборы.

Лаборатория ЭСУ должна быть оснащена инструментами, приборами (мультиметры, осциллографы, блоки питания и т.д.) и принадлежностями, необходимыми для проведения занятий.

6. Учебный стенд с дизельным двигателем (стенд ДВС).

Учебный стенд ДВС должен быть укомплектован работоспособным двигателем экологического уровня Евро-3, Евро-4, Евро-5 со всем работоспособным навесным оборудованием и рабочей электронной системой управления (электронный блок управления, датчики, исполнительные механизмы и устройства, кабели, разъёмы и т.п.). Конструкция стенда должна предусматривать устройства и приспособления для внесения неисправностей, их поиска и устранения, а также для имитации и наглядной демонстрации (визуального представления) отдельных процессов в ДВС, контролируемых (регулируемых, управляемых) электронной системой управления двигателем, а также процессов в самой электронной системе управления.

Макеты натуральных образцов диагностического оборудования должны обеспечивать доступность изучения изделий, реально отражать монтаж и расположение элементов электронных систем управления – датчиков, исполнительных механизмов, элементов электроники (3).

Основные оборудования существующих в лабораториях электронных систем управления:

Макеты натуральных образцов:

- ДВС Евро-3, Евро-4, Евро-5 с топливной системой.
- Рабочее место водителя с панелью приборов (комбинация приборов, другие контрольно-измерительные приборы, органы управления, сиденье водителя с пневмоподвеской).
- Коробка передач с автоматическим и электронным управлением
- Стартер.
- Топливный насос с электронным управлением.
- Газовый ДВС с электронным управлением Евро-4.
- Система топливоподачи с топливным насосом в рампе с датчиками.
- Форсунки – 2 шт.
- Стенды:
- Основные элементы электронных систем управления рабочего процесса ДВС;
- Система навигации;
- Тахограф.

Диагностическое оборудование:

- Мультиметр,
- USB Осциллограф,
- Оборудование для работы с шиной CAN,
- Системный диагностический модуль,
- Сканер комбинации приборов,

- Системный диагностический модуль,
- Диагностический адаптер,
- Диагностический адаптер АБС, EBS,
- Диагностический адаптер АКП,
- Система диагностики двигателя,
- Программный модуль,
- Проектор с соединительными кабелями,
- Экран переносной (3).

Лаборатории электронных систем управления автомобилями позволяют не только повысить качество обучения персонала в системе повышения квалификации, но и полноценно провести диагностику электрооборудования, а также выявить различные отклонения на ранних этапах функционирования электрооборудования автомобилей.

Список литературы

1. ГОСТ 29157-91. Совместимость технических средств электромагнитная. Электрооборудование автомобилей. Помехи в контрольных и сигнальных бортовых цепях. Требования и методы испытаний: разработан и внесен техническим комитетом 56/ исполнители: В.А. Набоких, канд. техн. наук; Н.А. Володина, канд. техн. наук; Б.Е. Бадю; В.С. Абрамов: дата введения 1993-01-01: утвержден и введен в действие: Постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 11.12.91 N 1915.

2. Коваленко, О.Л. Электронные системы автомобилей: учебное пособие / О.Л. Коваленко. – Архангельск : ИПЦ САФУ, 2013. - 80 с.: ил. ISBN 978-5-261-00762-3. – Текст : непосредственный.

3. ЧОУ ДПО «Региональный институт передовых технологий и бизнеса»: сервисное обслуживание автотехники «КАМАЗ»: сайт. – URL: <http://riptib.ru/napravleniya/servisnoe-obslyuzhivanie-avtomobilnoytechnikamaz> (дата обращения: 25.10.2019) – Текст : электронный.

Влияние продолжительности эксплуатации на рыночную стоимость подвижного состава

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: стратегии замены подвижного состава зависят от многих факторов и не всегда позволяют реализовать весь технический потенциал автомобилей. В этой связи, исследования, направленные на установление рыночной стоимости автомобилей для определения оптимальной продолжительности их эксплуатации, являются актуальными

Abstract: device allows to improve efficiency and safety of computer working process with the exception of circulatory disorders of the wrist joint. The intended design can be the basis of manipulators in the fields of telemetry, robotics and remote control systems of transport and transport-technological machines.

Ключевые слова: Автомобиль, стратегия замены подвижного состава, рыночная стоимость, автотранспортное предприятие, продолжительность эксплуатации.

Keywords: Automobile, rolling stock replacement strategy, market value, trucking company, operating duration.

Развитие рыночных отношений явилось важной предпосылкой роста объёмов производства и необходимости совершенствования стратегического планирования на предприятиях нефтегазодобывающего комплекса [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Вместе с тем, стратегии замены подвижного состава зависят от многих факторов и не всегда позволяют реализовать весь технический потенциал автомобилей, заложенный заводом-изготовителем. В этой связи, исследования, направленные на установление рыночной стоимости автомобилей для определения оптимальной продолжительности их эксплуатации, являются актуальными.

Определение динамики изменения рыночной стоимости автомобилей на вторичном рынке капитальных товаров осуществлялось на основе данных интернет-сайтов, обзоров и других открытых источников по реализации автомобилей с актуальным ценообразованием. Для корректного определения стоимости автомобиля на вторичном рынке оценка осуществлялась с жесткой привязкой к типу двигателя внутреннего сгорания (ДВС), году выпуска и комплектации исследуемой марки автомобиля на основании усредненных значений по общей выборке. Результаты анализа совокупности предложений на вторичном рынке по исследуемым моделям автомобилей сводились в единую таблицу, на основании чего рассчитывались параметры экспоненциальной модели изменения стоимости на вторичном рынке.

Средняя стоимость автомобиля на вторичном рынке капитальных товаров рассчитывается на основе статистических данных по актуальным рыночным предложениям с обязательной привязкой к типу ДВС, году выпуска и комплектации модели:

$$C_p = (C_{pmin} + C_{pmax}) \cdot 0.5, \quad (1)$$

где C_p – стоимость автомобиля на вторичном рынке средняя, руб.;
 C_{pmin} – минимальная стоимость автомобиля на вторичном рынке, руб.;
 C_{pmax} – максимальная стоимость автомобиля на вторичном рынке, руб.

Изменение стоимости автомобиля на вторичном рынке в зависимости от продолжительности эксплуатации или наработки предложено аппроксимировать экспоненциальной моделью следующего вида:

$$C_p = a \cdot e^{-bL} \quad (2)$$

где C_p – стоимость автомобиля на вторичном рынке средняя, руб.;
 a – стоимость нового автомобиля, руб.;
 b – коэффициент, учитывающий динамику изменения стоимости автомобиля на вторичном рынке, руб.;
 l – продолжительность автомобиля, км.

Для проведения экспериментальных исследований был выбран автомобиль TOYOTA LAND CRUISER 200, ввиду его распространённости и популярности на АТП нефтегазодобывающего комплекса (Рис. 1).

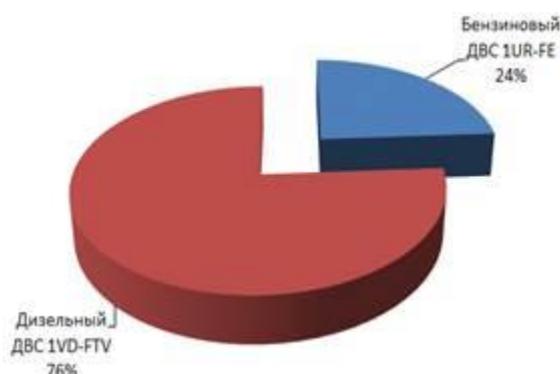


Рис. 1. Статистика продаж TOYOTA LANDCRUISER 200 по типам ДВС в 2018 г.

Расчёт изменения стоимости TOYOTA LAND CRUISER 200 на вторичном рынке осуществлялся на основе открытых интернет-ресурсов по продаже автомобилей в России. На основе исходных требований отбира-

лись предложения с учётом года выпуска, пробега и комплектации, что позволило повысить достоверность полученных данных (табл. 1).

Таблица 1.

Изменение стоимости TOYOTA LAND CRUISER 200 на вторичном рынке в зависимости от продолжительности эксплуатации

Продолжительность эксплуатации, г.	C_p с дизельным ДВС, т.руб.	C_p с бенз. ДВС, т.руб.	Дизельный ДВС C_{pmin} , т.руб.	Дизельный ДВС C_{pmax} , т.руб.	Бензиновый ДВС C_{pmin} , т.руб.	Бензиновый ДВС C_{pmax} , т.руб.
1	4760	5150	4210	5310	4500	5800
2	4575	4900	3950	5200	4300	5500
3	4160	4100	3420	4900	3500	4700
4	3500	3325	2500	4500	2650	4000
5	3100	3000	2300	3900	2500	3500
6	2785	2675	2270	3300	2250	3100
7	2575000	2450	2150	3000	2050	2850
8	2125000	2050	1650	2600	1600	2500
9	1950000	1950	1600	2300	1550	2350
10	1875	1800	1550	2200	1550	2050

Данные эксперимента обрабатывались по стандартным методикам с использованием Microsoft Excel. Результаты представлены на рисунке 2.

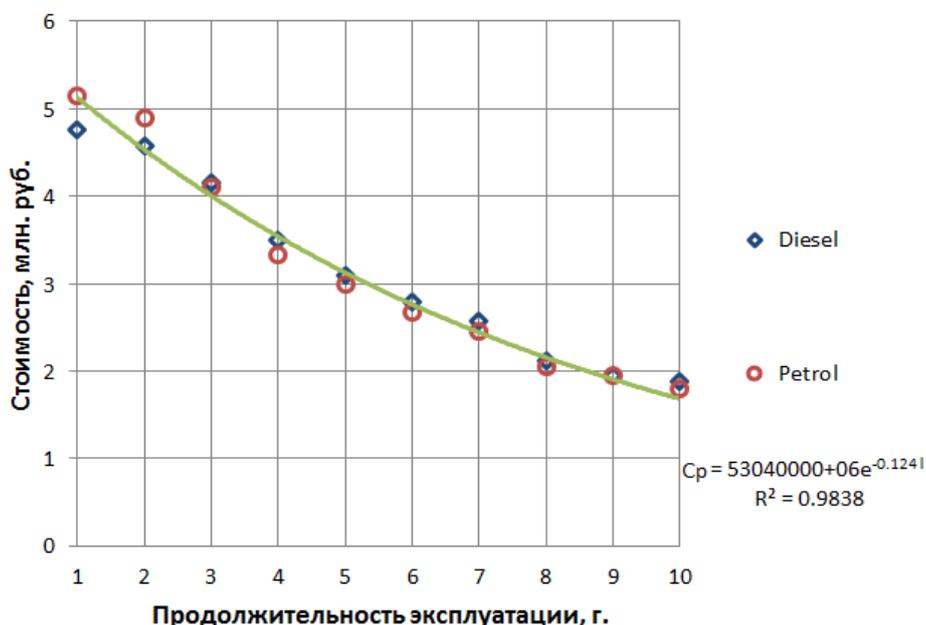


Рис. 2. Влияние продолжительности эксплуатации на рыночную стоимость TOYOTA LAND CRUISER 200

Таким образом, обработка статистических данных позволила определить изменения стоимости автомобилей на вторичном рынке в зависимости от наработки и продолжительности эксплуатации. На основе этих данных определены параметры математической модели влияния продол-

жительности эксплуатации TOYOTA LAND CRUISER 200 на рыночную стоимость его реализации:

$$C_{PTLC200} = 53040000 \cdot e^{-0,124L} \quad (3)$$

Полученные результаты могут быть использованы при выборе стратегии замены и определении оптимальной продолжительности эксплуатации подвижного состава.

Список литературы

1. Захаров, Н. С. Моделирование процессов формирования уровня заряженности автомобильных аккумуляторных батарей в зимний период / Н. С. Захаров, Н. О. Сапоженков. – Текст : непосредственный // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. Иркутск. - 2016. - № 3 (51). - С. 232-237.

2. Сапоженков Н. О. Методы оценки фактической ёмкости автомобильных аккумуляторных батарей при отрицательных температурах / Н. О. Сапоженков, – Текст : непосредственный // Новые технологии - нефтегазовому региону материалы Международной научно-практической конференции. - Тюмень, 2016. - С. 256-260. – Текст : непосредственный.

3. Сапоженков, Н. О. Изменение температуры автомобильных аккумуляторных батарей в зимний период / Н. О. Сапоженков. – Текст : непосредственный // Инженерный вестник Дона. - 2015. - № 3 (37). - С. 188.

4. Сапоженков Н. О. Корректирование периодичности технического обслуживания автомобильных аккумуляторных батарей / Н. О. Сапоженков, – Текст : непосредственный // Транспортные и транспортно-технологические системы материалы Международной научно-технической конференции. Министерство образования и науки Российской Федерации ФГБОУ ВПО ТГНГУ. Уральское межрегиональное отделение Российской Академии транспорта; Ответственный редактор – Н. С. Захаров. - Тюмень, 2014. - С. 231-235. – Текст : непосредственный.

5. Сапоженков Н. О. Моделирование процессов формирования уровня заряженности автомобильных аккумуляторных батарей в зимний период / Н. О. Сапоженков, Н. С. Захаров, – Текст : непосредственный // Проблемы функционирования систем транспорта Материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 50-летию со дня основания Тюменского индустриального института. - Тюмень, 2013. - С. 307-309. – Текст : непосредственный.

6. Эммус, А. А. Выбор экономически обоснованной стратегии замены подвижного состава в автотранспортном предприятии : 08.00.05 : автореф. дис. ... канд. экономических наук / А. А. Эммус. - Санкт-Петербург, 1995. - 19 с. – Текст : непосредственный.

Проблемы автомобильно-дорожного комплекса г. Сургута

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В работе представлены результаты эксперимента по исследованию интенсивности движения транспортного потока двух наиболее загруженных перекрёстков промышленной части города Сургута. Выполнено сравнение с результатами исследований предыдущего периода по изменению интенсивности движения транспортных средств и определены пути дальнейшего исследования.

Abstract: The paper presents the results of an experiment to study the traffic intensity of the two busiest intersections of the industrial part of the city of Surgut. The comparison with the results of studies of the previous period on the change in the intensity of traffic of vehicles is carried out and the ways of further research are determined.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, транспортный поток, интенсивность движения.

Keywords: street and road network, traffic flow, traffic intensity.

Населенный пункт г. Сургут является административным центром Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Город расположен на правом берегу реки Оби и находится на шестидесятой северной широте. В настоящее время город является крупным промышленным центром России и занимает 3-е место в стране по объёмам промышленности, уступая Москве и Санкт-Петербургу. В городе активно работают крупнейшие компании топливно-энергетического комплекса: ОАО «Сургутнефтегаз», «Тюменьэнерго», «Газпром», «Газпром переработка», «Газпром трансгаз Сургут».

Уровень автомобилизации населения города Сургута находится на лидирующих позициях по отношению к другим городам России, при этом уровень автомобилизации города ежегодно растёт.

Автомобилизация составляет 531,7 автомобилей на 1000 жителей, а уровень обеспеченности населения индивидуальным легковым автотранспортом – до 75% от уровня автомобилизации, т.е. до 428 автомашин на 1000 жителей [1].

Рост автомобильного парка и объема перевозок в городе Сургуте ведет к увеличению интенсивности движения, что в условиях застройки города ведет к транспортной проблеме. Проявляется она в узловых пунктах улично-дорожной сети. Значительно увеличиваются транспортные задержки, образуются очереди и заторы, что вызывает снижение скорости сообщения, неоправданный перерасход топлива и повышенное изнашивание узлов и агрегатов транспортных средств.

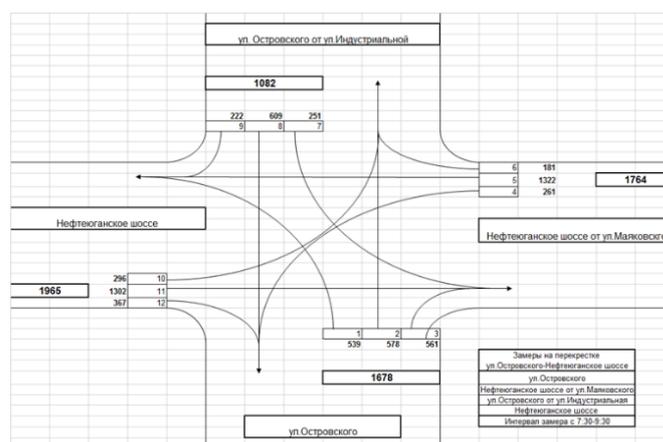


Рис. 3. Схема перекрестка Нефтеюганское шоссе- ул.Островского

Данные перекрестки являются границей между городом и промышленной зоной, в которой располагаются филиалы таких предприятий как: ПАО «Сургутнефтегаз», ООО «Газпром трансгаз Сургут», АО Государственная компания «Северавтодор» и многие другие. В утренний час-пик образуются заторы в сторону промышленной зоны, а вечером в обратном направлении.

Результаты эксперимента по определению интенсивности движения транспортного потока на двух перекрестках сведены в таблицу 1.

Таблица 1.

Результаты исследований интенсивности транспортного потока

Название участка	Интенсивность движения, авт/час	
	в текущем периоде	в предыдущем периоде
Перекресток Нефтеюганское шоссе - ул. Маяковского		
ул. Маяковского	1407	1200
Нефтеюганское шоссе	1057	1500
ул. Производственная	966	700
Нефтеюганское шоссе от Островского	1007	1600
Перекресток Нефтеюганское шоссе - ул.Островского		
ул. Островского	1678	600
Нефтеюганское шоссе от от Маяковского	1764	1800
ул. Островского от Индустриальной	1082	1100
Нефтеюганское шоссе от Аэрофлотской	1965	1500

Количество автомобилей увеличилось на 17% по ул. Маяковского, по ул. Производственная на 38%. Из таблицы видно, что количество автомобилей при подъезде к перекрестку Нефтеюганское шоссе - ул.Островского возросло. По ул. Островского на 179%, Нефтеюганском шоссе от ул. Аэрофлотская на 31%. Это может быть связано с появлением новых заводов, складов, филиалов организаций на промышленной зоне.

Рост количества автомобилей на перекрестке приводит к переменному режиму движения, частым остановкам и скоплениям автомобилей, ко-

торые в свою очередь являются причинами повышенного загрязнения воздушного бассейна города продуктами неполного сгорания топлива. Городское население постоянно подвержено воздействию транспортного шума и отработавших газов [2].

Выхлопы автотранспортных средств представляют собой сложную многокомпонентную смесь из опасных и токсичных веществ. Результаты исследований, проведенных в разных странах, показали, что наибольшая концентрация загрязняющих веществ выделяется автотранспортом в момент работы на холостом ходу и при кратковременных остановках [3].

Для избежание экологических проблем, загазованности в городе, необходимо принять меры для улучшения пропускной способности дорог, уменьшить простои автомобилей, работающих на холостом ходу. Для решения данной задачи можно использовать адаптивный светофор, который подстраивается под наиболее загруженные участки дороги и увеличивает продолжительность работы зеленого сигнала светофора. Также можно организовать реверсивное движение, которое в утренние часы будет добавлять полосу в сторону промышленной зоны, а в вечерний период времени в обратном направлении [4]. Внедрение данных систем также позволит транспортным компаниям избежать крупных затрат на топливо, а также на ремонт и обслуживание автомобилей.

Список литературы

1. Проект Решения Думы «О внесении изменений в Решение Думы города от 25.12.2017 № 221-VI ДГ «О программе комплексного развития транспортной инфраструктуры муниципального образования городской округ город Сургут на период до 2035 года»; опубликован "Сургутские ведомости", N 51, 30.12.2017– Текст: непосредственный.

2. Панфилов А. А. Взаимосвязь автомобилизации и проблем экологической безопасности / А. А. Панфилов – Текст: непосредственный // Эксплуатация и обслуживание транспортно-технологических машин : Межвузовский сборник научных трудов. – Тюмень, 2005. - С. 96-100.

3. Винокурова, М. В Влияние автомобильно-дорожного комплекса г. Сургут на загрязнение атмосферного воздуха и здоровье населения / М. В. Винокурова, М. В. Винокуров, С.А. Воронин – Текст: непосредственный // Гигиена и санитария. - 2015. Т. 94. - № 1. С. 57-61.

4. Кременец, Ю.А. Технические средства организации дорожного движения: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Орг. и безопасность движения (автомоб. трансп.)" направления подготовки дипломированных специалистов "Орг. перевозок и упр. на трансп." / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – Москва : Академкнига, 2005. – 279 с – Текст : непосредственный.

**Организация участка по производству запасных частей
для нефтегазопромыслового оборудования и автотранспорта
на предприятии ПАО «Сургутнефтегаз»**

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: в статье рассматривается пример организации участка на предприятии с использованием современных методов прототипирования и мелкосерийного производства запасных частей, метод направленный на снижения зависимости от импорта запасных частей, уменьшения затрат предприятия на обслуживание и поддержание оптимального уровня технической готовности нефтегазопромысловой техники.

Abstract: the article describes an example of organization of the site at the enterprise with use of modern methods of prototyping and small batch production of spare parts, the method aims to reduce dependence on imports of spare parts, reducing costs on maintenance and to maintain an optimal level of technical maturity of oil and gas field equipment.

Ключевые слова: запасные части, нефтегазопромысловая техника, обслуживание, снижение затрат, импортозамещение, производство, аддитивное производство, прототипирование.

Keywords: spare parts, oil and gas equipment, maintenance, cost reduction, import substitution, production, additive manufacturing, prototyping.

Проблема обслуживания транспортно-технологических машин и нефтегазопромыслового оборудования является актуальной на предприятии ЦБПО ПРНСиНО ПАО «Сургутнефтегаз», так как 47% всей техники является зарубежного производства, что показано на рис.1. Затраты на техническое обслуживание и ремонт импортной техники намного больше, чем на отечественную, а в некоторых случаях отсутствие востребованных запчастей приводят к простоя импортной техники.

Организация участка в ЦБПО ПРНСиНО ПАО «Сургутнефтегаз» по прототипированию и мелкосерийному производству с использованием аддитивных технологий является дополнение к существующей программе импортозамещения на предприятии.

За 2018 год велась работа по программе импортозамещения в техническом отделе организации. Работники данного отдела сотрудничают с управлением внешне-экономической деятельности в решении проблем снижения затрат и уменьшения зависимости от импортных производителей запасных частей для обеспечения оптимального коэффициента технической готовности. Они занимаются поиском отечественных поставщиков, которые смогут предоставить аналоги к востребованным запасным частям и расходным материалам. Так, на данный момент реализуемая программа

импортозамещения в предприятии охватывает только около 30 процентов из всего объема запчастей для импортной непромысловой техники.

На данный момент в России нет регламента стандартизации и сертификации аддитивных технологий. Участок будет организовываться по фактическим данным, собранным в организации и методам аддитивного производства из разных источников.



Рис. 1. Диаграммы распределение техники: а - производитель; б - тип импортной техники.

В ходе анализа выгрузки потребности запасных частей за два года и анализе запасных частей, имеющихся на складе, показанных на рис. 2, на импортную технику производства National Oilwell Varco было выявлено, что цены на пластиковые и резинотехнические запасные части необоснованно завышены. Учитывая это, можно выбрать основной перечень производственных материалов для внедрения в производство.



Рис. 2. Склад запасных частей

На предприятии есть возможность внедрения аддитивного производства в цех изготовления резинотехнических изделий (РТИ), располагающийся в производственном корпусе ремонтно-механической мастерской (РММ). Площадь помещения равна 81 м².

Основные технологии, которые будут применяться на участке — это технология FDM печати с возможностью использования тугоплавких ма-

териалов, а также технология литья изделий из двухкомпонентных полимеров в вакуумно-литьевой машине.

Участок прототипирования и мелкосерийного производства на рис. 3 будет организован в цехе по изготовлению РТИ, так как они имеют схожие функции на предприятии. Технологическое оборудование нового участка занимает площадь, равную 9 м².

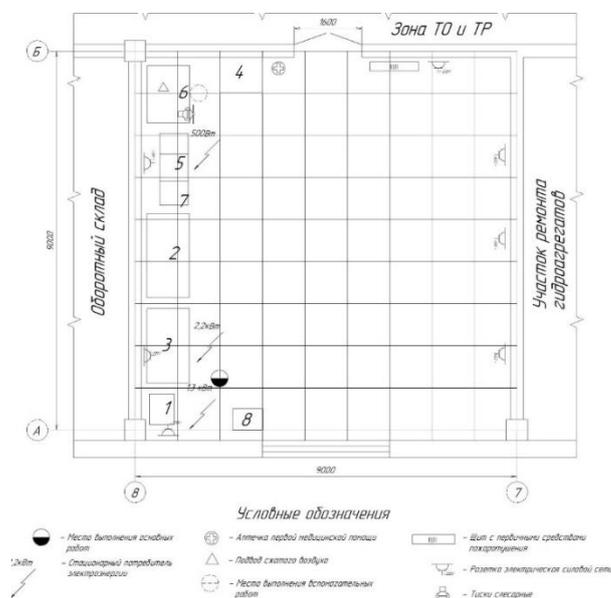


Рис. 3. Схема участка прототипирования и мелкосерийного производства: 1 - FDM принтер, 2 - стеллаж для изделий, 3 – вакуумно-литьевая машина, 4 - шкаф для хранения инструментов и расходных материалов, 5 - персональный компьютер, 6 - верстак, 7 - стол, 8 - 3D сканер

По причине особенностей аддитивных технологий к производству изделий разных конфигураций при расчете экономической эффективности не предполагается привязка к производству определенного типа продукции, за основу берется только производительность процесса [1].

Производительность в год для 3D принтера:

$$W_{3D} = П \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot T_{эф} = 0,06 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 8100 = 272,16 \text{ (кг/год)}. \quad (1)$$

где W – производственная мощность, кг/год;

$П$ – паспортная производительность одного агрегата основного оборудования, кг/ч;

n – количество работающих однотипных агрегатов на участке;

K_1 – среднегодовое значение коэффициента использования агрегата равен 0,8;

K_2 – коэффициент загрузки участка в период освоения производства в первый год равен 0,7, в последующие 0,8;

$T_{эф}$ – эффективный фонд времени оборудования равен 8100 часам в год.

Производительность в год для вакуумно-литьевой машины:

$$W_{\text{в}} = \Pi \cdot \Pi \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot T_{\text{эф}} = 2 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 8100 = 9072 \text{ (кг/год)}. \quad (2)$$

Списочная численность персонала ($M_{\text{ч}}$) – один квалифицированный инженерный работник. Численность не меняется в зависимости от выпуска продукции, зарплата начисляется по окладам.

Внедрение участка экономически эффективно. Эффективность можно наблюдать на примере закупки ремонтного комплекта для диафрагменного насоса Wilden, показанного на рис. 4, стоимость которого составляет 108 тысяч рублей, по данным из программы SAP. При применении аддитивного производства можно изготовить тот же ремонтный комплект, учитывая физические свойства оригинала. Себестоимость такого изготовления обойдется около 500 рублей с учетом всех издержек. Экономия в этом случае составила более 100 тысяч рублей.



а

б

*Рис. 4. Мембрана ремонтного комплекта для насоса Wilden:
а – напечатанный на FDM принтере, б - оригинальная мембрана*

Список литературы

1. Eyers, D.R. Каналы электронной коммерции для аддитивного производства: предварительное исследование / D.R. Eyers, A.T. Potter – Текст : непосредственный // Journal of Manufacturing Technology Management. - 2015. – Том. 26. - ИСС. 3. – С. 390-411.

2. Красовский, В.Н. Системное проектирование технологических процессов централизованного ремонта агрегатов автомобилей по техническому состоянию / В.Н. Красовский, В.А. Корчагин, В.В. Попцов. Монография / - Тюмень: ТюмГНГУ, 2016. – 152 с. – Текст : непосредственный.

Применение биодизельного топлива на автотранспорте

Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
г. Киев, Украина

Аннотация: в статье рассмотрена возможность применения биодизельного топлива в двигателях внутреннего сгорания. Сравнительный анализ физико-химических показателей стандартного дизельного и биодизельного топлива показал, что, в частности, при сгорании последнего снижается эмиссия сажи и твердых частиц в отработавших газах, улучшается процесс распыления топлива в камере сгорания двигателя.

Abstract: the possibility of using biodiesel in internal combustion engines is considered in the paper. A comparative analysis of the physico-chemical parameters of standard diesel and biodiesel fuel showed, that, in particular, when the latter is burned, the emission of soot and particulate matter in the exhaust gases is reduced, and the process of fuel atomization in the combustion chamber of the engine is improved.

Ключевые слова: топливо, двигатель, биодизель.

Keywords: fuel, engine, biodiesel.

Использование альтернативных видов моторного топлива позволяет улучшить экологические и эксплуатационные свойства автомобильного транспорта и строительно-дорожной техники. В качестве такого вида топлива проанализируем возможность применения биодизеля, получаемого из возобновляемых источников сырья растительного происхождения.

Одним из основных условий нормальной эксплуатации двигателей внутреннего сгорания на биодизеле (биодизельном топливе) является качество топлива, соответствующего производственным стандартам.

К примеру, в Европе уже существует стандарт на биодизель EN 14214:2003, в Украине действует только отраслевой стандарт СОУ 24.14-27-561:2007. Эти стандарты полностью идентичны, однако выполнение стандарта на биодизель в Украине тормозится отсутствием сертифицированной измерительной аппаратуры. В проекте стандарта России имеются некоторые отличия EN 14214:2003 в сторону понижения ряда показателей (содержание воды, свободного глицерина и метанола), что в дальнейшем может препятствовать использованию биодизеля в зарубежной технике.

Процесс получения биодизеля происходит в ходе химической реакции переэтерификации. Рапсовое масло в присутствии катализатора щелочного характера вступает в реакцию с метанолом, образуя метиловый эфир жирных кислот рапсового масла (биодизель RME – Rape Methyl Ester) и глицерин (табл. 1) [1]. Биодизель из рапсового масла производится в Европе – стоимость одного литра топлива без учета сырья примерно рав-

на 30...40 EURO и в Малайзии, но из пальмового масла (PME – Palm Methyl Ester). В США производится гидрированный этиловый эфир жирных кислот соевого масла (HySEE – Hydrogenated Soy Ethyl Ester) [2].

Таблица 1.

Состав реагентов до и после получения биодизельного топлива

Реагент	До реакции, %	После реакции, %
Рапсовое масло (RO – Oil Rape)	86	—
Спирт – метанол (CH ₃ OH)	12	4
Катализатор (щелочи) – NaOH, KOH	1	—
Нейтрализатор (кислота) – H ₃ PO ₄	1	—
Биодизель – RME	—	86
Глицерин (CH ₂ ОНСНОНСН ₂ ОН)	—	9
Удобрение – фосфаты	—	1

Таблица 2.

Физико-химические показатели стандартного нефтяного дизельного топлива, растительных моторных топлив и биодизеля

Показатель	Вид топлива					
	ON	растительное топливо			биодизель	
		OSu	OS	OR	RME	PME
Цетановое число	48	≈50	≈50	49	52	62,4
Массовая энергоёмкость, МДж/кг	43,84	36...39	36...39	37,1	36,7	40,1
Температура воспламенения, °С	40	200... 250	200... 250	200	130	174
Вязкость кинематическая при 40 °С, мм ² /с	2,84	31,54	31,98	34,56	4,61	4,50
Плотность при 20 °С, кг/м ³	839	917	917	914	882	870

Примечание: ON (Oil Normal) – стандартное нефтяное дизельное топливо; OSu (Oil Sunflower) – подсолнечное масло; OS (Oil Sou) – соевое масло.

Из сравнения физико-химических показателей различных видов моторных топлив (табл. 2) следует, что биодизель имеет:

- массовую энергоёмкость, меньше на 15...17 % чем у дизтоплива;
- большую плотность от 3,5 до 8,5 % (для растительных топлив), что частично компенсирует меньшее значение массовой энергоёмкости;
- на несколько десятков процентов больше связующего кислорода в жирных кислотах, что улучшает процесс сгорания, снижает эмиссию сажи и твердых частиц в отработавших газах двигателей;
- большее цетановое число и меньшее содержание серы, в сравнении со стандартным нефтяным дизельным топливом;

– на 8...13 % ниже поверхностное натяжение, чем у стандартного нефтяного дизельного топлива, что положительно влияет на процесс распыления топлива в камере сгорания двигателя внутреннего сгорания.

Введение до 10 % об. биодизельного топлива практически не влияет на физико-химические и эксплуатационные свойства стандартного нефтяного дизельного топлива, однако при увеличении содержания метилового эфира жирных кислот рапсового масла возникает необходимость добавления в топливо депрессорных присадок.

В США используется два типа биодизельного моторного топлива: B100 – «чистое» биодизельное топливо и B20 – стандартное нефтяное дизтопливо, которое содержит 20 % об. биодизельного топлива.

Из анализа физико-химических свойств биодизельных топлив, а также их смесей со стандартным дизтопливом следует, что они могут использоваться для двигателей с воспламенением от сжатия с непосредственным впрыском топлива, предкамерным впрыском топлива, а также в двигателях с наддувом городского транспорта, легковых и грузовых автомобилей.

На основе исследований [1, 3] можно констатировать, что, например, топливо из метилового эфира жирных кислот рапсового масла:

- отрицательно влияет на гибкость резинотехнических топливопроводов и вызывает разрушительное воздействие на автомобильную краску;
- имеет приближенное к нефтяному дизельному топливу время эксплуатации моторного масла;
- не влияет на ускорение процесса износа двигателей;
- применение окисляющего катализатора значительно снижает эмиссию специфических альдегидов при полной нагрузке двигателя.

Следует отметить, что в настоящее время наибольшую проблему составляет цена биодизеля как альтернативного моторного топлива: цены биотоплив не являются конкурентоспособными по сравнению с ценами на нефтяные топлива, поэтому их применение требует введения определенных государственных дотаций с целью снижения стоимости.

Список литературы

1. Лютко, В. Застосування альтернативних палив у дизельних двигунах / В. Лютко. – Івано-Франківськ : Видавн. відділ «Полум'я» Ін-ту менеджменту та економіки, 2000. – 238 с. – Текст : непосредственный.
2. Васильев, И. П. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля / И. П. Васильев. – Луганск : Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2009. – 240 с. – Текст : непосредственный.
3. Семенов В. Г. Биодизель. Физико-химические показатели и экологические характеристики работы дизельного двигателя / В. Г. Семенов. – Харьков : Изд-во НТУ «ХПИ», 2002. – 186 с. – Текст : непосредственный.

Экспериментальное определение температуры обмотки статора автомобильного генератора

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Аннотация: В статье рассмотрены разновидности потерь, возникающих в процессе работы автомобильного генератора переменного тока. Рассмотрены существующие аналитические и экспериментальные методы определения потерь в магнитопроводе статора автомобильного генератора. Экспериментально установлено влияние рабочих параметров генератора (частоты вращения ротора и тока нагрузки) на тепловое состояние обмотки статора.

Abstract The article describes the types of losses that occur during the operation of an automobile alternator. Existing analytical and experimental methods for determining losses in the stator magnetic circuit of an automobile alternator are considered. The effect of the alternator operating parameters (rotor speed and load current) on the thermal state of the stator winding was experimentally established.

Ключевые слова: автомобильный генератор, обмотка статора, тепловые потери, рабочие параметры генератора

Keywords: automobile alternator, stator winding, heat loss, alternator operating parameters

Генератор — это сложный элемент системы электроснабжения современного автомобиля, представляющий собой устройство, предназначенное для преобразования механической энергии вращения коленчатого вала двигателя в электрическую энергию. Как и у любого устройства, преобразующего энергию, значение коэффициента полезного действия у генератора находится далеко от 100%.

Потери в процессе преобразования энергии генератором возникают практически во всех элементах, из которых состоит сам узел, так и его привод. Потери возникают в ремённой передаче, которая включает в себя два шкива и ремень, в обмотках статора, полюсах статора, в регуляторе напряжения, в выпрямителе и прочих элементах генератора. В разных элементах имеют место разные виды энергии, соответственно механизм возникновения потерь везде разный. Однако, во всех случаях энергия потерь, в итоге, преобразуется в тепловую и расходуется на нагрев элементов генератора, сопряжённых с ним прочих элементов конструкции автомобиля, а также рассеивается в воздух окружающей среды [1, 2].

В табл. 1 представлены основные виды потерь в автомобильном генераторе, и их распределение согласно различным источникам. В данной статье рассмотрим тепловые потери, возникающие в обмотке статора генератора.

Распределение потерь в автомобильном генераторе

Автор	Распределение потерь			
	Аэродинамические	Механические	Электрические	Магнитные
Lilya Bouarroudj [3]	6 %		56 %	38 %
Sai Chun Tang [5]	3 %	5 %	57 %	35 %
Jérémie Lutun [4]	-	3 %	68 %	29 %

Проанализируем существующие методы оценки тепловых потерь, возникающих в обмотке статора генератора. Для начала опишем механизм возникновения этих потерь. Так как в обмотках статора протекает электрический ток высокой мощности, то в них возникают Джоулевы потери, которые характеризуются значениями силы тока в цепи и ее сопротивлением. Численно данные потери считаются по формуле

$$P = R \cdot I^2 \quad (1)$$

где P – мощность потерь, Вт;

R – сопротивление обмотки статора, Ом;

I – сила тока в обмотке статора, А.

Сила тока является эксплуатационным параметром, зависит от количества включённых потребителей на автомобиле. Отличия между методами по определению потерь в обмотках статора состоит в том, что исследователи определяют значение фазного тока разными способами.

Определить значения фазных токов, не прибегая к сложным техническим изменениям в узле, возможно лишь с использованием аналитических и эмпирических переводных формул.

Методика эксперимента.

Проведение эксперимента осуществлялось на специализированном стенде, позволяющем регулировать частоту вращения ротора генератора и ток нагрузки. В качестве объекта исследования был выбран генератор 2112-3701010 (14 вольт 80 ампер), массово применяемый на автомобилях семейства ВАЗ. Для исключения воздействия на тепловое состояние магнитных потерь, необходимо пропустить через фазы статора постоянный ток. Для этого к фазам были подключены две стартерные аккумуляторные батареи (6СТ55L), как показано на рисунке 1. Поскольку, обмотка статора обладает крайне низким сопротивлением 30-40 мОм, то для ограничения тока последовательно были включены реостаты. Для измерения температуры был использован полупроводниковый датчик, закреплённый на поверхности обмотки статора.

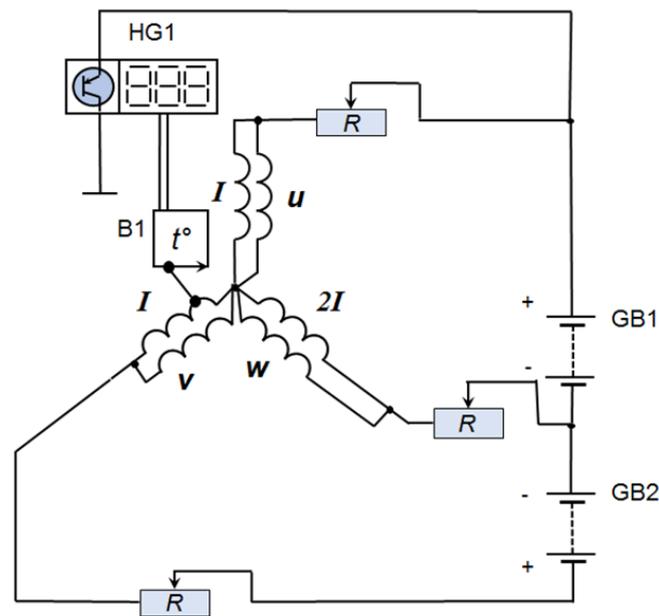


Рис. 1. Схема проведения эксперимента
 GB1, GB2 – аккумуляторные батареи, B1 – датчик температуры, HG1 – индикатор температуры, R – реостаты, u, v, w – фазы обмотки статора.

В результате проведения эксперимента определена зависимость температуры обмотки статора от мощности потребителей. С помощью реостатов, устанавливалась определённая сила тока в фазах генератора. Работа генератора осуществлялась в течение 20 минут для выхода на стационарный тепловой режим, после которых фиксировалась температура в обмотке статора. Результаты эксперимента представлены на рисунке 2.

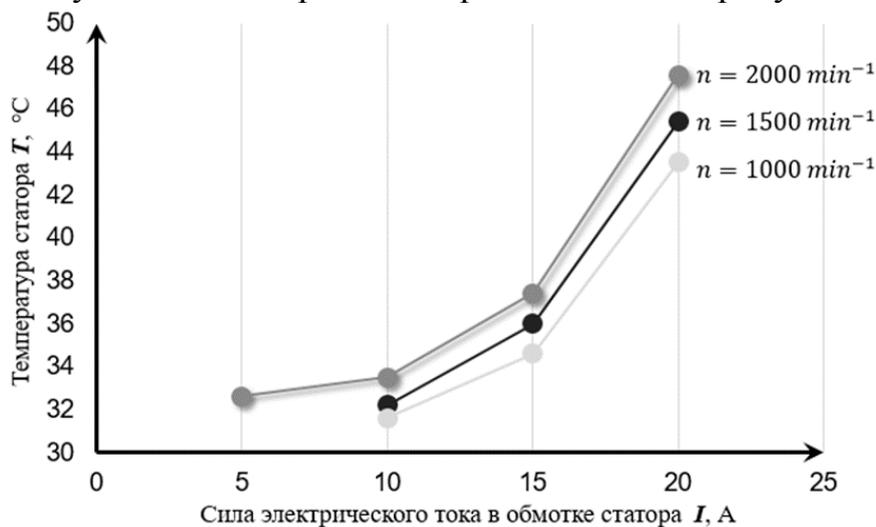


Рис. 2. Экспериментальный график зависимости температуры обмотки статора от силы электрического тока

Также в результате эксперимента была получена зависимость температуры от частоты вращения ротора для этого с помощью стенда устанавливалась определённая частота вращения. Результаты эксперимента представлены на рисунке 3.

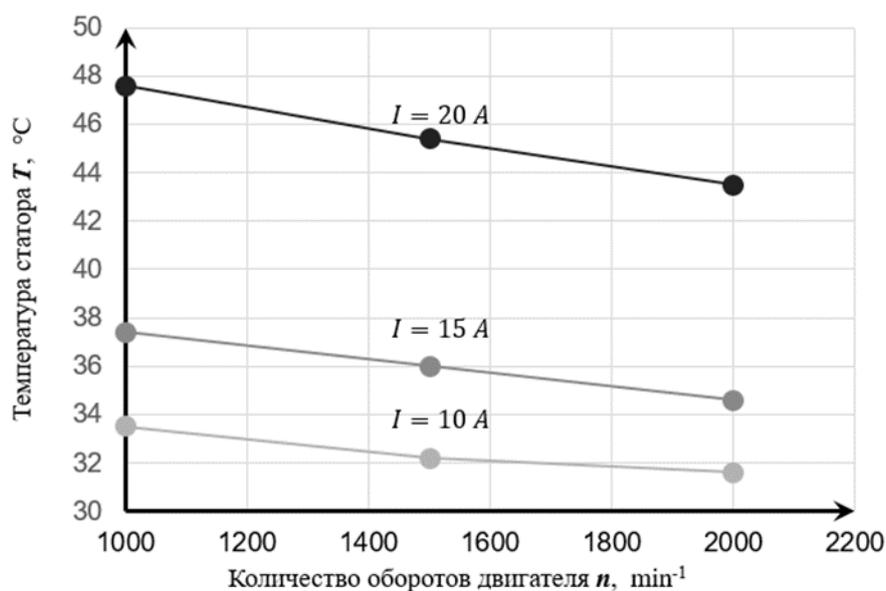


Рис. 3. Экспериментальный график зависимости температуры от количества оборотов на двигателе

Таким образом установлена влияние рабочих параметров генератора (частоты вращения ротора и тока нагрузки) на тепловое состояние обмотки статора. Продолжение исследования будет направлена на определение температуры при протекании по ней переменного тока, а также определение теплового состояния при типовых неисправностях генератора.

Список литературы

1. Пузаков, А.В. Исследование влияния эксплуатационных факторов на тепловое состояние автомобильного генератора / А.В. Пузаков, Я.Ю. Осаулко. – Текст : непосредственный // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2018. – № 1 (52). – С. 16-23.
2. Пузаков, А.В. Разработка модели теплового состояния автомобильного генератора / А.В. Пузаков, Я.Ю. Осаулко. – Текст : непосредственный // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2018. – № 5. – С. 80-84.
3. Bouarroudj, L. Contribution à l'étude de l'alternateur à griffes. Application au domaine automobile: monograph / L. Bouarroudj. – Grenoble: Université de Grenoble, 2005. – 146 p. – Text : electronic.
4. Lutun, J. Modélisation thermique des alternateurs automobiles: monograph / J. Lutun. – Grenoble: Université de Grenoble, 2012. – 168 p. – Text : electronic.
5. Tang, S. Thermal Modeling of Lundell Alternators / S. Tang, A. Thomas, J. David, C. Perreault // IEEE Transactions on energy conversion. – 2005. – Т. 20. vol. 1. – pp. 25-36. – Text : electronic.

Автоматизация возведения временных зимних дорог

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: Известно, что возведение снежных дорог до настоящего времени выполняется с использованием практически примитивной технологии, что приводит к низкой производительности и невысокому качеству строительства. Малоэффективность способов строительства снежных дорог требует создания на основе полученных знаний высокопроизводительных технологий и технологических средств для их возведения.

Abstract: It is known that the erection of snowy roads to date is carried out using practically primitive technology, which leads to low productivity and low quality construction. The inefficiency of methods for building snowy roads requires the creation of high-performance technologies and technological means for their construction on the basis of the knowledge gained.

Ключевые слова: снежные дороги, производительность, качество строительства, технологии, возведение.

Keywords: snowy roads, productivity, quality of construction, technology, construction.

К началу 90-х годов усилиями таких институтов, как ЦНИИМЭ (г. Химки), ГПИ им. Жданова А.А. (г. Горький), НИАИ ВВС, СевНИИП (г. Архангельск), НИИОСП им. Герсевича (г. Москва), Красноярский филиал ВНИИстройдормаш и др., создано и испытано несколько экспериментальных образцов снегоуплотняющих машин, а начиная с 2000-х годов при активном участии коллектива ТюмИИ совместно с трестом "Севертрубопроводстрой" и ДСУ-22 разработаны основы теории рабочих процессов, описаны некоторые эмпирические зависимости и, главное, построены первые участки снежоледового покрытия автодороги при непосредственном участии автора.

В зарубежной практике первая зимняя дорога протяженностью 590 км была проложена от Матагами до строительной площадки №2 комплекса на р. Ла-Гранд. Расчистку трассы зимника начали в ноябре 1972г., а к концу января 1973 года он был открыт для движения. Строительство трассы вели одновременно на всем ее протяжении, для чего ее разбили на участки протяженностью по 80 км. Средний темп строительства составлял 0,8 км/сут.

При разработке месторождений Ямбурга и полуострова Ямал были проложены зимники, но эффективность их эксплуатации остается сравнительно низкой, так как неправильный выбор конструкции дорожного по-

лотна (превышение или понижение поверхности полотна относительно высоты снегового покрова, отсутствие учета направлений ветра и снегопереноса и т.д.) привело к тому, что дороги являлись снегосборниками и расчистка их от снега лишь увеличила затраты на содержание [1].

Основным недостатком таких зимних дорог традиционной конструкции является необходимость их периодической очистки от выпавшего снега до поверхности грунта, а особенно от снега, перенесенного в результате метелей. По этой причине такие дороги в варианте без насыпи строят при условии, что снегоперенос в месте работ не превышает 200 м^3 на метр дороги. В противном случае расчистка дороги приводит к большим экономическим затратам. К недостаткам автозимников относятся также и существенная неровность поверхности покрытия и значительный экологический ущерб, связанный с разрушением растительного покрова почвы во время строительства и эксплуатации дорог и размывом почвы вдоль дорог в весенний период.

Решение практических задач обеспечения транспортными связями трубопроводно-строительных комплексов, а также при проведении ремонтно-восстановительных работ в условиях бездорожья требует систематизации, обобщения имеющихся исследований и разработок, организационно-технологической подготовки производства, обоснованных рекомендаций по ряду технико-экономических аспектов. К ним относятся, в первую очередь, обоснование и выбор способа создания дорожного полотна, определение протяженности трассы с разбивкой ее на участки оптимальной длины, во-вторых, выбор техники и технических средств, обеспечивающих создание дорожного полотна, эффективного для данного региона [2].

Следовательно, снеголедовые дороги являются наиболее эффективным средством транспортного обеспечения в процессе строительства и ремонта трубопроводов, если требуется создать дорогу на 1 — 2 строительных сезона.

Список литературы

1. Основина, Л.Г. Автомобильные дороги. Строительство, ремонт, эксплуатация / Л.Г. Основина. – Москва : Феникс, 2015. - 496 с.- Текст : непосредственный.

2. Садило, М. В. Автомобильные дороги. Строительство и эксплуатация / М.В. Садило, Р.М. Садило. – Москва : Феникс, 2018. - 368 с. - Текст : непосредственный.

Особенности обслуживания автомобилей с установленным газобаллонным оборудованием

Белгородский Государственный Технологический Университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород

Аннотация: в данной статье рассматриваются особенности выполнения технического обслуживания и ремонта автомобилей с установленным газобаллонным оборудованием. Изучены основные методы и технологии проведения работ по обслуживанию и диагностике системы ГБО.

Abstract: this article discusses the features of the maintenance and repair of vehicles with installed gas equipment. The basic methods and technologies of carrying out maintenance and diagnostics of the GBO system were studied.

Ключевые слова: автомобиль, обслуживание, технология, диагностика, газ, баллон.

Keywords: car, service, technology, diagnostics, gas, cylinder.

Газобаллонное оборудование, при помощи которого возможно использование альтернативного вида топлива, способного сэкономить часть денежных средств автовладельцев, в настоящее время имеет большую популярность. Для надежного и безотказного функционирования всей системы владельцу транспортного средства необходимо следить за техническим состоянием отдельных элементов, а также выполнять ежедневные и регламентные работы по техническому обслуживанию и ремонту. Техническое обслуживание такого типа проводят в соответствии с «Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта» [2].

Специализированные предприятия, оказывающие услуги ТО и ТР газовых систем и оборудования, в своем составе должно иметь:

- диагностический пост проверки герметичности системы;
- пост аккумуляирования и дегазации баллона;
- специализированный участок технического обслуживания и ремонта газобаллонного оборудования.

Технологические процессы обслуживания и текущего ремонта автомобилей, оснащенных газобаллонным оборудованием, имеют довольно широкий ряд особенностей. Поэтому диагностирование системы и проведение различного рода работ должно осуществляться с использованием современного технологического оборудования, технологической и организационной оснастки, позволяющей наиболее качественно и за менее короткий срок выполнить весь перечень необходимых работ [1].

Особенностью первого технического обслуживания автомобилей, газобаллонное оборудование которых работает на сжиженном нефтяном газе, является проверка предохранительного клапана газового баллона. Данный клапан срабатывает при повышении давления внутри баллона свыше 1,7 МПа и исключает, или сводит к минимуму, вероятность критического разрушения баллона. В связи с тем, что давление в баллоне находится в допустимых пределах длительное время, клапан может прилипнуть к седлу или засориться. Это может привести к увеличению необходимого усилия для открытия клапана. Поэтому путем принудительного открытия нужно проверять его работоспособность. В дальнейшей эксплуатации возможна установка опломбированного клапана, способного исключить необходимость проделывания данной операции. В перечень работ по ТО-1 также входят смазочно-очистительные работы, предусматривающие очистку второй ступени газового редуктора. Для таких целей на газовом редукторе отведено специальное сливное отверстие [6].

При переключении бензинового топлива на газовое появляется необходимость в его очистке. Поэтому система ГБО включает в себя еще минимум два фильтрующих элемента. Первый устанавливается перед входом в редуктор для очистки жидкостной фазы, а второй - перед форсунками для очистки паровой фазы. Своевременная очистка и замена фильтрующих элементов требуется не только для уменьшения сопротивления в системе подачи газа, но и для исключения возможного попадания мелких частиц в редуктор или цилиндропоршневую группу. Пренебрежение замены фильтров отрицательно скажется на функционировании системы питания, а также возможном возникновении проблем с негерметичностью внутренних узлов.

Заключительным этапом ТО-1 является проверка, как газовой, так и бензиновой топливной аппаратуры на герметичность. Важно уделить особое внимание на те места, где герметичность была нарушена специально, например, при очистке и замене фильтрующих элементов. После оценки герметичности требуется произвести проверку двигателя на различных нагрузочных режимах [7].

Второе техническое обслуживание начинается с проведения уборочно-моечных работ и дальнейшей постановкой автомобиля на пост. С баллона необходимо слить топливо и произвести его дегазацию инертным газом. В перечень работ ТО-2 входит:

- проверка системы сжатым воздухом или азотом;
- оценка работы двигателя на газовом топливе при различной частоте вращения коленчатого вала;
- регулировка холостого хода;
- измерение содержания СО в отработавших газах;
- оценка состояния двигателя при различных нагрузках на бензиновом топливе. При необходимости регулировка холостого хода.

Так же в перечень операций второго технического обслуживания входят работы по замене фильтрующих элементов, оценка герметичности топливопроводов и мест их соединения, а также проведение комплексной компьютерной диагностики [5].

Обеспечение надежной, экономичной и безопасной работы системы достигается за счет своевременного проведения технического обслуживания и ремонта. Благодаря этому возможно вовремя определить и устранить неполадки до момента их негативного воздействия на работу авто или появления серьезных проблем.

Список литературы

1. Лиханов, В.А. Применение и эксплуатация газобаллонного оборудования / В.А. Лиханов, Р.Р. Девятьяров. – Киров : Вятская ГСХА, 2006. - 183 с. - Текст: непосредственный.

2. Золотницкий, В.А. Автомобильные газовые топливные системы / В.А. Золотницкий – Москва : АСТ, 2007. - 128 с. - Текст: непосредственный.

3. Золотницкий, В.А. Новые газотопливные системы автомобилей / В.А. Золотницкий – Москва : Издательский Дом Третий Рим, 2005. - 64 с. - Текст: непосредственный.

4. Особенности эксплуатации автомобиля с ГБО : сайт. - URL: <https://tahoma-gas.ru/?page=36&block=313&p%5B10%5D=2> (дата обращения: 18.09.2019). - Текст: электронный.

5. Прохождение ТО для машины с ГБО : сайт. - URL: <https://gbo4.ru/prohojdenie-to-dlya-mashini-s-gbo.html> (дата обращения: 20.09.2019). - Текст: электронный.

6. Техническое обслуживание ГБО : сайт. - URL: <https://gazblog.ru/gbo/remont-i-diagnostika/tehicheskoe-obsluzhivanie-gazovogo-oborudovaniya> (дата обращения: 19.09.2019). - Текст: электронный.

7. Техническое обслуживание ГБО : сайт. - URL: <https://agts.ru/i/to-gbo/> (дата обращения: 21.09.2019). - Текст: электронный.

Экспериментальное определение тока генератора в процессе движения автомобиля

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Аннотация: оперативное определение технического состояния автомобильного генератора является важным условием надежной работы потребителей электроэнергии на борту транспортного средства. В работе определена мощность отдельных потребителей с помощью токоизмерительных клещей и изменение тока генератора в процессе движения автомобиля. Полученные результаты лягут в основу разработке испытательного цикла для системы электроснабжения с целью оперативного мониторинга технического состояния ее элементов.

Abstract: the prompt determination of the technical condition of the automobile alternator is an important condition for the reliable operation of electricity consumers on board a vehicle. The work determines the power of individual consumers using current-measuring clamps and the change in the generator current in the process of vehicle movement. The results obtained will form the basis for the development of a test cycle for the power supply system with the aim of operational monitoring of the technical condition of its elements.

Ключевые слова: автомобильный генератор, сила тока, токовый шунт, потребители

Keywords: automobile alternator, current, current shunt, consumers

Основным источником электроэнергии на автомобиле является генератор, от надежной работы которого зависят все электрические потребители, в том числе отвечающие за безопасность движения. Следовательно, актуальность приобретает задача оперативного определения технического состояния генератора. Для этого необходимо установить, как изменяется сила тока исправного генератора в процессе эксплуатации.

Перед проведением эксперимента, при помощи токоизмерительных клещей Testo 770-2 была определена сила тока различных потребителей энергии, установленных на автомобиле (рис. 1) [1]. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Следует заметить, что максимальное значение потребляемого тока в процессе эксперимента не превысило 36 А (соответствует 45% номинальной мощности генератора), однако при установке дополнительного оборудования возможны и большие значения [2, 3].

Для измерения силы тока генератора в процессе движения автомобиля токоизмерительные клещи не пригодны, поэтому используем для этих целей токовый шунт номиналом 100А.

Результаты калибровки шунта приведены на рисунке 2, из которого следует, что напряжение на измерительных выводах шунта прямо пропорционально силе протекающего тока.

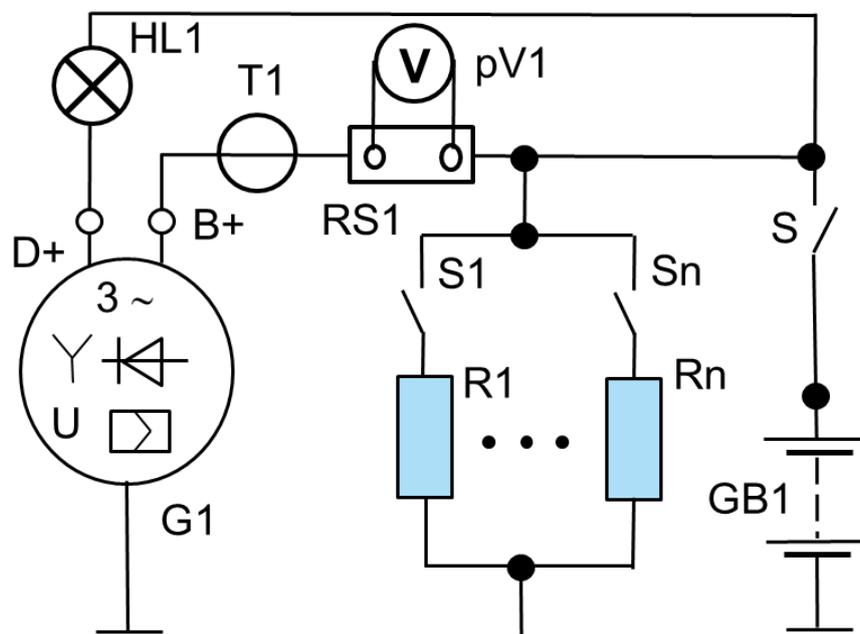


Рис.1. Схема проведения эксперимента:

G1 – автомобильный генератор, *GB1* – аккумуляторная батарея, *HL1* – контрольная лампа, *R1-Rn* – задействованные потребители, *S* – выключатель зажигания, *T1* – токоизмерительные клещи, *RS1* – токовый шунт (100 А), *pV1* – мультиметр

Таблица 1.

Значения силы тока для потребителей электроэнергии

Потребители	Сила тока, А
Зажигание, бензонасос (неработающий двигатель)	1,5
Двигатель	6
Габаритные огни	3
Ближний свет	13
Отопитель салона	13
Стеклоочиститель передний	8
Стеклоочиститель задний	3
Аварийная сигнализация	9
Магнитола	1,5
Итого	56,5

Результаты измерения силы тока генератора в процессе движения автомобиля приведены на рисунке 3.

На рисунке 3 можно заметить, что среднее значение силы тока в процессе движения автомобиля снижалось, что связано с повышением температуры подкапотного пространства [4, 5, 6, 7]. Кроме того, на рисунке 3 отчетливо выделяются моменты включения отдельных потребителей (сиг-

нал торможения и указатели поворотов). Включение отопителя увеличило среднее значение потребляемого тока с 24 до 29А.

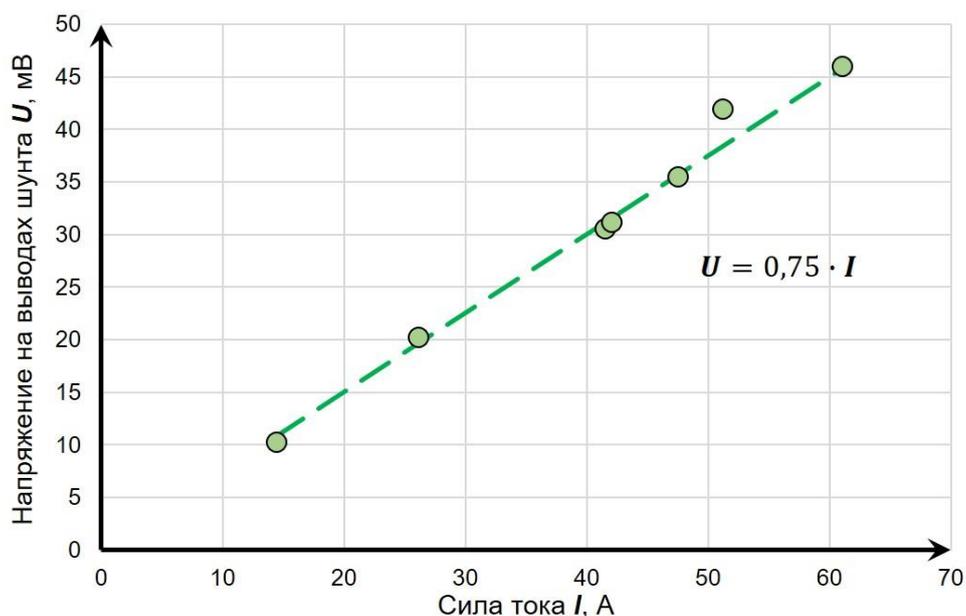


Рис. 2. Зависимость напряжения на выводах шунта от силы тока

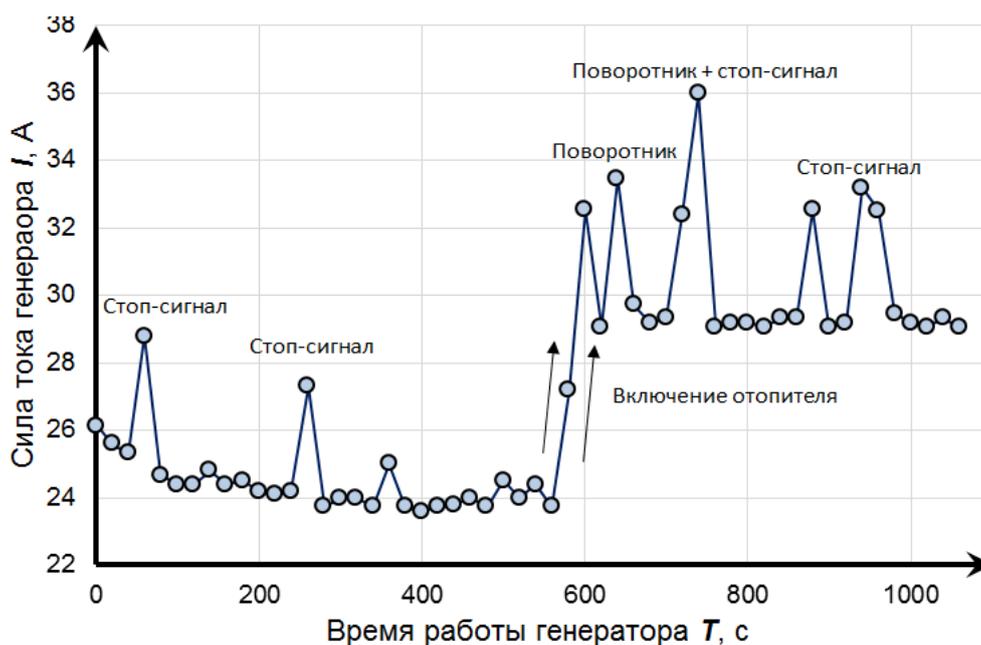


Рис. 3. Изменение силы тока генератора в процессе движения

Полученные результаты лягут в основу разработки испытательного цикла [8] для системы электроснабжения с целью оперативного мониторинга технического состояния ее элементов.

Список литературы

1. Пузаков А.В. Исследование зависимости теплового состояния автомобильных генераторов от силы тока потребителей /А.В. Пузаков, К.А. Власов – Текст : непосредственный // Проблемы функционирования систем транспорта Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2-х томах. Ответственный редактор А.В. Медведев. – Тюмень: ТИУ, 2019. – С. 367-371. – Текст : непосредственный.
2. Пузаков А.В. Исследование теплового состояния автомобильного генератора в процессе эксплуатации / А.В. Пузаков, Я.Ю. Осаулко – Текст : непосредственный // Проблемы функционирования систем транспорта: материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (с международным участием), 20-22 декабря 2016 г. В 2 т. Т. 2. / Отв. редактор А. В. Медведев – Тюмень: ТИУ, 2016. – С. 290-295 – Текст : непосредственный.
3. Пузаков А.В. Исследование теплового состояния автомобильных генераторов в эксплуатации / А.В. Пузаков, Я.Ю. Осаулко – Текст : непосредственный // Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта: материалы Междунар. очно-заочн. науч.-техн. конф., 22-23 дек. 2016 г., Тула. – Тула: ТулГУ, 2017. – Вып. 1. – С. 41-47. – Текст : непосредственный.
4. Chen Mu-Kuen. Thermal effect of stator winding to the vehicle alternator / Mu-Kuen Chen – Text : electronic // Electrical Machines and Systems, 2007. ICEMS. International Conference on 2007. – Seoul T.10. №13. – 2007. – P. 1041- 1045.
5. Maloberti O. Thermal modelling of a claw-pole car alternator: Steady-state computation and identification of free convection coefficients / Maloberti O. Gimeno A., Ospina A.; Friedrich G., Kadri Benkara K. El., Charbonnier L. – Text : electronic // Electrical Machines (ICEM), 2012 XXth International Conference on 2-5 Sept. 2012 Marseille. – France. P. 1888 – 1892.
6. Tang, S., Thomas A. Keim, David J. Perreault C. Thermal Modeling of Lundell Alternators, IEEE Transactions on energy conversion. – 2005. – Т. 20. № 1. – P. 25-36.
7. S. Brisset, Michel Hecquet, P. Brochet. Thermal modelling of a car alternator with claw poles using 2D finite element software. COMPEL: The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering. – 2001. – Vol. 20. – №1. – P. 205-215.
8. Nagashima, N., Nishimura, R., Ochiai, R., Fujita, G. and Fukuda, T. (2007). Construction of Highly-Accurate Simulation Model in Automobile's Power System. 7th WSEAS International Conference on Electric Power Systems, High Voltages, Electric Machines, Venice, Italy, November 21-23, 2007.

Разработка альтернативной формы аренды транспортных средств, для обслуживания нефтегазовой отрасли

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: Одной из проблем Акционерного Общества «РН-Няганьнефтегаз» (далее АО «РНН») является рост общей себестоимости производства продукции предприятия. Поэтому необходимо оценить перспективу повышения эффективности затрат, в частности, затрат на специализированный транспорт. В транспортном отделе АО «РНН», находится Центральная инженерно-технологическая служба (далее - ЦИТС), которая находится на месторождении и занимается обеспечением спецтехники, а также осуществляет транспортировку производственного персонала (бригад нефтяников, специалистов и аппарат управления, работающих на месторождении).

Abstract: One of the problems of JSC "RN-Nyaganneftegaz" (hereinafter JSC "RNN") is the growth of the total cost of production of the enterprise. Therefore, it is necessary to assess the prospect of increasing cost efficiency, in particular, the cost of specialized transport. In the transport Department of JSC "RNN", there is a Central engineering and technological service (hereinafter-CITS), which is located at the field and is engaged in providing special equipment, and also carries out transportation of production personnel (teams of oilmen, specialists and management personnel working at the field).

Ключевые слова: Центральная инженерно-технологическая служба, департамент нефтегазодобычи, «иждивение», внутрипромысловые дороги.

Ключевые слова: Central engineering and technological service, Department of oil and gas production, "dependency", intra-field roads.

Целью данной статьи является, снижение операционных затрат посредством приобретения дефицитных транспортных средств (далее ТС), для оказания транспортных услуг, через лизинговую компанию с дальнейшей передачей данных ТС на конкурентной основе потенциальным контрагентам («иждивение»).

Совместно с департаментом нефтегазодобычи (далее – ДНГД) был разработан план по оптимизации тарифов на специализированную технику, с возможностью закупа через лизинговую компанию дефицитной техники для структурных подразделений.

Основными задачами транспортного отдела является организация бесперебойного обслуживания всеми видами транспорта (наземного, воздушного, водного) структурных подразделений ДНГД для обеспечения ритмичной работы по выполнению плана добычи нефти и газа при наименьших затратах, а также организация текущего ремонта внутрипромысловых дорог, содержания автодорог и зимников, согласно заявкам, поступающим от структурных подразделений ДНГД.

В табл. 1. приведен перечень имущества, который планируется приобрести.

Таблица 1.

Перечень передаваемого имущества на условиях иждивения

№ п/п	Наименование объекта	Первоначальная рыночная стоимость транспортного средства, без НДС	Первоначальная лизинговая стоимость транспортного средства, без НДС
1	Установка паровая промышленная ППУА 1600/100М на шасси КАМАЗ	3 849 735,59	4 388 698,57
2	Установка паровая промышленная ППУА 1600/100М на шасси КАМАЗ	3 849 735,59	4 388 698,57
3	Установка паровая промышленная ППУА 1600/100М на шасси КАМАЗ	3 849 735,59	4 388 698,57
4	Автоцистерна нефтепромышленная АКНС-10-43118, насос ВК-6МН2, 10м3	3 377 351,69	3 850 180,93
5	Автоцистерна нефтепромышленная АКНС-10-43118, насос ВК-6МН2, 10м3	3 377 351,69	3 850 180,93
6	Агрегат цементировочный АЦ-32 (с насосом ЗПН-32) на шасси КАМАЗ-43118-42	4 556 376,27	5 194 268,95

Для определения экономии, посчитали сумму затрат при действующем договоре, а также сумму затрат при передаче ТС на «иждивении». [1] (Рис. 1).

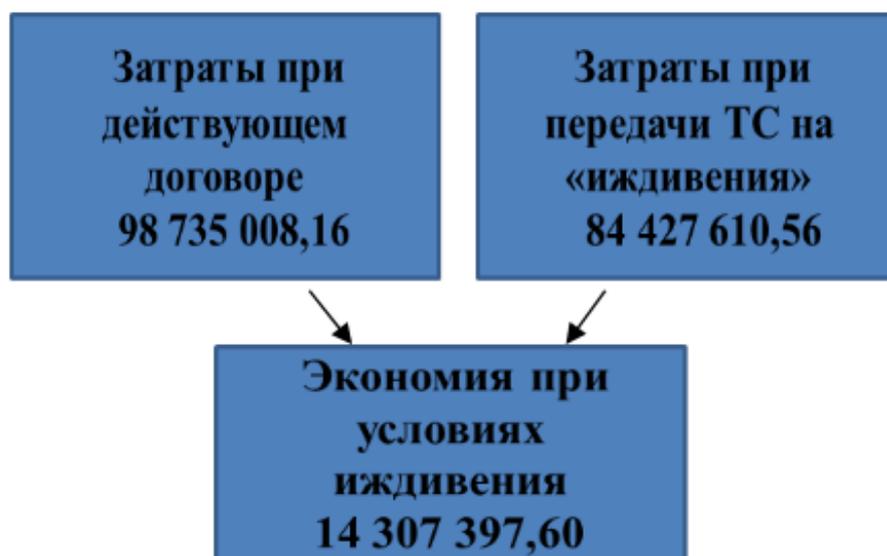


Рис. 1. Затраты, экономия.

*дополнительные затраты на 6 ед. ТС (страхование, постановка на учет) 92 100,00 руб. Расчет произведен на 3 года.

Таблица 2.

Корректировка тарифов для оказания транспортных услуг на условиях «иждивения»

№	Источник информации	Вид транспорта и спецтехники	Тарифы по источнику (договор)				Корректировка тарифов		Скорректированные тарифы		
			Руб./маш.-час.	Руб./км.	Руб./мото-час.	Имуш. со-ставл., руб./маш.-час	КР а/м, руб./км	КР верхнего обо-руд., руб./мото-час	Руб./маш.-час.	Руб./км	Руб./мото-час.
1	Дог. № 7413616/1058Д от 30.12.20 16г.	ППУ на а/м шасси Урал, Камаз	646,72	33,80	1 176,33	113,37	0,70	36,67	533,35	33,10	1 139,66
		Урал-4320 АКН-10С вакуумник	595,54	36,32	125,21	141,96	0,82	0,00	453,58	35,50	125,21
2	Дог. № 7413616/1059Д от 30.12.20 16г.	Урал 4320 ЦА-320	880,00	33,80	210,00	316,17	0,70	39,15	563,82	33,10	170,85

Таблица 3.

Финансовый план

Годы	Сумма инвестиций	Денежные потоки	Сальдо де-нежных по-токов	Чистый де-нежный по-ток	Чистый дисконти-рованный доход
1	22 860 286,42	4 763 004,96	-18 097 281,46	4 178 074,53	-18 682 211,89
2		4 781 387,68	-13 315 893,78	3 679 122,56	-15 003 089,33
3		4 763 004,96	-8 552 888,82	3 214 892,68	-11 788 196,65
4		4 763 004,96	-3 789 883,86	2 820 081,30	-8 968 115,36
5		4 763 004,96	973 121,10	2 473 755,52	-6 494 359,83
6		4 781 387,68		2 178 335,91	-4 316 023,92
7		4 763 004,96		1 903 474,55	-2 412 549,38
8		4 763 004,96		1 669 714,52	-742 834,86
9		4 763 004,96		1 464 661,86	721 827,00

Таблица 4.

Результаты расчетов

Индекс рентабельности инвестиций	0,72
Срок окупаемости	4,80
Срок дисконтированный	8,51

Чистым дисконтированным доходом (далее ЧДД) называют показатель эффективности вложений в какой-либо инвестиционный проект. [2]

$$NPV (\text{ЧДД}) = \frac{\sum CFt}{1+r}^t - IC \quad (1)$$

где, CFt – особый денежный поток. Его следует рассчитывать, как сумму инвестиций за каждый отрезок времени (зависит от длительности самого инвестиционного периода);

IC – капитал инвестора. Это значение всегда указывается со знаком «-».

r -дисконтирования. Позволяет рассчитать возможную суммарную сумму дохода на этот момент.

Если показатель ЧДД:

- отрицательный (<0), то данная инвестиция является убыточной.
- равен 0, то инвестиции не принесут ни дохода, ни убытка.
- положительный (>0) то бизнес-идея принесет инвестору прибыль.

Вывод: Чистый дисконтированный доход >0 , то есть, бизнес идея принесет инвестору прибыль, срок окупаемости составляет 5 лет, срок, дисконтированный 9 лет.

Список литературы

1. Логинова, Н. А. Планирование на предприятии транспорта: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Менеджмент" (профиль "Производственный менеджмент") / Н. А. Логинова. – Москва : ИНФРА-М, 2013. – 319 с. – Текст : непосредственный.

2. Бизнес-планирование. Учебник / П.И. Орлова. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2015.- 288с. – Текст : непосредственный.

Водородные двигатели: принцип действия и проблемы их использования в современном мире

Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород

Аннотация: в данной статье рассмотрено несколько типов водородных двигателей, в которых водород сжигается в камере сгорания или направляется в электрохимический генератор, а также принципы их действия и проблемы использования в современном мире.

Abstract: this article discusses several types of hydrogen engines in which hydrogen is burned in a combustion chamber or sent to an electrochemical generator, as well as the principles of their action and problems of use in the modern world.

Ключевые слова: автомобили, водород, топливо, экология, альтернативный источник энергии, топливные элементы.

Keywords: cars, hydrogen, fuel, ecology, alternative source of energy, fuel cells.

Современное автомобилестроение развивается с акцентом на производство более экологичных и экономичных транспортных средств. Это обусловлено истощением мировых запасов нефти и развернувшейся борьбой за чистоту атмосферного воздуха путём снижения вредных для здоровья человека составляющих выхлопных газов. Постоянный рост цен на бензин также заставляет производителей искать альтернативные источники энергии.

На данный момент, одним из наиболее перспективных энергоносителей будущего является водород. Его использование в качестве альтернативного источника энергии позволит как существенно сократить потребление ископаемых углеводородных топлив, так и значительно продвинуться в решении экологической проблемы загрязнения атмосферы [1]. К тому же двигатель работающий с использованием водорода имеет больший КПД, чем двигатель внутреннего сгорания, использующий бензин в качестве топлива. Но главным преимуществом моторов, работающих на водороде, является неограниченный запас сырья для производства топлива. Вода, именно она может стать основой топлива будущего.

В настоящее время использовать водородное топливо в автомобиле можно двумя способами:

- Сжигать в камере сгорания поршневых двигателей
- Направлять водород в электрохимический генератор (другое название – топливные элементы). Генератор вырабатывает электрическую энергию, которая подается на электродвигатель [2].

Следует начать с того, что двигатель внутреннего сгорания на водороде по своей конструкции не сильно отличается от аналога на углеводородном топливе. Главное отличие водородных двигателей от привычных нам сейчас бензиновых либо дизельных силовых установок заключается в способе подачи и воспламенении рабочей смеси. Принцип преобразования возвратно-поступательных движений кривошипно-шатунного механизма в полезную работу остается неизменным. Ввиду того что горение топлива на основе нефтепродуктов происходит медленно, камера сгорания наполняется топливно-воздушной смесью немного раньше момента поднятия поршня в свое крайнее верхнее положение (ВМТ). А мгновенная реакция водорода позволяет сдвинуть время впрыска к моменту, когда поршень начинает свое возвратное движение к НМТ. При этом результатом сгорания водорода становится обычная вода вместо токсичных выхлопных газов [3].

На первый взгляд кажется, что стандартный двигатель относительно легко подстроить под водородное топливо путем доработок впуска, выпуска и системы питания, однако это не так. Первая проблема заключается в получении необходимого водорода. Как известно, водород находится в составе воды, и по этой причине для максимальной автономности на транспортное средство нужно отдельно ставить водородные установки (электролизеры), чтобы «расщеплять» воду, позволяя мотору питаться необходимым топливом.

Более того, если на автомобиле стоит установка для электролиза (электролизер), можно даже обойтись без наружного воздуха на впуске и создать закрытую топливную систему. Другими словами, после каждого раза, когда в камере сгорит заряд, в цилиндре будет оставаться водяной пар. Если этот пар пропустить через радиатор, произойдет конденсация, то есть снова образуется вода, из которой можно повторно получить водород [4].

Но на практике создать такую закрытую систему довольно сложно, так как любой двигатель внутреннего сгорания нуждается в системе смазки, и при этом масло частично попадает в камеру сгорания и затем в выхлоп.

По этой причине современные водородные двигатели внутреннего сгорания больше напоминают газовые двигатели, то есть агрегаты на газе пропане. При этом никаких установок для автономного получения водорода не предполагается.

Что касается попытки подать водород в обычный бензиновый или дизельный двигатель, автоматически возникают риски и сложности. Прежде всего, высокие температуры и степень сжатия могут привести к тому, что водород будет вступать в реакцию с нагретыми элементами ДВС и моторным маслом. Также даже небольшая утечка водорода может стать причиной взрыва или возгорания. Поэтому для работы на водороде чаще за-

действуют роторные двигатели, так как их конструкция предполагает увеличенное расстояние между впускным и выпускным коллектором.

Но наиболее перспективными и вызывающими больший интерес являются автомобили с электрохимическими генераторами, примерная схема компоновки деталей в таких транспортных средствах представлена на рис.1. Механизм их работы очень похож на принцип функционирования электромобилей, но главное отличие в способе создания энергии. Машины на топливных элементах тоже используют электричество для движения, но получают его не от сети. Энергия вырабатывается в процессе физико-химических реакций, которые происходят в самом агрегате. В отличие от тех же батарей, топливные элементы на водороде не накапливают электрическую энергию, не нуждаются в электричестве для повторной зарядки и не разряжаются. Выработка электроэнергии ячейками продолжается до тех пор, пока у них имеется запас воздуха и топлива [5].

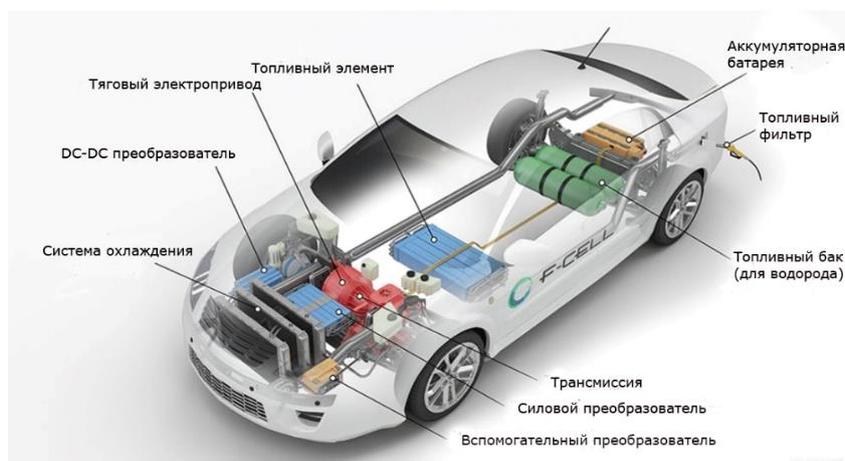


Рис. 1. Схема расположения ключевых деталей автомобиля на топливных элементах

Отличием топливных ячеек от прочих генераторов электроэнергии является то, что за время работы они не сжигают топливо. Ввиду такой особенности они не нуждаются в роторах высокого давления, не издадут громкого шума и вибраций. Электричество в топливных элементах вырабатывается в результате бесшумной электрохимической реакции. Химическая энергия топлива в таких устройствах преобразуется напрямую в воду, тепло и электричество. Топливные элементы отличаются высокой эффективностью и не производят большого количества парниковых газов. Продуктом выброса при работе ячеек являются небольшое количество воды в виде пара и углекислого газа, который не выделяется в случае, если в качестве топлива выступает чистый водород [6].

Устройство основано на физико-химических процессах, в корпусе такого топливного элемента имеется особая мембрана, проводящая протоны. Эта мембрана разделяет две камеры, в одной из которых стоит анод, а в другой катод.

В камеру, где расположен анод, поступает водород, а в камеру с катодом попадает кислород. Электроды дополнительно покрыты дорогими редкоземельными металлами, которые играют роль катализаторов, оказывающих воздействие на молекулы водорода. В результате водород теряет электроны. Одновременно протоны идут через мембрану на катод, при этом катализатор также воздействует и на них. В итоге происходит соединение протонов с электронами, которые поступают снаружи.

Такая реакция образует воду, при этом электроны из камеры с анодом поступают в электрическую цепь. Таким образом, образуется электричество, которое заставляет двигатель работать от такого водородного топливного элемента.

Таким образом, вполне вероятно, в ближайшем будущем подавляющее большинство транспортных средств будет комплектоваться водородными двигателями, так как главными преимуществами таких агрегатов считаются сокращение потребления бензина и сохранность окружающей среды благодаря абсолютной экологической безопасности. На данный момент распространению водородных двигателей препятствует отсутствие инфраструктуры. Во всем мире водородных заправочных станций не много, а в России их нет совсем. Поэтому остается только надеяться на активное развитие этой технологии в нашей стране в будущем.

Список литературы

1. Нестеров, А. С. Советы автомобилистам по экономии топлива / А. С. Нестеров, Е. В. Прохорова – Текст : непосредственный // [Транспорт. Экономика. Социальная сфера \(Актуальные проблемы и их решения\)](#) : IV международная научно-техническая конференция. 30-31 марта 2017 г. – Пенза, 2017. – С. 22-26. – Текст : непосредственный.
2. Буцкий, Ю.И. О водороде, ДВС и электроприводе / Ю. И. Буцкий. – Текст : непосредственный // АБС-авто. - 2019. - №8. - С. 16-21.
3. Водородный двигатель для автомобиля, как избавиться от нефтяной зависимости : сайт. – URL : <https://autotopik.ru/obuchenie/1366-vodorodnyy-dvigatel.html> (дата обращения: 12.10.2019). – Текст : электронный
4. Водородный двигатель: принцип работы и устройство : сайт. – URL : <http://krutimotor.ru/vodorodnyj-dvigatel-ustrojstvo/> (дата обращения: 12.10.2019). – Текст : электронный
5. Топливный элемент на водороде: описание, характеристики, принцип работы : сайт. – URL : <https://fb.ru/article/405730/toplivnyiy-element-na-vodorode-opisanie-harakteristiki-printsip-raboty-i-foto> (дата обращения: 12.10.2019). – Текст : электронный
6. Мищенко, А. И. Применение водорода для автомобильных двигателей / А. И. Мищенко. – Киев : Наукова думка, 1984. – 143 с. – Текст : непосредственный.

Перспективные средства подогрева масла в картере двигателей внутреннего сгорания в условиях низких температур

Тульский государственный университет, г. Тула

Аннотация: статья посвящена анализу перспективных средств подогрева масла в картере двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Приведены особенности конструкции, сформулированы достоинства и недостатки систем подогрева масла в картере ДВС.

Abstract: the article is devoted to the analysis of promising means of oil heating in the crankcase of an internal combustion engine (ice). The design features are given, the advantages and disadvantages of oil heating systems in the crankcase of the internal combustion engine are formulated.

Ключевые слова: ДВС, Арктика, средства подогрева, эксплуатация ДВС.

Keywords: The internal combustion engine, Arctic, tools, heating, operation of the internal combustion engine.

Актуальность освоения Арктического шельфа в наши дни особенно высока, что подтверждается действующими государственными программами. Основной является государственная программа развития Арктики утверждена Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2014 г. № 366 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года».

Климатические условия Арктики настолько суровы, что температура порой может достигать значений ниже $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$. В экспедициях, а также на арктических станциях используются различные энергетические установки (как правило, генераторные), источником энергии для которых является двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Существуют двигатели, способные работать при столь низких температурах, но главной задачей является пуск двигателя и достижение им рабочей температуры. Надежный пуск двигателя напрямую зависит от работы системы смазки. Известно, что в условиях аномально низких температур моторное масло может существенно ухудшать свои свойства (например, снижается степень вязкости) и в связи требуется применение специальные системы подогрева масла.

Цель данной работы – анализ эффективности существующих перспективных средств подогрева масла в картере ДВС.

Сущность рассматриваемых устройств заключается в предварительном подогреве масла в картере до температуры, при которой оно будет обладать свойствами, необходимыми для пуска двигателя.

Одним из таких устройств является, система подогрева моторного масла при помощи генератора СВЧ волн, показанная на рис. 1. Это устройство состоит из следующих элементов: источника питания, блока управления, генератора СВЧ колебаний, по меньшей мере одного волновода с излучателем, поддона картера, термодатчика. Блок управления представляет собой устройство, позволяющее замыкать и (или) размыкать электрическую цепь, при этом один конец волновода с излучателем генератора СВЧ колебаний вставлен внутрь поддона картера, содержащего моторное масло. Предварительно перед запуском двигателя включается генератор СВЧ волн, масло подогревается до температуры, при которой может осуществляться пуск [1].

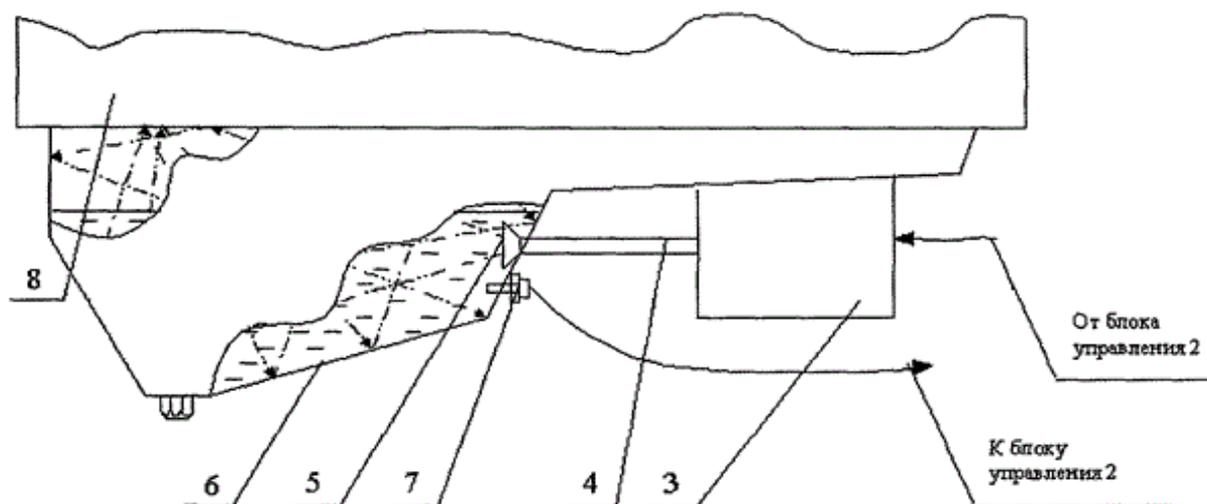


Рис. 1. Система подогрева моторного масла при помощи генератора СВЧ волн [1]

Рассматриваемое устройство имеет следующие преимущества: компактность, возможность работы при наличии одного источника питания, возможность поддержания заданной температуры. К недостаткам относится, то, что для работы устройства в предпусковой период двигателя требуется довольно большой запас емкости источника тока, необходимого для работы генератора СВЧ волн.

Также известна система предварительного прогрева масла с помощью газовой горелки инфракрасного излучения. Данное устройство включает: газовую горелку инфракрасного излучения, соединенную с газовым баллоном; снабжено корпусом, прикрепленным к нижней части внешней стенки ДВС, а нагревательный элемент установлен в нижней части корпуса устройства. Над нагревательным элементом внутри корпуса расположен теплообменник, заполненный охлаждающей жидкостью и снабженный входными выходными патрубками подвода и отвода жидкости, соединенными с системой охлаждения ДВС [2].

Для рассматриваемого устройства в предпусковой период двигателя не требуются дополнительные источники питания, время подогрева огра-

ничено объемом газового баллона. В тоже время, затруднительно осуществить контроль за температурой, вследствие чего можно перегреть масло и довести его до температуры кипения.

Одной из перспективных систем подогрева моторного масла является устройство, показанное на рис. 2 и состоящее из термоэлектрических модулей Пельтье [3], установленных на картере ДВС. Термоэлектрические модули Пельтье подключены электрическими проводами к контроллеру с таймером и конденсатором, электронагревательного элемента с внешним изолирующим теплоотражающим слоем и подводящими контактными зажимами. Электронагревательный элемент закреплен на поддоне картера двигателя и подключен электрическими проводами к контроллеру с таймером и конденсатором. При работе двигателя термоэлектрические модули Пельтье 2 вырабатывают электрический ток, который накапливается в конденсаторе контроллера 4. Перед пуском двигателя в условиях низких температур таймер контроллера 4 подает сигнал на конденсатор, который начинает отдавать полученный ранее электрический заряд электронагревательному элементу 5, что вызывает его нагрев и предварительный разогрев корпуса и поддона картера двигателя 3 до оптимальных температур для запуска. При отсутствии необходимости предварительного разогрева двигателя водителем отключается контроллер с таймером и конденсатором. [3].

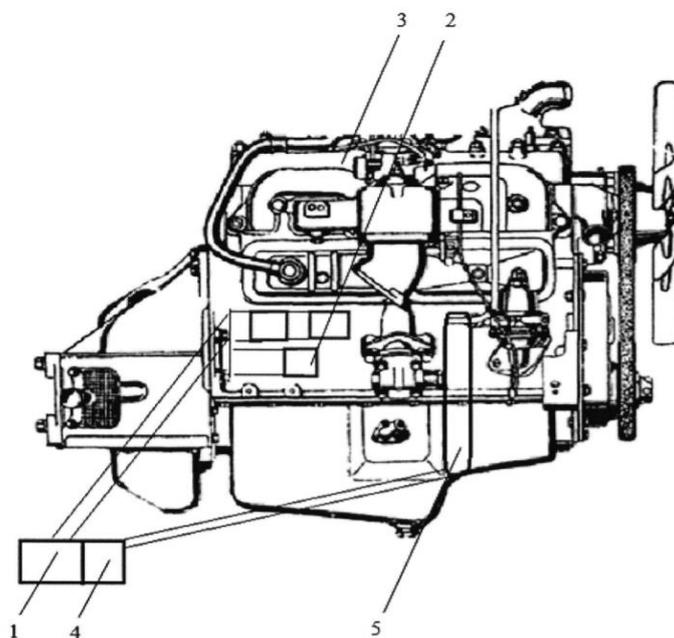


Рис. 2. Устройство подогрева масла на основе термоэлектрических модулей Пельтье [3]

Преимуществами рассматриваемого устройства является обеспечение равномерного нагрева картера, небольшие размеры элемента Пельтье, к недостаткам относятся высокие требования к материалу для элемента

Пельтье, который должен одновременно обладать двумя взаимоисключающими свойствами – хорошо проводить электрический ток, но плохо проводить тепло.

Таким образом, проанализировав перспективные средства подогрева, можно сделать вывод о том, что в настоящее время имеется возможность подобрать средство подогрева под конкретные условия эксплуатации ДВС. Например, при отсутствии необходимого для электрических средств подогрева источника питания, есть возможность использовать систему подогрева, источником тепловой энергии которой является газовая горелка. Или, если установка дополнительного оборудования внутрь картера невозможна, целесообразно использование средства подогрева, состоящего из модулей Пельте.

Список литературы

1. Пат. 188973U1 Российская Федерация. МПК F02N19/04 F01M5/02. Устройство подогрева и поддержания оптимальной температуры моторного масла в транспортных средствах и технологических машинах : заявл.19.11.2018 : опубл.30.04.2019 / Никитин А.В.; патентообладатель федеральное государственное казенное военное образовательное Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого. – Текст : непосредственный.

2. Пат. 2451207C1 Российская Федерация. МПК F02N19/10. Устройство для предпускового разогрева двигателя внутреннего сгорания : заявл. 04.08.2011 : опубл. 20.05.2012 / Горшков Ю.Г., Усков В.М., Калугин А.А.; патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Челябинская государственная агроинженерная академия". – Текст : непосредственный.

3. Пат. 185324U1 Российская Федерация. МПК F02N19/10. Термоэлектрический подогреватель для двигателя внутреннего сгорания : заявл. 26.04.2018 : опубл. 30.11.2018 / Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Савченко Т.С., Самсонов А.Е., Серенко Д.Л.; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Дальневосточный государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ). – Текст : непосредственный.

Планирование потребности в запасных частях для ремонта сцепления автомобилей КАМАЗ-43118

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация. В статье приведено исследование по планированию потребности в запасных частях сцепления для текущего ремонта автомобилей КАМАЗ-43118, используя статистическую обработку данных и расчетный метод.

Abstract. The article presents a study on planning the need for clutch spare parts for the current repair of KAMAZ-43118 cars, using statistical data processing and calculation method.

Ключевые слова: КАМАЗ-43118, сцепление, наработка на отказ, ресурс, запасные части, расчетный метод, нормативный метод.

Keywords: KAMAZ-43118, clutch, time-to-failure, resource, spare parts, calculation method, normative method.

Целью работы является повышение уровня технической готовности автомобильного парка, в составе которого находится 18 единиц автомобилей КАМАЗ-43118, путем определения потребности в запасных частях сцепления.

Особую актуальность приобретает проблема по рациональному обеспечению запасными частями сцепления (рис. 1) автомобиля КАМАЗ-43118 [1], повышению безопасности использования автомобиля, за счет своевременного устранения причин отказов, а также уменьшению стоимости работ [4, 7].



Рис. 1. Сцепление автомобиля КАМАЗ-43118

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи.

1. Изучить характеристики автомобиля.
2. Установить факторы, влияющие на надежность сцепления.
3. Обосновать методики определения планирования потребностей в запасных частях на основе анализа фактических данных об отказах.

4. Собрать, обработать и проанализировать статистический материал наработок на отказах сцепления.

5. Определить потребность в запасных частях сцепления на основе анализа фактических данных об отказах.

Объектом исследования данной работы является грузовой автомобиль повышенной проходимости КАМАЗ-43118 (рис. 2) с бортовой платформой, колесной формулой 6х6, двухдисковым сцеплением, десятиступенчатой механической КПП, двигателем КАМАЗ-740.30-260 (Евро-2) и грузоподъемностью 10 тонн.



Рис. 2. Объект исследования КАМАЗ-43118

К факторам, которые влияют на надежность сцепления, можно отнести эксплуатационные условия [2] и манеру вождения [3]. К эксплуатационным относятся дорожные, транспортные и природно-климатические условия.

Методики определения потребности в ресурсах запасных частей агрегатов трансмиссии подразделяются на нормативные и расчетные. Определение количества оборотных механизмов сцепления по нормативному методу следует вычислять по следующей формуле [5, 6]:

$$M = 0,01 \cdot m_{cp} \cdot A, \text{ шт}, \quad (1)$$

где M – размер оборотного фонда агрегатов определенного наименования, шт.;

m_{cp} – средний норматив оборотного числа агрегатов, шт. на 100 автомобилей;

A – среднесписочное количество автомобилей определенной модели в АТП.

При определении количества оборотных агрегатов расчетным методом необходимо воспользоваться следующим соотношением [6]:

$$M \geq N \cdot n \cdot \omega / \beta, \text{ шт} \quad (2)$$

где N – число автомобилей КАМАЗ-43118;

N – число однотипных элементов оборотного фонда на автомобиле;

ω – параметр потока отказов;

β – параметр потока восстановления.

Основным показателем для обработки статистического материала является наработка на отказ (пробег до возникновения отказа) агрегатов трансмиссии. Нарботка на отказ была собрана по сцеплениям 60 автомобилей КАМАЗ-43118 за пятилетний период эксплуатации. По результатам исследования определяется надежность конкретного агрегата трансмиссии.

В таблице 1 представлены результаты статистической обработки данных сцепления при исследовании ее надежности [3].

Таблица 1.

Результаты статистической обработки

	Наименование параметров	Номера интервалов							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Границы интервалов (тыс. км)	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240
2	Середина интервалов (тыс. км)	15	45	75	105	135	165	195	225
3	Количество неисправных автомобилей в интервале	35	18	8	7	5	3	4	3
4	Накопленное количество неисправных автомобилей	35	53	61	68	73	76	80	83
5	Вероятность отказов	0,422	0,639	0,735	0,819	0,880	0,916	0,964	1,000
6	Вероятность безотказной работы	0,578	0,361	0,265	0,181	0,120	0,084	0,036	0,000
7	Частость отказов	0,422	0,217	0,096	0,084	0,060	0,036	0,048	0,036

В целях экономии и снижения времени хранения складского запаса, что негативно влияет на хозяйственную деятельность предприятия, необходимо определить потребность в ресурсах запасных частей сцепления КАМАЗ-43118 расчетным методом по формуле (2). Результаты представлены в таблице 2.

В ходе данной работы были изучены характеристики автомобиля КАМАЗ-43118; установлены факторы, влияющие на надежность сцепления; обоснованы методики определения планирования потребностей в запасных частях на основе анализа фактических данных об отказах; собраны, обработаны и проанализированы статистические материалы наработок на отказ сцепления и определены потребности в запасных частях сцепления на основе анализа фактических данных об отказах.

Результаты исследования нормативного и расчетного метода

Метод	Сцепление	
	Нормативный	Расчетный
Количество оборотных агрегатов	4	1

Использование полученных результатов на практике позволит снизить затраты на эксплуатацию автомобилей и уменьшить простои в ожидании ремонта.

Список литературы

1. Азаматов, Р.А. Автомобили КАМАЗ бхб: руководство по эксплуатации (4310-3902001 РЭ). 3-е издание / Р.А. Азаматов. – Москва : Военное издательство, 1987. – 8 с. – Текст : непосредственный.
2. Вахламов, В.К. Автомобили. Эксплуатационные свойства: учебник / В.К. Вахламов. – Москва : Издательский центр «Академия», 2012. – 237 с. – Текст : непосредственный.
3. Аленичев, А. А. Общий анализ надежности автомобильных трансмиссий / А.А. Аленичев Текст : электронный // Молодой ученый. – URL: <https://moluch.ru/archive/154/> (дата обращения: 14.05.2019).
3. Захаров Н.С. Моделирование процессов изменения качества автомобилей. – Тюмень : ТюмГНГУ, 1999. – 127 с. – Текст : непосредственный.
4. Захаров, Н.С. Развитие технической эксплуатации автомобилей: проблемы и перспективы / Н.С. Захаров, А.Н. Макарова, В.А. Бузин, В.В. Зуев // Проблемы функционирования систем транспорта: материалы Международ. науч.-практ. конф. Т. 1. – Тюмень : ТИУ, 2019. – С. 290 – 295. – Текст : непосредственный.
5. Королев, А. И. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей / А. И. Королев, Е. А. Джуромская. – Москва : Транспорт, 1972. – 352 с. – Текст : непосредственный.
6. Макарова А.Н. Оценка размеров оборотных фондов для текущего ремонта коробок передач автомобилей Урал-4320 в ПАО «Сургутнефтегаз» / А.Н. Макарова, Н.С. Захаров, А.В. Зиганшина, В.В. Зуев. // Проблемы функционирования систем транспорта: Проблемы функционирования систем транспорта: материалы Международ. науч.-практ. конф. Т. 1. – Тюмень : ТИУ, 2019. – С. 337 – 340. – Текст : непосредственный.
7. Щетина, В.А. Снабжение запасными частями на автомобильном транспорте / В.А. Щетина, В.С. Лукинский, В.И. Сергеев. – Москва : Транспорт, 1988 – 112 с. – Текст : непосредственный.

Обеспечение оптимальных условий для работы турбокомпрессора дизельных двигателей в условиях низких температур

Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Набережные Челны

Аннотация: Тема относится к вопросу улучшения тепловой подготовки автомобиля в холодных условиях эксплуатации, в частности турбокомпрессора дизельных двигателей путем внедрения средств подогрева и подачи масла с постоянным давлением.

Abstract: The topic relates to the issue of improving the thermal preparation of the car in cold operating conditions, in particular the turbocharger diesel engines by introducing means of heating and oil supply with constant pressure.

Ключевые слова: Турбокомпрессор, система автономной смазки

Keywords: Turbocharger, Autonomous system of oiling

Практически для всей территории России характерен продолжительный зимний период с низкими отрицательными значениями температуры воздуха, значительными суточными перепадами температур. Эксплуатация автомобилей в таких суровых условиях, а также их безгаражное хранение в зимнее время приводят к снижению эксплуатационной надежности автомобилей.

Низкие температуры воздуха весьма существенно влияют на свойства конструктивных и эксплуатационных материалов и на надежность машин. Они действуют на машины непосредственно, ухудшая основные физико-механические свойства конструкционных и эксплуатационных материалов, и косвенно - ухудшая условия работы машин вследствие попадания снега в открытые механизмы, образования инея, наледей и др. [1]

Большие затруднения при низких температурах возникают с пуском двигателей из-за сложности создания пусковой частоты вращения коленчатого вала, ухудшения условий смесеобразования и воспламенения смеси.

Эксплуатация автомобилей в условиях холодного климата неизбежно связана с увеличением расхода топлива: во-первых, часть энергии работающего двигателя расходуется на привод вспомогательных агрегатов специализированного автомобиля, во-вторых, неполнота сгорания топлива связана с ухудшением его испарения и распыливания; в-третьих, дальние рейсы и невозможность дозаправки по дороге вынуждают возить собой значительные запасы топлива.

Значительно ухудшается видимость дороги из-за попадания снега на ветровые стекла и видовые зеркала, образования льда на них при сильных

морозах. Для безопасности движения при тумане и пурге на автомобилях северного исполнения устанавливают противотуманные фары и двойные ветровые стекла с воздушной прослойкой. Против образования льда на наружных зеркалах заднего вида применяют электрообогрев.

Наиболее часто выходят из строя узлы и детали двигателя, системы питания, системы охлаждения, электрооборудования, рулевое управление, коробка передач, раздаточная коробка, гидравлические системы, трансмиссия, ходовая часть. Двигатель и его системы составляют значительную долю отказов.

Таблица 1.

Перечень специальных требований к транспортным средствам, поставляемым в районы с холодным климатом

Объект регламентации	Категория ТС	Технические требования
Автомобиль в целом	M,N	Общая работоспособность и эксплуатационная безопасность при внешних температурах до -60 С
Двигатель. Система пуска	M,N	Комплектация средствами утепления и облегчения пуска; возможность установки средств подогрева
Система питания	M2;M3;N2;N3	Забор воздуха в двигатель из верхней зоны
	N3, O4	Топливные баки повышенной емкости
	M,N	Средства подогрева топлива
Система выпуска	M3,N2,N3	Направления выпуска отработавших газов на правую сторону

Турбокомпрессор - технически сложный механизм. От его исправной работы зависит работа всей системы двигателя. Надежность ТКР в первую очередь определяется надежностью работы узла подшипников. Так, например, к подшипникам турбокомпрессора при температуре -40°С масло поступает через минуту и более после запуска двигателя, а такое длительное масляное голодание не допустимо. В рассматриваемом примере турбокомпрессора ТКР 7 и его модификаций недостатком конструкции является то, что подача масла в турбокомпрессор осуществляется от масляного насоса двигателя по длинным трубопроводам и сопровождается падением давления. Так как штатный масляный насос подает масло с давлением не выше 4,5 Атмосфер не зависимо от режима работы двигателя и технически не может обеспечить поступление необходимого количества масла в турбокомпрессор двигателя.

Наиболее опасным из отказов ТКР – это заклинивание ротора. Причины, приводящие к этому отказу :

- Коксование масла в кольцевом уплотнении со стороны турбины.
- Расцентровка, смещение осей поверхности корпуса газодинамических уплотнений со стороны турбины.
- Снижение расхода масла
- Перегрев турбокомпрессора, при остановке двигателя, приводит к нарушению устойчивости в подшипнике.

Причиной потери работоспособности ТКР является также высокая неравномерность распределения температур в элементах корпуса турбокомпрессора из-за значительного роста тепловых напряжений, наибольшие значения которых наблюдаются в нестационарных условиях работы подсистем ТКР.

Таким образом, появление отказа ТКР может быть следствием:

- недостаточного количества масла;
- попадания в турбокомпрессор посторонних предметов;
- наличия загрязненного масла;
- нарушений в нормальной работе отдельных систем двигателя.

Работа двигателя в условиях низких температур, эксплуатационное изнашивание деталей, сопровождаемые изменением зазоров, еще более ухудшают условия смазки из-за снижения давления в системе смазки и на входе в турбокомпрессор. [2]

Для решения данной проблемы потребуется устройство подачи масла в турбокомпрессор с постоянным давлением, подогревом и очисткой. Задачей устройства является обеспечение надежной работы турбокомпрессора путем создания постоянного давления масла на входе в турбокомпрессор и обеспечения подачи требуемого количества масла для его охлаждения и смазки, что может быть достигнуто созданием давления не менее 0,65 Мпа с возможностью подачи 4 литров масла в минуту.

Устройство работает следующим образом: перед пуском двигателя насос 4 качает масло в магистраль из бака 1. Масло по магистрали очищается масляным фильтром 7. Перед турбокомпрессорами 9 установлен энергоаккумулятор 13 поддерживающий постоянное давление 6,5 атмосфер, при помощи нагревательного элемента 11 масло нагревается. Слив масла, после смазывания подшипниковых узлов, происходит по сливным магистралям. При достижении масла высоких температур открывается кран 5 и масло охлаждается через радиатор 2. При превышении давления более 0,65 Мпа, срабатывает предохранительный клапан. Нагревательный элемент выключается через реле температуры масла при нагреве масла до 90 градусов после срабатывания датчика температуры масла.

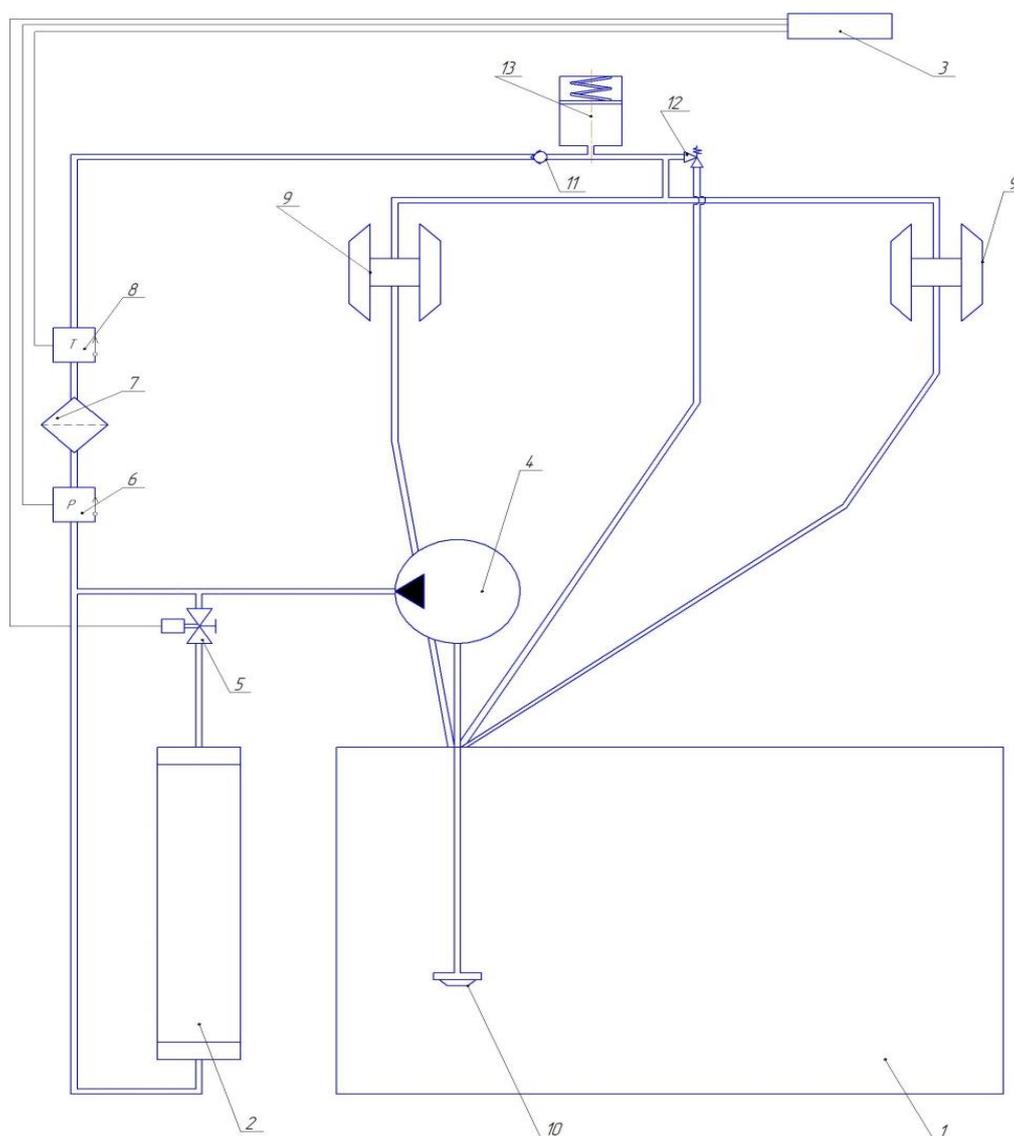


Рис 1. Система автономной смазки (схема) с энергоаккумулятором турбокомпрессоров двигателей КАМАЗ 65225: 1 – емкость с маслом; 2 – масляный радиатор; 3 – блок управления; 4 – насос; 5 – кран отключения радиатора с сервоприводом; 6 – датчик давления; 7 – маслофильтр; 8 – датчик температуры масла; 9 – турбокомпрессоры двигателя; 10 – маслозаборник; 11 – нагревательный элемент; 12 – предохранительный клапан; 13 – энергоаккумулятор

Список литературы

1. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов [и др.]. – Москва : Наука. – 2001 – 535 с. – Текст: непосредственный.
2. Семенов, Н.В. Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур / Н.В. Семенов. – Москва : Транспорт, 1993.–190 с. – Текст: непосредственный.

Идентификация исследуемой системы при оптимизации срока службы автомобилей

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: В статье обоснована актуальность темы исследования. Предлагается применить технологию имитационного моделирования для выявления закономерностей взаимодействия элементов системы оптимизации срока службы автомобиля. Приводится описание схемы системы оптимизации срока службы автомобиля.

Abstract: The article substantiates the relevance of the research topic. It is proposed to apply simulation technology to identify patterns of interaction of elements of the system to optimize the service life of the car. The description of the scheme of system of optimization of service life of the car is given.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, параметр потока отказов, наработка, оптимизация, срок службы автомобилей.

Keywords: road transport, failure rate parameter, operating time, optimization, service life of vehicles.

Срок службы в структуре жизненного цикла автомобиля является самым продолжительным этапом. Этот показатель используется для планирования воспроизводства средств производства, развития материально-технической базы, технического перевооружения отрасли, замены устаревшей техники и т.д.

В связи с этим сроки службы автомобилей оказывают большое влияние на структуру автомобильного парка, размер авторемонтной базы, конечные результаты деятельности предприятия. [1, 2]

Разработка методики управления рациональным сроком службы автомобиля, позволяющей минимизировать расходы предприятия на эксплуатацию автомобиля, является одной из приоритетных задач автотранспортных организаций и предприятий других отраслей [3, 4].

Одним из важнейших этапов аналитического исследования по разработке методики управления рациональным сроком службы автомобиля является выявление закономерностей взаимодействия элементов системы. Для моделирования изучаемой системы предлагается применить технологию имитационного моделирования. Такая модель воспроизводит функционирование взаимосвязанных элементов сложной системы. Имитационное моделирование применяется при наличии определенных условий:

- объектом моделирования является сложная неоднородная система;
- в моделируемой системе могут присутствовать факторы случайного поведения;

- в результате создания модели требуется получить описание развивающегося во времени процесса;
- невозможно получить результаты моделирования без использования ЭВМ.

При создании модели в соответствии с требованиями системного подхода была идентифицирована структура изучаемой системы (рис. 1).

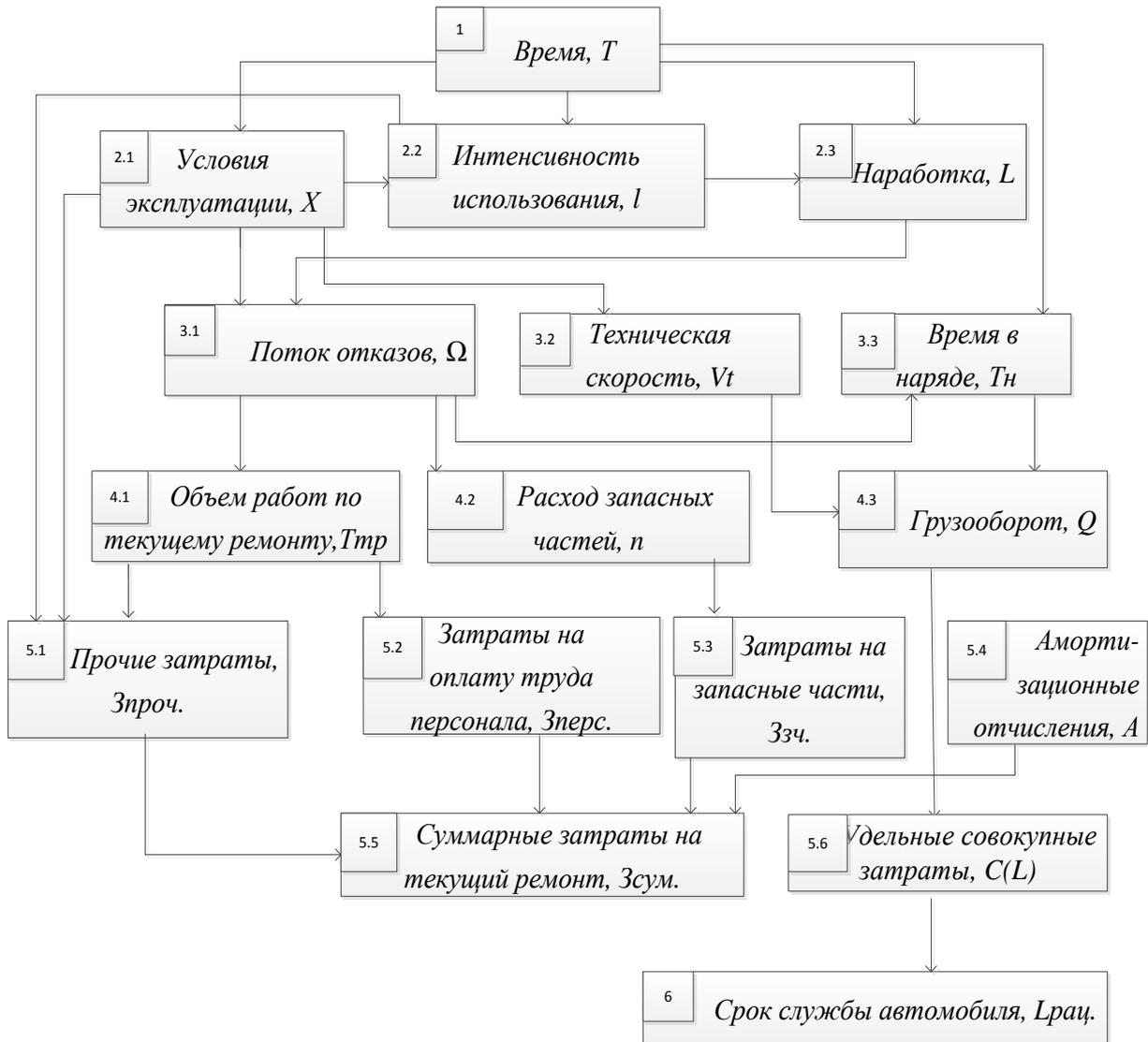


Рис. 1. Схема системы оптимизации срока службы автомобиля:

1 – вход в систему; 2 – уровень факторов, 3- уровень параметров восстановления, 4 – уровень параметров зоны, 5 - уровень затрат, 6 - уровень оптимизации (выход из системы)

Данная система создана людьми, а не природой, следовательно, она является искусственной.

Система имеет связь с окружением через условия эксплуатации, значит она является открытой.

Входом в систему является время, ее состояние меняется во времени, поэтому она является динамической.

Состояние данной системы можно спрогнозировать с некоторой вероятностью, то есть характер функционирования системы – стохастический.

По типу элементов система является смешанной, она имеет абстрактные элементы – интенсивность эксплуатации - и конкретные элементы – количество перевозимых грузов.

Система является секвентивной по характеру связей, так как как выход (затраты) зависят от входа (времени), а также от внутренних факторов, например, количество перевозимых грузов и расстояние перевозки.

По сложности структуры данная система является сложной.

На основе структуры изучаемой системы можно разработать имитационную модель определения рационального срока службы автомобиля, позволяющую в зависимости от факторов, меняющихся по времени, спрогнозировать затраты на эксплуатацию автомобилей и определить рациональный срок службы автомобилей.

Список литературы

1. Захаров, Н. С. Факторы, влияющие на надежность автомобилей-самосвалов при работе в условиях Западной Сибири / Н. С. Захаров, А.А. Уулу, С. А. Теньковская – Текст : непосредственный // Транспортное дело России. – 2018. - №4. – С 130-132.

2. Макарова А.Н. Изменение потока отказов машин по наработке / А.Н. Макарова – Текст : непосредственный // Нефть и газ Западной Сибири: материалы междунаро. науч.–техн. конф. Том XI. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. – С. 143–146. – Текст : непосредственный.

3. Захаров Н. С. Влияние наработки автомобилей нефтегазодобывающего предприятия на расход запасных частей / Н. С. Захаров, С. А. Теньковская, А.А. Уулу – Текст : непосредственный // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2018. - №7. – С 84-88.

4. Токарев, Т. Г. Рациональные сроки службы автомобилей / Т. Г. Токарев. – Москва : Автотрансиздат, 1962. – 77 с. – Текст : непосредственный.

Необходимость внедрения системы каршеринга в городе Хабаровск

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск

Аннотация: Каршеринг является одним из глобальных трендов развития экономики совместного пользования, когда население отказывается от приобретения благ в собственность. Он широко распространён в Западной части России, но не представлен на Дальнем Востоке. Это связано с рядом проблем: отсутствием достаточного количества парковочных мест в центре города, слабой инфраструктурой и небольшими размерами крупных городов в регионе.

Abstract: Carsharing is one of the global trends in the development of a shared economy, when the population refuses to buy goods into property. It is widely distributed in the western part of Russia, but is not represented in the Far East. This is due to a number of problems: the lack of a sufficient number of parking places in the city center, poor infrastructure and the small size of large cities in the region.

Ключевые слова: каршеринг, экономика совместного использования, краткосрочная аренда автомобиля, пиринговый каршеринг, совместное владение, городские парковки

Keywords: carsharing, sharing economy, free-floating carsharing, peer-to-peer, fractional carsharin, city parking

Каршэринг — вид пользования автомобилем, когда одна из сторон не является его собственником. Это вариант аренды автомобиля у профильных компаний (чаще всего для внутригородских и/или коротких поездок) или частных лиц (на любой срок и расстояние поездки — по договоренности). Такая модель аренды автомобилей удобна для периодического пользования автотранспортным средством или в случае, когда необходим автомобиль, отличный от марки, типа кузова и грузоподъемности от обычно используемого. [1]

Каршеринг является одним из глобальных трендов развития экономики совместного пользования (Sharing Economy), когда население отказывается от приобретения благ в собственность, дабы не нести ответственность и затраты, но продолжает иметь доступ ко всем достижениям научного прогресса, используя их совместное потребление. Услуги каршеринга доступны в более чем 1000 городах в десятках стран мира. [2]

Положительные стороны:

- доступность - машины могут быть арендованы по минутам, часам или дням;

- страховка, пользование городской парковкой и бензин обычно входят в стоимость аренды.

- увеличение парковочных мест в центрах городов;
- сокращение затрат населения на обслуживание, хранение, ремонт и налоги;
- самостоятельное построение маршрута перемещения;
- полное автоматизированное бронирование и возврат транспортных средств, с помощью мобильных приложений для смартфона;
- возможность выбора транспортного средства, удовлетворяющего нужды клиента;
- на все автомобили оформлено КАСКО, включены затраты на бензин, имеется GPS-навигация;
- договор на предоставление услуг заключается один раз.

Это отличает каршеринг не только от общественного транспорта и личного автомобиля, но и компаний, предоставляющих услуги обычной посуточной аренды.

Среди прочих преимуществ отмечается экономия до 70% совокупной стоимости транспорта для своих участников, так как они оплачивают только время, когда реально используют автомобиль. Каршеринг также призван сделать автомобиль более доступным. Однако, как продемонстрировало исследование Института транспортных исследований Калифорнийского университета, осведомленность об этой услуге среди лиц, не владеющих автомобилем, находится на низком уровне. [3]

В целом каршеринг можно разделить на три типа потребления:

1. Free-floating или краткосрочная аренда автомобиля с возможностью окончания поездки в удобных для водителей точках и местах, обозначенных знаком парковки. Такой вид короткосрочной аренды автомобиля с поминутной или почасовой оплатой обычно используется для коротких внутригородских поездок. Необходимо один раз заключить договор, в котором прописаны основные нюансы предоставления сервиса, права и обязанности сторон. После этого новый пользователь каршеринга получает право в любой момент воспользоваться любым свободным автомобилем.

2. Peer-to-peer каршеринг — модель автопроката, работающая аналогично классической схеме каршеринга, однако автомобили чаще всего находятся в частной собственности или в собственности компаний, основным видом деятельности которых не является арендная/прокатная деятельность. Аренда автомобилей от частных лиц происходит в первую очередь с помощью онлайн-платформ, агрегирующих все частные предложения на одной площадке. По состоянию на 2018 год на территории РФ услуги по модели peer-to-peer предоставляют компании: Darenta, Rent A Ride, Use My Car, Carenty.

3. Fractional каршеринг — модель так называемой дробной собственности, которая позволяет пользователям совместно содержать и использовать транспортное средство. Население кооперируется в группы по территориальному признаку или по интересам, приобретает и эксплуатирует автомобиль либо парк разных по типу автомобилей в совместное пользование. Запуск подобной службы анонсирован и в России. [1]

По словам некоторых экспертов, жители мегаполисов всё меньше испытывают потребность в собственном автомобиле с ростом популярности системы каршеринга, а также других видов аренды транспортных средств. Согласно исследованию компании Frost & Sullivan, на 2011 год в Европе существует около 700 000 подписчиков на услуги каршеринг. К 2020 году количество подписчиков вырастет до 15 000 000 человек, а количество доступных автомобилей — до 240 000. Ряд крупных автомобильных концернов запускают собственные услуги передачи автомобилей пользователям без его приобретения в собственность. Этот сервис называют «автомобилями по подписке».

В России первый сервис free-float каршеринга появился в Москве в 2012 году. Крупнейшая система получила в Западной части страны. С появлением каршеринга люди, имеющие водительское удостоверение, получают альтернативный, более удобный и быстрый способ перемещения от дома до ближайшего транспортного узла. В России также работает система грузового каршеринга, что также затрагивает рынок предоставления услуг по доставке грузов.

Каршеринг слабо представлен на Дальнем Востоке, в Хабаровске и вовсе отсутствует. Вероятной причиной этого является относительно низкий спрос на краткосрочную аренду автомобиля, хотя на рынке представлены компании, занимающейся арендой автомобилей. Чаще всего, это суточное предоставление транспортного средства с предварительным заключением договора и возвращением автомобиля на территорию предприятия. В преискуранте некоторых компаний всё же есть эта услуга, но она не является ей как таковой.

Помимо маленького спроса на услугу недостатками каршеринга в региональных реалиях называют:

- увеличение стоимости услуги в случае заторов и пробок на дороге, долгой парковки и дополнительные траты на платную парковку;
- слабая осведомлённость населения;
- отсутствие достаточных парковочных мест в центре и слабое развитие транспортной инфраструктуры;
- вероятность хакерских атак и похищения персональных данных арендаторов;
- отсутствие специальной законодательной базы для регулирования деятельности каршеринга, а также правонарушений, связанных с ним;

- вероятность отсутствия необходимого для клиента транспортного средства в наличии или свободном доступе и другие.

Основной причиной слабой развитости системы в регионе всё ещё остаётся низкий спрос со стороны водителей. Причин несколько: от слабой популярности подобных сервисов среди населения до основной – относительно небольшого размера города.

Итоговый вывод: рассмотренные положительные стороны каршеринга действительно являются существенными и наглядно демонстрируют необходимость внедрения его в Хабаровске. Но система (в том виде, котором она работает в западной части страны) не сможет стабильно конкурировать с остальными видами транспорта и не вызовет серьёзный интерес со стороны горожан. Обусловлено это относительно небольшими размерами города, небольшим временем в пути даже от удалённых районов города до центра.

Отрицательный аспект связан и с самой идеей каршеринга и Sharing Economy. Дальневосточники массово увеличивают свою движимую и недвижимую собственность. Долгое развитие системы в регионе лишь усугубит ситуацию с перегрузом дорог в часы пик – от своих машин горожане не откажутся, а дополнительные транспортные средства каршеринга повысят нагрузки на транспортные линии и узлы в часы пик.

Самый негативный момент для каршеринга – это плохая ситуация с парковками в центре города, а также небольшим количеством парковочных карманов, платных парковок. Долгий поиск парковочного места на автомобиле каршеринга встанет в дополнительные затраты для клиента, сократит количество парковочных мест для владельцев личных автомобилей, а также система будет собирать негативные отзывы за счёт того, что следующим клиентам, желающим воспользоваться автомобилем, придётся тратить дополнительное время на поиск автомобиля и путь до него. Оптимальным будет решение адаптировать систему каршеринга у крупных операторов, типа «Яндекс», сервисы которых уже работают в городе, под действительность регионов. Например, вводить систему постепенно и знакомить с ней горожан, выпускать в работу оптимальное количество автомобилей, инвестировать в создание специализированных парковочных мест только для автомобилей каршеринга.

Список литературы

1. Википедия: свободная энциклопедия : сайт. – URL : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Каршеринг> (дата обращения: 1.11.2019). – Текст : электронный.
2. Интернет-журнал «Хабр» : сайт. URL : <https://habr.com/ru/article/470079/> (дата обращения: 29.10.2019). – Текст : электронный. - 2014. – Vol. 2416(1). – P. 27-36.

Исследование надёжности электрооборудования автобусов IVECO

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: в работе произведен расчет основных показателей надёжности электромотора отопителя автобуса марки IVECO France SFR160 CROSSWAY. Определен рациональный промежуток замены исследуемого элемента при первом и втором отказах. Определен закон распределения случайной величины. Представлены графики вероятности отказа и безотказной работы агрегата.

Abstract: in the work, the basic reliability indicators of the electric motor of the heater of the bus brand IVECO France SFR160 CROSSWAY were calculated. The rational period of replacement of the element under study at the first and second failures is determined. The law of distribution of a random variable is determined. The graphs of the probability of failure and uptime of the unit are presented.

Ключевые слова: надёжность, электрооборудование автомобиля, отказ, вероятность безотказной работы, наработка

Keywords: reliability, electrical equipment of the vehicle, failure, probability of failure-free operation, operating time

Автомобильный транспорт, являясь неотъемлемой частью транспортного комплекса страны, играет важную роль в перемещении грузов и пассажиров. Именно на автомобильный транспорт приходится более половины расходов по добычи нефти и газа. Кроме автомобилей, непосредственно участвующих в производственном процессе нефтегазодобычи, следует пристальное внимание уделить пассажирским перевозкам.

В данной исследовательской работе поднимается вопрос повышения надёжности электромотора отопителя автобусов IVECO France SFR160 CROSSWAY. Так целью работы является повышение надёжности электромоторов отопителя для автобусов IVECO France SFR160 CROSSWAY. Объект исследования: Электромотор отопителя салона автобуса. Предмет исследования: Закономерности влияние наработки на вероятность отказа электромотора отопителя. Задачи, которые мы перед собой ставим:

1. Обработка статистических данных на отказ электромотора отопителя автомобиля IVECO France SFR160 CROSSWAY

2. Расчёт основных показателей надёжности агрегата

3. Определение гамма-процентного ресурса агрегата в километрах, на основании полученного графика вероятности отказа и безотказной работы.

В результате анализа статистического материала, был произведен расчет численных характеристик вариации случайной величины [1,3], представленных в таблице 1,2.

Таблица 1.

Численные характеристики вариации случайной величины до первого отказа

Среднее значение, тыс. км.	Дисперсия	Среднеквадратиче- ское отклонение	Коэффициент вари- ации
110,87	920,98	33,12	0,28

Таблица 2.

Численные характеристики вариации случайной величины до второго отказа

Среднее значение, тыс. км.	Дисперсия	Среднеквадратиче- ское отклонение	Коэффициент вари- ации
85,59	746,51	27,32	0,32

На основании рассчитанного коэффициента вариации делаем вывод, что случайная величина распределяется по нормальному закону распределения. Представим его графически на рисунке 1,2.

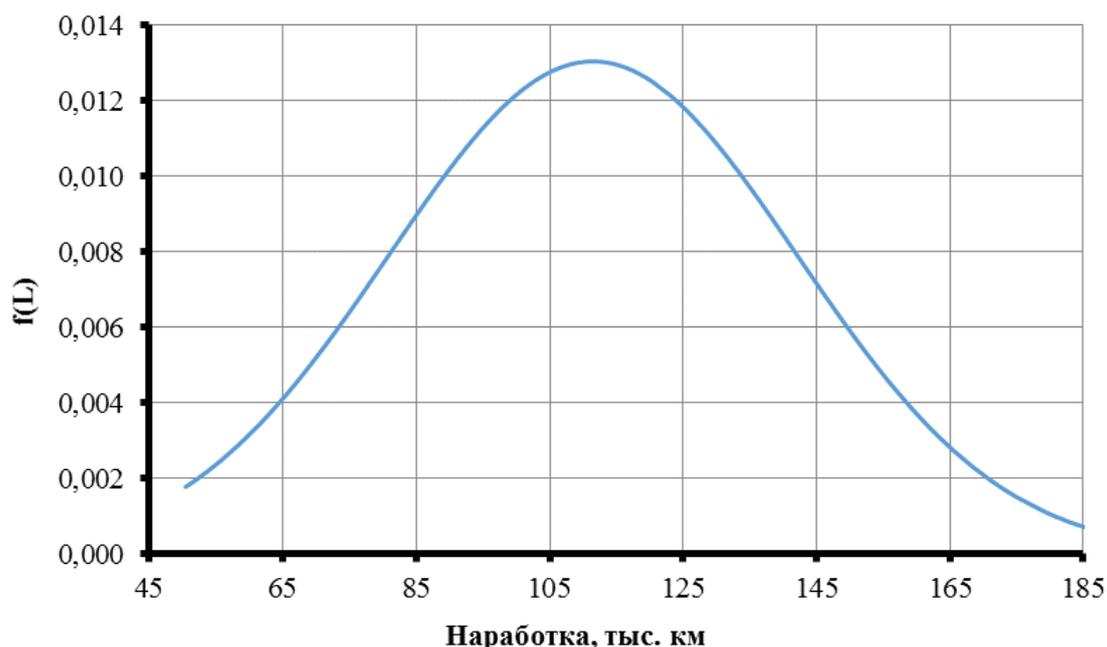


Рис. 1. Распределение случайной величины до первого отказа

Применение нормального закона распределения случайной величины позволяет спрогнозировать наработку, при которой рационально производить замену агрегата. Для определения гамма-процентного ресурса узла рассчитаны вероятности отказа и безотказной работы [2]. Графическое представление вероятности представлено на рисунке 3,4.

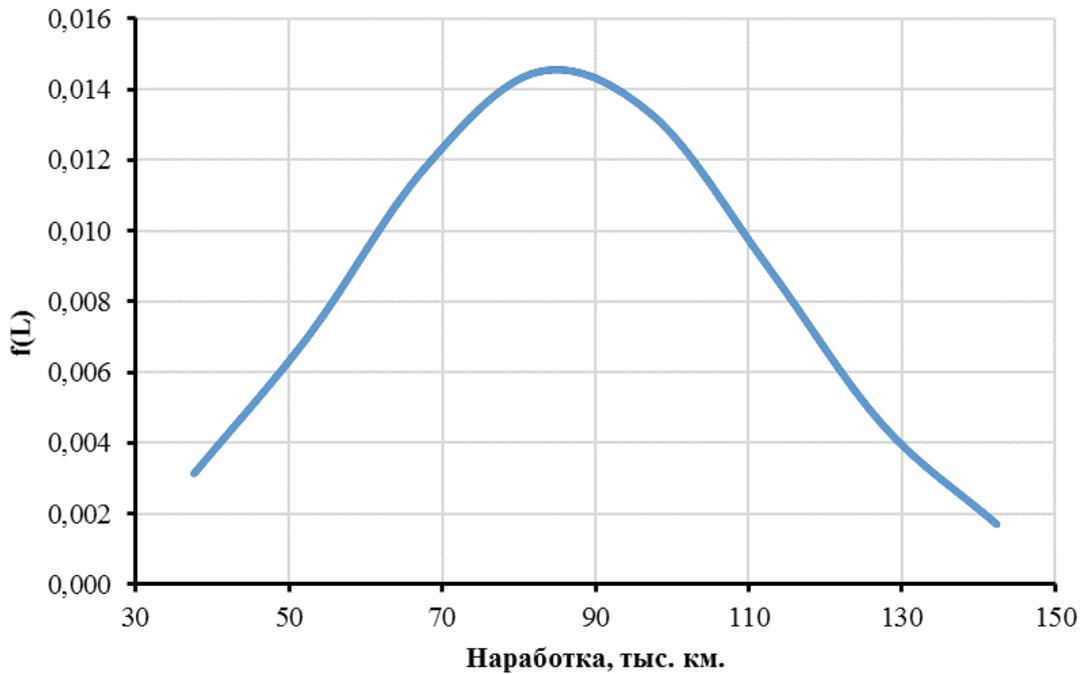


Рис. 2. Распределение случайной величины до второго отказа

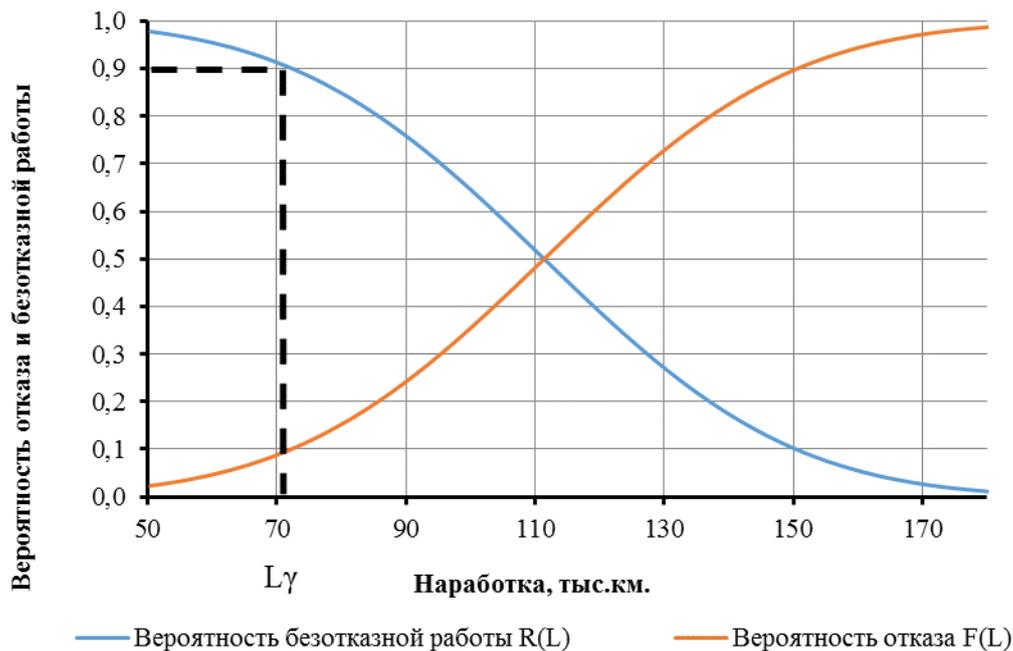


Рис. 3. График вероятности отказа и безотказной работы до первого отказа

Так как электромотор отопителя не является элементом активной и пассивной безопасности автомобиля, но его отказ в зимнее время может снизить безопасность эксплуатации транспортного средства, принимаем гамма-процентный ресурс равным 90%. На рисунке 3 и 4 гамма-процентный ресурс обозначается штрих пунктирной линией.

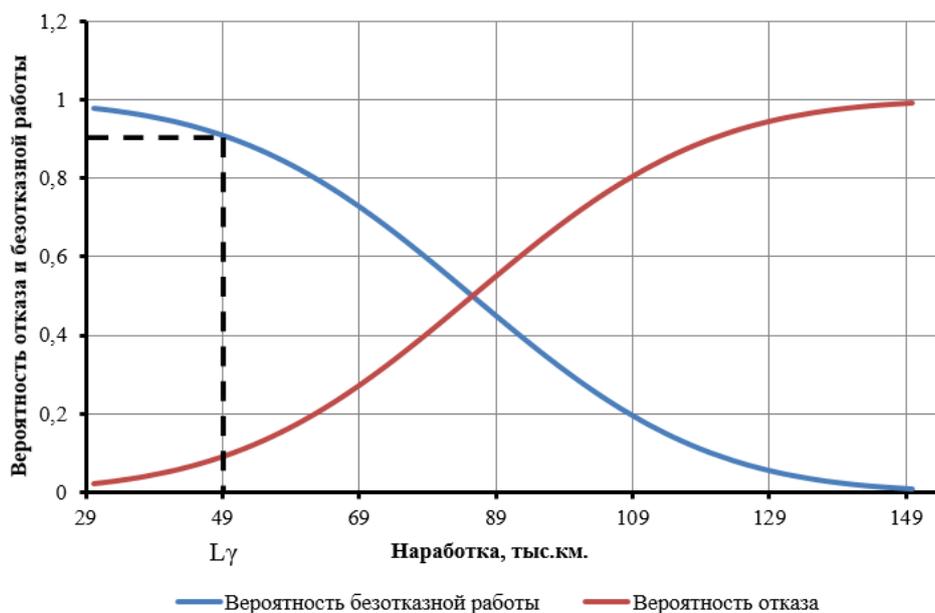


Рис. 4. График вероятности отказа и безотказной работы до второго отказа

На основании графиков 3,4 и заданному гамма-процентному ресурсу находим рациональную периодичность замены исследуемого агрегата [3]. Так, мы рекомендуем производить замену электродвигателя отопителя, в осенне-зимний период, на автобусах IVECO France SFR160 CROSSWAY, до первого отказа, при достижении наработки равной 70 000 километров, до второго отказа, при достижении наработки равной 49 000 километров.

Благодаря плано-предупредительной системе проведения замены агрегата, предприятию удастся повысить коэффициент технической готовности парка автомобилей и сократить потери от простоев автомобилей в ожидании ремонта или транспортировки в зону текущего ремонта.

Список литературы

1. Техническая эксплуатация автомобилей / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин [и др.] ; – Москва : Транспорт, 1991. – 413 с. – Текст : непосредственный.
2. Сервис транспортных, технологических машин и оборудования в нефтегазодобычи / Н.С. Захаров, А.И. Яговкин, С.А. Асеев [и др.] ; – Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. – 508 с. – Текст : непосредственный.
3. Захаров, Н.С. Моделирование процессов изменения качества автомобилей / Н.С. Захаров. – Тюмень : ТюмГНГУ, 1999. – 127 с. – Текст : непосредственный.
4. Тянь Р.В. Исследование надёжности элементов топливной системы автомобиля Ford Focus III / Р.В. Тянь, Н.С. Захаров, А.В. Базанов – Текст : непосредственный // Транспортные и транспортно-технологические системы, 20 апреля 2017 г. – Тюмень, 2017. – С. 423-427. – Текст : непосредственный.

Проблемы технической эксплуатации машин различного назначения

Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород

Аннотация: В отдельных развитых странах автомобильный транспорт занимает видное место в перевозках пассажиров и грузов и, следовательно, играет важную роль в удовлетворении всех транспортных потребностей общества.

Abstract: in some developed countries, road transport occupies a prominent place in the transportation of passengers and goods and, therefore, plays an important role in meeting all transport needs of society.

Ключевые слова: техническая эксплуатация, надежность автотранспорта, управление техническим состоянием.

Keywords: technical operation, reliability of vehicles, technical condition management.

Автомобильная отрасль систематически работает над совершенствованием технологии производства и совершенствованием конструкции подвижного состава, обеспечивая его безопасность, долговечность и ремонтпригодность. Чтобы поддерживать техническое состояние и экономичность автомобиля на необходимом уровне, необходимо знать причины его изменения, иметь инструменты и методы для выявления и устранения дефектов одновременно.

Актуальность проблемы заключается в повышении надежности технической эксплуатации машин различного назначения. Решения этой проблемы, с одной стороны, гарантируются в автомобильной промышленности, обеспечивая автомобили высокой надежностью и технологичностью, с другой - что делает техническое управление автомобилем совершенным. Научная статья посвящена проблемам, связанным с технической эксплуатацией машин.

Научная новинка заключается в изучении методических основ мониторинга и управления техническим состоянием автомобилей в эксплуатации, структуры и значения показателей, методов оценки и развития систем технического состояния автомобилей хозяйствующих субъектов на основе требований сертификации услуг по техническому обслуживанию и ремонту. Для повышения эффективности транспорта необходимо ускорить создание и внедрение передового оборудования и технологий для развития новых видов транспорта. Увеличить скорость обновления подвижного состава и другого технического оборудования, укрепить материально-технические и ремонтные сооружения, а также повысить уровень полной механизации погрузочно-разгрузочных и ремонтных работ. В то же время

необходимо повысить безопасность движения и уменьшить негативное воздействие транспорта на окружающую среду.

Часто проблемы, а также задачи технической эксплуатации автомобиля, развитие автопарка вызывает ряд проблем:

- высокий уровень материалов и стоимости рабочей силы;
- неблагоприятного воздействия ТП на окружающую среду (выбросы, добыча, шум, аварии);
- возобновление роста требований к оперативной надежности транспортного средства;
- отсутствие в конструкции структурной автомобиля бронирования.
- главная тенденция на усложнение конструкции;
- несоответствие структуры производства знаний с темпами роста парка.

В настоящее время для оценки надежности машины были разработаны два основных направления. Первая направленность вытекает из машиностроения и касается определения показателей надежности при проектировании машин. Второй - с надежностью транспортных средств (ТС) в эксплуатации. Наиболее важные принципы и методы изучения функциональной надежности автомобилей отражены [1]. Одним из основных понятий теории правдоподобия является провал, то есть провал, нарушение функциональности объекта. По данным [2], в грузовых автомобилях износ поверхностей трения вызывает 40% дефектов на трассе до 100 тыс. км и 47-98% дефектов на трассе до 200 тыс. км. Это свидетельствует о недостаточной эффективности существующей системы и организации технического обслуживания автомобилей.

Все это указывает на то, что техническое состояние автомобиля изменяют внутренние факторы, в постоянном движении, что связано с функционированием различных ведомств автомобиля, а также внешними (случайными событиями) условиями, при которых транспортное средство работает. [3]

По нашей оценке, недостаточная загрузка транспортных средств обусловлена и другими важными причинами.

Во-первых, состояние системы и организации автомобилей и транспортных средств. Для повышения эффективности технической эксплуатации необходимо оценить состояние завода и организовать его техническое обслуживание и ремонт на текущем этапе, определить перспективы развития и определить основные пути его совершенствования.

Во-вторых, интенсивность развития технического состояния зависит не только от условий эксплуатации, но главным образом от совокупного воздействия шести групп внешних факторов. Необходимо оценить влияние этих факторов на показатели эффективности и производительность автомобильного транспорта. [4]

В-третьих, эффективность дорожного движения и техническая эксплуатация транспортных средств оцениваются по различным показателям. Это не позволяет оценить показатели эффективности транспортных средств, в которых был выявлен базовый характер, с точки зрения рентабельности производства.

В настоящее время в Российской Федерации в основном используется смешанная техника ремонта транспортных средств, которая имеет существенные недостатки, снижающие эффективность.

Оценка эффективности с использованием существующих показателей не позволяет оценить вклад в экономическую эффективность автомобильного транспорта.

Планирование ремонтных работ производится для среднего и не для каждого автомобиля.

Переход к более, тактической перспективе технического обслуживания и ремонта автомобилей в соответствии с современным уровнем техники узлов ограничен несовершенством методов диагностики и неадекватностью современных диагностических возможностей.[5]

Список литературы

1. Хасанов Р. Х. Основы технической эксплуатации автомобилей / Р.Х. Хасанов. – Екатеринбург : ГОУ ОГУ, 2003. - 192 с. – Текст : непосредственный.

2. Ясенков Е. П. Актуальность проблемы повышения эффективности, технической эксплуатации автомобилей / Е. П. Ясенков. – Текст : непосредственный // Лесной вестник. - 2006. - №15. - С. 109-112.

3. Основные проблемы и задачи технической эксплуатации автомобиля : сайт. – URL : <https://ignorik.ru/docs/index-130340-7.html> (дата обращения: 10.10.2019). – Текст: электронный.

4. Пеньшин Н. В. Организация транспортных услуг и безопасность транспортного процесса / Н. В. Пеньшин. – Тамбов : ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. - 476 с. – Текст : непосредственный.

5. Якунин Н. Н. Эксплуатация автомобильного транспорта: учебное пособие для вузов / Н. Н. Якунин, Н. В. Якунина, Д. А. Дрючин. – Оренбург : ОГУ, 2017. - 220 с. – Текст : непосредственный.

Основные достоинства и недостатки различных схем гибридных силовых установок

Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород

Аннотация: в данной статье рассмотрены основные конструктивные схемы исполнения гибридных силовых установок, произведен их сравнительный анализ, а также представлены их основные достоинства и недостатки по сравнению с традиционными и электрическими двигателями.

Abstract: in this article the main design schemes of hybrid power plants are considered, their comparative analysis is made, and also their main advantages and disadvantages in comparison with traditional and electric engines are presented.

Ключевые слова: автомобили, гибрид, экономия, силовая установка, экология, достоинства, недостатки.

Keywords: cars, hybrid, economy, power plant, ecology, advantages and disadvantages.

В условиях современного мира, когда запасы нефти постепенно истощаются, цены на топливо, получаемое из нее, систематически повышаются, а экологические стандарты на его использование постоянно ужесточаются из-за ухудшающегося состояния экологии во всем мире, вызванного, в том числе, использованием традиционных видов топлива в двигателях внутреннего сгорания (ДВС), вынуждают автопроизводителей искать альтернативные виды топлива и новые инженерные решения, которые позволили бы уйти от этих проблем и при этом сохранить привычный для потребителей уровень комфорта транспортных средств.

Одним из таких решений по праву может считаться гибридная силовая установка. Под гибридной понимается такая силовая установка, в которой, помимо ДВС, работающего на традиционных видах топлива, используется электрический двигатель [1]. Автомобиль, на котором применяется данная установка, называется гибридным.

Гибридные автомобили являются чем-то средним между автомобилями с традиционными силовыми установками и автомобилями с электродвигателями. Гибридные силовые установки по общей задумке должны совмещать в себе основные плюсы ДВС, в виде цены, простоты эксплуатации и хороших динамических характеристик на установившихся режимах работы, и достоинства электрического двигателя, в виде высокого коэффициента полезного действия и нулевых выбросов вредных веществ, при этом скрывая основные недостатки этих двигателей.

Разумеется, невозможно совместить сразу все достоинства и при этом убрать все недостатки. В зависимости от исполнения гибрида получается их различная комбинация. Рассмотрим, какие исполнения гибридов бывают.

Все виды гибридов по конструктивным реализациям можно разделить на три группы: последовательные гибриды; параллельные гибриды; последовательно-параллельные гибриды [2].

Принцип работы гибрида, созданного по последовательной схеме, заключается в том, что приводом колес автомобиля является исключительно электрический двигатель, питающийся энергией от генератора, который, в свою очередь, вырабатывает энергию благодаря ДВС. [3]. Схема силовой установки последовательного гибрида представлена на рис. 1.

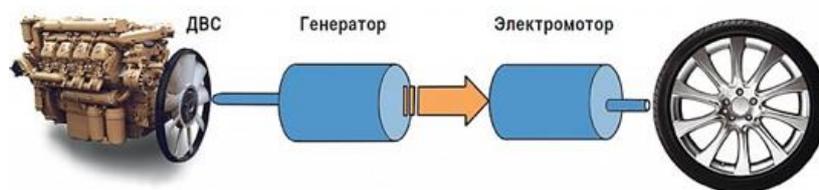


Рис. 1. Схема силовой установки последовательного гибрида

Так как в последовательной схеме силовой установки гибрида ДВС используется только в качестве привода генератора, то целесообразно использовать малолитражный двигатель, настроенный на работу в оптимальном режиме. Также, при достаточном количестве запасенной энергии в аккумуляторной батарее, в системе предусмотрена возможность полного отключения ДВС, что в совокупности, несомненно, положительно влияет на экономичность и экологичность автомобиля.

Из отрицательных сторон данной схемы силовой установки гибридов можно выделить высокую стоимость аккумуляторной батареи и её большие габариты, а также то, что на этапах преобразования энергии происходит ее потеря. К тому же, стоит отметить, что последовательные гибриды эффективны только при движении с частыми остановками, когда постоянно происходит рекуперация энергии за счет торможения, в противном случае работа ДВС не прекращается и существенного улучшения экологичности и экономичности не происходит [4]. К тому же, при движении с большими скоростями или под большой нагрузкой, электрический двигатель проявляет себя хуже, чем обычный ДВС. Поэтому данная схема не нашла широкого применения на легковых автомобилях.

При использовании параллельной схемы, представленной на рис. 2, привод автомобиля осуществляется и ДВС, и обратимым электродвигателем [4]. При этом в основном работает ДВС, а электродвигатель используется как его помощник при движении в переходных режимах (старт, уско-

рение), а в устоявшихся режимах и при торможении выполняет функции генератора. Для их согласованной работы используется компьютерное управление [5]. Так как ДВС непосредственно связан с колесами, то и потери мощности значительно меньше, чем в последовательном гибриде, но при этом сохраняется необходимость в использовании обычной трансмиссии, что заставляет двигатель работать в неэффективных режимах. Также к недостаткам данной конструкции можно отнести то, что при движении электродвигатель не может одновременно заряжать аккумуляторную батарею и передавать крутящий момент на колеса. Из этого всего следует, что параллельные гибриды эффективны на шоссе, но малоэффективны в городе. И, хотя реализация параллельной схемы довольно проста, она не позволяет значительно улучшить как экологические параметры, так и эффективность использования ДВС.



Рис. 2. Схема силовой установки параллельного гибрида

Последовательно-параллельная схема, представленная на рис. 3, объединяет в себе особенности двух предыдущих схем конструктивного исполнения гибридов. В схему параллельного гибрида добавляется отдельный генератор и делитель мощности (планетарный механизм) [3]. В результате гибрид приобретает черты последовательного гибрида: автомобиль трогается и движется на малых скоростях только на электротяге. На высоких скоростях и при движении с постоянной скоростью подключается ДВС. Благодаря наличию отдельного генератора, заряжающего батарею, электродвигатель используется только для привода колес и при рекуперативном торможении. В этом типе гибрида большую часть времени работает электродвигатель, а ДВС используется только в наиболее эффективных режимах, поэтому его мощность может быть ниже, чем в параллельном гибриде. Так же важной особенностью ДВС является то, что он работает по циклу Аткинсона, а не по циклу Отто, как обычные двигатели [4].

К недостаткам последовательно-параллельного гибрида следует отнести более высокую стоимость, ввиду того, что он нуждается в отдельном генераторе, большем блоке батарей, и более производительной и сложной компьютерной системе управления.

В заключении хочется отметить, что все представленные выше технологии созданы для того, чтобы улучшить экологическое состояние

нашей планеты, уменьшить истощение её невозобновляемых ресурсов и при этом сохранить привычные для людей ощущения от использования транспортными средствами. Это, несомненно, положительная тенденция. Остается только надеяться, что развитие в данном направлении будет только продолжаться.

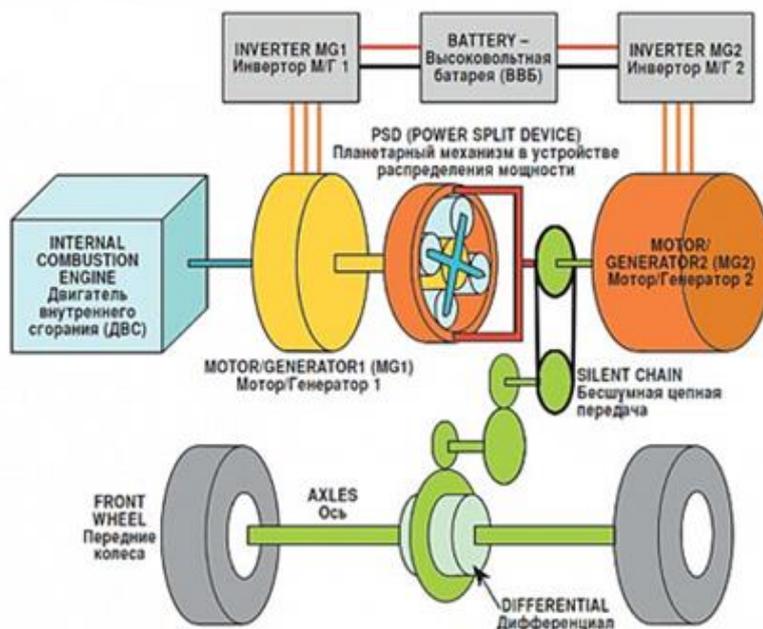


Рис. 3. Схема силовой установки последовательно-параллельного гибрида

Список литературы

1. Багдасаров, Е. Как устроены гибридные автомобили : сайт. – URL: <https://www.drive.ru/technic/4efb336400f11713001e4df5.html> (дата обращения: 10.10.2019). – Текст : электронный.
2. Гордеев, С. Н. Технологии ремонта и обслуживания гибридных автомобилей / С. Н. Гордеев. – Текст : непосредственный // АБС Авто. – 2015. – № 2. – С. 18-24.
3. Конструктивные схемы автомобилей с гибридными силовыми установками : учебное пособие / С. В. Бахмутов, А. Л. Карунин, А. В. Круташов [и др.]. – Москва : МГТУ «МАМИ», 2007 – 71 с. – Текст : непосредственный.
4. Что такое Гибрид? : сайт. – URL: <https://www.drive2.ru/b/1703296/> (дата обращения: 10.10.2019). – Текст : электронный.
5. Чернышев, Е. В. Компьютерные технологии диагностики автомобиля / Е. В. Чернышев, Е. В. Прохорова – Текст : непосредственный // Современные автомобильные материалы и технологии: VIII международная научно-техническая конференция. 4-25 ноября 2016 г. – Курск, 2016. – С. 442-445. – Текст : непосредственный.

Оптимизация объёма оборотного фонда запасных частей для коробки передач автобуса KAROSA C954 УТТ-3 ПАО «Сургутнефтегаз»

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: в данной работе представлен метод оптимизации размеров оборотного фонда запасных частей для коробки передач автобуса KAROSA C954, путём определения фактической наработки на отказ. Также были выявлены наиболее слабые стороны механизма переключения коробки и предложено ремонтное воздействие на неразборный шаровой шарнир.

Abstract: this paper presents a method for optimizing the size of the working capital of spare parts for the gearbox bus KAROSA C954, by determining the actual time to failure. Also, the weakest sides in the mechanism of switching the box were identified and the repair effect on the non-collapsible ball joint was proposed.

Ключевые слова: оптимизация, оборотный фонд, коробка передач, наработка на отказ, ремонтное воздействие, шаровой шарнир, параметр потока отказов, параметр потока восстановления, плотность вероятности отказов, вероятность безотказной работы.

Keywords: optimization, working capital, gearbox, time to failure, repair impact, ball joint, failure flow parameter, recovery flow parameter, failure probability density, probability of failure-free operation.

Эксплуатация автомобилей подразумевает не только использование подвижного состава по назначению, но и содержание его в технически исправном состоянии, что обеспечивается планово-предупредительной системой обслуживания и ремонта, используемой в транспортных предприятиях нашей страны в соответствии с положением о техническом обслуживании и ремонте транспортных средств. Для сокращения простоев автомобилей в зоне текущего ремонта и повышения коэффициента технической готовности, текущий ремонт автомобилей целесообразно осуществлять агрегатным методом. Этот метод основан на замене неисправных узлов и агрегатов на исправные или новые, взятые из оборотного фонда или основного склада запасных частей. Оборотный фонд представляет собой запас восстановленных исправных агрегатов, который хранится на предприятии. От размера оборотного фонда во многом зависит технико-экономическая эффективность предприятия: при необоснованно завышенном оборотном фонде возрастают затраты на приобретение и хранение складского запаса, при заниженном объёме нет возможности в полной мере обеспечить процесс ремонта транспортных средств запасными частями [1].

Для определения оптимального объёма оборотного фонда целесообразно использовать расчётный метод. Расчётный метод учитывает число

однотипных автомобилей на предприятии, а также число одинаковых элементов оборотного фонда на автомобиле, параметры потока отказов и параметры потока восстановления по агрегатам [2]. Достоинство метода заключается в его высокой точности. Для использования метода требуется сбор данных о фактической надёжности агрегатов, интенсивности эксплуатации автомобилей. Исходя из этого был обработан поток данных наработки на отказ предприятия СУТТ - №3 для 80 ед. подвижного состава.

Расчёт строится следующим образом:

Для начала нужно вычислить параметр потока восстановления, это обратная величина времени восстановления. Коробку передач ZF 6S1600 восстанавливают за 2 смены, тогда параметр потока восстановления:

$$\beta = \frac{1}{2} = 0,5 \frac{\text{ед}}{\text{сутки}}, \quad (1)$$

где 2 – время восстановления КП, сутки.

Параметр потока отказов можно определить, как (1/средняя наработка до отказа):

$$\omega = \frac{1}{\bar{t}} = \frac{1}{266\,526} = 0,00000375 \frac{\text{ед}}{\text{км}}, \quad (2)$$

где \bar{t} – средняя наработка на отказ, км.

Количество агрегатов в оборотном фонде:

$$N_{OA} = \frac{\omega \cdot A_c \cdot n \cdot \bar{l}}{\beta} = \frac{0,00000375 \cdot 80 \cdot 1 \cdot 227}{0,5} = 0,136 \text{ ед}, \quad (3)$$

где ω – параметр потока отказов;

A_c – списочный состав подвижного состава;

n – число одинаковых элементов оборотного фонда на автомобиле;

\bar{l} – средний суточный пробег одной единицы подвижного состава;

β – параметр потока восстановления [3].

Необходимое количество шаровых шарниров на оборотном фонде:

$$\beta = \frac{1}{0,5} = 2 \frac{\text{ед}}{\text{сутки}}, \quad (4)$$

$$= \frac{1}{\bar{t}} = \frac{1}{277\,968} = 0,00000360 \frac{\text{ед}}{\text{км}}, \quad (5)$$

$$N_{OA} = \frac{A_c \cdot n \cdot \bar{l}}{\beta} = \frac{0,00000360 \cdot 80 \cdot 1 \cdot 227}{2} = 0,0326 \text{ ед.} \quad (6)$$

Результаты сведены в таблицу расчётов табл. 1:

Таблица 1.

Результаты расчётов потребности в запасных частях

Наименование детали	A_c , ед.	n , ед.	L_G , км	D_G , ед.	L_C , км	$\frac{1}{1000}$, км	$T_{\text{восст.}}$, дн.	β , 1/дн.	N_{OA} , ед.
КП ZF 6S1600	80	1	83000	365	227	0,00375	2	0,5	0,136
Шарнир шаровой	80	1	83000	365	227	0,00360	0,5	2	0,0326

Таким образом по результатам расчётов можно сделать вывод о том, что для коробки переключения передач количество необходимых агрегатов в оборотном фонде равно 1, для шарового шарнира так же равно 1.

Близость расчётов показателей надёжности коробки передач в целом и шарового шарнира, обусловлена тем, что отказ КП в 89 % случаев был вызван выходом из строя неразборного шарового шарнира.

Исходя из полученных данных целесообразно применить ремонтное воздействие на шаровой шарнир, что способствует оптимизации использования экономических ресурсов предприятия.

Наиболее уязвимым местом шарового шарнира является полимерный вкладыш, который снижает трение между металлическими частями и демпфирует жёсткие удары [4].

Ремонтное воздействие заключается в замене изношенного вкладыша путём экструзии расплавленного полимера под давлением в рабочую область шарового шарнира. Технология ремонтного воздействия включает в себя несколько последовательных операций.

1. Во внешнем корпусе (обойме) шарового шарнира проделывается отверстие, можно использовать готовый штуцер для пресс-маслёнки, если таковой имеется, в эту резьбу закручивается «трубка – приемник» от специального пресса (экструдера), который подает расплавленный полимер под давлением. Нужно отметить, что он расплавляется при температурах в 220 – 225 градусов Цельсия.

2. С помощью газовой горелки шаровая опора прогревается до температуры плавления полиамида (капролона).

3. Одновременно в специальном экструдере разогреваются заготовки (картриджи) из полиамида, аналогичного штатному.

4. С помощью экструдера под высоким давлением – 6-8 атм. расплав впрыскивается в полость между обоймой и подвижным шаром. Внутри шаровой фторопласт также расплавляется плюс смешивается с массой, которая поступает через трубку. Причём заполняются все трещины, щели и выработки штатного вкладыша [5].

После заполнения трубка отсоединяется, пресс с полимером убирают. Полимер застывает и образует монолит, который обволакивает «шарик» все стуки и вибрации проходят – разбитое место заполнилось полимером. После такого ремонта шаровая опора может ходить очень долго, иногда даже не меньше чем новая.

Преимущества данного способа:

- универсальность и ценовая доступность.
- компактность и мобильность оборудования.
- возможность применения как в личных целях, так и в технологическом процессе планово-предупредительного обслуживания и ремонта на предприятиях автомобильного транспорта.

Список литературы

1. Макарова А.Н. Оценка размеров оборотных фондов для текущего ремонта коробок передач автомобилей Урал-4320 в ПАО «Сургутнефтегаз» / А.Н. Макарова, Н.С. Захаров, А.В. Зиганшина, В.В. Зуев – Текст : непосредственный // Проблемы функционирования систем транспорта: Проблемы функционирования систем транспорта: материалы Международ. науч.-практ. конф. Т. 1. – Тюмень : ТИУ, 2019. – С. 337 – 340. – Текст : непосредственный.

2. Захаров, Н.С. Развитие технической эксплуатации автомобилей: проблемы и перспективы / Н.С. Захаров, А.Н. Макарова, В.А. Бузин, В.В. Зуев – Текст : непосредственный // Проблемы функционирования систем транспорта: материалы Международ. науч.-практ. конф. Т. 1. – Тюмень: ТИУ, 2019. – С. 290 – 295. – Текст : непосредственный.

3. Щетина, В.А. Снабжение запасными частями на автомобильном транспорте / В.А. Щетина, В.С. Лукинский, В.И. Сергеев. – Москва: Транспорт, 1988 – 112 с. – Текст : непосредственный.

4. Шаровые шарниры и шарнирные соединения : сайт. – URL : http://www.podshipnik.ru/analyst/797/element_3281.html (дата обращения: 27.10.2019) – Текст : электронный.

5. Сделаю сам : сайт. – URL : <https://xn----7sbbnf0bk7af2k.xn--p1ai/> (дата обращения: 27.10.2019). – Текст : электронный.

Научное издание

ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТРАНСПОРТА

Материалы

*Международной научно-практической конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых
(4-6 декабря 2019 года)*

В 2-х томах

Том 1

В авторской редакции

Подписано в печать 24.03.2020. Формат 60x90 1/16. Печ. л. 24,6.
Тираж 500 экз. Заказ № 1846.

Библиотечно-издательский комплекс
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Тюменский индустриальный университет».
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.