

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

**МАТЕРИАЛЫ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
МОЛОДЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ИМ. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА**

Тюмень  
ТИУ  
2020

УДК378.091.2

ББК74.58

М 34

Ответственный редактор:  
кандидат технических наук, доцент А. Н. Халин

Редакционная коллегия:  
А. А. Кулемина (зам. ответственного редактора);  
У. С. Путилова

М 34 **Материалы международной** научно-практической конференции молодых исследователей им. Д. И. Менделеева: сборник статей / отв. ред. А. Н. Халин. – Тюмень: ТИУ, 2020. – 319 с. – Текст : непосредственный.  
ISBN 978-5-9961-2272-1

В сборнике представлены статьи и доклады, выполненные на Международной научно-практической конференции молодых исследователей им. Д. И. Менделеева, проходившей в Тюменском индустриальном университете в 2019 году. В них изложены результаты исследовательских работ по широкому кругу вопросов.

Издание предназначено для научных, социально-гуманитарных и инженерно-технических работников, а также аспирантов и студентов, технических и гуманитарных вузов.

УДК378.091.2

ББК74.58

ISBN 978-5-9961-2272-1

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ (МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, МЕХАНИКА)

<i>Апалькова Л. С.</i> Новое доказательство полноты тригонометрической системы. . . . .	10
<i>Гайсина З. Н.</i> Особенности преподавания математики в условиях введения ФГОС. . . . .	12
<i>Голубенко Е. О.</i> Меры иррациональности. . . . .	15
<i>Гришина К.В.</i> Единственность решений обобщенного уравнения Абеля. . . . .	15
<i>Ельцова С.М., Мухаматуллин Р.З., Смирнов Н.А.</i> Применение закономерностей изменения параметров акустико-эмиссионного сигнала в качестве диагностических критериев разрушения конструкционных сталей. . . . .	17
<i>Емельянова Д.О.</i> Изучение упругих свойств металлов и сплавов. . .	19
<i>Переплеткин И.А.</i> Физические возможности и предпосылки увеличения глубинности работ новейшего георадарного оборудования. . . . .	21
<i>Смирнов Н. А., Ельцова С. М., Мухаматуллин Р. З.</i> Выявление корреляции вейвлет-коэффициентов с магнитоупругим сигналом, полученным при циклических нагрузках ферромагнитных деталей. . . . .	24
<i>Смирнов Н. А., Ельцова С. М., Мухаматуллин Р. З.</i> Применение математического моделирования при диагностике состояния трубопровода магнитными методами неразрушающего контроля. . . . .	26
<i>Третьяков И.А.</i> Реализация алгоритмов формирования алфавита символов для анализа экспериментальных кривых. . . . .	28
<i>Широких А.В.</i> Изучение литологии горных пород: итоги экспедиции на архипелаг Шпицберген. . . . .	31

### ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>Бессонов В. И.</i> Оптимизация адсорбционного блока установки комплексной подготовки газа. . . . .	34
<i>Богомолова М. Е.</i> Способы получения полипропилена. . . . .	35
<i>Десятов В.О.</i> Молекулярное моделирование адсорбции бутана и 1-бутена на цеолите типа 13х методом Монте-Карло. . . . .	36
<i>Куклина В.М.</i> ИК-спектроскопия глинистых минералов. . . . .	39
<i>Лапа Н.О., Гуров Ю.П.</i> Модернизация установки атмосферной перегонки нефти. . . . .	42

<i>Максимов Л.И., Малеванная М.И.</i> Разработка метода интенсификации процесса восстановления осадка станций обезжелезивания за счёт использования высокотемпературных вихревых газодинамических потоков. . . . .	44
<i>Нехорошева Д.С.</i> ИК - спектрометрический метод определения метилового спирта в паровой фазе. . . . .	47
<i>Перминова А.В.</i> Метод измерения объемной доли воды методом горячего отстоя. . . . .	49
<i>Проничев Г.М.</i> Цифровые технологии в нефтехимии. . . . .	51
<i>Сабутова А.Б.</i> Изучение влияния условий реакции на скорость гидролиза салицина. . . . .	53
<i>Сайфутдинова М.В., Лыга Р.И., Михальчук В.М.</i> Морфология структуры и свойства эпоксидных композитов аминного отверждения, содержащих терморасширенный графит. . . . .	55
<i>Сафин Н.С.</i> Современные методы защиты материалов и конструкций, применяемые в нефтегазовой отрасли, от коррозии. .	58
<i>Сухарникова А.В.</i> Полнота использования твердых и жидких отходов. . . . .	61
<i>Тагиров А.В.</i> Современные направления переработки попутного нефтяного газа в Российской Федерации. . . . .	63
<i>Тулеуова М.Б.</i> Модель описания кинетики гидрирования. . . . .	66
<i>Усольцев В.О.</i> Эффективные способы безотходной переработки нефти. . . . .	68
<i>Целик М.С., Мартюк Д.Р.</i> Диметиланилин в качестве катализатора при синтезе эпоксидных смол. . . . .	70
<i>Швайцер К.А., Красильников И.А.</i> Влияние состава экстрагента на параметры хроматографического удерживания биологически активных компонентов представителей семейства ивовых (salicaceae). . . . .	72
<i>Щербакова О.С.</i> Способы защиты оборудования нефтепереработки от коррозии. . . . .	75

## **БИОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИИ**

<i>Басова И.А., Южакова А.А., Зеленская Е. Э.</i> Перспективные направления биотехнологии в производстве кондитерских изделий	79
<i>Белина С.А.</i> Разработка специализированных продуктов питания из арктического сырья. . . . .	81
<i>Бичу А.В., Зеленская Е.Э., Кабанов А.Э., Черняева А.С.</i> Пищевые добавки, получаемые биотехнологическим методом из рыбного сырья . . . . .	83

<i>Галиахметова А.А.</i> Функциональный комплекс для профилактики заболеваний мочеполовой системы. . . . .	85
<i>Жиганова М.А.</i> Разработка обогащенного хлебобулочного изделия для профилактики сердечнососудистых заболеваний. . . . .	88
<i>Klisheva A.D.</i> The volumetric impedance phase shift spectroscopy . . . .	91
<i>Малюгина М.С.</i> Разработка функционального сладкого блюда для улучшения работы нервной системы. . . . .	93
<i>Неволько А.А.</i> Разработка функциональных чипсов для улучшения зрения. . . . .	97
<i>Шабарчин А.А.</i> Эффект лотоса. . . . .	100
<i>Шамилов Ш.А., Стрижак Я.А.</i> Разработка функциональной настойки, способствующей облегчению процесса акклиматизации населения в условиях Крайнего Севера. . . . .	102

## ЭНЕРГЕТИКА

<i>Копырин В.А., Носач С.М.</i> Выбор погружного кабеля меньшего сечения при использовании внутрискважинного компенсатора. . . .	105
<i>Королёва О.А.</i> Энергетическая эффективность генерирования электрической мощности с применением энергии избыточного давления газа трубопровода. . . . .	108
<i>Попов Е.И.</i> Экологическое обоснование необходимости повышения надежности источников оперативного тока. . . . .	111
<i>Чащин С.О., Шахова Л.В.</i> Анализ способов компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения нефтедобывающих объектов. . . . .	114
<i>Шахова Л.В., Чащин С.О.</i> Разработка имитационной модели погружного асинхронного электродвигателя ПЭД-Я 70-117 М5В5. . . . .	117

## МАШИНОСТРОЕНИЕ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

<i>Венедиктов А.Н., Воронин А.В.</i> О необходимости создания бесконтактного датчика перемещения для регистрации колебаний крутильного маятника. . . . .	120
<i>Жужневский Д.Л.</i> Модернизация ковша фронтального погрузчика. . . . .	122
<i>Жужневский Д.Л.</i> Разработка инновационного поршневого авиадвигателя на основе модели «М-11 ФР». . . . .	125
<i>Кузнецов К.Д., Старостенко Д.А., Васильев Д.В.</i> Обзор методов определения температуры в процессе резания. . . . .	127
<i>Kuzmin A.M., Ionin I.D.</i> Analysis of Tyumen competitive services of American and english road-building machinery. . . . .	132

<i>Кузьмин М.С.</i> Применение технологии генеративного дизайна в современном машиностроении. ....	134
<i>Локишин А. Д.</i> Контроль механических свойств сварных соединений стали 09Г2С. ....	136
<i>Мартюк Д.Р.</i> Программно-аппаратный комплекс пространственного позиционирования трубопроводов. ....	137
<i>Пащин Е. Е.</i> Составные протяжки. ....	139
<i>Пономарев И.С.</i> Особенности коррозии резервуаров для нефтепродуктов. ....	141
<i>Попова М.С.</i> Консервные банки и жизнь человека. ....	142
<i>Салихов А. Д.</i> Определение марки материала при отсутствии исходных данных. ....	143
<i>Хайров Д.С., Каримов Н.М., Каримов Б.М.</i> Требования к безопасности окружающей среды в рецептуростроение. ....	147
<i>Хызов А. А., Чаугарова Л. З.</i> Исследование линий скольжения, возникающих при пластической деформации в малоуглеродистой стали. ....	150

## **СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ**

<i>Ахметшина И.И.</i> Совершенствование системы электронного документооборота для ООО «ГАЗПРОМ ГЕОЛОГОРАЗВЕДКА». .	154
<i>Баранова В.Ю., Тверяков А.М.</i> Проблема точности эталонов в метрологии. ....	157
<i>Березина К. О., Копорикова К. К.</i> ISO 14001- система экологического менеджмента. ....	159
<i>Зыкова К.Ю.</i> Проблемы развития рынка аудиторских услуг в России. ....	162
<i>Инишева М.В.</i> Lean технологии . ....	165
<i>Лапина Т.В.</i> Проблемы удовлетворенности потребителей качеством коммунальных услуг (по данным опроса ООО «Тюмень водоканал»). ....	167
<i>Левкин Д.А.</i> Влияние качества продукции на экономику предприятия. ....	170
<i>Макарова П.А.</i> Система объемно-функционального проектирования асфальтобетонных смесей. ....	173
<i>Масалов А.Н.</i> Состояние прибора для контроля профиля пера лопаток контура низкого давления. ....	176
<i>Матвеева В.А.</i> Анализ эффективности работы измерительного микроскопа БМИ. ....	179

<i>Махтов А.П.</i> Разработка методики внедрения концепции «Бережливое производство» в «Завод БКУ» - филиал ООО «Уралмаш НГО Холдинг» в г. Тюмени. . . . .	182
<i>Мельников П.А.</i> Анализ законодательной и нормативно-правовой документации по определению межповерочного интервала. . . . .	186
<i>Минваева М.С.</i> Актуальные проблемы управления качеством жилищно-коммунальных услуг. . . . .	189
<i>Миржамолов И.И.</i> Усовершенствованная методика расчета величины радиуса изгиба магистрального трубопровода. . . . .	192
<i>Одинаева К.И.</i> Стандартизация и качество продукции. . . . .	194
<i>Олюнина Ю.С.</i> Усовершенствование метода системы экологического менеджмента по утилизации бурового раствора. . .	197
<i>Ромашев Я. О., Сатыбалдиев А. Б.</i> Стандартизация и метрология в спорте и физической культуре. . . . .	199
<i>Тулумбасов Д.М.</i> Усовершенствование прибора для измерения параметров диска ротора турбины. . . . .	201
<i>Халецкая С.Ю.</i> К проблеме управления качеством жилищно-коммунальных услуг. . . . .	205
<i>Холбоева У.Ш.</i> Внедрение системы менеджмента качества на железнодорожном транспорте. . . . .	208
<i>Шевчук К. А.</i> Качество природного газа. . . . .	211
<i>Shirochenko E.A.</i> Philosophical issues of metrology. . . . .	213
<i>Shulinina N.A.</i> On the question of the concepts of metrology and calibration. . . . .	215

## **РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

<i>Ali G.H., Najmuldeen M.Y., Al-bayati A. M., Naji G.A.A.</i> Estimation Water Saturation using Dual Water Model. . . . .	218
<i>Ан В. М., Иванов Е.В., Казанцев И.Ю., Михайлюк К.Д., Схабицкий Г.А.</i> Современные методы поиска остаточных запасов нефти на поздних этапах разработки. . . . .	224
<i>Важенин П.Н., Калистратов К.А., Пинигин А.А., Жанакулов Д.Н., Татарин Д.В.</i> Анализ методов борьбы с АСПО в нефтяных и газоконденсатных скважинах. . . . .	227
<i>Газдиев А.И., Остапенко А.А.</i> Анализ показателей работы фонда скважин на Уренгойском нефтегазоконденсатном месторождении. . . . .	230
<i>Гильманов Л.А., Афлятунов С.И.</i> Анализ и перспективы применения различных видов многозонных гидравлических разрывов пластов. . . . .	233
<i>Зубченко Д.А.</i> Оптимизация системы разработки месторождения. . . . .	235

<i>Imashev R. R.</i> Analyzing the geological and geophysical studies of solkinskoye oilfield. . . . .	237
<i>Казанцев П.Ю., Добровинский Д.Л., Фудаишкина М.В.</i> Анализ эффективности применения нестационарного заводнения при извлечении ТРИЗ на объектах месторождений ТПП «Урайнефтегаз». . . . .	239
<i>Копылов Д.Е., Горбунова В.В., Красильникова Е.Е., Черепанов Г.Е.</i> Проблема прорыва подошвенной воды в газовые скважины малой толщины и пути ее решения. . . . .	242
<i>Королева И.А., Игнатенко М.О., Мамарина Е.Д., Пархоменко Д.В., Каткова Н.В.</i> Анализ существующих методик по борьбе с конусами подошвенной воды в вертикальных газовых скважинах. . . . .	248
<i>Курманчук Н.С.</i> Новый тип спирального теплообменника. . . . .	251
<i>Линцер С.А.</i> Неопределённости при подсчёте запасов в клиноформенных отложениях Западной Сибири. . . . .	253
<i>Мазур И.Д.</i> Наши газовые стратегии влияют на климатическую проблему. . . . .	254
<i>Мазур И.Д.</i> Использование кислотного ГРП для повышения нефтеотдачи низкопроницаемых неоднородных коллекторов. . . . .	255
<i>Михайлова М.Н., Иванов Д.В., Лизунова Е.Д.</i> Факторы, влияющие на возникновение аварийных ситуаций, при эксплуатации магистральных трубопроводов . . . . .	257
<i>Михайлова М.Н., Антипова М.Н., Лизунова Е.Д.</i> Идентификация повреждений магистральных трубопроводов, работающих в условиях Тюменского севера. . . . .	260
<i>Михайлова М.Н., Анчин А.В., Лизунова Е.Д.</i> Выявление очагов коррозии при анализе технического состояния газопроводов. . . . .	262
<i>Переpletкин И.А.</i> Обзор и перспективы применения многоволновых сейсмических исследований с целью оптимизации разработки и доразведки трудноизвлекаемых запасов углеводородов. . . . .	265
<i>Пикина И.В.</i> Проектное управление в компаниях нефтегазового сектора: управление проектными рисками. . . . .	268
<i>Поляков Д.В., Кузьмищев Е.П., Бердников А.О., Самылов Д.А., Храмов В.А.</i> Заканчивание скважины и возможные ошибки, связанные с ним. . . . .	271
<i>Portnjagin N.Je., Woropajew A.A.</i> Bekämpfung der verwässerung von gasbrunnen durch ein neues verfahren zur einföhrung tenside. . . . .	274
<i>Рохас-Мухеева М.А.</i> Аналитический расчет притока газа к пологим скважинам. . . . .	276
<i>Солопахина У.Ю.</i> Методика трехмерного моделирования пористости с использованием косвенной информации. . . . .	278

<i>Старшинов Л.С., Старшинова П.В.</i> Расчет закачки и отбора газа в подземное хранилище линейного типа. . . . .	281
<i>Старшинова П.В., Старшинов Л.С.</i> Масштабирование координат в анизотропном пласте. . . . .	283
<i>Цепляева А.И.</i> Оценка перспектив размещения эксплуатационного фонда скважин на примере месторождения сложного геологического строения. . . . .	285

## БУРЕНИЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

<i>Аль хайти М. А.</i> Оптимизация гидравлики на долоте с помощью понятий гидравлической мощности и силы воздействия потока на забой. . . . .	287
<i>Бакирова А.Д., Шалятин Д.В.</i> Исследование технологии закрепления неустойчивых глинисто-аргиллитовых пород в процессе бурения скважин. . . . .	292
<i>Бастриков С.Н., Ваганов Ю.В., Парфирьев В.А.</i> Глушение скважин в условиях аномально высоких пластовых давлений. . . . .	295
<i>Бобкова А.А., Беспрозванных А.А., Митенков А., Нанаева С., Спичёв Л.Ф.</i> Разработка технологии регулирования поступления пластовой воды в горизонтальном участке ствола нефтедобывающей скважины. . . . .	296
<i>Исанбердин В.М.</i> Анализ размещения скважин на кустовой площадке. . . . .	298
<i>Зубанков В. С., Голубятникова Е. П., Эрмакова Ю. К., Голубев Д. В., Требунский Д. В.</i> Разработка технологии эксплуатации скважины, вскрывшей нефтяную оторочку. . . . .	300
<i>Мочалова А. А., Ценева Д.А., Тарасов В. М., Зольников Д. В., Бойзоков Элбек</i> Разработка технологии многостадийного гидравлического разрыва пласта. . . . .	302
<i>Naji G.A.A., Ali G. H., Fadhel A. A.</i> Well control using volumetric method. . . . .	304
<i>Nikulina Y. V.</i> Fishbones well drilling technology. . . . .	308
<i>Сабурова Е.А., Цыцельская В.А., Рамих С.С., Золотухин Н.В.</i> Об изоляции конусов подошвенных вод в газодобывающих скважинах	310
<i>Солодянкина М. А., Песцов С. А., Новиков А. М., Нику Д. А., Ысаков К. А.</i> Технология воздействия на пласт с трудноизвлекаемыми запасами нефти. . . . .	312
<i>Фролов С.Ю., Рожков С.Ю., Рожкова О.В.</i> Добавки к тампонажным растворам для цементирования скважин с повышенными пластовыми давлениями и температурами. . . . .	313
<i>Шалятин Д.В., Бакирова А.Д.</i> Проблемы использования стыков по классификации ТАМЛ для многоствольных скважин. . . . .	315

УДК 517.5

## НОВОЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ПОЛНОТЫ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Апалькова Л. С.,

Донецкий национальный университет, г. Донецк

Пусть  $r > 0$ ,  $L[-r, r]$  - пространство интегрируемых по Лебегу функций на  $[-r, r]$ . Следующий классический результат называют свойством полноты тригонометрической системы.

**Теорема 1.** Пусть  $f \in L[-r, r]$  и

$$\int_{-r}^r f(x) e^{i \frac{m x}{r}} dx = 0 \text{ для всех } n \in Z = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}. \quad (1)$$

Тогда  $f = 0$ .

Впервые полноту тригонометрической системы доказал А. М. Ляпунов. В настоящее время известен ряд доказательств теоремы 1, использующих теорию целых функций, теорию аппроксимации, ряды Фурье, свойства тригонометрических многочленов и др. [1-3].

В данной работе приводится доказательство теоремы 1, основанное на свойствах биортогональных систем [4].

Пусть функция  $T \in L(R)$  является финитной,  $\text{sup}T$  - носитель функции  $T$ ,  $2r(T)$  - длина наименьшего отрезка, содержащего  $\text{sup}T$ ,  $\hat{T}$  - преобразование Фурье функции  $T$ ,  $Z(\hat{T}) = \{z \in C : \hat{T}(z) = 0\}$ . Далее будем считать, что  $\text{sup}T \subset [-r(T), r(T)]$ ,  $Z(\hat{T}) \neq \emptyset$  и  $\hat{T}'(\lambda) \neq 0 \forall \lambda \in Z(\hat{T})$ . Известно, что для любого  $\lambda \in Z(\hat{T})$  существует функция  $T_\lambda \in C(R)$  такая, что  $r(T_\lambda) = r(T)$  и  $\hat{T}_\lambda(z) = \frac{\hat{T}(z)}{\hat{T}'(\lambda)(z - \lambda)}$ ,  $z \in C, z \neq \lambda$  [4, формула (8.21) и следствие 8.2].

Кроме того, имеет место следующий результат [4, теорема 8.2 и замечание 8.1].

**Теорема 2.** Пусть  $f \in L[-r(T), r(T)]$  и  $\int_{-r(T)}^{r(T)} f(x) T_\lambda(x) dx = 0$  для всех  $\lambda \in Z(\hat{T})$

. Тогда  $f = 0$ .

Применим теорему 2 для доказательства полноты тригонометрической системы. Обозначим через  $\chi_r$  индикатор отрезка  $[-r, r]$

. Положим  $g(x) = \frac{1}{2r \cos(r\lambda)} (e^{i\lambda(x+r)} - 1) \chi_r(x)$ ,  $\lambda \in Z(\hat{\chi}_r)$ .

Имеем: 
$$\widehat{\chi}_r(z) = \int_{-r}^r e^{-izx} dx = \frac{2 \sin(rz)}{z}, \quad Z(\widehat{\chi}_r) = \left\{ \frac{\pi n}{r} : n \in Z, n \neq 0 \right\},$$

$$\widehat{\chi}'_r(z) = \frac{2(rz \cos(rz) - \sin(rz))}{z^2}.$$

Отсюда следует, что для  $\lambda = \frac{\pi n}{r}, n \in Z \setminus \{0\}$

$$\frac{\widehat{\chi}_r(z)}{\widehat{\chi}'_r(\lambda)(z - \lambda)} = \frac{(-1)^n \pi \sin(rz)}{rz(rz - \pi)} \quad (2)$$

Далее при тех же  $\lambda$  имеем:

$$\begin{aligned} \widehat{g}(z) &= \frac{1}{2r \cos(r\lambda)} \int_{-r}^r (e^{i\lambda(x+r)} - 1) e^{-ixz} dx \\ &= \frac{1}{2r(-1)^n} \int_{-r}^r (e^{ix(\lambda-z)} (-1)^n - e^{-ixz}) dx = \frac{(-1)^n \pi \sin(rz)}{rz(rz - \pi)} \end{aligned} \quad (3)$$

Сравнивая (2) и (3) получаем  $g = (\chi_r)_\lambda$ .

Теперь используя теорему 2, приходим к следующему результату.

**Теорема 3.** Пусть  $f \in L[-r, r]$  и

$$\int_{-r}^r f(x)(e^{i\lambda(x+r)} - 1) dx = 0 \text{ для всех } \lambda \in Z(\widehat{\chi}_r) \quad (4)$$

Тогда  $f = 0$ .

Покажем, что теорема 1 эквивалентна теореме 3.

Действительно, пусть выполнено соотношение (1). Тогда при  $n = 0$  получаем:

$$\int_{-r}^r f(x) dx = 0 \quad (5)$$

Значит, справедливо соотношение (4).

Обратно, пусть имеют место равенства (4). Тогда

$$\int_{-r}^r f(x) dx = e^{i\lambda x} \int_{-r}^r f(x) e^{i\lambda x} dx, \quad \lambda \in Z(\widehat{\chi}_r).$$

Переходя здесь к пределу при  $\lambda \rightarrow \infty$  и используя лемму Римана-Лебега, получаем (5). Следовательно, выполнено условие (1), что и требовалось.

Список использованных источников:

1. Зорич, В. А. Математический анализ Т.2 / В. А. Зорич. -Москва: Наука, 1984. – 640 с. – Текст: непосредственный.
2. Харди, Г. Х. Ряды Фурье / Г. Х. Харди, В. В. Рогозинский. - Москва: Физматгиз, 1959. – 56 с. – Текст: непосредственный.
3. Леонтьев, А. Ф. Целые функции. Ряды экспонент / А. Ф. Леонтьев. - Москва: Наука, 1983. – 176 с. – Текст: непосредственный.

4. Volchkov, V. V. Harmonic analysis of mean periodic functions on symmetric spaces and the Heisenberg group / V. V. Volchkov, Volchkov Vit. V., New York: Springer 2009. – 672 p. - Text: electronic.

Научный руководитель: Волчков Вит. В., д. ф-м. н., профессор.

УДК51

## **ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ В УСЛОВИЯХ ВВЕДЕНИЯ ФГОС**

Гайсина З. Н.,

Общеобразовательный лицей ТИУ, г. Тюмень

В современном, быстро меняющемся мире от любого человека, который желает стать успешным, требуется мобильность мышления, умение самостоятельно действовать, принимая нестандартные решения. Поэтому целью Российской школы XXI века является создание условий для самореализации школьника в учебном процессе, формирование готовности быть субъектом продуктивной самостоятельной деятельности на всех этапах своего жизненного пути.

Основным элементом системы профессиональной деятельности учителя является образовательная деятельность, а её ведущей организационной формой – урок, вечная и главная форма образования, на нем держалась традиционная и стоит современная школа. Поэтому, говоря об особенностях преподавания математики в условиях введения ФГОС, буду говорить об уроке, на котором, прежде всего, и происходит формирование личностных, предметных и метапредметных компетенций, хотя это не означает, что все то, что делалось раньше, вдруг стало не актуальным. Меняющиеся времена не могут изменить то лучшее, что было в традиционной школе, то, что накапливалось веками, что остается ценным всегда: это прочные, глубокие знания, приобретаемые в результате систематической работы, привычка к дисциплине и порядку. Никуда не исчезла извечная проблема: как учителю увлечь, заинтересовать учащихся своим предметом? Таким образом, разумное сочетание всего того, что уже имеем с тем, что диктуют в современном мире стандарты второго поколения и отводит нам с вами новую роль с новыми правилами и подходами. Любое новое дело требует знаний, поэтому повышать профессиональное мастерство я стала с большим энтузиазмом, благо возможностей, на сегодняшний день, масса. Это: вебинары, информационные образовательные ресурсы («Фоксфорд», «Педуниверситет «1 Сентября», «Школа цифрового века»). Интересуюсь через интернет, что волнует учителей из других регионов.

Поделюсь своими наработками в поиске новых, эффективных методов обучения и методических приемов, которые активизируют

мыслительную деятельность обучающихся и стимулируют их к самостоятельному приобретению знаний. Понятно, что внедрение в образовательный процесс новых педагогических технологий позволяет поднять обучение школьника на более высокий уровень. Поэтому, планируя уроки, продумываю на чём сделать акцент. Использую следующие образовательные технологии: сотрудничества, дифференцируемого обучения, поисковые, игровые, соревновательные, информационные, мониторинговые, личностно-ориентированный подход.

Технология проектного обучения вызывает большой интерес у школьников, стимулирует интерес к самостоятельному решению проблем, к самостоятельному приобретению знаний из разных областей и источников.

Данная технология нашла свое отражение в работах обучающихся 10 – 11х классов при подготовке зачетных и предметных недель. На своих уроках развиваю познавательный интерес к предмету посредством решения познавательных задач, ввода ситуаций активного поиска, догадок, размышлений, в которых необходимо разобраться самому. Проблемная ситуация - это отправная точка активизации мышления, запускающая механизм: мыслю – познаю. Например, в 10 классе на уроке комплексного применения знаний и умений перед решением ряда стереометрических задач предлагаю посмотреть на гравюры голландского художника Эшера. Парадокс невозможных фигур основан на том, что наш мозг всегда пытается представить нарисованные на бумаге двухмерные рисунки как трехмерные. Эшер создал много работ, в которых обратился к этой аномалии. По гравюре «Развитие» прошу ответить на вопрос: «Миры с каким количеством измерений на ней изображены?». После чего обращаемся к стереометрическому чертежу задачи и рассматриваем еще одну гравюру Эшера «Круговращение». Я предлагаю детям вместе с карликом сбежать в двухмерный мир, связав это приглашение с решением пространственной задачи.

На каждом уроке я стремлюсь к тому, чтобы тема была озвучена не мной, а учениками, например, с помощью ключевых слов, решения кодированных заданий, подготовительной устной работы. Я отказалась от жестко структурированного конспекта урока, часто импровизирую, пользуясь сценарным планом. Так, на одном из уроков алгебры в 10 классе выполняли задание на упрощение логарифмических выражений. Один из учеников увидел в задачнике обозначение десятичных логарифмов, которые еще не были рассмотрены. Задал вопрос: «В книге опечатка?». Я дала пояснение о применении, после чего ученикам было предложено, работая в группах, вывести формулу перехода к новому основанию. У них получилось.

Использование компьютерной техники открывает огромные возможности для учителя: компьютер может взять на себя функцию контроля знаний, поможет сэкономить время на уроке, богато

иллюстрировать материал, трудные для понимания моменты показать в динамике, повторить то, что вызвало затруднения, дифференцировать урок в соответствии с индивидуальными особенностями.

Приоритетом для моих учеников становится умение учиться, т.е. получать знания не в готовом виде, а добывать их самостоятельно или работая в команде. При обучении использую следующие формулировки заданий: сравните, проанализируйте, создайте схему, продолжите, обобщите, выберите оптимальный способ решения, исследуйте, оцените, придумайте задание для соседа по парте. Учу их самостоятельно делать выбор, каким способом решить задачу. Оценивание провожу, как сама, так и предлагаю им провести взаимопроверку и самопроверку. Так же использую для оценивания тестирование и рейтинговую систему. Чтобы обучение стало интересным, провожу не стандартные уроки, заостряющие интеллект, развивающие личностные и коммуникативные качества школьника.

Психологическая обстановка доверия и равноправия, учет индивидуальных особенностей восприятия учебного материала на уроках способствует эффективной учебно-познавательной деятельности. Заслуга математики состоит в том, что она является весьма действенным инструментом к самопознанию человеческого разума. И хотя человек не всегда имеет возможности для создания чего-то нового в той или иной сфере деятельности, но, будучи личностью, он, тем не менее, не может быть не готовым к творческому самовыражению. Математика помогает пробудить творческий потенциал. В этом и есть одно из главных предназначений предмета математика.

#### Список использованных источников:

1. Абрамова, О. М. О развитии креативности школьников посредством обращения задач на уроках и внеурочных занятиях по математике / О. М. Абрамова. – Текст: непосредственный // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2013. - № 5, Часть 2. – С. 14–17.

2. Арюткина, С. В. Вариативные циклы задач как средство формирования у школьников обобщенных приемов математической деятельности / С. В. Арюткина. – Текст: непосредственный // Мир науки, культуры, образования. – 2010. – № 3(22). – С. 240–242.

3. Работа с одаренными детьми в условиях введения ФГОС: [сайт]. – URL: [infourok.ru/rabota-s-odarennimi-detmi-v-usloviyah-vvedeniya-fgos-1770694.htm](http://infourok.ru/rabota-s-odarennimi-detmi-v-usloviyah-vvedeniya-fgos-1770694.htm) (дата обращения 12.10.2019). – Текст: электронный.

6. Сатынская, А. К. О проблеме разработки учебных программ для одаренных детей / А. К. Сатынская. – Текст: непосредственный // Одар. ребенок. - 2010. - № 6. - С. 29-33.

**МЕРЫ ИРРАЦИОНАЛЬНОСТИ**

Голубенко Е. О.,

Донецкий национальный университет, г. Донецк

В настоящем докладе рассматривается мера иррациональности.

Мера иррациональности действительного числа  $\alpha$  - это действительное число  $\mu$ , которое показывает насколько хорошо  $\alpha$  может быть приближено рациональными числами.

*Определение.* Мерой иррациональности  $\mu(\tau)$  вещественного числа  $\tau$  называется нижняя грань множества чисел  $\lambda$ , для которых, начиная с некоторого положительного  $q \geq q_0(\lambda)$  выполняется неравенство:

$$\left| \tau - \frac{p}{q} \right| \geq \frac{1}{q^\lambda}, \quad p \in \mathbf{Z}, q \in \mathbf{N} \quad (1)$$

*Теорема 1 (Дирихле).* Пусть  $\tau$  - действительное число, а  $\alpha$  - натуральное число. Тогда существуют целые числа  $p$  и  $q$  такие, что выполняется:

$$\left| \tau - \frac{p}{q} \right| < \frac{1}{q^\alpha} \quad (2)$$

*Теорема 2 (Лиувилль).* Пусть  $\tau$  - действительное алгебраическое число степени  $n \geq 2$ . Тогда существует положительная постоянная  $c$ , зависящая от  $\tau$  такая, что при любых целых рациональных  $p$  и  $q$ ,  $q > 0$  выполняется:

$$\left| \tau - \frac{p}{q} \right| > \frac{c}{q^n} \quad (3)$$

В данной работе был получен результат для следующей теоремы.

*Теорема 3.*  $\alpha = \frac{1}{20^{1!}} + \frac{1}{20^{2!}} + \dots$  - трансцендентное число.

Список использованных источников:

1. Бухштаб, А. А. Теория чисел / А.А. Бухштаб. - Москва: Просвещение, 1966. - 384 с. – Текст: непосредственный.

**ЕДИНСТВЕННОСТЬ РЕШЕНИЙ ОБОБЩЕННОГО  
УРАВНЕНИЯ АБЕЛЯ**

Гришина К.В.,

Донецкий национальный университет, г. Донецк

Классическим уравнением Абеля называется интегральное уравнение вида:

$$\int_0^x \frac{\varphi(t)}{(x-t)^\alpha} dt = f(x), \quad 0 \leq x \leq a, \quad (1)$$

где  $\alpha \in (0; 1)$ ,  $f \in C^1[0; a]$ ,  $\varphi$  - искомая функция. Его решение может быть получено по формуле:

$$\varphi(t) = \frac{\sin(\pi\alpha)}{\pi} \left( \frac{f(0)}{x^{1-\alpha}} + \int_0^x \frac{f'(s)}{(x-s)^{1-\alpha}} ds \right). \quad (2)$$

Уравнения Абеля и его обобщения возникают в различных задачах математики и физики.

Одним из разделов математики, в которых уравнение Абеля играет существенную роль, является интегральная геометрия. Формулы обращения для ряда известных интегрально-геометрических преобразований сводятся к решению уравнений типа Абеля.

Среди таких преобразований можно отметить классическое преобразование Радона, преобразование Минковского-Функа, орициклическое преобразование и др.

В данной работе свойства решений обобщенного уравнения Абеля применяются к изучению класса функций, имеющих нулевые интегралы по всем кругам фиксированного радиуса. Этот класс функций является нетривиальным многомерным обобщением множества функций на вещественной оси с фиксированным периодом и был впервые введен Д. Помпейю.

Рассмотрим этот класс подробнее. Пусть  $0 < R \leq \infty$ ,  $B_R$ -открытый круг радиуса  $R$  с центром в нуле на пл-ти  $\mathbf{R}^2$ . Обозначим через  $V_r(B_R)$  множество всех локально интегрируемых (по Лебегу на любом компакте  $B_R$ ) в  $B_R$  функций, с нулевыми интегралами по всем замкнутым кругам радиуса  $r$ , лежащим в  $B_R$ . Для целого  $s \geq 0$  положим  $V_r^s(B_R) = V_r(B_R) \cap C^s(B_R)$ . Аналогично можно ввести классы функций, где вместо кругов рассматриваются окружности -  $U_r^s(B_R)$ . Одним из основных инструментов при изучении данных классов являются ряды Фурье по сферическим гармоникам:

$$f(x, y) = f(\rho e^{i\varphi}) \sim \sum_{m \in \mathbf{Z}} f_m(\rho) e^{im\varphi}, \text{ где } f_m(\rho) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(\rho e^{i\varphi}) e^{im\varphi} d\varphi. (3)$$

В работах В.В. Волчкова была получена следующая теорема единственности для классов  $V_r^s(B_R)$  (или  $U_r^s(B_R)$ ).

*Теорема 1 (Волчков).* Пусть  $f \in V_r^s(B_R)$  (или  $U_r^s(B_R)$ ) и  $f = 0$  в  $B_r$ . Тогда  $f_m(\rho) = 0$  в  $B_R \forall m \in \mathbf{Z}: |m| \leq s$ .

Этот результат усиливает следующие теоремы:

*Теорема 2,3 (Джон, Смит).* Пусть  $f \in C^\infty(\mathbf{R}^2)$ ,  $f$  имеет нулевые интегралы по всем окружностям (кругам) фиксированного радиуса  $r$  и  $f = 0$  в  $B_r$ . Тогда  $f \equiv 0$ .

Доказательство *T. 1* было основано на нескольких утверждениях.

Приведем одно из них.

*Предложение 2.* Пусть  $f(x, y) = F(x)$ ,  $f \in V_r(B_R)$  и  $f = 0$  в  $B_r$ . Тогда  $f = 0$  в  $B_R$ .

Ключевым шагом в доказательстве этого предложения была следующая

*Теорема 4 (Титчмарш).* Пусть функции  $f, g \in L(0; 1)$  и

$$\int_0^x f(t)g(x-t)dt = 0 \quad (4)$$

для почти всех  $x \in (0; 1)$ . Тогда  $f = 0$  на  $(0, \alpha)$ ,  $g = 0$  на  $(0, \beta)$  и  $\alpha + \beta = 1$ .

Целью работы было получить доказательство *Предложения 2* без *Теоремы 4*. Получен следующий результат.

*Теорема 5.* Пусть  $r$  – фиксированное положительное число,  $r < R \leq 2r$ ,  $F \in C(-R; R)$ ,  $F = 0$  на  $[-r; r]$  и  $f$  удовлетворяет интегральному уравнению

$$\int_{u-r}^{u+r} F(x) \sqrt{u-x+r} h(u, x) dx = 0, 0 \leq u < R-r, (5)$$

где функция  $h$  обладает следующими свойствами:

- 1)  $h(u, x) \in C^3$  при  $0 \leq u < R-r, r \leq x \leq u+r$ ;
- 2)  $h(t, t+r) \neq 0$  при  $0 \leq t < R-r$ . Тогда  $F \equiv 0$ .

Список использованных источников:

1. Volchkov V.V. Integral geometry and convolution equations / V.V. Volchkov. – Dordrecht: Kluwer, 2003. – 454 p. - - Text : electronic.
2. Краснов, М. Л. Интегральные уравнения: задачи и примеры с подробными решениями: учебное пособие / М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко. Изд. 3-е, испр. - Москва: Едиториал УРСС, 2003. -192 с. – Текст: непосредственный.

УДК 53.05

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ АКУСТИКО-ЭМИССИОННОГО СИГНАЛА В КАЧЕСТВЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ**

Ельцова С.М., Мухаматуллин Р.З., Смирнов Н.А.,  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Опыт эксплуатации конструкций показывает, что их преждевременные повреждения, связанные с началом тех или иных механизмов разрушения материала, происходят при совместном влиянии нескольких (конструктивные особенности, технологии изготовления, природные условия) факторов.

В связи с этим важно найти и определить диагностические критерии разрушения, которые устанавливают момент исчерпания несущей способности материала в точке или же всего тела в целом. Эти критерии должны основываться на некоторых постоянных материала, установленных экспериментально. К ним относятся механические характеристики материала (предел текучести, прочности, истинное сопротивление разрыву и т. п.). [1]

Использование критериев разрушения дает возможность оценить состояние конструкции и материала, т.к. анализ возникновения макроразрушения проводится на основании данных о напряженно-

деформированном состоянии (НДС, включая его изменение во времени) элементов конструкций и локальных критериев разрушения. Ключевым становится сравнение НДС с критическим значением параметра- критерием разрушения. [2]

Наибольший интерес представляет собой процесс возникновения трещин, который можно исследовать с помощью метода акустической эмиссии.

Так как явление акустической эмиссии неразрывно связано с процессом деформированием материала, решили рассмотреть возможность применение (характера изменения) параметров сигнала АЭ в качестве диагностического критерия разрушения.

Для выявления закономерностей изменения информативных параметров сигнала АЭ, указывающих на приближение к критическим точкам проводились испытания на растяжение на стандартных плоских образцах сталей марок 09Г2С и Ст.3 в состоянии поставки, вырезанных из одного листа.

В ходе анализа полученных результатов были сделаны следующие выводы:

1) Характер изменения параметров сигнала АЭ образцов обеих марок стали аналогичен.

2) Представленные закономерности изменения информативных параметров сигнала АЭ указывают на приближение к критическим точкам (предел упругости, предел прочности, предел текучести), соответствующих значениям, предшествующим деформации и разрушению.

3) Параметры сигнала АЭ для стали Ст3сп5 и 09Г2С отражают структурные изменения в материале в процессе деформации. Наблюдаемая корреляция механических свойств стали с параметрами АЭ, позволяет определить предел упругости, текучести.

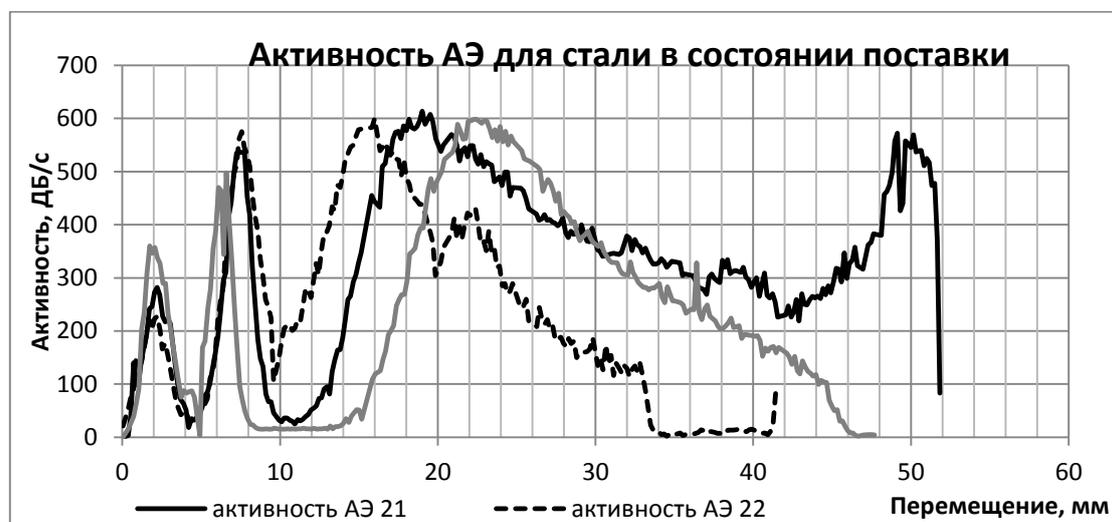


Рисунок 1 - Зависимость активности АЭ от перемещения

Заключение:

Метод АЭ является качественным инструментом исследования состояния металла при воздействии на него внешних факторов (термическая обработка, нагружение, пластическая деформация). На основе его можно найти эффективный метод прогнозирования работоспособности материала, для чего необходимо решить задачу, создания численных критериев оценки изменения параметров сигнала АЭ.

Список использованных источников:

1. Николаева, Е.А. Основы механики разрушения / Е. А. Николаева. - Пермь: Издательство Пермского государственного технического университета, 2010— с.20. – Тест: непосредственный.
2. Карзов, Г. П. Физико-механическое моделирование процессов разрушения / Г.П. Карзов, Б. З. Марголин, В. А. Швецова. – Санкт-Петербург: Политехника, 1993 - с.5. – Тест: непосредственный.

Научный руководитель: Проботюк В.В., к.т.н., доцент кафедры ФМД.

УДК 539.3

## **ИЗУЧЕНИЕ УПРУГИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ**

Емельянова Д.О.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Исследование принципа работы современных предприятий показало, что использование на вспомогательном производстве дорогостоящих импортных моделей твердомеров для контроля качества ремонтно-технических работ и определения упругих свойств металлов и сплавов и привлечение для работы на них высококвалифицированных кадров является невыгодным.

Испытание на твердость является надежным и многофункциональным методом изучения физико-химических свойств твердых тел. Твердомеры используются как на основном, так и вспомогательном производстве.

Свойство материала сопротивляться действию внешних сил без разрушения структуры, определяющееся отношением величины нагрузки к площади отпечатка называется твердостью. [1].

Наиболее широко используемым способом определения твердости является способ вдавливания (метод Бринелля).

Сущность метода Бринелля заключается во внедрении в образец индентора под действием силы, направленной по нормали к поверхности образца, в течение определенного времени, измерении с помощью микроскопа диаметра отпечатка после снятия усилия и последующем определении твердости по формулам или таблицам. [2].

Целью данной работы является создание простой в эксплуатации испытательной установки с элементами автоматизации для определения твердости металлов и сплавов и непосредственное изучение упругих свойств твердых тел.

Испытательная установка с элементами автоматизации состоит из твердомера, контролера и компьютера.

С помощью цифровых технологий, данных о приложенной нагрузке и форме отпечатка сферического индентора возможно в автоматическом режиме определить твердость по Бринеллю для исследуемых образцов.

Для определения твердости металлов и сплавов используется индентор ( $\varnothing 2,5$  мм), который прикреплен к верхней части корпусной рамки испытательной установки.

Корпус испытательной установки состоит из стального основания и рамки. Подвижная каретка зафиксирована на цилиндрических направляющих, которые передвигаются по безоловянным алюминиевым бронзовым втулкам с помощью гидравлического домкрата. Отметим, что выбранный для изготовления втулок вид бронзы характеризуется высокой прочностью, хорошими антифрикционными свойствами и коррозионной стойкостью. В верхней части установки располагается магнитный стол для изучаемых образцов.

Для контроля нарастающей нагрузки на индентор используется тензодатчик, обеспечивающий автоматизацию измерений, а для автоматического считывания отпечатка применяется абсолютная оптическая линейка.

Полученные показания по нагрузке и отпечатку индентора позволяют автоматически рассчитать твердость по Бринеллю для исследуемых образцов.

При выполнении работы были достигнуты следующие результаты:

1. Создано устройство для определения твердости металлов и сплавов с возможностью определения нагрузки и отпечатка индентора. Конструктивная особенность устройства позволяет снизить трудоемкость, повысить продуктивность и мобильность лабораторных испытаний, расширить функциональные возможности способа, уменьшить стоимость измерений и снизить зависимость от субъективных факторов, а его преимущество состоит в простоте использования при определении твердости металлов и сплавов методом Бриннеля.

2. Полученные результаты определения глубины отпечатка индентора позволяют автоматически рассчитать диаметр отпечатка без процесса прямого измерения с помощью микроскопа после снятия усилия, приложенного перпендикулярно к поверхности образца.

Список использованных источников:

1. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела / Г. И. Епифанов. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. - 289 с. – Текст: непосредственный.
2. ГОСТ 9012-59. Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Комитетом стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР от 04 февраля 1959 г.: введен впервые: дата введения 01.01.1960 / разработан Министерством черной металлургии СССР. – Москва: Стандартинформ, 2007. 39 с. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Морев А.В., д.ф-м.н., профессор.

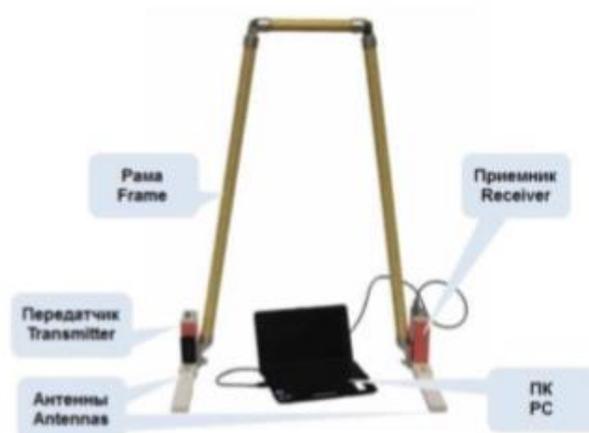
УДК 537, 550.3

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕДПОСЫЛКИ  
УВЕЛИЧЕНИЯ ГЛУБИННОСТИ РАБОТ НОВЕЙШЕГО  
ГЕОРАДАРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Переплеткин И.А.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В последние десятилетия быстро развивается наиболее информативный среди всех методов электромагнитного зондирования, обеспечивающий получение наиболее полной и качественной информации о среде - метод георадиолокационного подповерхностного зондирования на отраженных электромагнитных волнах (МОЭМВ). Идея метода в излучении импульсов электромагнитных волн и регистрации сигналов, отраженных от границ раздела слоев зондируемой среды, имеющих различие по диэлектрической проницаемости. Распространяющаяся в толще горных пород волна испытывает следующие явления: отражение и преломление на границе раздела сред с разной относительной диэлектрической проницаемостью, дифракция, затухание (уменьшение амплитуды сигнала при прохождении его в геологической среде). Повышение частоты зондирования приводит к улучшению разрешающей способности, но при этом увеличивается затухание электромагнитной волны в среде, что приводит к уменьшению глубины зондирования; и наоборот, снижением частоты можно добиться увеличения глубины зондирования, но за это придется заплатить ухудшением разрешающей способности [2-4]. На сегодняшний день технические характеристики новейшего георадарного оборудования позволяют работать в диапазоне рабочих частот от 1 МГц до 3 ГГц при вертикальном разрешении 1 нс на канал. Говоря о глубинности метода, максимальные глубины апробации метода – в пределах 1200-1300 м, для пород со скоростями распространения импульсов 0,15 м/нс доступные глубины могут в теории превысить 3 км [3].



Риснок 1 - Общий вид конструкции георадара

Волновая природа георадиолокации расширяет потенциал метода – помимо скорости распространения сигнала в среде, ведется измерение проводимости. Высокая глубинность метода МОЭМВ, основанного на электромагнитном зондировании среды сверхширокополосными импульсами длительностью от одной до нескольких наносекунд, выгодно отличает метод от традиционной георадиолокации. Вообще глубина георадарного зондирования, кроме свойств исследуемой среды, определяется мощностью передатчика, динамическим диапазоном приемника и параметрами антенных систем, определяющих совместно с передатчиком и подстилающей поверхностью длину и форму импульса. Технология, не имеющая аналогов за рубежом, имеет следующие особенности:

- 1) Возможность регулировать мощность передатчика, отсюда – создание импульса с максимально крутым фронтом;
- 2) Запись отраженного сигнала за один импульс по всей шкале временных задержек благодаря линейной оцифровке;
- 3) Преобразование импульса сигнала в короткий аperiodический с узкой диаграммой направленности с целью предотвращения влияния воздушных помех [1,3].

Были проведены исследования метода [2] на уникальных с точки зрения геокриологии объектах на полуострове Ямал – гигантских воронках. На рис. 2 представлены исходные волновая форма сигнала и радарограмма профиля, полученного при обследовании территории, прилегающей к кратеру.

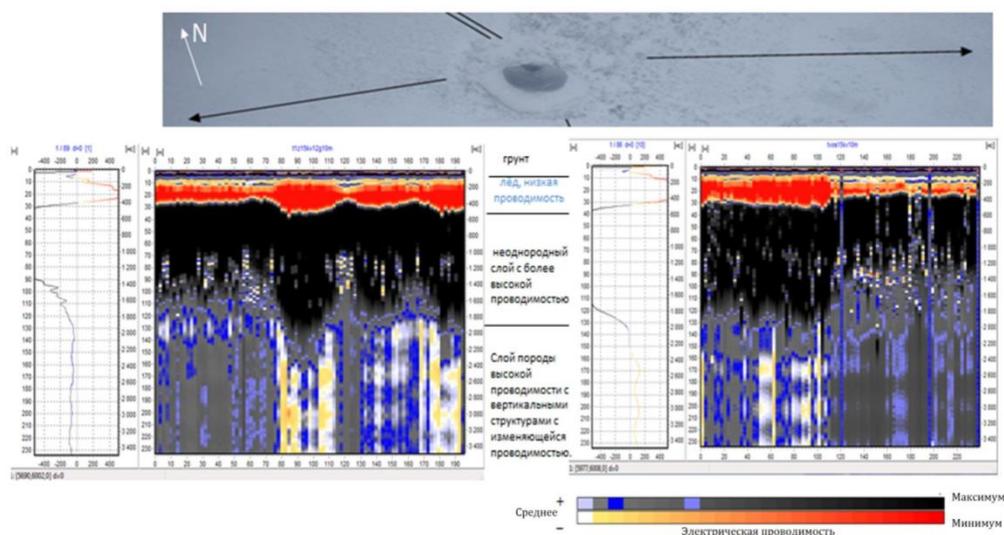


Рисунок 2 - Результаты георадарной съемки на полуострове Ямал

Метод георадиолокации (ГРЛ) позволил провести расчленение слоёв разреза с различными электрофизическими параметрами до глубин 140-150 м и выделить предполагаемые зоны тектонических нарушений. Вертикальная разрешающая способность метода ГРЛ оказалась на порядок выше традиционных методов электроразведки (в частности, метода мЗСБ), поскольку мы имеем дело с более широким диапазоном частот и сравнительно малыми пространственно-временными усреднениями экспериментальных данных непосредственно в процессе проведения полевых работ [1,5].

Применение методики эффективно на всех стадиях работы с месторождением. На стадии поиска и разведки представляется возможным прогнозирование ресурсов, локализованных в ловушках литологического типа, широко распространенных в отложениях континентального генеза. В период доразведки месторождения методика дает возможность картировать границы литологических барьеров, ограничивающих существующие залежи. На стадии эксплуатации появляется возможность наблюдения в динамике положения контуров продуктивности. Дополнительно данная методика позволяет решать ряд инженерных задач при обустройстве месторождения. В перспективе реализация МОВ-ОГТ и МОЭМВ-ОГТ в рамках единого технологического цикла позволит существенно уменьшить затраты на геологоразведочные работы [3,5].

#### Список использованных источников:

1. Волкомирская, Л. Б. К вопросу о требованиях к техническим характеристикам георадара при поиске полостей методом георадиолокации / Л. Б. Волкомирская, О. А. Гулевич, В. В. Варенков, В. И. Сахтеров. -Текст: непосредственный // Геология и геофизика. – 2018 – №4 – С. 541.
2. Волкомирская, Л. Б. Исследование воронки на полуострове Ямал 10 ноября 2014 г. георадарами Грот-12 и Грот-12Н / Л. Б. Волкомирская, В.

И. Сахтеров, А. В. Шерстнев. -Текст: непосредственный // Освоение Арктики - новый виток в развитии отечественной науки и инноваций: сб. науч. тр. – Салехард: Научный вестник ЯНАО, 2015 – 89 с.

3. Гулевич, О. А. Импульсное сверхширокополосное электромагнитное зондирование природных и техногенных сред с дисперсией: дис. ... канд. физ.-мат. наук / Гулевич Оксана Александровна. – Москва: ФГБУН «Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН», 2015 – 128 с. -Текст: непосредственный.

4. Долгих, Ю. Н. Комплексная адаптивная технология кинематической инверсии данных сейсморазведки в условиях неоднородной верхней части разреза: дис. ... доктора геол.-мин. Наук / Долгих Юрий Николаевич. – Тюмень: ТИУ, 2017 – 306 с. -Текст: непосредственный.

5. Долгих, Ю. Н. Повышение эффективности геофизических исследований на основе внедрения полевого комплекса МОВ-ОГТ – МОЭМВ – ЗСБ / Ю.Н. Долгих, С.С. Санин // Современные технологии нефтегазовой геофизики: сб. науч. тр. – Тюмень: ТИУ, 2018 – 107 с. -Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Кузнецов В.И., д.г.-м.н., профессор

УДК 621.313

### **ВЫЯВЛЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИИ ВЕЙВЛЕТ-КОЭФФИЦИЕНТОВ С МАГНИТОУПРУГИМ СИГНАЛОМ, ПОЛУЧЕННЫМ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ**

Смирнов Н. А., Ельцова С. М., Мухаматуллин Р. З.,  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На практике ферромагнитные детали машин, механизмом, а также металлические конструкции эксплуатируются в условиях циклических нагрузок, амплитуда которых имеет широкий диапазон, превышающий не только предел выносливости, но и предел текучести материала. Такой режим работы приводит к разрушению структуры стали, потери прочности, деформации и выходу детали из строя. Это не только существенно затрудняет изучение сопротивления усталости, прогнозирование долговечности и определение остаточного ресурса, но и требует огромного экспериментального материал. Применение методов неразрушающего контроля и исследование магнитоупругих свойств ферромагнетиков позволяет приблизиться к пониманию физической основы явления усталости материала. В работе [1] описан эксперимент, в результате которого был произведен вейвлет-анализ магнитоупругого сигнала, полученного при

циклических нагрузках, образцов из стали 30X13 с разной температурой отпуска.

Данный вид анализа позволяет получить одновременно частотную и временную информацию об исследуемом сигнале. В качестве базисной функции дискретного вейвлет-преобразования использовалась первая производная от функции Гаусса. Результатом вейвлет-преобразования изменения напряженности магнитного поля является двумерный массив данных, который представлен в виде карты горизонтального рельефа. Ось X соответствует оси времени, ось Y – масштаб базового вейвлета, а цветом по оси Z обозначена величина вейвлет-коэффициента так, что: «наиболее светлая зона» соответствует максимуму совпадения магнитограммы с базовым вейвлетом, а «наиболее темная» зона – минимуму. Пример вейвлет-преобразования представлен на рисунке 1.

В ходе проведенного анализа было установлено, что построенные карты горизонтального рельефа вейвлет-коэффициентов значительно изменяются от величины механических напряжений и температуры отпуска, а также зависят от номера цикла нагрузки.

Далее полученные вейвлет-коэффициенты Z подвергались обработке, исследовалась их связь с нагрузкой и температурой отпуска. Были построены зависимости максимальных  $Z_{max}$  и минимальных  $Z_{min}$  вейвлет-коэффициентов от номера цикла N для каждой амплитуды нагрузки, а также их разности  $(Z_{max}-Z_{min})$  от номера цикла механических напряжений N:  $Z_{max}=f(N)$ ;  $Z_{min}=f(N)$ ;  $(Z_{max}-Z_{min})=f(N)$ .

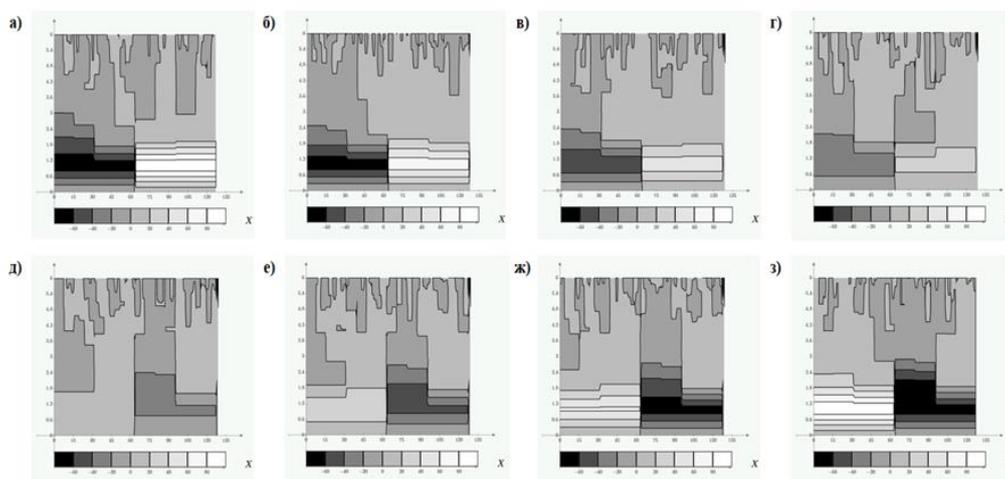


Рисунок 1 - Горизонтальная карта вейвлет-преобразования образца стали 30X13, отпущенного при 530 °С, на 20 цикле при: а) 150 МПа, б) 450 МПа, в) 500 МПа, г) 550 МПа, д) 650 МПа, е) 700 МПа, ж) 750 МПа з) 900 МПа

Наибольший интерес представляет зависимость  $(Z_{max}-Z_{min})=f(N)$ , пример которой представлен на рисунке 2. Данный параметр чувствителен к нагрузке и изменяется обратно пропорционально ей: с увеличением

нагрузки разность максимального и минимального значений вейвлет-коэффициентов убывает.

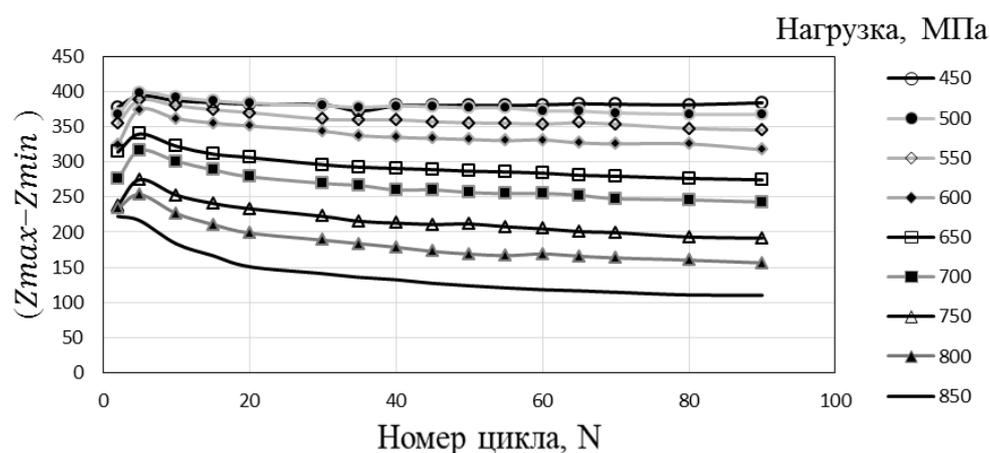


Рисунок 2 - Зависимость  $(Z_{max} - Z_{min}) = f(N)$  магнитоупругого сигнала образца стали 30X13, отпущенного при температуре 450 °С

Анализ зависимости максимальных и минимальных вейвлет-коэффициентов от температуры отпуска стали показал, что данные коэффициенты слабо зависят от температуры отпуска, что может быть обусловлено неправильным режимом термообработки образцов стали 30X13.

Список используемых источников:

1. Смирнов, Н. А. Исследование анизотропии коэрцитивной силы стальных пластинчатых образцов круглой и прямоугольной формы / Н. А. Смирнов, Р. З. Мухаматуллин, С. М. Ельцова – Текст: непосредственный // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы Международной научно-практической конференции / отв. ред. П. В. Евтин. – Тюмень: ТИУ, 2018. Том III. –С. 193-196

Научный руководитель: Проботюк В. В., к.т.н., доцент

УДК 51-73

### **ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДА МАГНИТНЫМИ МЕТОДАМИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Смирнов Н. А., Ельцова С. М., Мухаматуллин Р. З.,  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Во время эксплуатации газонефтепровод подвержен влиянию нагрузок, обусловленных различными факторами: циклические нагрузки, возникающие во время длительной перекачки большого объема продукта, значительные изгибающие нагрузки в результате движения или морозного

пучения грунта. Такие условия приводят газонефтепровод в деформированное состояние и ускоряют стресс-коррозионные процессы.

Для диагностики состояния трубопровода используют различные методы контроля, которые позволяют выявить как наружные (наплывы, поры, прожоги и др.), так и глубинные (поры, включения и др.) дефекты. К таким методам можно отнести, например, магнитопорошковый, вихретоковый, радиационный, акустико-эмиссионный методы. Однако эти методы являются довольно дорогостоящими, поскольку часто требуют изменения режима работы трубопровода вплоть до полного прекращения транспортировки продукта, а также малоэффективны, если трубопровод находится земле. Вопрос об адаптации дистанционной магнитометрии трубопровода, т.е. диагностики без непосредственного контакта с металлом трубопровода, является актуальным. Основная сложность данного метода заключается в большом объеме поступающей информации, которая обрабатывается по большей части вручную, а также в недостаточной чувствительности к выявлению локальных дефектов с незначительными линейными размерами. Поэтому исследование магнитного поля рассеяния вблизи дефектов позволит более качественно определять локальные дефекты, а также обеспечит постановку более достоверного диагноза технического состояния действующих газонефтепроводных систем.

В данной работе проводилось изучение магнитного поля вблизи дефектов трубы из стали 09Г2С с помощью программы Elcut, которая позволяет провести инженерный анализ и двумерное моделирование методом конечных элементов. В качестве дефектов моделировались коррозионные пятна, трещины и включения различных размеров (Рис. 1). После анализа распределения силовых линий напряженности магнитного поля, а также значений нормальной и тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля на высоте 1 м (вдоль контура, обозначенного горизонтальной линией на рис. 1), были получены характерные зависимости, по которым можно выявлять дефект.

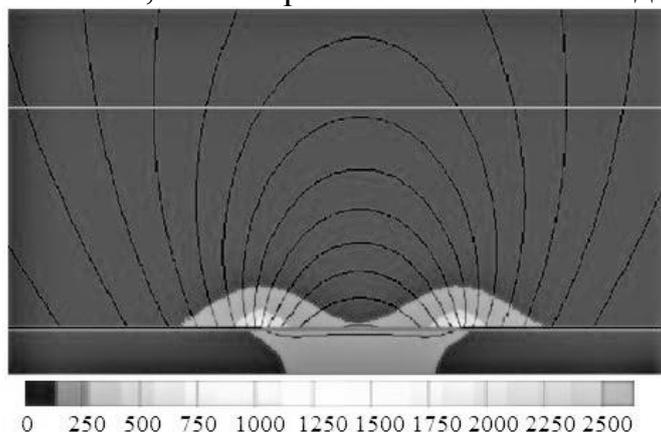


Рисунок 1 - Распределение силовых линий напряженности магнитного поля над коррозионным пятном шириной 1 м, глубиной 6 мм, при толщине стенки трубы из стали 09Г2С в 12 мм

Следует отметить, что характер изменения нормальной и тангенциальной составляющих не зависит от высоты измерения напряженности магнитного поля над поверхностью трубы, а также от геометрических параметров дефекта, меняется только масштаб кривой.

Научный руководитель: Проботюк В. В., к.т.н., доцент

УДК 004.622

## **РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ФОРМИРОВАНИЯ АЛФАВИТА СИМВОЛОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ КРИВЫХ**

Третьяков И.А.,

Донецкий национальный университет, г. Донецк

Один из вариантов представления результатов научных исследований являются экспериментальные кривые, например, хроматограммы в анализе физико-химических свойств веществ, электро-фонокардиограммы и электроэнцефалограммы в медицине, спектры колебаний молекул в спектроскопии и т.д. [1-3]. Последовательность участков, соответствующих различному характеру поведения кривой является основной информацией о таких кривых. Различные алгоритмы выделения и распознавания характерных участков, а также присвоения выделенным участкам символов были исследованы в публикациях [4-8].

Классификация участков зависит от того, чем можно охарактеризовать анализируемые участки, т.е. их векторами признаков. Простейший вектор признаков это набор ординат экспериментальной кривой на анализируемом участке  $f^j = (f_1^j, \dots, f_i^j)$ . Введем некоторую степень  $r(f^i, f^j)$ , характеризующую расстояние для любых значений  $f^i, f^j$  и учитывающую отличие их длин. Используя данную метрику возможно классифицировать исследуемые участки в метрическом пространстве. В связи с тем, что в современном мире постоянно возрастает сложность технологических процессов, сложность новых научных теорий и результаты научных исследований в виде экспериментальных данных содержат десятки и сотни тысяч компонентов, возникает задача перехода от метрического пространства в координатное. Рассмотрим относительно малое количество из всех участков в метрическом пространстве, для которых построено достаточно большое количество  $k$  опорных (искусственных) участков  $h^1, \dots, h^k$ , эвристически характеризующих их форму. Тогда вектор признаков  $g^i = (g_1^i, \dots, g_k^i)$  характеризует форму любого участка  $f^i$ . В качестве вектора признака принимается вектор его расстояний до опорных участков  $g_p^i = r(f^i, \dots, h_p)$ . Такой вектор признаков  $g^i$  учитывает зависимость выбранной степени расстояния в пространстве форм исследуемых участков.

Таким образом, набор опорных участков  $\{h^1, \dots, h^k\}$  позволяет осуществить преобразование участков различной длины из метрического пространства  $X$  в  $k$ -мерное пространство  $Y$ , в котором будут применяться алгоритмы автоматической классификации. Возникает задача определить способ задания метрики  $r(f^i, f^j)$  для участков с различной длиной и алгоритмизировать построение опорных участков  $\{h^1, \dots, h^k\}$  во введенном метрическом пространстве  $X$ .

В [7] для формирования алфавита символов предлагаются два алгоритма, а именно алгоритм выбора степени отличия для участков различной длины и алгоритм построения опорных участков векторной параметризации. Предлагаемые алгоритмы были реализованы на высокоуровневом языке программирования общего назначения Python и применены к задаче присвоения символов анализируемым участкам экспериментальных кривых.

В качестве экспериментальных данных были выбраны записи ЭКГ, с использованием одной из схем усиления биопотенциала из лабораторного сеанса длительностью 16 минут на частоте дискретизации 100 Гц, находящиеся в свободном доступе на электронном ресурсе [9]. Экспериментальные данные ЭКГ содержали более 95000 точек отсчета. Сегмент экспериментальной кривой, построенной по этим данным изображен на рисунке 1.

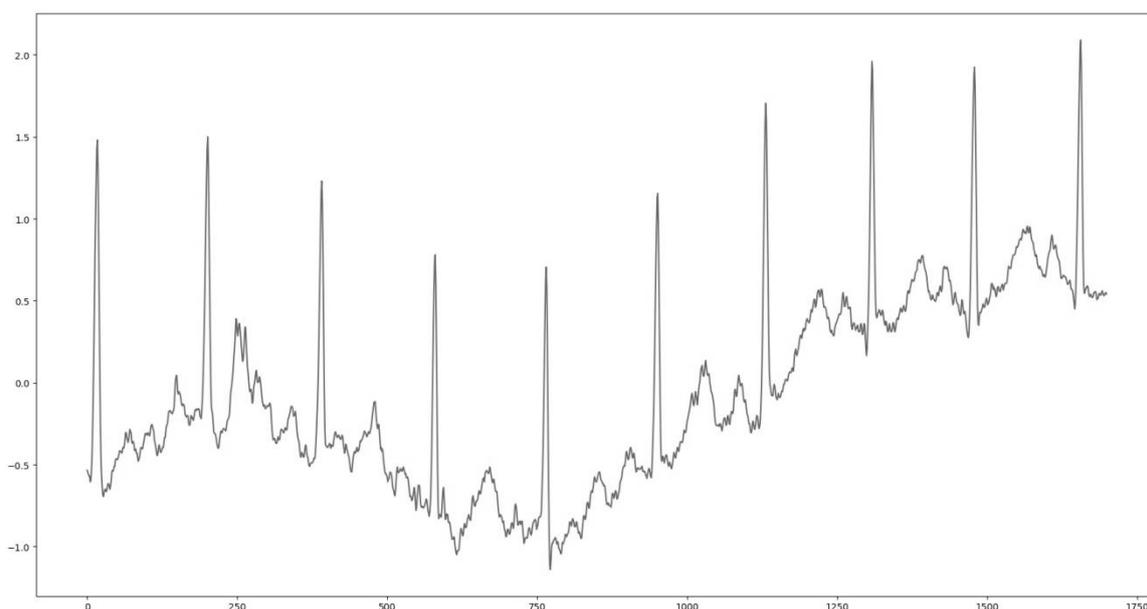


Рисунок 1 - Сегмент кривой ЭКГ

Предложенным алгоритмом экспериментальная кривая была классифицирована на 5 классов. Классам были присвоены соответствующие символы P, Q, R, S, T. Фон, т.е. небольшие фоновые возмущения обозначен В (background).

После анализа всех точек отсчета экспериментальной кривой в первый класс было определено 378 участков, во второй - 420, в третий - 480, в четвертый - 452, и наконец в пятый - 370. Сегменту экспериментальной кривой, построенной на участке от 0 до 500 точек, соответствует цепочка символов: BPBQRSBTPBQRSBTV.

Полученная классификация находит значительную схожесть с реальной расшифрованной электрокардиограммой.

#### Список использованных источников:

1. Рослякова, А. В. Сравнительный анализ алгоритмов обнаружения R-зубца электрокардиосигнала / А. В. Рослякова, П. Г. Чупраков. - Текст: непосредственный // Вятский медицинский вестник, 2012. - №2. - С.29-35.

2. Новикова, Н. М. Распознавание графических файлов электрокардиограммы нейронной сетью / Н. М. Новикова, А. Ю. Кривцов. - Текст: непосредственный // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика, 2012. - №19-1 - С. 138.

3. Меньшова, Ю. В. Спектр молекулы кислорода в интенсивном лазерном поле / Ю. В. Меньшова, И. Ю. Юрова. - Текст: непосредственный // Вестник СПбГУ. Серия 4. Физика. Химия, 2013. - №4. - С.80-85.

4. Третьяков, И. А. Функции сложности для выделения и распознавания характерных участков экспериментальных кривых / И. А. Третьяков, В. В. Данилов. - Текст: непосредственный // Вестник Донецкого национального университета. Сер. А : Естественные науки. –2017. – № 2. – С 101-107.

5. Данилов, В. В. Алгоритмы идентификации переходных участков экспериментальных кривых с применением аппроксимации / В. В. Данилов, И. А. Третьяков, А. В. Шалаев, Я. И. Рушечников. - Текст: непосредственный // Сборник научных трудов ДонИЖТ, 2018. – № 48. – С 19-23.

6. Данилов, В. В. Алгоритмы экстраполяции участков экспериментальных кривых / В. В. Данилов, И. А. Третьяков, Я. И. Рушечников, А. В. Шалаев. - Текст: непосредственный // Сборник научных трудов ДонИЖТ –2018. – № 50. – С 10-15.

7. Данилов, В. В. Алгоритмизация присвоения символов анализируемым участкам экспериментальных кривых / В. В. Данилов, И. А. Третьяков, Я. И. Рушечников. - Текст: непосредственный // Сборник научных трудов ДонИЖТ –2018. – № 51. – С 15-22.

8. Третьяков, И. А. Методы параллельной сегментации экспериментальных кривых / И. А. Третьяков. - Текст: непосредственный // Вестник Донецкого национального университета. Сер. Г : Технические науки. –2018. – № 4. – С 36-41.

1. Data from ECG recording in today's class URL <https://bioelectromagnetism.wordpress.com/2012/11/28/data-from-ecg-recording-in-todays-class/> (дата обращения: 21.11.2018).- - Текст: электронный.

Научный руководитель: Данилов В.В., д.т.н., профессор.

УДК 378.184

## **ИЗУЧЕНИЕ ЛИТОЛОГИИ ГОРНЫХ ПОРОД: ИТОГИ ЭКСПЕДИЦИИ НА АРХИПЕЛАГ ШПИЦБЕРГЕН**

Широких А.В.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Летом 2019 года была осуществлена Комплексная научно-просветительская экспедиция «Арктический плавучий университет» (АПУ). На борту научно-исследовательского судна «Профессор Молчанов» учились и трудились студенты, аспиранты, сотрудники научно-образовательных учреждений из России, КНР, Южной Кореи, Франции, Швейцарии, Норвегии, Великобритании, Германии, Румынии, Туркменистана и Кыргызстана. Среди российских организаций были представлены: САФУ, Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Курчатовский институт, СПбГУ, Институт мировой экономики и международных отношений РАН, Тюменский индустриальный университет [1]. Эта статья представляет собой краткие тезисы итогов работы геологического блока на острове Западный Шпицберген.

В ходе экспедиции на архипелаге было запланировано проведение социологических, почвенных и геологических исследований, а также посещение Российского научного центра в Баренцбурге, Университетского центра на Шпицбергене и научных станций в Нью-Олесунне. Для проведения отбора проб с поверхности архипелага для участников экспедиции были организованы высадки в четырех населенных пунктах: Баренцбург, Лонгиир, Пирамида, Нью-Олесунн.

Шпицберген — полярный архипелаг, расположенный в Северном Ледовитом океане, между  $76^{\circ}26'$  и  $80^{\circ}50'$  северной широты и  $10^{\circ}$  и  $32^{\circ}$  восточной долготы. Его крупнейшим островом с площадью  $39\,044\text{ км}^2$  является Западный Шпицберген. Архипелаг Шпицберген расположен на северо-западной окраине Евразии и представляет собой краевое поднятие Баренцево-Карской плиты. Относительно хорошая обнаженность и наличие разновозрастных формаций определяют ключевую роль Шпицбергена для понимания истории развития Атлантического сектора Арктики.

Работа по отбору проб в основном проводилась на поверхности суши. Всего было получено 15 образцов на каждого человека. В Баренцбурге

удалось собрать 7 пород из палеоценового отдела палеогеновой системы и нижнего отдела меловой системы, которые являются двумя разными геологическими периодами, и согласно геологической карте, использовавшейся в ходе экспедиции [2], располагаются один над другим соответственно. К западу от заброшенного города Пирамида были взяты 6 образцов породы из нижнего отдела каменноугольной системы. В столице архипелага Лонгиир мы получили 2 образца породы из обнажения, относящегося к нижнему отделу меловой системы. Большинство пород являются песчаниками, но они отличаются друг от друга, потому что были взяты с разных высот и слоев с различной структурой, текстурами и цветами.

Если вы возьмете породу, а затем проведете ряд исследований и анализов с ней, вы сможете выяснить литологию, состав, структуру, происхождение и закономерности пространственного размещения условий осадконакопления. Также вы можете анализировать палеоэкологию, например, в морской или континентальной среде произошла седиментация, каков был климат, влажность и т.д.

Итак, первое, что возможно сделать – это изучить литологию и провести общий анализ палеоэкологии. После изучения литологии мы можем получить зерновые компоненты и текстурные признаки осадков, например, сколько кварца, полевых шпатов в общем объеме породы. Также вы можете измерить размеры зерен с помощью лазерного анализа размера частиц и получить их общее распределение, которое может представлять различные условия осадконакопления, например, текущую мощность, гидродинамические условия во время осаждения. С помощью рентгеноструктурного анализа вы можете рассчитать процентное содержание минералов. Электронным микроскопом можно осуществлять очень подробные анализы породы, например, выявить конкретные минералы, которые вы не можете идентифицировать под обычным микроскопом. Иными словами, вы сможете увидеть не только общую структуру породы, но и текстуру различных минералов. Еще одна вещь, которую вы можете сделать, это геохимический анализ, который в основном фокусируется на химических элементах. Благодаря изучению элементного состава породы можно понять погодные условия и влажность в процессе седиментации (рисунок 1).

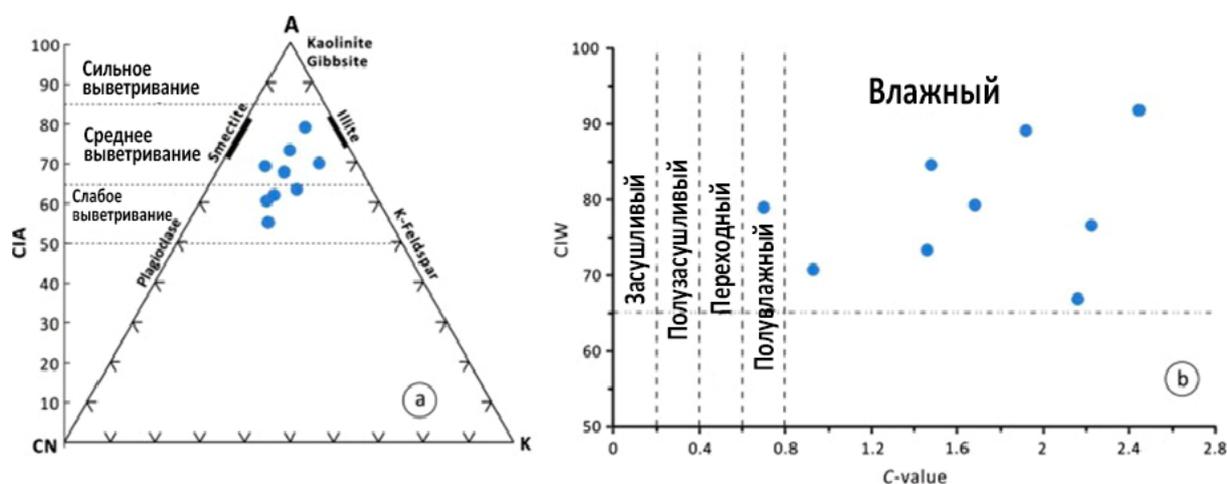


Рисунок 1 – а) Химический индекс изменения; б) Химический индекс выветривания.

В настоящее время существует не так много исследований об Арктике в области геологии и конкретно об архипелаге Шпицберген. Именно благодаря таким проектам, как Арктический плавучий университет, студенты могут заниматься научной деятельностью в полярных широтах, с юного возраста формируя навыки полевой работы в непростых условиях.

#### Список использованных источников:

1. Авдони́на Н. С. «Арктический плавучий университет» отправится в XI экспедицию: к. пол. н. / Н. С. Авдони́на; САФУ – Архангельск, 2019 [Сайт]. – URL: [https://narfu.ru/life/news/expedition/?ELEMENT\\_ID=334839](https://narfu.ru/life/news/expedition/?ELEMENT_ID=334839) (дата обращения: 05.09.2019). - Текст: электронный.
2. Красильщиков А. А. Карта дочетвертичных образований [Электронный ресурс]: U-32-36; T-32-36 (Svalbard). Geological map of Spitsbergen (Svalbard), and surrounding shelf. Pre-quaternary deposits / А. А. Красильщиков, Б. Г. Лопатин, А. М. Тебенков. – масштаб: 1:1000000. – Санкт-Петербург: ФГУНПП "ПМГРЭ", 2000 [Сайт]. – URL: <http://www.geokniga.org/maps/2392> (дата обращения: 02.09.2019).

УДК 665.6/7

**ОПТИМИЗАЦИЯ АДСОРБЦИОННОГО БЛОКА УСТАНОВКИ  
КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ ГАЗА**

Бессонов В. И.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время происходит бурное развитие нефтегазодобывающей промышленности в России за счёт освоения сложных для разработки месторождений в условиях Крайнего Севера. За счёт сложности разработки возникают сложности также и в подготовке добытых нефти и газа, которые должны соответствовать стандартам качества для их дальнейшей транспортировки.

Природный газ – смесь углеводородных газов, которые имеют огромный спрос в большинстве отраслей промышленности. Перед его переработкой с дальнейшим использованием, газ проходит стадию промысловой подготовки, где его очищают от механических примесей, воды и серных соединений [1].

На нефтегазоконденсатных месторождениях для подготовки газа проектируется установка комплексной подготовки газа (УКПГ). Газ проходит стадию подготовки для закачки в пласт, часть газа подаётся на газотурбинную электростанцию для снабжения электричеством оборудования и потребителя. В зависимости от месторождения подаётся различное количество газа и его качество зависит от технологии и оборудования применяемого на УКПГ. В условиях Крайнего Севера работа непредназначенных для низких температур аппаратов очень затруднено и практически невозможно, поэтому применяются более жесткие стандарты и технологии для подбора высокопроизводительных и эффективных аппаратов и подходящей технологии, работающей даже при критически низких температурах.

Для повышения эффективности, устойчивости к климатическим условиям блока адсорберов предложены следующие варианты оптимизации.

1) Введение ингибиторов гидратообразования для предотвращения образования гидратов в обвязках оборудования.

2) Корректировка рабочей температуры регенерационного цикла адсорберов для сокращения времени регенерации и охлаждения адсорберов.

3) Увеличение числа адсорберов для увеличения полного рабочего цикла процесса [2].

#### Список использованных источников:

1. Элияшевский, И. В. Технология добычи нефти и газа: учебник / И. В. Элияшевский. – Москва: Недра, 1976. – 256 с. – Текст: непосредственный.
2. Лутошкин Г. С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды: учебник для вузов / Г. С. Лутошкин. – Москва: Химия, 2005. – 319 с. – Текст: непосредственный

Научный руководитель: Савченков А. Л., к.т.н., доцент

УДК 66.095.26

### СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИПРОПИЛЕНА

Богомолова М. Е.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Рост производства полипропилена объясняется большой потребностью в различных отраслях промышленности (пищевой, текстильной и др.). Наиболее ценным является стереорегулярный полипропилен, так как он обладает более высоким диэлектрическими показателями, ударной прочностью, механической, термической и химической стойкостью.

Получение полимера на основе катализаторов Циглера-Натта первого и второго поколения на основе  $TiCl_3$  и сокатализатора  $Al(C_2H_5)_2Cl$ , в среде углеводородного растворителя (гексан), при температуре  $50...80^\circ C$  и давлении  $0,6...1,0$  МПа в непрерывном режиме в присутствии азота и водорода имеет значительные недостатки:

- 1) Низкая производительность;
- 2) Большой выход нецелевого атактического Полипропилена из-за низкой активности и стереоспецифичности катализатора;
- 3) Большая энергоемкость из-за большого количества стадий.

Новые катализаторы (ТМК) третьего и четвертого поколения на основе тетрахлорида титана и хлорида магния, включающие электродонорные соединения. Преимущества:

- 1) Повышение активности катализатора;
- 2) Упрощение технологической схемы получения полипропилена;
- 3) Использование реакторов (циркуляционный и газофазный);
- 4) Возможность проведения реакции в газовой фазе.

Получение полипропилена методом суспензионной полимеризации в среде гептана с использованием металлоорганического катализатора, состоящего из титаномагниевого катализатора  $nMgCl_2(mTiCl_4)$  и сокатализатора – триэтилалюминия  $Al(C_2H_5)_3$  в реакторе с мешалкой и тепловой рубашкой. Преимущества:

- 1) Непрерывность процесса;
- 2) Получение полипропилена с конструктивными качествами;

### 3) Уменьшение стадий и побочного пропилена.

#### Список использованных источников:

1. Кугаевский, А. А. Влияние различных внешних доноров на процесс полимеризации и свойства полипропилена: магистерская диссертация / А. А. Кугаевский // Томск: НИТПУ, 2018. -С. 16-18. – Текст: непосредственный.
2. Фирсова, Я. С. Проект узла полимеризации пропилена: дипломный проект / Я. С. Фирсова // Томск: НИТПУ, 2016. -С. 12-14. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Савченков А.Л., к.т.н., доцент

УДК 544.1

## **МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АДсорбЦИИ БУТАНА И 1-БУТЕНА НА ЦЕОЛИТЕ ТИПА 13X МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО**

Десятов В.О.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В данной работе были созданы и изучены молекулярно-механические модели адсорбции молекул бутана и 1-бутена в структуре цеолита 13X при разных температурах и в заданном диапазоне давлений. Были исследованы изотермы адсорбции и адсорбционные конфигурации моделируемых веществ. Расчеты выполнялись методом Монте-Карло в большом каноническом ансамбле, используя алгоритм Метрополиса.

Для создания моделей рассматриваемых молекулярных систем использовалась программа Materials Studio. Данная программа представляет собой интегрированную среду молекулярного моделирования. В процессе моделирования производилась геометрическая оптимизация создаваемых структур, чтобы найти наиболее термодинамически выгодную конфигурацию молекул выбранных веществ [1]. Для создания модели цеолита 13X использовали встроенную библиотеку цеолитных структур Material Studio, из которой импортировали структуру типа FAU, которая совпадает с структурой цеолита 13X. Размер кристаллической решетки  $a$  – 25.028 Å,  $b$  – 25.028 Å,  $c$  – 25.028 Å [2].

Для аппроксимации полученных результатов воспользовались формулой Лэнгмюра (1,2), которая довольно точно описывает адсорбцию в микропорах цеолита. Это уравнение идеально подошло для расчётов:

$$\frac{a}{a_m} = \frac{KP}{1+KP} \quad (1)$$

$$a = \frac{K \cdot P \cdot a_m}{1+KP} \quad (2)$$

Из аппроксимаций мы нашли коэффициенты  $K$  и  $a_m$  (предельная адсорбция). Коэффициенты корреляции  $R^2$ , полученные при аппроксимации, составили для бутана 0,84 (рисунок 1), для 1-бутена 0,91 (рисунок 2). Благодаря аппроксимации мы также нашли коэффициент предельной адсорбции ( $a_m$ ) который показывает количество молекул, которые будут адсорбированы при очень больших давлениях для каждого из веществ. Коэффициент предельной адсорбции ( $a_m$ ) для бутана равен 41, для 1-бутена 54 (таблица 1). В процессе изучения пересчитали в ммоль на грамм цеолита.

Таблица 1 – Предельная адсорбция бутана и 1-бутена

Вещество	$a_m$ , молекул	$a_m$ , ммоль/г
Бутан	41	6,83
1-Бутен	54	9,00

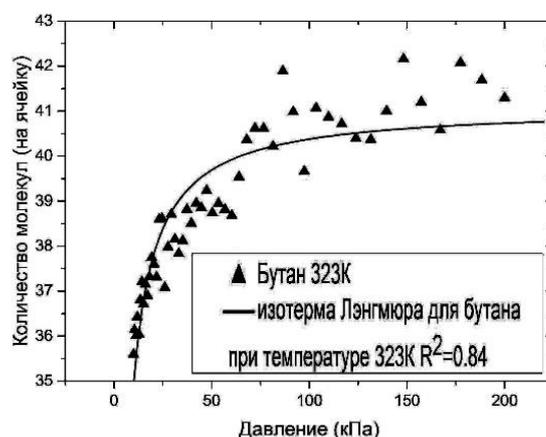


Рисунок 1 – Изотерма адсорбции бутана при 323К

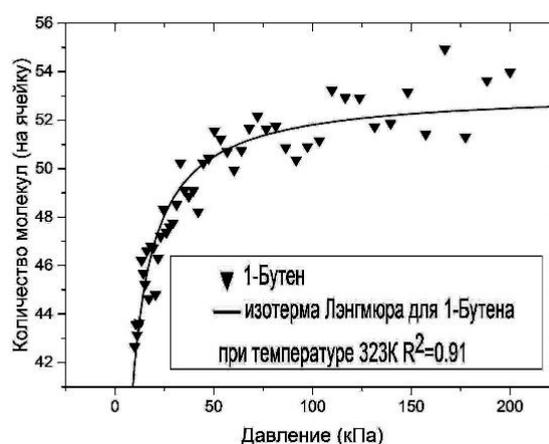


Рисунок 2 – Изотерма адсорбции 1-бутена при 323К

Проанализировав данные, можно сказать, что наибольшей адсорбцией на данном цеолите 13X обладает 1-бутен.

Отдельно рассматривали эффект двойной связи. 1-Бутен рассчитывали при трех температурах: 323, 353 и 383К (рисунок 3).

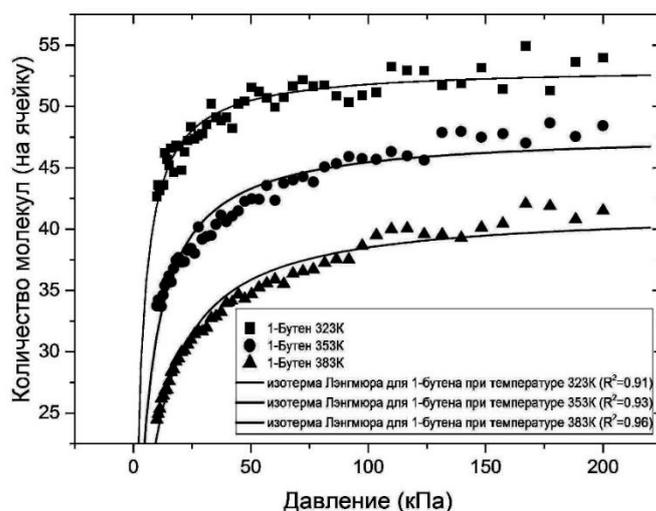


Рисунок 3 – Изотерма адсорбции 1-Бутена при разных температурах

Таблица 2 – Коэффициент корреляции и предельная адсорбция 1-бутена

Температура, К	Предельная адсорбция, $a_m$	Коэффициент корреляции, $R^2$
323	55	0,91
353	49	0,93
383	42	0,96

Как видно из изотерм, двойная связь хорошо увеличивает адсорбцию. При сравнении подвижности молекул бутана и 1-бутена наблюдали, что у 1-бутена места локализации менее размытые, чем у бутана. Двойная связь значительно уменьшает торсионную степень свободы молекул, но увеличивает адсорбцию. В процессе изучения графика распределения энергии адсорбции при моделировании наблюдали, что при самой низкой температуре в 323К энергия адсорбции очень высокая. При повышении температуры до 353К энергия уменьшилась. При дальнейшем повышении температуры до 383К энергия адсорбции опять увеличилась. Полагаем, что это связано с существованием двух конкурирующих факторов. Во-первых, это влияние температуры на подвижность молекул. И, во-вторых, это влияние давления на локализацию молекул в центре пор. Когда мы повышаем температуру, то молекулы 1-бутена начинают распространяться по всему объему цеолита, а при повышении давления молекулы стремятся локализоваться в центре поры. В зависимости от значения, на котором эти влияния сбалансировались, будет расположен пик энергии адсорбции. По работе следующие выводы.

1. Наибольшую адсорбцию на данном цеолите имеет 1-бутен (9,00 ммоль/г), у бутана это значение значительно меньше (6,83 ммоль/г).

2. Величина предельной адсорбции существенно зависит от гибкости молекул, чем молекула более гибкая, тем меньше величина предельной адсорбции.

3. Наличие двойной связи в химической структуре молекулы увеличивает величину предельной адсорбции.

4. При повышении температуры до 353 и 383К адсорбция всех веществ понижается. Десорбция не наблюдается только из наиболее энергетически выгодных мест – центра полости.

#### Список использованных источников:

1. Eldridge R. B. Olefin paraffin separation technology – a review / R. B. Eldridge // Ind. Eng. Chem. Res. – 1993. –V.32. – P. 2208–2212.

2. Deem M. W. Computational Discovery of New Zeolite-Like Materials / M. W. Deem, R. Pophale, P. A. Cheeseman, D. J. Earl, J. Phys // Chem. C. –2009. –V. 113(51). – P. 21353-21360.

Научный руководитель: Савченков А. Л., доцент, к.т.н.

УДК 54.062

### **ИК-СПЕКТРОСКОПИЯ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ**

Куклина В.М.,

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

Глинистые минералы – группа минералов, главным образом слоистых силикатов, входящих в состав глин в качестве основной составляющей. В зависимости от преобладающего компонента выделяют три основных типа глин – каолинитовые, гидрослюдистые и монтмориллонитовые [1]. Они принимают активное участие в процессах, приводящих к образованию нефти и формированию ее залежей. Благодаря каталитическому воздействию глинистых минералов в нефтематеринских породах из органического вещества образуются нефтяные углеводороды. Способность глинистых минералов, например, смектитовой группы, к набуханию и удержанию воды затрудняет миграцию флюидов и тем самым осложняет их дальнейшее движение, что в свою очередь способствует формированию и сохранению нефтяных залежей [2].

Группа монтмориллонита представляет собой слоистую кристаллическую структуру, где в межслоевом пространстве находятся молекулы воды или некоторые обменные катионы (преимущественно щелочные). Минералы группы слюд обладают имеет диокраэдрическую структуру, где некоторые атомы кремния изоморфно замещены атомами алюминия [3]. Оценивая полноту процесса трансформации монтмориллонита в гидрослуду можно рассуждать о генерационной

способности, миграционных событиях, происходящие в породе в условиях седиментогенеза [4].

Идентификация глинистых минералов, установление их структурных параметров, состава и соотношений в смеси соединений является основной задачей химического анализа глинистых минералов. Целью работы является выбор условий пробоподготовки, и разработка методики определения компонентов смеси минеральных фаз мусковита и монтмориллонита методом ИК-спектроскопии.

В качестве объекта исследования была создана серия модельных смесей глинистых минералов (мусковит  $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ ; монтмориллонит  $(\text{Na,Ca})_{0.3}(\text{Al,Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), смешанных в фарфоровой ступке в различных массовых соотношениях.

Экспериментальные исследования выполнены с помощью ИК-Фурье спектрометра «ФТ-801» (ООО НПО «СИМЕКС», Россия) в режиме НПВО на алмазном кристалле. Инфракрасные спектры пропускания регистрировали в среднем инфракрасном диапазоне от 500 до 4000  $\text{см}^{-1}$ , с разрешением 4  $\text{см}^{-1}$ , количество сканов – 16. Для управления спектрометром и обработки полученных результатов использовалось программное обеспечение ZaIR 3.5.

На первом этапе регистрировали ИК-спектры поглощения минеральных фаз мусковита и монтмориллонита отдельно. На полученных спектрах в области 900-1000  $\text{см}^{-1}$  имеются интенсивные полосы поглощения валентных колебаний немостиковых связей Si–O, характерные для различных силикатных и алюмосиликатных группировках [5]. У мусковита максимум полосы наблюдается при 962  $\text{см}^{-1}$ , у монтмориллонита – при 1005  $\text{см}^{-1}$ .

Затем регистрировались ИК-спектры поглощения модельных смесей минеральных фаз мусковита и монтмориллонита, взятых в различных массовых соотношениях. Для получения воспроизводимых результатов спектры каждой модельной смеси регистрировали 3 раза. Было обнаружено, что на спектрах имеется одна уширенная полоса поглощения, максимум которой расположен в области 960-1005  $\text{см}^{-1}$  (рис. 1) и можно утверждать, увеличение содержания монтмориллонита в смеси сдвигает максимум в более длинноволновую область (табл.1).

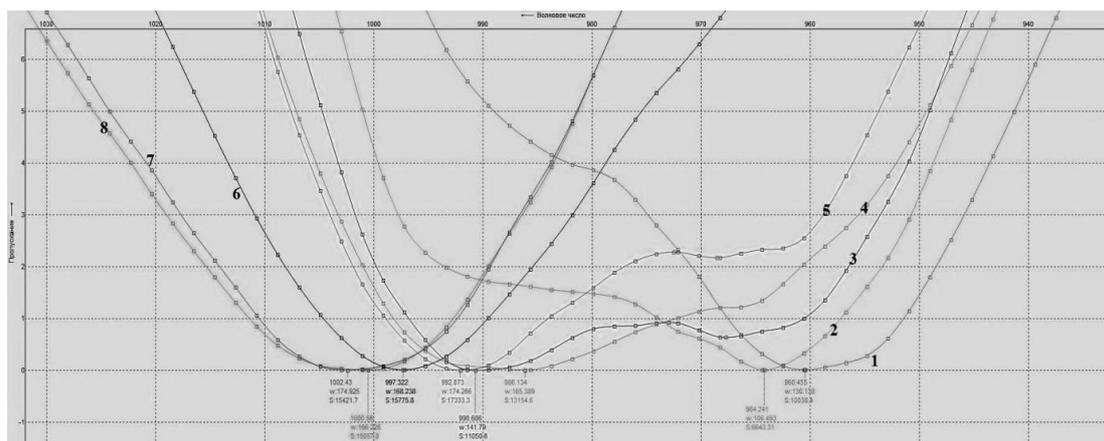


Рисунок 1 – Обзорные спектры образцов минералов мусковит : монтмориллонит в области 4000...500 см<sup>-1</sup> в соотношениях: 1 – чистый мусковит; 2 – 4:1; 3 – 3:1; 4 – 2:1; 5 – 1:1; 6 – 1:2; 7 – 1:4; 8 – чистый монтмориллонит.

Таблица 1 – Результаты обработки ИК-спектров минеральных фаз

Содержание монтмориллонита в смесях с мусковитом, % масс.	Положение максимума пика в области 960-1005 см <sup>-1</sup>			
	Спектр 1	Спектр 2	Спектр 3	Ср. арифм.
100	960,55	962,411	962,598	961,853
80	964,241	965,013	965,816	965,023
66,6	985,901	986,134	987,001	986,345
50	990,514	989,803	991,887	990,735
33,3	995,166	995,017	995,374	995,186
25	997,322	999,001	999,013	998,445
20	1001,03	1000,56	1001,07	1000,887
0	1002,88	1003,02	1002,43	1002,777

В результате проведенного эксперимента было установлено, что положение максимума полосы поглощения минеральных фаз смесей мусковит : монтмориллонит зависит от их количественного состава и может использоваться при количественном химическом анализе глинистых минералов.

#### Список использованных источников:

1. Горная энциклопедия Аа-лава-Яшма [сайт]. - URL: <http://www.mining-enc.ru/b/bazalt/>.- Текст: электронный.

2. Клубова Т. Т. Глинистые минералы и их роль в генезисе, миграции и аккумуляции нефти / Т. Т. Клубова. – Москва: Недра, 1973. -255 с. - Текст: непосредственный.

3. Бетехтин А. Г. Курс минералогии / А. Г. Бетехтин. – Москва: Государственное издательство геологической литературы, 1951. – 735 с. - Текст: непосредственный.

4. Jiang S. Clay minerals from the perspective of oil and gas exploration / S. Jiang // Clay minerals in nature-their characterization, modification and application. – IntechOpen, 2012.

5. Плюснина И. И. Инфракрасные спектры минералов / И. И. Плюснина.– Москва: МГУ, 1976. -176 с. - Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Нехорошев С.В., д.т.н, профессор

УДК 66.023.2

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ АТМОСФЕРНОЙ ПЕРЕГОНКИ НЕФТИ**

Лапа Н.О., Гузов Ю.П.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Продолжительное время ректификация является одним из важнейших промышленных процессов, на которых основана химическая промышленность [2] и на данном этапе развития науки и нефтехимии процесс перегонки нефти при помощи процесса ректификации не идеален. Сложно добиться четкого разделения легких и тяжелых фракций. Как следствие, применяемое, не модернизированное оборудование НПЗ в Российской Федерации позволяет осуществить переработку нефти только на 71-72%. Не отвечающие современным требованиям технологии ректификации не обеспечивают получение большего количества светлых нефтепродуктов, таких, например, как бензин, дизельное и реактивное топливо. В то же время спрос на светлые нефтепродукты неуклонно повышается с одновременным увеличением доли тяжелых нефтей в переработке. Это является одной из основных причин необходимости модернизации действующих установок переработки нефти.

Ректификация является массообменным процессом, который протекает на контактных устройствах (тарелки, насадки) в противоточных колонных аппаратах. При этом совершается постоянный обмен компонентами между паровой и жидкой фазами. Паровая фаза насыщается низкокипящим компонентом, а жидкая фаза – более высококипящим. Процесс массообмена идет по всей высоте колонны между поднимающимся вверх паром и стекающей вниз жидкой фазой (флегмой). Для увеличения эффективности процесса используют специальные контактные устройства,

что многократно увеличивает поверхность контакта фаз и соответственно возрастает интенсивность массообмена.

Обзор научно-технической литературы позволяет выделить несколько перспективных способов модернизации действующих установок ректификации нефти. Это позволит повысить универсальность производства по отношению к перерабатываемому сырью, увеличить качество и количество получаемых светлых нефтепродуктов.

Патент №2416461 [1], предлагает использование в качестве контактных устройств пакетной насадки, предназначенной для массо- и теплообменных колонных аппаратов, которые, в свою очередь, применяются для реализации процессов абсорбции, десорбции и ректификации. Вихревая пакетная насадка представляет собой большое количество одинаковых ячеек прямоугольной формы, которые соединяются между собой в единый пакет, при этом стенки каждой ячейки смещены друг относительно друга по вертикали. Таким образом они перекрывают фронтальную щель на входе и выходе ячейки, происходит это за счет загнутых внутрь окончаний, таким образом образуются завихрения потока. Завихрители располагаются перпендикулярно друг к другу на входе и выходе из ячейки, а поверхность каждой ячейки имеет шероховатость, либо частично перфорирована. В результате внедрения данной насадки ожидается расширение диапазона устойчивого псевдоэмульсионного режима работы насадки при малом гидравлическом сопротивлении.

Следующий способ предлагает подачу попутного газа, вместо водяного пара, в качестве теплоносителя. Это значительно снизит коррозию оборудования и дает хороший экономический эффект, ввиду того что отсутствуют капитальные затраты на установку аппаратов для подачи водяного пара. Кроме того, у многих заводов существует и другая проблема – это отсутствие ГЭС по близости, что несет с собой дополнительные траты на построение трубопровода и дальнейшее его обслуживание.

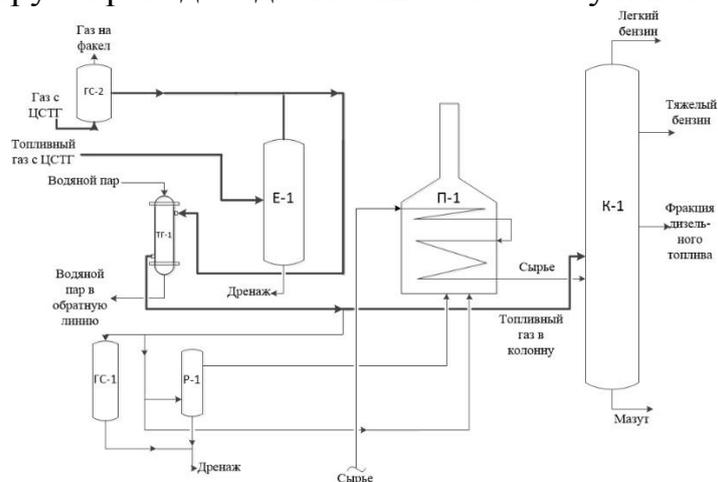


Рисунок 1 – Схема подвода газа в печь и колонну:

ГС-1-2 – газовый сепаратор; Е-1 – емкость; ТГ-1 – теплообменник газовый; Р-1 – рефлюксная емкость; П-1 – печь; К-1 – колонна.

На рисунке 1 приведена схема подвода газа в колонну ректификации.

Топливный газ с ЦСТГ поступает в емкость Е-1, где происходит дополнительное отделение влаги, после смешивается с обычным газом, прошедшим газовый сепаратор ГС-2, после данный поток направляется в теплообменник газовый ТГ-1, где подогревается при помощи водяного пара. Из теплообменника часть потока идет в колонну К-1 для подогрева сырья, а другая часть проходит газовый сепаратор ГС-1 и рефлюксную ёмкость Р-1, где происходит отделение остатков влаги и после попадает в печь П-1 в качестве топлива.

#### Список использованных источников:

1. Пат. 2416461 Российская Федерация, МПК В01J19/32. Пакетная вихревая насадка для тепло- и массообменных колонных аппаратов: заявл. 17.02.2010 : опубл. 20.04.2011 / Кадыров Р. Ф., Блиничев В. Н., Чагин О. В., Кадыров Р. Р.; патентообладатель Открытое акционерное общество "Вихревые массообменные установки". - Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2416461>. - Текст: электронный.

2. Зуева, Н. В. Особенности процесса ректификации / Н. В. Зуева. - Текст : непосредственный // Новые информационные технологии в нефтегазовой отрасли и образовании: материалы VI Всеросс. науч.-технич. конф. с междунар. участием. - Тюмень, 2015. – С. 47-49.

Научный руководитель: Гуров Ю.П., к.т.н., доцент

УДК 628.19

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОСАДКА СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ЗА СЧЁТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ВИХРЕВЫХ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ**

Максимов Л.И., Малеванная М.И.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В ходе исследований, призванных разработать метод переработки осадков промывных вод станций обезжелезивания, ранее были определены ключевые химические и гранулометрические характеристики техногенного сырья. Первоначальная цель была поставлена ввиду потенциальной применимости такого сырья в различных отраслях, в том числе при производстве строительных материалов, пигментов [1-3]. Иные же сферы, как например производство высоко- и ультрадисперсных порошков железа и его соединений для последующего создания катодного материала аккумуляторных батарей или же порошковых эмульсий для

неразрушающего контроля стальных конструкций, требуют повышенного внимания к гранулометрическому составу сырья [4]. При протекании процесса восстановления осадка промывных вод в газовой среде и при высоких температурах (более 600\*С), но в статической среде явно наблюдается обратная агломерация частиц, вызванная их слипанием ввиду частичного сплавления микрочастиц осадка (Рисунок 1). Стоит отметить, что в основном такие частицы представлены в диапазоне не более 10 мкм после деагломерации ультразвуковым излучением, а значит, подпадают под классификацию РМ 10 и могут легко транспортироваться газовым потоком.



Рисунок 1 – Восстановленный агломерированный осадок

Исходя из полученных экспериментальных данных о составе и структуре зёрен сырья [4], мы пришли к выводу о необходимости переноса процесса обработки осадка в псевдооживленный слой или подобный ему. Для равномерного контролируемого протекания реакции наиболее подходящим считаем использование высокотемпературных вихревых газодинамических потоков, протекающих в циклонной установке (Рисунок 2).

Предполагаемый эффект от такого воздействия будет заключаться в значительном повышении скорости протекания химической реакции, снижения степени агломерации контактирующих друг с другом частиц, а также большей сфероидизации частиц, что повышает степень их применимости для изготовления конечной продукции высокого качества.

Дальнейшим этапом исследования данного процесса станет построение исчерпывающей математической модели, а также создание на её основе экспериментального стенда для апробации теоретических данных.

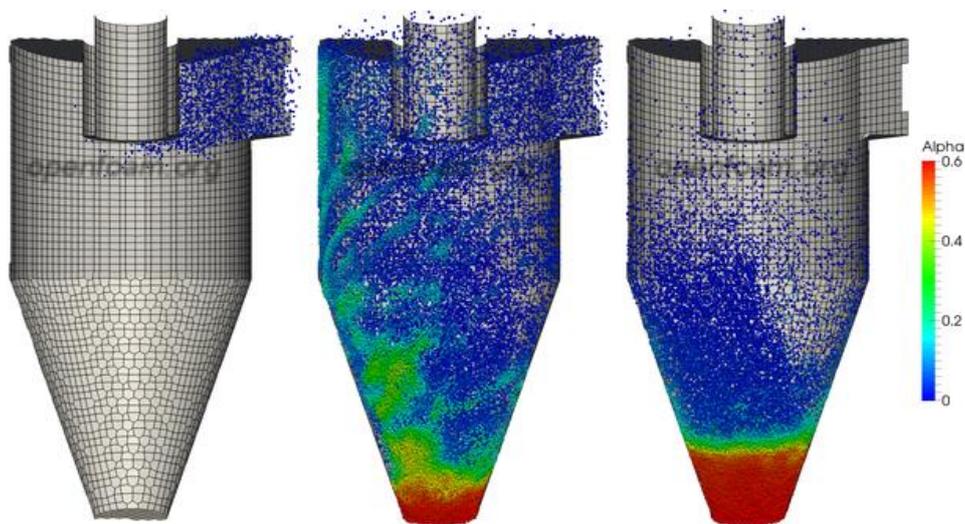


Рисунок 2 – Принципиальная схема работы циклонной установки

Список использованных источников:

1. Максимова, С. В. Исследование прочностных свойств строительных керамических материалов, полученных с применением осадков станций обезжелезивания / С. В. Максимова, З. С. Кутрунова, Л. И. Максимов. - Текст : непосредственный // В сборнике: Земля, вода, климат Сибири и Арктики в XXI веке: проблемы и решения. Сборник докладов Междунар. науч.-практ. конф. – Тюмень, 2014. - С. 143-146.

2. Максимов, Л. И. Использование шламов станций обезжелезивания в качестве альтернативного источника ресурсно-сырьевой базы для производства строительных керамических изделий / Л. И. Максимов, С. В. Максимова, А. В. Пешева, А. И. Иозефатова. - Текст : непосредственный // Сборник материалов XV научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, соискателей и магистрантов ТюмГАСУ. Тюмень, 2015. - С. 64-69.

3. Педько, А. А. Утилизация промывных вод станций обезжелезивания / А. А. Педько, Л. И. Максимов, С. В. Максимова. - Текст : непосредственный // В сборнике: Земля, вода, климат Сибири и Арктики в XXI веке: проблемы и решения. Сборник докладов Междунар. науч.-практ. конф. – Тюмень, 2017. - С. 224-231.

4. Максимов, Л. И. Методы создания ультрадисперсного состояния высокодисперсных частиц осадка станций обезжелезивания / Л. И. Максимов, С.В. Максимова, К.В. Кусков, В.С. Орлов, Ю.Д. Замятина. - Текст : непосредственный // В сборнике: Земля, вода, климат Сибири и Арктики в XXI веке: проблемы и решения. Сборник докладов Междунар. науч.-практ. конф. – Тюмень, 2019. - С. 180-183

Научный руководитель: Максимова С.В., к.т.н., доцент.

## ИК-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТИЛОВОГО СПИРТА В ПАРОВОЙ ФАЗЕ

Нехорошева Д.С.,

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

В настоящее время оперативная и надежная идентификация токсичных веществ - таких как метиловый спирт, является актуальным и востребованным направлением исследования [1]. Качественные и количественные исследования в данной теме требуют создания новым усовершенствованных методов контроля спиртосодержащих смесей. В данной работе описываются результаты применения новой методики анализа насыщенных парообразных водноспиртовых смесей в ИК-диапазоне с использованием газовой кюветы (оптический путь 50 мм) с окнами из селенида цинка (рисунок 1). Разработанное нами устройство предназначено для экспрессной и надежной оценки безопасности алкогольных и безалкогольных напитков, средств бытовой и автохимии, жидких фармацевтических средств, а также для аналитического контроля летучих токсичных веществ в биологических жидкостях человека.

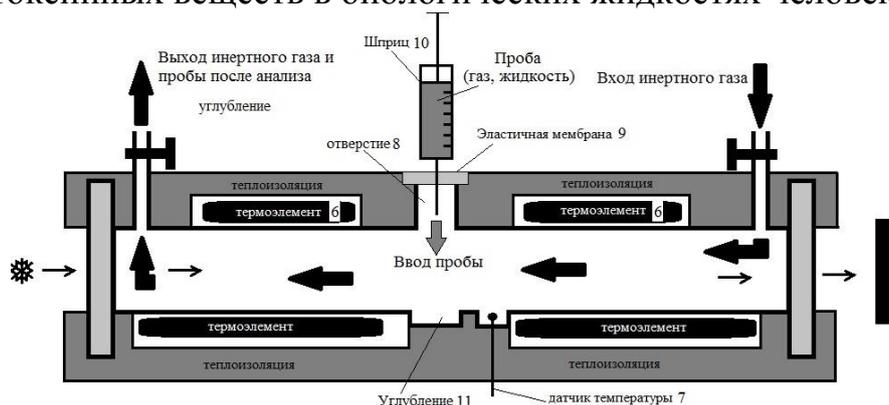


Рисунок 1 – Схема ячейки ИК-спектрометрической, вид сбоку [2]

Условия съемки ИК-спектра: ИК-фурье-спектрометр “ФТ-801 фирмы “СИМЕКС”, ИК-спектрометрическая паровая ячейка с кристаллом селенида цинка, программа управления спектрометром и обработки полученных спектров «OMNIC 7.4», количество сканирований - 4, разрешение - 4, усиление - 4, скорость сканирований - 0,4747, диафрагма - 100, детектор - DTGS KBr, диапазон сканирования - 4000-650 см<sup>-1</sup>.

На рисунке 2 изображены ИК-спектры незамерзающих стеклоомывающих жидкостей, исследованных с применением разработанной ячейки.

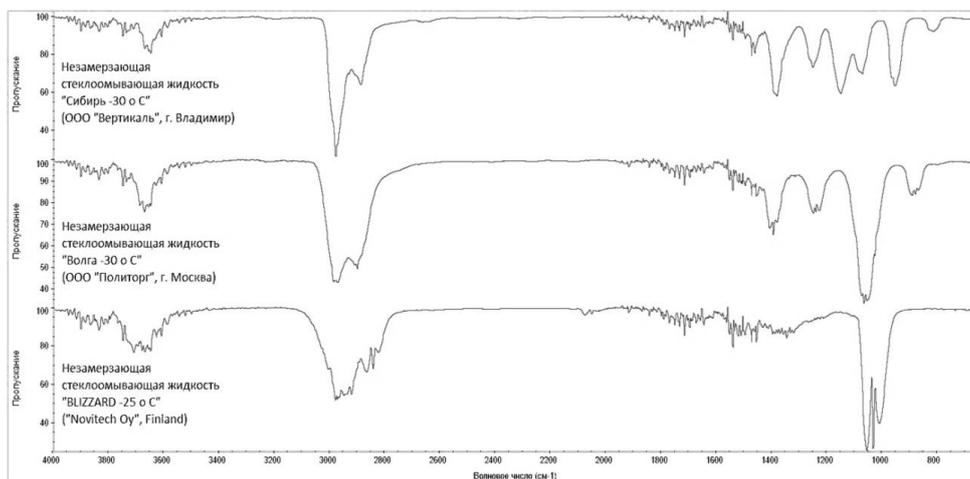


Рисунок 2 – ИК-спектры незамерзающих стеклоомывающих жидкостей в паровой фазе

Для наглядности на рисунке 3 представлены ИК-спектры низкомолекулярных спиртов в 10% разведении с водой и ИК-спектр воды.

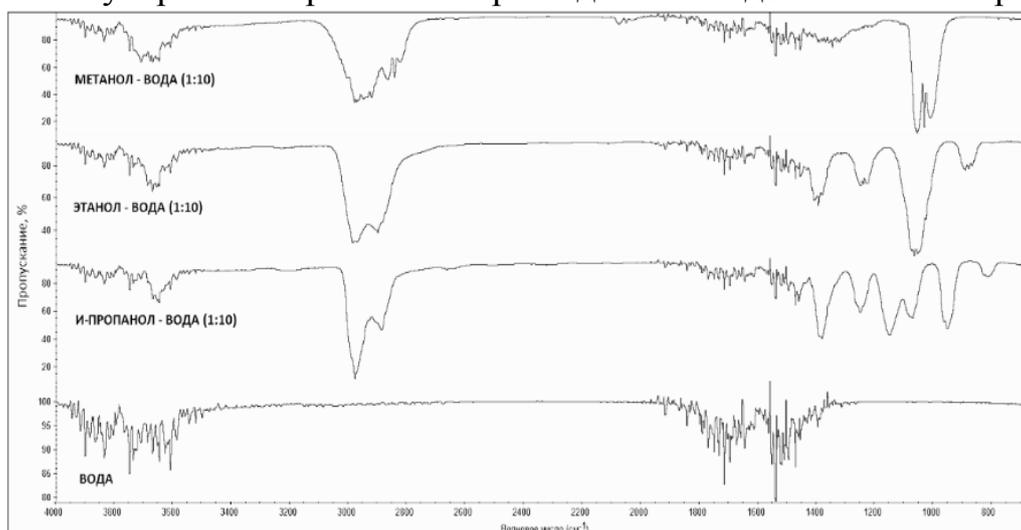


Рисунок 3 – ИК-спектры 10% растворов метилового, этилового и изопропилового спиртов и воды в паровой фазе

Полученные результаты исследований показали несоответствие заявленной на упаковке информации реальному составу. При проведении анализа данных жидкостей с целью идентификации и мониторинга низкомолекулярных спиртов было установлено, что в 10 объектах из розничной торговой сети половина содержит метанол в различной концентрации, запрещенный для использования.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-43-860005.

#### Список использованных источников:

1. Нехорошев, С. В. Экспертное исследование метилового спирта и его водных растворов / С. В. Нехорошев, А. В. Нехорошева, М. Н. Ремизова,

Х. Б. Тагизаде. – Текст: непосредственный //Судебная экспертиза. - 2011. - № 2 (26). - С. 47-53.

2. Пат. 160148 Российская Федерация, МПК G01N 21/03, G01N 21/35. ИК-спектрометрическая ячейка для определения легколетучих органических жидкостей в смесях с водой: № 2015114830/28: заявл. 20.04.2015: опубл. 10.03.2016 / Нехорошев С. В., Нехорошева А. В., Нехорошева Д. С., Клименко Л. С., Слепченко Г. Б.; патентообладатель федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Югорский государственный университет. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Клименко Л.С., профессор, д.х.н.

УДК 665.62

## **МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ ДОЛИ ВОДЫ МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ОТСТОЯ**

Перминова А.В.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Пластовые воды скважин различных нефтяных месторождений значительно отличаются друг от друга по химическому составу. При добыче смеси нефти и пластовой воды, образуется нефтяная эмульсия. В данных эмульсиях существует две фазы: внутренняя и внешняя. Внутренняя фаза распределена во внешней фазе, которая является неразрывной. Нефтяные эмульсии существуют двух видов: прямые и обратные. Прямые эмульсии называются «нефть в воде», т.е. это эмульсии, в которых капли нефти растворены в воде. Обратные эмульсии – это эмульсии типа «вода в нефти». Данный вид эмульсий чаще всего встречается в промысловой нефтяной практике.

Наличие воды в нефти приводит к значительному удорожанию транспортировки, поскольку возрастают объемы транспортируемой жидкости и также увеличивается ее вязкость. Сырая нефть может содержать воды до 90 - 95% масс. Поэтому необходимо удалять воду непосредственно на установках предварительного сброса воды или установках подготовки нефти.

Существует несколько лабораторных методов обезвоживания нефти. В данной работе рассмотрен метод горячего отстоя. Метод основан на разрушении водно-нефтяной эмульсии при ее нагревании в присутствии деэмульгатора, и последующем волюметрическом определении объемной доли воды.

За счёт предварительного нагрева нефти до нужной температуры значительно облегчаются процессы коагуляции капель воды и ускоряется

обезвоживание нефти при отстое. Данный метод чаще используют для трудноразделимых нефтяных эмульсий.

Выполнение измерений проводят следующим образом. Отбор проб сырой нефти производится в сухую, прозрачную и чистую емкость. Объем пробы должен составлять не менее 1/4 объема емкости, но не более 3/4. Затем добавляют 3-10 капель дезэмульгатора для ускорения процесса расслоения водно-нефтяной эмульсии. Далее пробу интенсивно перемешивают встряхиванием в течении 1-5 минут.

Емкость с пробой необходимо нагреть на водяной бане до  $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$  и выдержать при этой температуре в течении 30-60 минут до четкого фазового разделения. При этом уровень воды в бане должен быть выше уровня водонефтяной эмульсии в емкости.

По истечении необходимого времени пробу вынимают из бани и выдерживают при температуре окружающего воздуха  $(20 \pm 5)$  в течении 60-90 минут. Затем емкость с пробой устанавливают на горизонтальную поверхность. С помощью линейки производят измерение высоты отстоявшегося водного слоя и высоты всей пробы в емкости. Результат должен быть получен в миллиметрах, с точностью до одного деления шкалы линейки [1].

Данный метод был использован для анализа сырой нефти, отобранной с Урьевского месторождения и Северо-Поточного месторождения. Полученные экспериментальные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1- Экспериментальные результаты

Сырая нефть, отобранная с месторождений	Высота водного слоя, мм	Общий объем сырой нефти, мм
Урьевское месторождение, ЦДНГ 2	83	87
Северо-Поточное месторождение, ЦДНГ 10	48	103

$C_{H_2O} = (N_{H_2O}/N) * 100 \%$ , где:

$N_{H_2O}$  – высота водного слоя, мм;

$N$ - общая высота пробы сырой нефти, мм.

По полученным экспериментальным данным можно сделать вывод, что Урьевское месторождение, ЦДНГ 2 более обводненное, поскольку объемная доля воды в пробе сырой нефти больше чем на Северо-Поточном

месторождении и составляет 95,4 %. Урьевское месторождение расположено в Ханты-Мансийском автономном округе, его освоение было начато в 1978 году.

Список использованных источников:

1. Гаранкина, Т. П. Методика измерений объемной доли воды в пробах сырой нефти методом горячего отстоя. М 7.1-05.01.13 / ОАО «Башнефтегеофизика»; Т. П. Гаранкина [и др.] – Когалым: ООО «Центр научно-исследовательских и производственных работ», 2013. – 12 с. – Текст: непосредственный.
2. Рыбак, В. М. Анализ нефти и нефтепродуктов/ В. М. Рыбак. - Москва: Гостехиздат, 1962. – 887 с. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Дерюгина Ольга Павловна, к.т.н., доцент

УДК 004.8

## **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕХИМИИ**

Проничев Г.М.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

XXI век является веком цифровых технологий, которые не возможно не замечать. Те отрасли экономики, которые хотят остаться конкурентоспособными, должны следовать главным направлениям цифровой трансформации.

Нефтехимическая промышленность относится к той части промышленности, которая включает совокупность процессов переработки нефти и газа и является одной из ведущих отраслей мировой экономики, связующим звеном между добывающим нефтегазовым комплексом и перерабатывающими отраслями. Она имеет значительный экономический, социальный и экологический потенциал. Степень внедрения цифровых технологии в разные отрасли промышленности различна. В наибольшей степени в настоящее время она охватывает банки, телеком и медиа. Нефтехимические предприятия являются следующими в этой очереди.

Целью внедрения цифровых решений является увеличение операционной эффективности нефтехимических предприятий.

С применением цифровых технологий появляется возможность повысить доход, энергоэффективность и производительность компании. Цифровизация технологических процессов влияет не только на повышение эффективности, но и на обеспечение высокого уровня безопасности. Качественно выполненная система промышленной безопасности должна позволить эффективно минимизировать риски, связанные с реализацией проектов, а также построить систему предупреждения инцидентов, охватывающую все стадии производственного процесса. Всё это должно

положительно отразиться на эффективности процессов, и обеспечить рост экономических показателей.

О цифровизации в нефтехимической промышленности уже можно говорить по следующим тенденциям:

- автоматизация производства и робототехника; которые подразумевают работу программных и аппаратных роботов;
- сенсоры, которые фиксируют процесс производственных аппаратов машин и передают данные;
- аналитика больших объемов данных;
- искусственный интеллект;
- подключение смарт-датчиков, устройств и оборудования к сети;
- мобильные устройства, которые всегда позволяют контролировать технологический процесс;
- применение ИТ в производственных процессах.

Рассмотрим некоторые из них. Например, NFC-датчики - это пассивные устройства (микрочипы) для бесконтактной передачи данных между устройствами на небольшие расстояния. Их можно программировать и перепрограммировать на небольшое количество различных команд.

Помимо этих датчиков возможно использовать взрывозащищенные смартфоны и планшеты. Так же необходимо использовать сервера для базирования этой системы, разработать ПО и провести интеграцию с SAP ERP.

Так же на предприятиях, которые имеют огромную территорию целесообразно использовать беспилотные летающие аппараты (БПЛА). Данные аппараты возможно использовать для осмотра труднодоступных мест для человека, например, на высоте. В холодных период на БПЛА устанавливают плотный утеплитель для батарей, по той причине, чтобы заряд батареи на БПЛА держался дольше.

Для энергоэффективности технологической установки, или производства в целом, может быть полезным внедрение системы, основанной на искусственном интеллекте для контроля и выбора оптимального режима расхода электроэнергии. Также целесообразно модернизировать освещение цехов. Для экономии тепловой энергии целесообразными могут быть следующие мероприятия:

- Использование эффективных массо- и теплообменных устройств, эффективных теплоизоляционных материалов;
- Внедрение систем рекуперации тепла с последующим его использованием на отопительные нужды или дополнительный подогрев теплоносителя;
- Проведение пинч-анализа для выделения потенциальных мест, требующих оптимизации;

- Математическое моделирование и оптимизация технологических процессов;

Список использованных источников:

1. Бабкина, А. В. Цифровая экономика и Индустрия 4.0: новые вызовы: / А. В. Бабкина //Труды науч.-практич. конф. с междунар. участием, Санкт-Петербург: Политехн. ун-та, 2018.- 573с. – Текст: непосредственный.
2. Цифровизация, промышленный интернет вещей и Индустрия 4.0: [сайт]. - URL: [https://neftegaz.ru/tech\\_library/view/5098-Tsifrovizatsiya-promyshlenniy-internet-veschey-i-Industriya-4.0.-Kratko](https://neftegaz.ru/tech_library/view/5098-Tsifrovizatsiya-promyshlenniy-internet-veschey-i-Industriya-4.0.-Kratko). - Текст: электронный.

Научный руководитель: Дерюгина О.П., к.т.н., доцент

УДК 544.421.032.4

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ РЕАКЦИИ НА СКОРОСТЬ ГИДРОЛИЗА САЛИЦИНА**

Сабутова А.Б.,

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

Салицин является природным биологически активным веществом, содержащимся в растениях семейства Ивовые и отвечающим за основные лечебные свойства этих растений [2, 3]. Из литературы известно, что салицин в водных средах способен гидролизироваться до салицилового спирта. Образующийся салициловый спирт, являясь более реакционноспособным веществом чем салицин, в дальнейшем легко подвергается такому химическому превращению, как окисление кислородом воздуха, с образованием салицилового альдегида и салициловой кислоты [4]. Таким образом, реакция гидролиза является первой в цепочке реакций, приводящих к понижению концентрации салицина в водных средах (растворы, растительные экстракты). Однако, в современной научной литературе по этому вопросу не удалось найти результатов экспериментальных исследований. Имеются только указания общего характера, сообщающие, что салицин легко гидролизуеться в водных растворах с кислой реакцией среды и устойчив к гидролизу в нейтральных и щелочных водных растворах. При этом кинетика гидролиза салицина до настоящего времени оставалась не изученной.

Целью данной работы являлось изучение влияния условий реакции на скорость гидролиза салицина в водных растворах.

Для достижения цели исследования изучалось влияние природы кислоты, ее концентраций и температуры на скорость реакции гидролиза. В проведенных экспериментах было обнаружено, что в щелочной ( $C_{OH^+}=0,5н.$ )

и нейтральной средах салицин в течение 6 часов не гидролизуется даже при температуре 90°C. При этой же температуре заметных изменений в концентрации салицина не наблюдается при его нахождении в 0,5 н. фосфорной, уксусной и азотной кислотах. И только в растворах таких сильных кислот, как серная, соляная и бромистоводородная, гидролиз протекает с заметной скоростью. При этом установлено, что скорость реакции одинакова для всех опробованных сильных кислот и не зависит от их природы.

В работе на примере водных растворов соляной кислоты различных концентраций показано, что с увеличением концентрации ионов водорода в растворе и температуры скорость гидролиза салицина возрастает (рис.1), а температурный коэффициент скорости реакции уменьшается (табл. 1).

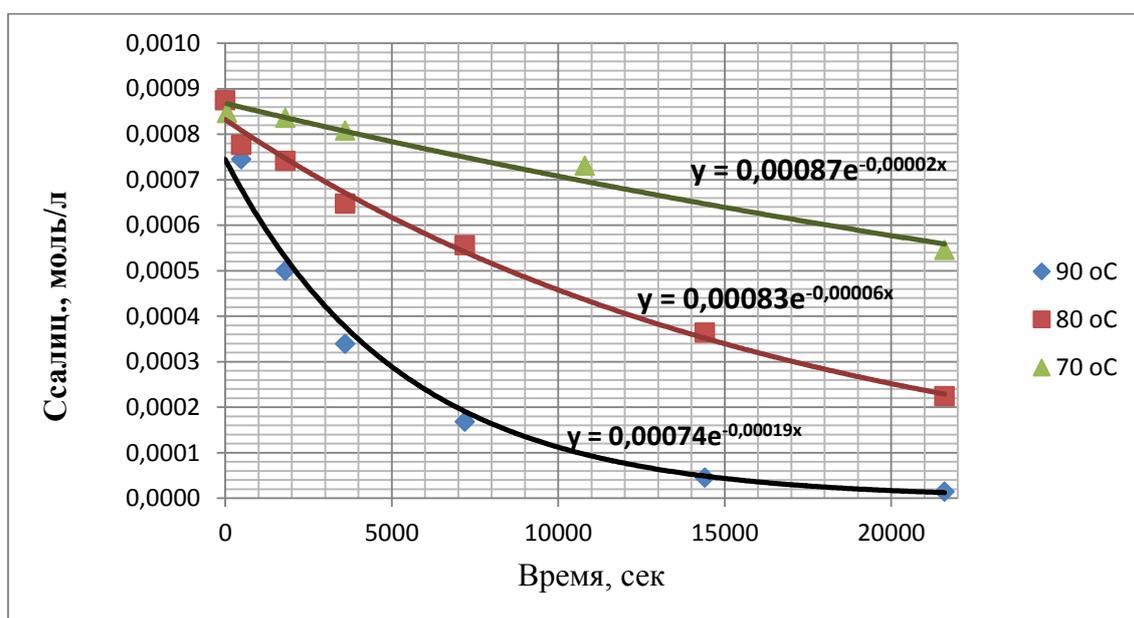


Рисунок 1 – Зависимость концентрации салицина от времени протекания реакции гидролиза

Таблица 1 – Значения температурного коэффициента скорости реакции гидролиза салицина при различных температурах реакционной смеси

Т, К	q
363	2,4
353	5,9
343	7,0

Таким образом, было установлено, что реакция гидролиза салицина протекает только в водных растворах сильных кислот и зависит от их природы, концентрации и температуры.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-43-860002.

Список использованных источников:

1. Конюхова, О. М. Биологические ресурсы салицина в иве / О. М. Конюхова, М. А. Бахтин, А. В. Канарский. – Текст: непосредственный // Вестник технологического университета. - 2016. - Т.19(№16). - С. 130.
2. Жматова, Г. В. Методы интенсификации технологических процессов экстрагирования биологически активных веществ из растительного сырья / Г. В. Жматова. – Текст: непосредственный // Вестник ТГТУ. - 2005. - № 3. - С. 701 – 707.
3. Минина, С. А. Химия и технология фитопрепаратов / С. А. Минина, И. Е. Каухова. –Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 384 с. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Нехорошев Сергей Викторович, д.т.н.

УДК 620.2-032.36:678.6

**МОРФОЛОГИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ  
КОМПОЗИТОВ АМИННОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ, СОДЕРЖАЩИХ  
ТЕРМОРАСШИРЕННЫЙ ГРАФИТ**

Сайфутдинова М.В., Лыга Р.И., Михальчук В.М.,  
Донецкий национальный университет, г. Донецк

В настоящее время растет интерес к использованию различных форм графита в составе полимерных композиционных материалов. Терморасширенный графит (ТРГ) получают из природного графита через стадию интеркалирования в его межслоевое пространство различных молекул и ионов. В процессе синтеза ТРГ сохраняет все ценные свойства графита (термическая и химическая стойкость, низкий коэффициент трения, высокая сорбционная емкость по отношению ко многим органическим веществам) и приобретает новые (низкая насыпная плотность, более развитая поверхность, способность к формованию), что дает возможность создавать эффективные функциональные материалы. Анализ научной литературы демонстрирует наличие совместимости терморасширенного графита с эпоксидными связующими и улучшение тепловых и механических свойств полимерных материалов на их основе. В данной работе описаны структура, свойства и особенности получения эпоксидно-графитовых композитов аминного отверждения.

В качестве исходных соединений для получения ненаполненного полимера и композитов были выбраны: эпоксидно-диановая смола ЭД-20, циклоалифатический полиамин ANCAMINE 2579 и терморасширенный графит марки ГТ-1, полученный на основе соединения соинтеркалирования нитрата графита этилформиатом и 1,4-диоксаном (с коэффициентом расширения 7).

Методом ультразвукового диспергирования были получены стеклообразные эпоксидно-графитовые композиты аминного отверждения, содержание ТРГ в которых варьировалось от 0,5 до 10 масс.%. Образцы полимера и композитов получали в виде плёнок толщиной  $200 \pm 10$  мкм и покрытий толщиной 10 и 100 мкм на поверхности алюминиевого сплава Д16. С использованием термомеханического анализа установлено снижение густоты сшивания эпоксидной полимерной матрицы композитов аминного отверждения при введении терморасширенного графита в их состав. Значения температуры стеклования и температуры завершения перехода в высокоэластическое состояние снижаются в большей степени при содержании наполнителя  $\geq 5$  масс.%. Увеличение выхода золь-фракции композитов в 2 – 2,5 раза наблюдается также в случае наибольших концентраций ТРГ. Полученные результаты нельзя считать косвенным доказательством отсутствия взаимодействий ковалентной природы между полимерной матрицей и поверхностью частиц углеродного наполнителя, поскольку изменение указанных выше численных параметров может быть следствием пространственных затруднений для взаимодействий эпоксидная смола/отвердитель.

Устойчивость эпоксидного полимера и композитов к действию высоких температур в присутствии кислорода воздуха была изучена при 180 °С. При повышении концентрации терморасширенного графита от 0,5 до 2 масс.% наблюдалась тенденция к снижению скорости термоокислительной деструкции пленочных образцов, однако значительное повышение содержания ТРГ привело к увеличению скорости деструкции в 2 раза.

Газоволюмометрическим методом изучена устойчивость полученных пленочных образцов немодифицированного полимера и композитов аминного отверждения к высокотемпературному (180 °С) окислению кислородом. При введении терморасширенного графита в состав полимера максимальная скорость поглощения кислорода образцами ( $V_{max}$ ) снизилась в 1,5 – 2 раза (табл. 1).

Таблица 1 – Зависимость максимальной скорости поглощения кислорода ( $V_{max}$ ) от содержания терморасширенного графита

Содержание ТРГ, масс.%	$V_{max} \cdot 10^4$ , моль·кг <sup>-1</sup> ·с <sup>-1</sup>
0	1,41
0,5	0,93
1	0,96
1,5	0,94
2	0,98
5	1,3
10	1,2

При больших концентрациях ТРГ (5 и 10 масс.%) максимальная скорость окисления становится соизмеримой с  $V_{\max}$  ненаполненного полимера, что объясняется формированием более дефектной полимерной матрицы при таком содержании наполнителя, что было продемонстрировано выше.

С помощью сканирующей электронной микроскопии изучена морфология структуры эпоксидно-графитовых композитов: несмотря на использование ультразвукового диспергирования при получении, частицы терморасширенного графита в составе композитов имеют слоистую структуру (рис. 1). На краях лепестков слоистой структуры ТРГ элементный анализ показал большее содержание атомов кислорода по сравнению с плоскостью самого слоя. Это дает основания предполагать наличие функциональных групп по краям лепестков частиц графитового наполнителя. Количество таких групп, очевидно, небольшое, так как содержание элемента О в 2 – 3 раза меньше, чем в объеме эпоксидной полимерной матрицы.

Потенциодинамическим методом были изучены антикоррозионные свойства графитовых покрытий на поверхности алюминиевого сплава Д16. При небольших концентрациях ТРГ (0,5 – 2 масс.%) покрытия проявили более высокие антикоррозионные свойства по сравнению с ненаполненным полимерным покрытием. Установлено, что с увеличением концентрации ТРГ антикоррозионное сопротивление и эффективность антикоррозионной защиты подложки увеличиваются. У покрытия, содержащего 2 масс.% наполнителя, эффективность антикоррозионной защиты составила 91 %.

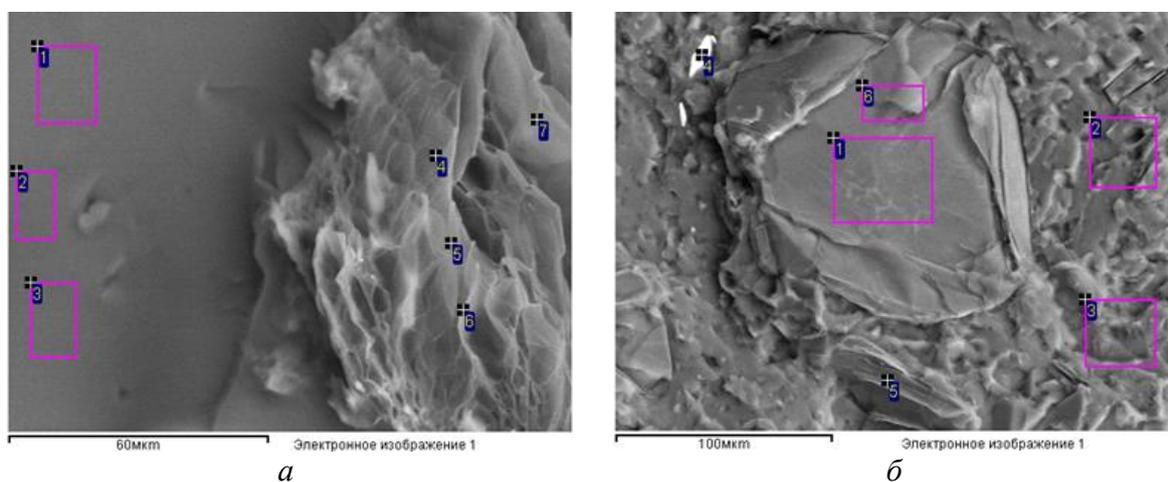


Рисунок 1 – Микрофотографии СЭМ композитов, содержащих 1 (а) и 5 масс.% ТРГ (б). Содержание атомов О, %: 1 – 20,14; 2 – 20,37; 3 – 20,25; 4 – 6,53; 5 – 6,15; 6 – 7,98; 7 – 9,59 (а); 1 – 6,86; 2 – 16,23; 3 – 14,49; 4 – 5,97; 5 – 11,71; 6 – 6,23 (б)

Графитовые композиционные покрытия с большим содержанием ТРГ, полученные длительным ультразвуковым диспергированием, могут быть использованы для придания огнезащитных свойств различным субстратам.

В частности, на поверхности сплава Д16 в высокотемпературных условиях (600 °С) покрытия с концентрацией терморасширенного графита 5 масс.% увеличились в объеме, образуя слой защитной пены (рис. 2).



Рисунок 2 – Микрофотографии композиционных покрытий, содержащих 5 (а) и 10 масс. % (б) ТРГ после проверки на огнеупорность

Это можно объяснить тем, что именно при таком содержании наполнителя и его длительном ультразвуковом диспергировании (75 мин) в полимерном связующем удалось в большей степени разбить лепестковую структуру ТРГ и обеспечить более равномерное распределение частиц наполнителя по объему композиционного материала.

Научный руководитель: Михальчук В.М., д.х.н., профессор.

УДК 620.19

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ, ОТ КОРРОЗИИ**

Сафин Н.С.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На сегодняшний день проблема коррозии оборудования на производстве по добыче, транспортировке и переработке нефти и газа весьма актуальна, поскольку она приносит предприятию колоссальные убытки, причиной которых является замена элементов оборудования и даже целых узлов установок, подвергшихся коррозии. Так же коррозия приводит к тому, что выходят из строя большое число аппаратов, машин и сооружений, а также происходит загрязнение окружающей среды. Эти загрязнения могут быть следствием утечки углеводородов, химических реагентов, и из-за этого увеличивается шанс возникновения аварийных ситуаций. Поломки оборудования, вызванные коррозией, составляют 25% от всех аварий в нефтегазовой промышленности. Поэтому очень важно найти решения этой проблемы, а именно способы увеличения устойчивости металлов к коррозии.

В нефтегазовой промышленности наиболее распространёнными являются следующие виды коррозии [2]:

1. Углекислотная коррозия- наиболее распространенная при влажном производстве. Внедрение  $\text{CO}_2$  является одним из способов извлечения нефти. Хотя он и не вызывает катастрофических ситуаций, подобно сероводороду, диоксид углерода может привести к очень быстрой локализованной коррозии. Сухой газ  $\text{CO}_2$  при растворении в воде может ускорять электрохимическую реакцию между водной фазой и сталью.

2. Коррозия сернистой нефтью- более серьезная проблема, так как она провоцирует формирование трещин в поверхности металлов. Эти повреждения почти незаметны на ранней стадии, а потому они могут привести к серьезной аварии.

3. Кислородная коррозия в морской воде- вид коррозии, которому подвержено оборудование с повышенной степенью турбулентности, высокими скоростями, щели и поврежденные области материала. Углеродистая сталь используется в системах впрыска воды без серьезного корродирования, если качество воды находится на достаточно высоком уровне. Но в зависимости от концентрации в воде хлора и кислорода, а также скорости потока в этих системах, увеличивается вероятность коррозии металлов, что приводит наиболее частому и, зачастую, внеплановому ремонту.

Существующие методы борьбы с коррозией можно разделить на химические (применение химических реагентов, в том числе ингибиторов (замедлителей) коррозии), физические (использование коррозионностойких материалов, защитных покрытий и протекторную защиту) и технологические (проведение мероприятий на снижение температуры жидкости и скорости потока, применение технологических растворов и реагентов с низкой коррозионной активностью, предотвращение попадания кислорода и другие).

Перспективным методом защиты от коррозии является протекторная защита, так как целевая обработка поверхностей, подвергающихся воздействию корродирующих веществ, качественно подобранным протектором при его высокоэффективной работе может быть наиболее дешевым, но далеко не самым практичным, способом защиты. В частности, технология ТНК-ВР является одной из технологий протекторной защиты, характеризующаяся достаточно низкой стоимостью и сроком службы до пяти лет при условии правильного выбора, основанная на применении алюминиево-магниевых протекторов для установок электроцентробежных насосов. Протектор поляризует сталь, в результате чего сам окисляется.

Вместе с тем, использование протекторной защиты приводит к увеличению габаритных размеров установки, а для обеспечения оптимального подбора типа протектора требуется подробная и верная информация об электрохимических характеристиках защищаемого металла, о свойствах среды, покрытия, о форме и размерах защищаемого оборудования, температуре и скорости протекания потока.

Такой способ, как катодная защита, предполагает подключение станций катодной защиты, это позволяет установить необходимый потенциал непосредственно на корпусе установки, контролировать процесс и выбирать необходимый ток защиты. К недостаткам данного метода можно отнести необходимость применения больших постоянных токов защиты, способных в случае пробоя вызвать интенсивную электрокоррозию.

Разновидностью катодной защиты оборудования является импульсная защита. При реализации этого способа применяется устройство коррозионной защиты импульсным током. В данном случае, под действием импульсов электрического поля отрицательные ионы, вызывающие коррозию, начинают двигаться от объекта со скоростью, во многом превышающей скорость их обратной диффузии в отсутствие поля.

Рассмотрим еще один метод коррозионной защиты, представленный в патенте № 2125587, авторами которого являются Гудрий Г. А., Варнавская О. А. и другие. [7]. В нем описывается состав, который обеспечивает защиту нефтеперерабатывающего оборудования не только от коррозии, но и от асфальтено-смоло-парафиновых отложений. Также этот состав позволяет достаточно хорошо обезвоживать и обессоливать нефть. Это достигается благодаря тому, что в данный состав входит блок-сополимер оксида этилена и оксида пропилена на основе гликолей. К тому же он содержит продукт взаимодействия простого полиэфира с толуилендиизоцианатом и блок-сополимер оксида этилена и оксида пропилена на основе этилендиамина. Этот реагент обладает деэмульгирующими свойствами и эффектом ингибирования асфальтено-смоло-парафиновых отложений и коррозии. Недостатком этого состава является наличие компонентов, входящих в его состав, которые являются веществами третьего класса опасности, оказывающие вредное воздействие на людей и окружающую среду.

#### Список использованных источников:

1. Жарский, И. М. Технологические методы обеспечения надежности деталей машин: учебник / И. М. Жарский. – Минск: Выш. шк., 2010. – 330 с. – Текст: непосредственный.
2. Ахметов, С. А. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебное пособие / С. А. Ахметов [и др.] : Под ред. С. А. Ахметова. – Санкт - Петербург: Недра, 2006. – 858 с. – Текст: непосредственный.
3. Клинов, И. Я. Коррозия химической аппаратуры и коррозионностойкие материалы / И. Я. Клинов. – Москва: Госхимиздат, 1950. – 573 с. – Текст: непосредственный.
4. Тимонин, А. С. Основы конструирования и расчета химикотехнологического и предохранительного оборудования: Справочник. Т1. – Калуга: издательство Н. Бочкаревой, 2002. – 859 с. – Текст: непосредственный.

5. Поникаров, И. И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки / И. И. Поникаров, М. Г. Гайнуллин. – Москва: Альфа-М, 2006. – 615 с. – Текст: непосредственный.

6. Хохлачева, Н. М. Коррозия металлов и средства защиты от коррозии : учеб. пособие / Н. М. Хохлачёва, Е. В. Ряховская, Т. Г. Романова. – Москва: ИНФРА-М, 2016. — 119 с. – Текст: непосредственный.

7. Пат. 2125587 Российская Федерация, МПК C10 G33/04. Состав для обезвоживания и обессоливания нефти и защиты нефтепромыслового оборудования от асфальтено-смоло-парафиновых отложений и коррозии / Тудрий Г. А., Варнавская О. А., Хватова Л. К., Каткова Н. Б., Орлова Л. Н., Юдина Т. В.; № 98103495/04; заяв. 11.03.98; опубл. 27.01.99; патентообладатель Научно-исследовательский институт по нефтепромышленной химии. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Дерюгина О.П, доцент, к.т.н.

УДК 665.6/.7

## **ПОЛНОТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ И ЖИДКИХ ОТХОДОВ**

Сухарникова А.В.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Цель проекта: изучить полноту использования жидких и твердых отходов нефтехимической промышленности России

Задачи проекта:

1. Проанализировать состав и количество жидких и твердых отходов нефтехимической промышленности

2. Выявить компоненты жидких и твердых отходов, пригодных для дальнейшей переработки.

3. Предложить новые методы переработки жидких и твердых отходов с целью полного их использования.

Нефтехимическая промышленность — отрасль, которая для создания своей продукции потребляет много энергетических, водных и сырьевых ресурсов. В результате процессов переработки лишь незначительная часть побочных продуктов, непригодная для вторичной переработки, накапливается в виде отходов, а соответственно, большую часть можно и нужно перерабатывать.

В результате переработки образуются такие отходы, как отработанные нефтепродукты (масла, смазки), катализаторы реакций, не способные к регенерации, отходы полимеров, резины, донные отложения резервуаров, шламы, остатки сточных вод и многие другие. На данный момент разрабатываются новые способы комплексного использования нефтепромышленных отходов, которые включают в себя следующие

процессы: капсулирование твердых нефтепромышленных отходов, извлечение дополнительного минерального сырья из отходов.

Сейчас перспективны технологии регенераций отработанных масел и смазок. Около 20% отработанных масел подвергаются регенерации, где производится их механическая очистка и очистка в результате физико-химических реакций, из которых можно получить базовые масла, по качеству не уступающие свежим маслам. Также перспективны методы отделения дорогостоящих присадок из масел щелочными гидроксидами, которые увеличивают ценность переработки масел.

Одной из самых важных современных проблем полноты использования твердых и жидких отходов является проблема повторного использования отходов полимеров. Пластмассы – это композиты на основе полимеров (смола), которые и определяют в основном свойства пластмасс. Именно исходя из свойств пластмасс осуществляется их дальнейшая переработка. Полимеры подразделяются на термопластичные и термореактивные. К термопластичным относят полиэтилен, полистирол, поливинил и другие. Данные полимеры легко перерабатываются в связи с тем, что при воздействии тепла переходят в текучее состояние и могут снова формироваться, а по своим свойствам они сопоставимы с первичными пластмассами. А вот термореактивные пластмассы чаще всего перерабатывают путем измельчения дроблением или прессованием, в результате полученные пластмассы добавляют в состав дорожных покрытий и строительных материалов.

Отходы резины – это бракованные резинотехнические изделия или изношенные покрышки. При переработке резины получают резиновую крошку, которая является компонентами для новых автомобильных покрышек, ж/д шпал, для беговых дорожек стадионов и бетонов.

Новой технологией переработки угля является его брикетирование. Брикетированное топливо – это механически и термически сортный продукт, получаемый в результате физико-химических процессов с добавлением связующих добавок из угля, рисовой шелухи и АСПО. Данная технология позволяет увеличить теплоту сгорания угля и уменьшить зольность.

Донные отложения резервуаров представляют собой твердый материал, который при нагревании до 60-70<sup>0</sup>С переходит в жидкое состояние, в результате чего намного проще отделить воду и механические примеси. В результате очищенные донные отложения можно вводить в топочный мазут, увеличивая теплотворную способность топлива и его стабильность, т.е. не допускает расслаивание и образование осадка. Данная технология обладает весьма высоким положительным экономическим эффектом.

В результате переработки нефти используется огромное количество различных катализаторов, которые со временем становятся неспособны к

регенерации. Учитывая состав отработанных силикагелей и цеолитсодержащих катализаторов, перспективным считается использования основного компонента оксида кремния как добавку в керамические материалы, например кирпичи, в результате чего повышается прочность и термостойкость.

В качестве новых методов использования жидких масляных отходов рекомендуется использование отработанного моторного масла в строительной сфере для обработки древесины, поскольку:

- помогает защитить дерево от плесени, гнили, воздействия вредителей, укрепить и продлить срок службы древесины;
- является антисептиком для дерева;
- предотвращает дальнейшее разрушение. Обработка дерева отработанным маслом помогает прекратить дальнейшее разрушение уже поврежденной древесины;
- при этом обработка дерева отработкой процесс дешевый.

#### Список использованных источников:

1. Киялбаев, А. К. Технологии утилизации нефтяных отходов / А. К. Киялбаев. - Текст: непосредственный // Промышленное и гражданское строительство, 2017. - №8. – С. 49-54.
2. Литвинова, Т. А. Использование твердых отходов нефтегазовой отрасли в производстве керамических кирпичей / Т. А. Литвинова, Т. П. Косулина. - Текст: непосредственный // Научный журнал КубГАУ, 2013. - №92(08).
3. Херонимо, А. А. Способы регенерации отработанных масел путем деметаллизации и дистилляции / А. А. Херонимо. - Текст: непосредственный // СЕНЕР ГРУПО ДЕ ИНХЕНЕРИЯ, 2009.

Научный руководитель: Маратканова Е.А., преподаватель отделения  
МиПН многопрофильного колледжа ТИУ

УДК 542

## **СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Тагиров А.В.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Непрерывный рост объемов добычи нефти и ужесточение экологического законодательства способствуют привлечению внимания к переработки нефтяного попутного газа. Отсутствие системного подхода к проблеме нерационального использования нефтяного попутного газа не

позволяет использовать полный потенциал нефтедобывающей промышленности для роста экономики в целом.

Выделяющийся при подготовке нефти газ состоит, как правило, из трех ценных составляющих, которые можно извлекать различными способами. Первая часть состоит из газов, имеющих низкую температуру кипения (метан и этан с примесями азота, диоксида углерода, сероводорода, гелия, кислорода и т.п.), вторая часть состоит из пропана и изомеров бутана, имеющих температуру кипения от 0 до минус 41°C, третья часть состоит из бензиновых фракций (пентанов, гексанов и более высококипящих), имеющих положительные температуры кипения. Построенные для организованного сбора этих газов около 20 газоперерабатывающих предприятий получают это сырье по сети трубопроводов с промыслов [1].

Традиционная утилизация НПГ через строительство крупных предприятий не всегда оправдывает себя и в силу объективных закономерностей отставания строительства от развития месторождений, даже существующие предприятия на сегодня загружены на 55% [2].

Таким образом, переработка газа на месторождении позволяет не только снизить потери нефти, повысить качество перерабатываемого газа, но и исключить потери газа при транспортировке газа. Для этого надо максимально приблизиться к источнику первого появления газа и решить все проблемы, связанные с этим процессом.

Общий расход добытого в России попутного нефтяного газа превышает на данный момент 54,2 миллиарда м<sup>3</sup> из них подвергается переработке порядка 45,4 миллиарда м<sup>3</sup>. Уровень рационального использования нефтяного попутного газа составляет 83,7%. Это достаточно высокий показатель, но все же в абсолютных цифрах сжигается на факельных установках огромное количество – 8,8 миллиардов м<sup>3</sup> в год.

Структурно процесс переработки нефтяного попутного газа можно представить следующим образом. Менее половины всего объема (44,5%) перерабатывается на узловых газоперерабатывающих заводах. В абсолютных цифрах это 20,2 млрд. куб. метров. На технологические нужды процессов нефтедобычи (процессы дегазации, обогрев административных комплексов и автопарков и т.п.) расходуется 8,2 млрд. куб. метров. Как сырье для производства электроэнергии на газотурбинных и газопоршневых электростанциях потребляется 17 млрд. куб. метров.

Увеличение доли утилизации подобным образом до требуемых правительством 95% невозможна для небольших и средних нефтяных месторождений. Экономически рентабельным может считать утилизация при удаленности месторождения от ГПЗ не более 80 км. Что не всегда возможно, так как освоение новых месторождений происходит гораздо быстрее, чем происходит строительство крупных узловых нефтегазоперерабатывающих комплексов, наблюдается географический разрыв этих двух процессов. Так в среднем он составляет 200 км. В этих

условиях себестоимость переработки газа на узловых заводах теряет экономический смысл [3].

На практике реализуются следующие способы утилизации и переработки нефтяного попутного газа:

1. Низкотемпературная конденсация углеводородов на месте добычи газа;
2. Генерация электроэнергии на месте добычи газа (ГТС, ГПС);
3. Транспортировка газа по трубопроводам до ГПЗ;
4. Закачка попутного газа обратно в пласт;
5. Использование газа на собственные нужды.

Из анализа приведенных ранее данных можно сделать вывод о том, что в России масштабно развиты и получают дальнейшее развития всего два направления переработки попутного нефтяного газа. Это получение электроэнергии и переработка на крупных узловых газоперерабатывающих заводах с целью получения нефтепродуктов и сырья для нефтехимических производств [4].

«Между тем, новые технологии и оборудование позволяют реализовать многие процессы непосредственно на промыслах, что полностью устранил или существенно снизит потребность в дорогостоящей сетевой инфраструктуре, вовлечет в переработку неиспользуемые объемы ПНГ, улучшит экономическую эффективность нефтедобычи» [4].

Проведенный анализ перспективных направлений развития технологий переработки нефтяного попутного показывает, что в ближайшее время получат развитие следующие направления:

- микротурбинные или газопоршневые установки, покрывающие потребность нефтепромыслов в электрической и тепловой энергии.
- малогабаритные установки сепарации для получения товарной продукции (топливного метана на собственные нужды, ШФЛУ, газового бензина и ПБТ).
- комплексы (установки) конвертации ПНГ в метанол и синтетические жидкие углеводороды (автомобильный бензин, дизтопливо и т.п.).

Широко применяемая технология переработки нефтяного попутного газа на газоперерабатывающих заводах заключается в следующем. Газ по трубопроводам доставляется до крупного узлового завода. Осушается абсорбционно-адсорбционными методами, далее происходит отбензинивание газа с использованием дожимных компрессоров и холодильных машин. Сухой газ состоящий в основном из метана направляют потребителям, а полученные сжиженные углеводородные газы продают под общим названием «широкая фракция легких углеводородов» [1, 4].

Таким образом, сегодня попутные нефтяные газы (ПНГ) уже не рассматриваются как дешевое и неисчерпаемое топливо в нашей стране и во

всем мире. Для выработки технической возможности вообще и экономической целесообразности в частности методов и способов утилизации НПП необходимо провести исследования по данным составов факельных выбросов различных месторождений. Только просчитав множество вариантов решений этого вопроса, можно выработать алгоритмы решений для различных, всегда индивидуальных, условий выделения газа на конкретных месторождениях. Во всем мире одним из показателей уровня развития промышленности является полнота переработки извлекаемого из недр углеводородного сырья.

Список использованных источников:

1. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: Учебное пособие для вузов / С. А. Ахметов.– Уфа: Гилем, 2002. – 672 с. – Текст: непосредственный.
2. Булаев, С. А. Сжигание попутных нефтяных газов. Анализ прошлых лет и государственное регулирование / С. А. Булаев. – Текст: непосредственный. // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т16, №1. – С. 202-205.
3. Sakai, R. Development Of A High-Efficiency 50kw Micro Gas Turbine Cogeneration System / R. Sakai // Toyota Turbine and Systems Inc. – URL: [http://www.igu.org/html/wgc2003/WGC\\_pdffiles/10462\\_1045532585\\_19253\\_1.pdf](http://www.igu.org/html/wgc2003/WGC_pdffiles/10462_1045532585_19253_1.pdf) ). - Text : electronic.
4. Yashchenko, I. G. Classification of Poorly Recoverable Oils and Analysis of Their Quality Characteristics (Reviews) / I. G. Yashchenko, Yu. M. Polishchuk. - Direct text // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 2016. – Vol. 52, № 4. – P. 434-444.

Научный руководитель: Семухин С. П., к.п.н, доцент.

УДК 661

## **МОДЕЛЬ ОПИСАНИЯ КИНЕТИКИ ГИДРИРОВАНИЯ**

Тулеева М.Б.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Процесс пиролиза нефтезаводского газа, нефтяных фракций вместе с процессами термического и каталитического крекинга пропана, бутана используется для получения газообразных непредельных углеводородов. В составе пирогаза присутствуют алканы, алкены и алкины.

Разделение углеводородов на фракции такие как, метано-водородная, этан-этиленовая, пропан-пропиленовая и т.д. происходит при охлаждении при температурах от-110 до-130°С и давлении от 0.6 до 5.0 МПа. На ООО «Запсибнефтехим» этан-этиленовая и пропан-пропиленовая фракции

содержат преимущественно алкены 50 - 55 % и незначительные примеси ацетилена 0.3 - 0.8 об. %.

Наибольшую ценность представляют этилен и пропилен, применяемые для производства полимерных материалов. Однако для производства полимеров различных марок, а также оксида этилена необходимо, чтобы сырье имело высокую степень чистоты (не более 10 ppm ацетилена), так как при полимеризации присутствие алкинов приводит к обрыву полимерной цепи и соответственно снижению молекулярной массы полимера.

Этилен является одним из основных продуктов промышленной химии и стоит в основании ряда цепочек синтеза. Основное направление использования этилена — в качестве мономера при получении полиэтилена.

Этилен применяют как сырье в производстве ацетальдегида и синтетического этилового спирта. Также он используется для получения этилацетата, стирола, винилацетата, хлористого винила, при производстве 1,2-дихлорэтана, хлористого этила. Для селективного гидрирования алкинов применяют катализаторы на основе металлов VIII группы. Наибольшее применение получили катализаторы на основе палладия и никеля, нанесенного на поверхность пористого алюмооксидного носителя. Процесс гидрирования при использовании никельсодержащих катализаторов, проходит при высоких температурах, что приводит к быстрой дезактивации катализатора. Значение энергии активации гидрирования ацетилена на Ni- катализаторах составляет  $E_{\text{акт}} = 165-188$  кДж/моль, а на Pd -катализаторах  $E_{\text{акт}} = 100-128$  кДж/моль. Поэтому при гидрировании этиленовых смесей чаще всего применяют катализаторы на основе палладия, позволяющие проводить процесс в более мягких условиях и легко регенерируются. Кроме того, палладиевые катализаторы менее чувствительны к присутствию монооксида углерода, соединениям галогенов, мышьяка и свинца присутствующим в сырье.

#### Список использованных источников:

1. Gulyaeva, Y. K. Synthesis of furfuryl alcohol via selective hydrogenation of furfural in the presence of iron-containing catalysts / Y.K. Gulyaeva Catalysis today. -2019. - №2. – С.95-103. - Text: electronic.

2. Николаев, С.А. Каталитическое гидрирование примесей алкинов и алкадиенов в олефинах. Практические и теоретические аспекты С.А. Николаев [и др.];// Успехи Химии. -2009. -№78. – С.248-265. – Текст: непосредственный.

3. Алкилирование бензола олефинами: учеб. пособие / М.А. Далин [и др.]:- Москва, 1957.-119 с. – Текст: непосредственный.

4. Темкин, О. Н. Ацетилен: Химия. Механизмы реакции. Технология [Текст]: учеб. пособие/ О.Н. Темкин, Г.К. Шестаков - М.: Химия, 1991. – 416с.

5. Terachai Sirikajorn Effect of support crystallite size on catalytic activity and deactivation of nanocrystalline ZnAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-supported Pd catalysts in liquid-phase hydrogenation Terachai Sirikajorn //Catalysis Letters -2008. № 126. – 313 с. - Text: electronic.

Научный руководитель: Дерюгина О.П., доцент.

УДК 66.012

## **ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ БЕЗОТХОДНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ**

Усольцев В.О.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Цель исследовательской работы: изучение способов безотходной переработки нефти.

Задачи исследовательской работы:

1. Изучение литературы и актуальности темы;
2. Подбор эффективных способов безотходной переработки нефти;
3. Выявить преимущества и недостатки этих способов;
4. Предложить свой способ безотходной переработки.

С большими темпами роста и развитием современного производства, все большую актуальность приобретают проблемы разработки и внедрения мало- и безотходных технологий.

Переработка и дальнейшее использование нефти и нефтепродуктов приводят к образованию отходов. На сегодняшний день необходимо заострить внимание на нормах и правилах безопасной добычи, транспортировки и переработки нефти, которые соблюдаются далеко не всегда.

Одними из главных задач, которые должны решаться при безотходной переработке нефти являются:

- комплексность утилизационного подхода, предполагающая создание безотходных производственных процессов с замкнутым или обратным технологическим циклом;
- обеспечение экологической безопасности, предусматривающей перевод всех составляющих нефтегазопромышленных отходов в экологически безопасные или инертные вещества;
- дополнительное извлечение минерального сырья, предполагающее расширение минерально-сырьевой базы за счет трансформации нефтегазопромышленных отходов в полезный товарный продукт.

Проведенные учеными исследования показывают, что в настоящее время большая часть появляющихся отходов нефти и продуктов её переработки складывается в шламонакопителях нефтяных амбаров.

Переработка такого рода отходов является сложной задачей, как с технической, так и с технологической точки зрения. В качестве решения данной задачи предложены следующие способы переработки шламов:

1. К механическим способам переработки шламов относятся:

- отстаивание;
- гидропереработка;
- центробежное разделение;
- гидроциклическая методика.

Способ очистки центробежным разделением основан на подогревании шлама с последующим его направлением в двухфазный декантер. В декантере шлам освобождается от содержащихся в нем твёрдых частиц, а затем, после окончания сепарирования, шлам делится на два отдельных потока – нефтяной поток с остатками воды и водный поток с остатками нефти. Данный метод эффективен на 75% и прост в исполнении, но технологически устарел.

2. Биохимический метод

Этот способ шламовой переработки основывается на способности некоторых микроорганизмов разлагать нефтепродукты с помощью их окисления. Чаще всего используется для рекультивации загрязнённых почв. Данный метод развивается преимущественно в двух направлениях: активацией метаболизма естественной почвенной микрофлоры и внесением специальных подобранных биологически активных штаммов, окисляющих нефть. Главными недостатками данного метода являются его длительность и невысокая эффективность (лишь часть органических соединений перерабатывается микроорганизмами).

3. Физико-химические способы шламовой переработки:

- экстракция;
- флотация;
- сбор нефтепродуктов при помощи барабанных сепараторов.

Для переработки шламов применяют экстракционные методики, которые основаны на процессах взаимного растворения полярных соединений, таких как растворители и сами нефтепродукты. Для повышения интенсивности экстракции рабочую смесь нагревают, затем разделяют с помощью фильтрации. В связи с необходимостью затрачивать большое количество энергии для самой переработки и регенерации фильтров и растворителей переходят на более эффективную методику – флотация.

Флотация – это способ переработки шламов очисткой горячей водой. Метод подразумевает применение специального устройства – флотатора, где нагревая воздухом, смесь разделяется на воду, механические примеси и основную часть нефтепродуктов.

Также к физико-химическим способам относится нефтесбор с поверхности шламовых накопителей с помощью барабанных сепараторов, называемых скиммерами.

#### 4. Термические способы

Данные способы базируются на термическом разложении нефтепродуктов по трем основным условиям реакции: в бескислородной среде, в псевдосжиженном слое и пиролиз. Данные способы характеризуется высокой экологичностью, поскольку токсичные органические соединения не сгорают, а конденсируются и применяются в качестве дополнительного топлива и побочных видов продуктов.

Одной из моих идей эффективной переработки является использование остатка от переработки нефти. Гудрон можно использовать как гидроизолятор для резервуаров или других установок на производстве, таким образом, затрачивая меньше средств для его утилизации и транспортировки.

#### Список использованных источников:

1. Ланина, Т. Д. Комплексная утилизация нефтегазопромышленных отходов для обеспечения экологической безопасности и дополнительного извлечения минерального сырья / Т. Д. Ланина // Ухта: Ухитнский государственный технический университет, 2009. – Текст: непосредственный.

2. Бакастова, Н. В. Решение проблем по переработке нефтешламов методом центробежной сепарации / Н. В. Бакастова. – Текст: непосредственный // Экологическая и промышленная безопасность. - 2005. - №3. – С.36-38.

3. Хомутко, В. И. Способы утилизации нефтепродуктов, их достоинства и недостатки / В. И. Хомутко. – Текст: непосредственный. Москва, 2018. - с. 12.

4. Мазлова, Е. А. Проблемы загрязнения окружающей среды нефтешламами. / Е. А. Мазлова, С. В. Мещеряков // Известия академии промышленной экологии. – 1999. - №3. - с.88-93. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Маратканова Е.А., Преподаватель отделения  
МиПН многопрофильного колледжа ТИУ

УДК 547.422

### **ДИМЕТИЛАНИЛИН В КАЧЕСТВЕ КАТАЛИЗАТОРА ПРИ СИНТЕЗЕ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ**

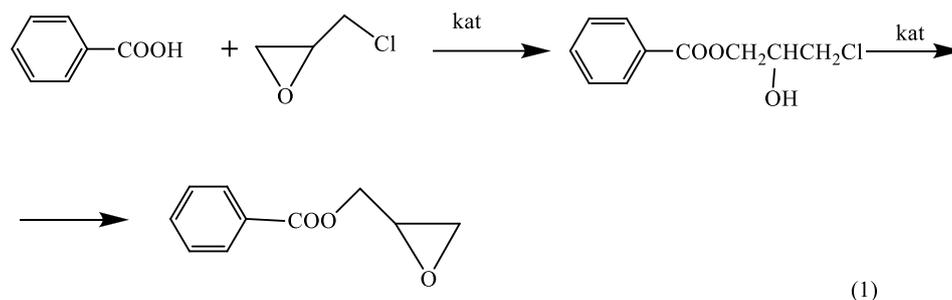
Целик М.С., Мартюк Д.Р.,

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

Оксиранами называют трехчленные циклические соединения, содержащие один атом кислорода в цикле. Обладают высокой реакционной способностью, что позволяет применять их в качестве синтонов в

производстве для получения эпоксидных смол и лекарственных препаратов. Так, эпоксидные смолы – олигомеры, содержащие эпоксидные группы – одна из разновидностей оксиранов, которые также находят широкое применение в качестве клеев, литевых составов, набивочных и уплотнительных масс, герметизирующих составов [1].

В основе синтеза мономеров полиэпоксидных смол лежит реакция поликонденсации, а в частности реакция взаимодействия карбоновой кислоты с 1-хлор-2,3-эпоксипропаном (эпихлоргидрином, ЭХГ) с последующим дегидрохлорированием хлоргидринового эфира [2]:



Цель исследования была следующая: синтез диметиланилинов и изучение их каталитической активности в реакции раскрытия оксиранового цикла эпихлоргидрина бензойной кислотой.

Актуальность исследования была в подборе эффективных катализаторов для получения эпоксидных смол с улучшенными физико-химическими свойствами.

Новизна исследования заключалась в том, что применение эффективных катализаторов – третичных аминов позволяет получать модифицированные мономеры для эпоксидных смол с целью создания композиционных материалов на их основе с различными свойствами и широким спектром применения.

Объектами исследования выбраны эпихлоргидрин (субстрат) и бензойная кислота (реагент). В качестве катализатора реакции раскрытия оксиранового цикла были выбраны диметиланилин, 4-бром-N,N-диметиланилин, 4-нитрозо-N,N-диметиланилин. Исследование проводили при температуре 60°C в избытке эпихлоргидрина, который является субстратом и растворителем одновременно [3]. Концентрация катализатора варьировалась в пределах 0,0025-0,005 моль/л. За ходом реакции следили по изменению концентрации бензойной кислоты методом pH-потенциометрического кислотно-основного титрования.

В ходе исследований была рассмотрена реакция раскрытия оксиранового цикла эпихлоргидрина бензойной кислотой в присутствии третичных ароматических аминов, а также выбраны частные порядки реакции с реагентом и катализатором – нулевой порядок по бензойной кислоте и первый по катализатору. Была произведена оценка константы скорости для каталитического и некаталитического потоков реакции.

Диметиланилины являются эффективными в качестве катализатора реакции оксиранов с карбоновыми кислотами. Наличие заместителей электроноакцепторных в бензольном кольце диметиланилина снижает его каталитическую активность.

Можно сделать вывод, что диметиламины в качестве катализаторов реакции ацидолиза эпихлоргидрина карбоновыми кислотами увеличивают скорость протекания реакции, и условия протекания становятся более мягкими.

#### Список использованных источников:

1. Бобылев, В. А. Специальные эпоксидные смолы для клеев и герметиков / В. А. Бобылев. – Текст: непосредственный // Клеи. Герметики. Технологии. – 2005. - №5.

2. Кочергин, Ю. С. Клеевые композиции на основе модифицированных эпоксидных смол / Ю. С. Кочергин, Т. А. Кулик, Т. И. Григоренко. – Текст: непосредственный // Пластические массы. – 2005. - №10. – С.9-16.

3. Сорокин, М. Ф. Получение хлоргидриновых эфиров карбоновых кислот / М. Ф. Сорокин, Л. Г. Шоде, А. И. Кузьмин и др. – Текст: непосредственный // Лакокрасочные материалы и их применение. – 1983. – № 4. – С. 4-7.

Научный руководитель: Шмидт В.В., к.х.н., доцент

УДК 543.544.5

### **ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЭКСТРАГЕНТА НА ПАРАМЕТРЫ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО УДЕРЖИВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ИВОВЫХ (SALICACEAE)**

<sup>1</sup>Швайцер К.А., <sup>2</sup>Красильников И.А.

<sup>1</sup>Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

<sup>2</sup>Ханты-Мансийская государственная медицинская академия, г. Ханты-Мансийск

Одними из лекарственных растений, содержащих биологически активные компоненты, является семейство Ивовых (Salicaceae), которое широко распространено по территории России [1]. Растительное сырье, содержащее различные фенольные соединения, такие как фенологликозиды (салицин, популин), флавоноиды (кверцитин, рутин), дубильные вещества и др., является важным для исследователей, занимающихся разработкой противовоспалительных, антибактериальных, противовирусных, с возможностью длительного применения, малой токсичностью, обладающих высокой биологической активностью фитопрепаратов, особенно при

лечении хронических заболеваний. Несмотря на многочисленные исследования [2-4], химический состав и свойства вегетативных частей растений данного вида изучены недостаточно [5-7], что объясняется большим их природным разнообразием, влиянием на химический состав различных внешних факторов [2, 6, 7].

При экстракции происходит извлечение компонентов из растворов, твердых тел с помощью избирательных растворителей (экстрагентов). При взаимодействии с экстрагентом в нем хорошо растворяются только извлекаемые компоненты и значительно меньше или практически не растворяются остальные компоненты исследуемой смеси [8].

Цель работы: оценить влияние состава экстрагента на параметры хроматографического удерживания биологически активных компонентов представителей семейства ивовых (*Salicaceae*).

В работе применяли метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). 0,5 г измельченного растительного сырья (осина обыкновенная (*Populus tremula* L.)) заливали 10 мл метанола, нагревали до начала кипения и оставляли для настаивания и охлаждения на 30 мин при комнатной температуре. Смесь фильтровали и остаток на фильтре экстрагировали еще 2 раза в таких же условиях. Полученные фильтраты объединяли и выпаривали при 40 °С. К полученному сухому экстракту добавляли 5 мл метанола, 5 мл раствора гидроксида натрия (0,1 моль/л) и нагревали при периодическом встряхивании на водяной бане 60 мин при температуре около 60 °С с обратным холодильником. После охлаждения в смесь добавляли 0,5 мл раствора соляной кислоты (1 моль/л). Раствор разбавляли до объема 20 мл смесью, состоящей из 50 частей метанола и 50 частей воды. Анализ проб проводили на аналитической ВЭЖХ-системе, состоящей из жидкостного хроматографа Милиохром А-02, колонка № 4749, заполненная адсорбентом «ProntoSIL-120-5-C18 AQ БД-2003», D=2 мм, L=75 мм, температура 40°C, детектор определял на длинах волн 210, 220, 230, 240, 250, 260, 280, 300 нм, элюент А: [4М LiClO<sub>4</sub> – 0,1М HClO<sub>4</sub>]:H<sub>2</sub>O=1:19, элюент Б: Ацетонитрил, режим элюирования градиентный с монотонным изменением содержания элюента Б от 5 до 100%, управление хроматографом осуществляли с помощью программного обеспечения «Альфахром» (v. 1.0). Из полученных хроматограмм с помощью программы обработки данных для каждого вещества вычисляли объем удерживания ( $V_R$ , мкл), площадь пика при длине волны детектирования 210 нм ( $S_{210}$ , е.о.п. мкл) и спектральные отношения площадей пика при всех используемых длинах волн к площади пика при базовой длине волны ( $S_\lambda/S_{210}$ ). Совокупность наборов хроматографических и спектральных параметров веществ составляет базу данных "БД-2003".

Анализ влияния состава подвижной фазы на параметры хроматографического удерживания биологически активных компонентов позволил выявить некоторые особенности механизма удерживания

салицина и рутина на силикагеле. При изучении состава фенольных соединений в вегетативных частях растений методом ВЭЖХ обнаружены 2 соединения. Сопоставление времен удерживания сигналов веществ на хроматограммах анализируемых образцов с временами удерживания сигналов стандартных образцов и спектров позволило идентифицировать гликозиды рутин и салицин (таблица 1). Для анализа была взята средняя проба листьев осины обыкновенной (*Populustremula* L.).

Таблица 1 – Параметры хроматографического удерживания салицина и рутина

Соединение	V <sub>r</sub> , мкл	C, мг/мл	Состав экстрагента	Выход, %
Салицин	1549	0,176	H <sub>2</sub> O	100
Рутин	2383	0,161		100

Таблица 2 – Параметры хроматографического удерживания салицина и рутина на силикагеле

Соединение	V <sub>r</sub> , мкл	C, мг/мл	Состав экстрагента	Выход, %
Салицин	1609	0,120	H <sub>2</sub> O	68
	1612	0,135	40% C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	77
	1609	0,113	95% C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	64
Рутин	2383	0,160	H <sub>2</sub> O	99
	2385	0,133	40% C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	83
	2385	0,112	95% C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	69

Наибольший выход салицина наблюдается при использовании в качестве подвижной фазы 40% C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, наименьшее значение выхода – при использовании 95% C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. Наибольшее значение выхода рутина наблюдается при использовании в качестве подвижной фазы H<sub>2</sub>O, наименьшее – 95% C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH.

#### Список использованных источников:

1. Ушкалова, А. В. Фенольные соединения и элементный состав почек осины обыкновенной / А. В. Ушкалова, Т. С. Илларионова. - Текст : непосредственный // Сиб. мед. журн. , 2011. - № 6. – С. 10-14.
2. Левицкая, Ю. Ф. Микроскопический и товароведческий анализы осины листьев (*Populustremula* L.) как перспективного вида лекарственного растительного сырья / Ю. Ф. Левицкая, А. Б. Легостева. - Текст :

непосредственный // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции, 2010. - № 65. – С. 80-81.

3. Bate-Smith, E.E. The phenolic constituents of plants and their taxonomic significance / E.E. Bate-Smith, J.L. Bot, 1962. – Т. 58 – Р. 95-173. - Text : electronic.

4. Лобанова, И. Ю. Выделение и изучение состава флавоноидов листьев осины обыкновенной / И. Ю. Лобанова, В. Ф. Турецкова. - Текст : непосредственный // Химия растительного сырья 2011. - № 2. – С. 117-122.

5. Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology (NC-IUBMB) URL: [www.sbcs.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme](http://www.sbcs.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme). - Text : electronic.

6. Турецкова, В. Ф. Осина обыкновенная как перспективный источник получения препаратов противоязвенного и противовоспалительного действия / В. Ф. Турецкова, И. Ю. Лобанова, С. С. Рассыпнова, Н. М. Талыкова. - Текст : непосредственный // Сиб. мед. журн., 2011. - №5. – С. 106-111.

7. Лобанова, И. Ю. Фитохимическое и технологическое исследование листьев осины обыкновенной: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. фарм. Наук / И. Ю. Лобанова. - Пермь, 2012. –26с. - Текст : непосредственный

8. Золотов, Ю. А. Основы аналитической химии в двух книгах. Книга 1. Общие вопросы. Методы разделения. Учебник для вузов / Ю. А. Золотов, Е. Н. Дорохова, В. И. Фадеева и др. – Москва: Высш. шк., 2000. – С. 351. - Текст: непосредственный

Научный руководитель: Нехорошева А.В., д.т.н., профессор

УДК620.19

## **СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ ОТ КОРРОЗИИ**

Щербакова О.С.,

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

Нефть – природная маслянистая горючая жидкость, состоящая из сложной смеси углеводородов и некоторых других органических соединений. Важнейшим свойством нефти и ее производных является их способность выделять при сгорании большое количество энергии, которая является необходимым условием высокого уровня жизни.

Нефть – это энергия, а энергия – это богатство.

С ростом числа скважин и промысловых коммуникаций, резервуарных парков, увеличением расхода металла на нефтяное

оборудование возникает вопрос о максимальном продлении срока эксплуатации оборудования.

Цель данного доклада заключается в рассмотрении способов защиты нефтеперерабатывающего оборудования, используемых в настоящее время, а также выявление наиболее эффективных методов, направленных на защиту объектов нефтепереработки от коррозии.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Рассмотрение способов защиты нефтеперерабатывающего оборудования;
- Выявление наиболее эффективных методов, предназначенных для защиты нефтепереработки от коррозии.

Методом исследования в данном докладе послужил теоретический анализ источников и литературы. Для решения задач были изучены специальные источники и литература по данной теме исследования.

При добыче нефти из продуктивного пласта на поверхность извлекается газожидкостная смесь большей или меньшей вязкости, состоящая из нефти, газа и воды. Конечная стадия процесса добычи нефти-разделение нефти на три потока: нефть и попутный газ отправляют потребителям, а отделяемую от нефти пластовую воду утилизируют на месте добычи нефти.

В процессе разработки нефтяного месторождения могут существенно измениться первоначальные свойства добываемой из нефтяных скважин жидкости. Изменится вязкость и состав, в водной фазе извлекаемой жидкости может возрасти содержание ПАВ или двуокиси углерода, закачиваемых в пласт для увеличения нефтеотдачи. Наконец, при использовании на нефтепромыслах негерметичных систем сбора, транспорта и подготовки нефти и воды в них может попасть также и кислород-второй по агрессивности коррозионный агент.

Слово «**коррозия**» происходит от латинского *corrosion* означающего «разъедание». **Коррозией** называется разъедание материалов в результате химического и физико-химического воздействия окружающей среды.

Коррозионное разрушение нефтепромыслового оборудования заметно сокращает срок его службы, приводит к частым аварийным разливам нефти и отделяемой от нее минерализованной воды, что в конечном счете, ведет к загрязнению окружающей среды. Коррозия металлических сооружений причиняет огромный ущерб экономике страны. Несмотря на имеющийся опыт эксплуатации нефтяного оборудования в условиях агрессивной среды, вопросы коррозии и борьбы с ней еще не нашли удовлетворительного решения и нуждаются в дальнейшем изучении.

Для обеспечения эффективной противокоррозионной защиты оборудования необходимо правильно выбирать тип защитного покрытия, которое должно гарантировать нормальное функционирование системы в

течение всего срока ее эксплуатации при минимальных затратах на текущий ремонт.

Коррозийный процесс в трубопроводах имеет свои особенности. В этих газопроводах основной коррозионный агент-кислород. В присутствии же углекислого газа вода имеет слабокислый характер, что заметно уменьшает защитные свойства оксидных пленок. Отмечается, что коррозионно-опасным считается наличие сероводорода. Разрушения внутренней поверхности трубопроводов при этом наблюдается преимущественно в пониженных местах трассы, где возможно скопление влаги.

Важную группу реагентов представляют сшитые деэмульгаторы, которые снижают расход реагента, сокращая время процесса разделения, улучшая процесс обессоливания нефти и качество дренажной воды.

Конструкционными материалами, обладающими уникальным комплексом свойств и технико-экономических показателей, является алюминий и его сплавы. Повышение антикоррозионных свойств алюминиевых сплавов достигается за счет плакирования и анодирования.

Поскольку любая трубопроводная система начинается в одной точке, а затем расходится по всем направлениям, добавление ингибитора в начале нефтепровода защищает трубы по всей его длине, нейтрализатор же поддерживает нейтральность среды, что немаловажно.

При лабораторных испытаниях ряда сплавов в насыщенной сероводородом влаге при температуре 50°C установлено, что весьма стойкой является высоколегированная хромоникелемолибденовая сталь, не подвергающаяся в нейтральной воде активной коррозии. Легирующие добавки повышают прочность, коррозионную стойкость стали, снижают опасность хрупкого разрушения.

Важнейшим техническим мероприятием по борьбе с наружной коррозией является предотвращение непосредственного контакта с агрессивной средой, что достигается на поверхности трубопровода специальной оболочкой, называемой **изоляционным покрытием**. Применение защитного слоя на металлических объектах - наиболее распространенный метод. Также наносят на углеродистые стали тонкий слой другого металла, обладающего меньшей скоростью коррозии в данной среде (цинкование, хромирование, никелирование стальных изделий).

Второй способ защиты - введение в металл компонентов, повышающих его коррозионную стойкость в данных условиях, или удаление вредных примесей, ускоряющих коррозию.

Для защиты внутренней поверхности днища резервуаров от коррозии применяют бентонитовую глину, создающую защитный экран за счет налитой в полость противокоррозионной жидкости, предохраняя ТВО от соприкосновения с агрессивной средой.

Я рассмотрела способы защиты нефтеперерабатывающего оборудования, используемого в настоящее время от коррозии, выделив, а также наиболее эффективные методы, направленные на защиту объектов нефтепереработки от коррозии.

Борьба с коррозией - это не только продление срока службы нефтепромыслового оборудования, снижение эксплуатационных затрат на его ремонт, улучшение технико-экономических показателей добычи и подготовки нефти на промыслах. В конечном счете – это охрана окружающей среды от загрязнения нефтью, газом и сопутствующими отходами при добыче нефти. Каждый метод защиты требует соблюдения специальной технологии, а также соответствующих аппаратуры и инвентаря. Поэтому вопросам коррозии и разработке мер по ее предотвращению уделяется большое внимание.

#### Список использованных источников:

1. Леффлер, У. Л. Переработка нефти /У. Л. Леффлер // Пер. с англ. – Москва: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2014. – с.24-40. – Текст: непосредственный.

2. Макаренков, Д. А. Основные процессы и оборуд. производ. пигментов, суспензий и паст в лакокрас. продук.: учеб. пос. / Д. А. Макаренков, В. И. Назаров, Е. А. Баринский – Москва:НИЦ ИНФРА-М, 2016.– с.50-95. – Текст: непосредственный.

3. Нишкевич, Ю. А. Коррозия: способы борьбы с коррозией в нефтяной промышленности : монография / Ю. А. Нишкевич, А. Ю. Тропин, Ф. Ф. Насибуллин [и др.]. – Москва : ИНФРА-М, 2018.– с.7-80. – Текст: непосредственный.

4. Саттарова, Э. Д. Подбор реагентов-деэмульгаторов для глубокого обессоливания нефти / Э. Д. Саттарова, Р. Р. Фазулсянов, А. А. Елпидинский, А. А. Гречухина. – Текст: непосредственный // Вестник Казанского государственного технологического университета. –2011.– №10.– с.165-168.

Научный руководитель: Булашева А.М., преподаватель высшей квалификационной категории.

УДК 664

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ  
В ПРОИЗВОДСТВЕ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Басова И.А., Южакова А.А., Зеленская Е. Э.,  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Комплексная программа развития биотехнологий в России на период до 2020 года разработана в согласовании с решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям. Для прогрессивного развития современной экономики главными являются такие направления как: нанотехнологии и биотехнологии. Доля нашей страны на рынке биотехнологий занимает незначительное место. Активно предпринимаются попытки по внедрению биотехнологий в производство пищевых продуктов. [4]

Представлен обзор исследований, посвященный разработке биокондитерских изделий. Обоснована актуальность и перспективность введения пробиотиков, обогащающих рецептуру биосладостей. Они оказывают положительное влияние на состояние организма человека. Представлены инновационные технологические разработки биокондитерских изделий с использованием основного и вспомогательного сырья растительного происхождения, а также пробиотических микроорганизмов. Одним из важнейших направлений развития пищевой биотехнологии России является расширение ассортимента специализированных продуктов питания функционального назначения. [1] Проблема внедрения пробиотиков в кондитерские изделия в полном объеме изучается экспертами в области пищевой промышленности. В нашей стране создание биоконфет с микрофлорой, обогащенной пробиотиками, для разных групп населения является острой задачей. В связи с этим в кондитерской индустрии появляется новое биотехнологическое направление. Подобные изделия в России на данный момент находятся в узком ассортименте и не производятся в большом объеме. Из этого вытекает проблема неудовлетворенности потребностей населения. Термин «биоконфеты» подразумевает внедрение в рецептуру производства только натуральных ингредиентов. Чаще всего в состав желейных биоконфет входят экстракты растений. Например, на кафедре Тюменского Индустриального Университета была разработана карамель с начинкой, обладающая гиполипидемическими свойствами. В ее состав входят сахар, вода, сироп глюкозный, а также растительный фосфолипидно-минеральный комплекс – биологически активную добавку, содержащую концентраты растительного происхождения. Существенным преимуществом создания

таких карамелей является то, что они не имеют противопоказаний к применению.

В России исследования о биокондитерских изделиях являются актуальными, т.к. в стране нет крупных товаропроизводителей на внутреннем рынке. Новинкой в пищевой биотехнологии являются сублимированные биоконфеты, имеющие в своем составе лиофилизированные культуры полезных микроорганизмов. Безусловное преимущество лиофилизации - сохранение полезных веществ и жизнеспособности культур пробиотических микроорганизмов в процессе сублимации. [2]

С каждым годом производство биокондитерских изделий набирает обороты, т.к. население начинает анализировать состав продуктов, входящих в их рацион питания, следовательно, расширяется торговый ассортимент. В магазинах можно встретить молочные конфеты с пробиотиками и пребиотиками. Такие конфеты рекомендуются детям от 3-х лет для профилактики дисбактериоза и укрепления иммунитета, они не вызывают развития кариеса и различных проявлений диатеза, т.к. в их составе отсутствуют красители и сахарозы. Одна из российских компаний на основе метода микрокапсулирования разработала технологию изготовления конфет с микрофлорой, обогащенной пробиотиками, т.е. помещение пробиотических культур в мельчайшие капсулы из гуммиарабика, растворяющихся в кишечнике, которые обеспечивают защиту полезным бактериям от кислой среды желудка. Ассортимент биоконфет на основе молока с пробиотическими культурами микроорганизмов на данный момент более многообразен за счет обогащения аскорбиновой кислотой. При регулярном употреблении функциональных сладостей организм человека будет получать необходимые витамины и микроэлементы, способствующие профилактике развития дисбактериоза, улучшению кожи, волос, ногтей, нормализации микрофлоры желудочно-кишечного тракта. На данный момент популярность здорового образа жизни продолжает расти, поэтому вопросы о разработке новых биокондитерских изделий для функционального питания разных возрастных групп с использованием пробиотической микрофлоры актуальны. [3]

Список использованных источников:

1. Прогноз научно-технологического развития РФ до 2030 года. – Москва: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2013. – 72 с. – Текст : непосредственный.

2. Обогащение кондитерских изделий пробиотическими культурами AiVi – перспективно и технологично для производителя, полезно для потребителя. – Текст : непосредственный // Пищевая промышленность. – 2015. - № 10. – С. 54.

3. Гурьянов, Ю. Г. Инновационные продукты здорового питания на основе местного сырья / Ю. Г. Гурьянов, В. М. Поздняковский. - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2013. – 191 с. – Текст : непосредственный.

4. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года (утв. Правительством РФ от 24 апреля 2012 г. № 1853п-П8). - Москва, 2012. – 32 с. – Текст : непосредственный.

Научный руководитель: Мозжерина И. В., к.т.н., доцент.

УДК 664

## **РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ИЗ АРКТИЧЕСКОГО СЫРЬЯ**

Белина С.А.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В РФ постоянно ощущается дефицит мяса и соответственно белков животного происхождения. Особенно остро эта проблема стоит для Арктической зоны. Основным мясным сырьём в этих регионах является оленина. Проблема обеспечения Севера собственным мясным сырьём обостряется в связи с введением в действие Государственной Программы РФ от 21.04.2014 г. №366 «Социально- экономическое развитие Арктической зоны РФ на период до 2020г.», которая предусматривает улучшение качества жизни коренного населения и социальных условий хозяйственной жизни в Арктике. [1]

Необходимо расширять линейку полуфабрикатов из мяса оленя северного. Разработка новейших технологий производства позволит производить специализированные и функциональные продукты питания не только для населения северных территорий, но и для потребителей средней полосы России. [2,3]

На базе лаборатории кафедры «Товароведение и технология продуктов питания была разработана новая технология приготовления специализированных продуктов питания из мяса и субпродуктов северного оленя – колбаса «Арктическая» и паштет «Арктический». В их состав входит арктическое сырье: мясо оленя северного, субпродукты оленя северного, концентрат рапсовых фосфолипидов, экстракт корня сабельника болотного, плоды шиповника сублимированные, листья и ягоды водяники сублимированные.

Химический состав разработанных продуктов сравнили с традиционными продуктами питания. Результаты представлены на рис. 1 и рис. 2.

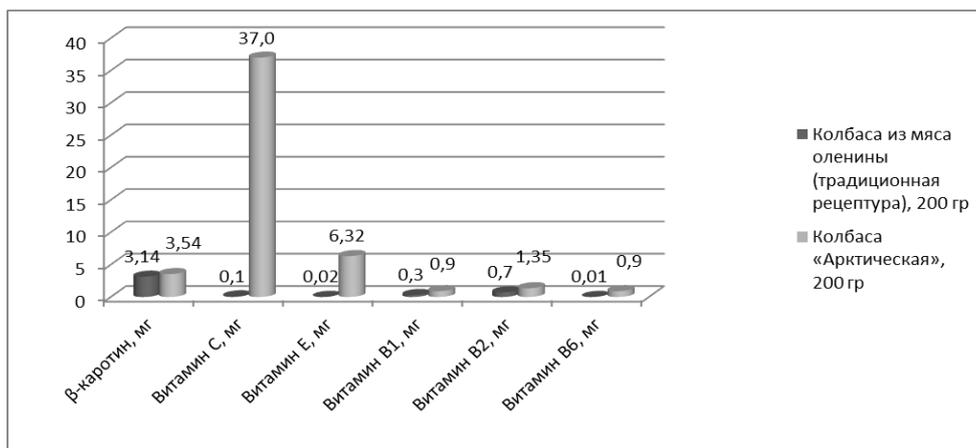


Рисунок 1 - Сравнительный анализ традиционного продукта и ФПП по витаминам

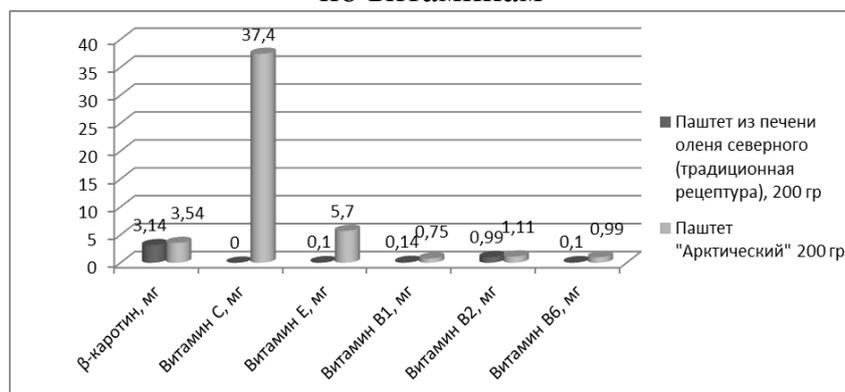


Рисунок 2 – Сравнительный анализ паштета из печени оленя (традиционная рецептура) и паштета «Арктический» по витаминам

В колбасе «Арктическая» и паштете «Арктический», с учетом потерь при тепловой обработке, наблюдается увеличение свыше 15% от суточной нормы потребления витамина С, Е, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, β-каротина, и ряда минеральных веществ. Следовательно, разработанные продукты питания обладают антиоксидантным и иммуномодулирующим действиями. Разработанные продукты питания из мяса и субпродуктов оленя северного по химическому составу превосходят продукты питания, которые приготовлены по традиционной рецептуре. Такие продукты питания необходимо включать в рационы людей, проживающих на Арктических территориях для повышения иммунитета.

#### Список использованных источников:

1. Углов, В. А. Основные проблемы переработки продукции северного оленеводства и пути их решения / В. А. Углов, А. Т. Инербаева, Е. В. Бородай, С. Н. Перфильева. – Текст : непосредственный // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований - 2015. - №1. – С. 31-34.
2. Использование арктического сырья для приготовления специализированных и функциональных продуктов питания / С. А. Белина

[и др.] – Текст : непосредственный // Региональный рынок потребительских товаров: перспективы развития, качество и безопасность товаров, особенности подготовки кадров в условиях, развивающихся IT-технологий: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф.– Тюмень : ТИУ, 2018. – С. 125-128.

3. Попов, В. Г. Современные подходы к организации производства функциональных продуктов для населения, проживающего в отдельных регионах Российской Федерации: статья / В. Г. Попов, С. А. Белина, О. С. Фёдорова – Текст : непосредственный // Ползуновский вестник. - 2017. - № 3. - С. 14-18.

УДК664

### **ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ, ПОЛУЧАЕМЫЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ИЗ РЫБНОГО СЫРЬЯ**

Бичу А.В., Зеленская Е.Э., Кабанов А.Э., Черняева А.С.,  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Комплексная программа развития биотехнологий в России на период до 2020 года разработана в согласовании с решением Правительственной комиссии по высоким технологиям, инновациям. Главными достижениями биотехнологий на сегодня являются: заслуги в области базовых областей наук о жизни, прежде всего физико-химической биологии, разработки новых методических подходов, научных платформ. [1]

Современная пищевая биотехнология представляет из себя промышленность пищевых компонентов вспомогательных технологических добавок, вводимых в пищевые продукты в процессе их производства для увеличения потребительских свойств. В связи с развитием тенденции на безотходные технологии, направленные на улучшение общей экологической ситуации в природе, стали популярны способы извлечения полезных пищевых веществ из отходов рыбной продукции с помощью ферментов. Это позволяет получить обессоленные белковые гидролизаты, которые не требуют суровых условий обработки. При данном типе извлечения веществ максимально сохраняются их полезные свойства, возрастает их растворимость и усвояемость. [2]

Применение ферментированных препаратов позволяет ускорить технологические процессы и увеличить качество полуфабрикатов уменьшить расход сырья. На данный момент существует технологический процесс комплексной переработки рыбного сырья. Данный способ заключается в получении из шкур прудовых рыб белка, гиалуроновой кислоты и коллагена за один производственный цикл. Способ предусматривает предварительную сушку и измельчение. Добавки представляют собой мелкодисперсные порошки от светло-бежевого до кремового цвета и рекомендуются к применению в составе

функционального и специализированного питания. Сам процесс происходит следующим образом: рыбное сырье обрабатывается высокими температурами в водной среде и разделяется на разные фракции. Полученные осадочные фракции высушиваются, измельчаются и используются в качестве пищевых добавок. В разрабатываемой биотехнологии используются процессы замкнутого энергетического и водного цикла, что позволяет полностью перерабатывать сырье и обеспечить высокую энергоэффективность и экологичность производства. В процессе водной экстракции значительное влияние на выход гиалуроновой кислоты оказывает температура. [3]

При переработке вторичных отходов рыбной разделки получают протеины. Пищевые протеины используются в спортивном питании в качестве источника аминокислот, нужных для наращивания и эффективного питания мышц, поддержки и регенерации костных тканей и связок. Пищевые добавки также используются в качестве при производстве функциональных продуктов питания, в специализированном питании геродиетического профиля, для людей с заболеваниями опорно-двигательного аппарата. В жидкие гидролизаты протеинов из чешуи вводили желатин и десертные добавки. В жидкие гидролизаты из голов скумбрии вводили пряности, получали желе закусочного профиля. Эти желе предназначены для широкого круга потребителей. Готовые пептидные смеси содержат около 95 % протеинов в пересчете на сухое вещество, менее 5 % минеральных веществ и менее 1 % жира, хранятся более двух лет. Данная технология переработки вторичного рыбного сырья имеет преимущества перед производством кормовой муки и химическими технологиями получения рыбных белковых препаратов. Готовые продукты имеют сравнительно невысокую себестоимость, что обусловлено доступностью оборудования и использованием вторичного рыбного сырья. В целом по России доля рыбных отходов, перерабатываемых на рыбную муку, составляет около 22–35 %, в основном они реализуются в сыром виде или утилизируются запрещенными методами. [4]

#### Список использованных источников:

1. Егорова, Т. А. Основы биотехнологии / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухин. — Москва : Издательский центр «Академия», 2003. — 208 с. — Текст : непосредственный.
2. Мезенова, О. Я. Перспективы получения и использования протеинов из вторичного рыбного сырья / О. Я. Мезенова. — Текст : непосредственный // Вестник Международной академии холода. — 2018. - №1 – С. 5-10.
3. Пат. 2012 104 315 Российская Федерация, МПК А61К 35/60 (2006.01) А61К 38/39 (2006.01) А61К 31/728 (2006.01). Способ комплексной переработки рыбного сырья для получения гиалуроновой кислоты и

коллагена: № 2012104315/10; заявл. 07.02.2012; опубл. 20.08.2013 / Антипова, Л. В. Хаустова Г.А.; патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Воронежский государственный университет инженерных технологий (ФГБОУ ВПО ВГУИТ). - Текст : непосредственный.

4. Мезенова, О. Я. Оценка потенциала вторичного белково-содержащего сырья на предприятиях Калининградской области и России / О. Я. Мезенова, В. В. Волков, С. В. Агафонова, Н. Ю. Мезенова // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2017. - Т. 3, № 4. – С. 1-8. - Текст : непосредственный.

Научный руководитель: Мозжерина И. В., к.т.н., доцент.

УДК 641.05

### **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ МОЧЕПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ**

Галиахметова А.А.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Большая часть территории Российской Федерации расположена в зоне с холодным климатом. Суровые климатические условия Тюменской области являются причиной развития большинства болезней, связанных с переохлаждением.

Органы мочеполовой системы подвержены воздействию низких температур. На рисунке 1 представлена первичная заболеваемость мочеполовой системы населения в Тюменской области. [1]

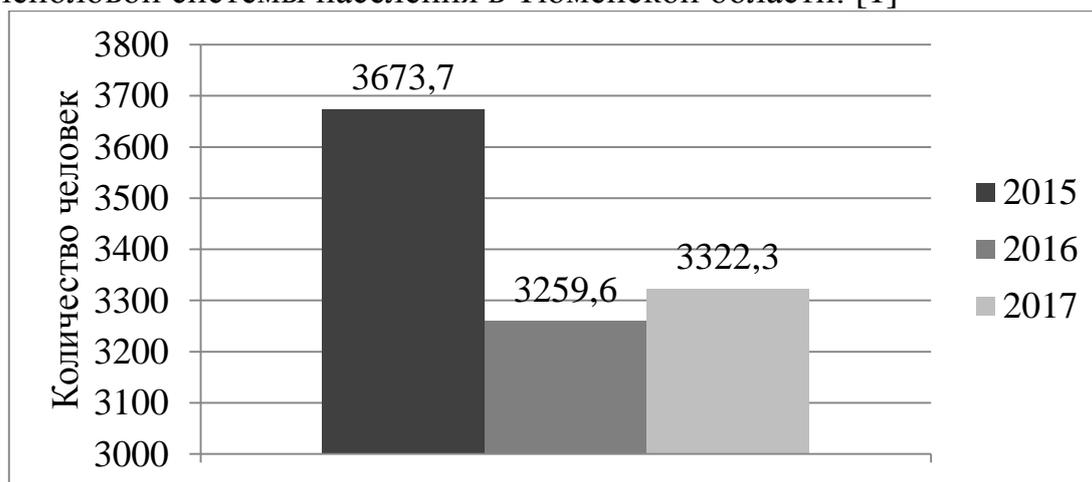


Рисунок 1 – Первичная заболеваемость мочеполовой системы населения Тюменской области (без автономных округов) на 100 тыс. человек

К воздействию низких температур особенно чувствительны почки. От них зависит нормальное функционирование всех органов и тканей,

расположенных ниже поясницы, в том числе и состояние половых органов. Застой крови в почках, а затем и в малом тазу способствует появлению воспалительных процессов в половых органах, где могут развиваться инфекционные процессы и различные заболевания. Только восстановив полноценное кровообращение и циркуляцию энергии между почками и простатой, можно ликвидировать воспалительный процесс и восстановить функции предстательной железы.

Для профилактики заболевания мочеполовой системы необходимы витамины, различные минеральные вещества, биофлавоноиды, проявляющих Р – витаминную активность. Нами была разработана комплексная функциональная система для профилактики развития заболеваний в этой сфере на основе растительного сырья, произрастающего в нашем регионе.

Функциональный комплекс состоит из ягод клюквы, брусники, листьев толокнянки и имбиря. Данные ингредиенты были выбраны по ряду причин:

- клюква является антибиотиком природного происхождения, она снимает болезненные воспалительные процессы и налаживает работу всей мочеполовой системы;

- благодаря содержанию в бруснике бензойной кислоты ее ягоды способны усилить активность антибиотиков, а за счет содержания гликозида арбутина брусника дезинфицирует мочеполовую систему;

- имбирь нормализует работу мочеполовой системы;

- листья толокнянки дезинфицируют почки и обладают мочегонным действием. [2,3]

Клюква и брусника обладают противомикробным действием на грамотрицательные микроорганизмы. Брусника обладает дезинфицирующим, мочегонным и желчегонным действием, чем обязана содержанию значительного количества активного вещества арбутина.

В народной медицине толокнянку используют как сильное мочегонное средство, при заболеваниях почек, отеках, уроантисептическое средство.

В таблице 1 представлен химический состав и пищевая ценность функционального комплекса растительного сырья.

Таблица 1 - Химический состав и пищевая ценность функционального комплекса на 1 порцию

Нутриенты	Клюк ва ягода	Брусн ика ягода	Толокн янка лист	Имби рь	Всего	Норма	% от нормы
Содержание, г	33,00	55,00	10,00	2,00	100,00	-	-
Белки, г	0,17	0,39	0,00	0,18	0,73	80,00	0,91
Жиры, г	0,07	0,28	0,00	0,08	0,43	93,00	0,46
Углеводы, г	1,22	4,51	0,00	1,15	6,88	411,00	1,67
Калорийност ь, кКал	9,24	25,30	1,50	6,70	42,74	2800	1,53
	Витамины, мг/100г						
Бета-каротин	0,01	0,06	0,00	0,00	0,07	5,00	1,37
Витамин Е	0,40	0,55	0,00	0,01	0,95	15,00	6,34
Витамин С	4,95	8,25	62,90	0,01	76,11	90,00	84,57
Витамин В6	0,03	0,00	0,00	0,01	0,04	2,00	1,95
	Минеральные вещества, мг/100г						
К	39,27	49,50	0,56	0,02	89,35	120,00	74,46
Mg	4,95	3,85	0,23	4,28	13,31	400,00	3,33
Mn	0,12	0,00	0,00	0,67	0,78	2,00	39,24
Fe	0,20	0,22	0,01	0,40	0,82	10,00	8,24

Ягоды, органические кислоты и экстракты, оказывающие физиологически благоприятное действие на мочеполовую систему, обладают выраженным общеукрепляющим и противовоспалительным действием. Витаминно-минеральный комплекс содержит в значительных количествах витамина С, а также такие минеральные вещества, такие как калий и марганец.

Витамин С является антиоксидантом, увеличивая скорость выработки антител для борьбы с инфекциями. Витамин Е повышает устойчивость организма к инфекционным заболеваниям мочевыделительной системы. Марганец необходим для полной работы ферментного звена антиоксидантной системы организма в полном объеме. Калий предупреждает развитие мочекаменной болезни, снижая чрезмерно повышенный уровень кальция в моче, возникший вследствие потребления больших количеств животного белка. Магний препятствует образованию в почках камней, состоящих из щавелекислого кальция. [4]

Любой напиток с использованием пищевого функционального комплекса поможет обезопасить организм от попадания и размножения патогенной микрофлоры, окажет противовоспалительное и мочегонное

действие при заболеваниях почек. Добавляя данный комплекс в различные напитки (морсы, компоты, кисели и др.) можно провести профилактику заболеваний в мочеполовой сфере.

Список использованных источников:

1. Доклад о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения в Тюменской области по итогам деятельности за 2016 год. Тюмень: РИЦ «Айвекс», 2017. - 86 с. – Текст : непосредственный.
2. Джураева, Н.О. Толокнянка обыкновенная / Н.О. Джураева, И.Д. Кароматов. – Текст : электронный // Биология и интегративная медицина. – 2007. – № 11. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/toloknyanka-obuknovennaya-obzor-literatury> (дата обращения 25.10.2019).
3. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации: – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 36 с. – Текст : непосредственный.
4. Скурихин, И. М. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – Москва: ДеЛипринт, 2002. – 236 с. – Текст : непосредственный.

Научный руководитель: Тригуб В.В., к.б.н., доцент

УДК 663/637

## **РАЗРАБОТКА ОБОГАЩЕННОГО ХЛЕБОБУЛОЧНОГО ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Жиганова М.А.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

По данным доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году» население Арктики чаще всего страдает заболеваниями кровеносной системы. Особенности климатических условий данных регионов обуславливают возникновение заболеваний связанных с недостатком солнечного света и низкими температурами, а также на здоровье населения оказывают влияние с условия труда, которые осложняются из-за низких температур. Для лиц, работающих в условиях Арктики, потребность в основных нутриентах увеличивается на 15%. Для наглядности возьмем средние показатели для людей I уровня активности, данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнение суточной потребности необходимых компонентов

	Население, проживающее в умеренном климате	Население, проживающее в Арктике
Энергетическая ценность, ккал	1900-2300	2200-2700
Белки, г	59-68	68-78
Жиры, г	63-77	72-88
Углеводы, г	274-335	315-385
Витамин А,	900	1035
Витамин С, мг	90	103,
Витамин Е, мг ток.	15	17,25
Витамин D, мкг	10	11,5
Кальций, мг	1000	1150
Фосфор, мг	800	920
Магний, мг	400	460
Железо, мг	10	11,5
Селен, мкг	55	63,3

Был разработан проект хлеба, в составе которого пшеничная мука, заменяется смесью из полбяной, ржаной и льняной муки, а подсолнечное масло – кунжутным. [1]

Также, для укрепления консистенции теста и повышения его упругости был добавлен порошок из плодов боярышника.

Для увеличения содержания селена в продукте, в рецептуру введена добавка порошка из листьев чеснока. Так как жители Арктики больше подвержены заболеваниям, связанным с пониженным иммунитетом, то в продукте необходимо большое количество компонентов, которые могут решить эту проблему.

Селен оказывает стимулирующее воздействие на иммунную систему, повышает сопротивляемость организма многим заболеваниям.

Чтобы повысить содержание селена в продукте, в рецептуру следует ввести добавку порошка из листьев растений рода *Allium*, обогащенных селеном, в количестве 3-5% к массе муки.

Наибольшее количество селена из растений рода *Allium* содержится в листьях чеснока. Также характеризуются более высоким содержанием сухого вещества, что способствует снижению затрат на технологический процесс производства порошков. Кроме того, тиосульфиды растения рода *Allium* обладают противоонкологической активностью.

Содержание селена в листьях чеснока, обогащённых селеном - 370-490 мкг.

Листья чеснока практически не используются в пище, хотя содержат высокие концентрации полифенолов, хлорофиллов и каротиноидов -

природных антиоксидантов и антиканцерогенов, использование порошка из листьев чеснока может значительно расширить уровень потребления важнейших биологически активных соединений и снизить потери при переработке урожая.

Употребление 100 г функционального хлебобулочного изделия с добавлением порошка из листьев растений рода *Allium*, обогащенных селеном, взятого в таком количестве 3%, обеспечивает восполнение адекватного уровня суточной потребности в селене для мужчин - на 15,7%-25,1%, для женщин - на 20,7%-34,2%. [4]

Для улучшения полезных качеств внесена добавка из листьев свеклы.

Свекольная ботва – это великолепный источник клетчатки, множества минеральных веществ, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма, витаминов - витамин А, витамины В1, В2, В6, В9, витамин РР, органических кислот, флавоноидов, каротиноидов, холина, пектиновых веществ и аминокислот.

Постоянное использование листьев свеклы в пищу помогает общему оздоровлению организма:

- улучшает работу сердца.
- является хорошим профилактическим средством против склерозов и внутренних кровоизлияний
- повышает эластичность сосудов
- активизирует кроветворение.

Блюда с ботвой рекомендуется готовить и включать в рацион людям, больным сахарным диабетом и анемией, а также имеющим проблемы с сердцем и щитовидной железой. [2]

Очень часто при приготовлении блюд из овощей используется сам плод. На данный момент люди не достаточно осведомлены о полезности ботвы таких овощей и о том, что её не только можно, но и нужно добавлять в блюдо. Исследования показывают, что в листьях таких овощей, как свекла, морковь чеснок содержится сравнительно больше витаминов и полезных элементов, чем в самом плоде.

Достаточно известна своими качествами морковная ботва.

Ботва моркови содержит в 500 раз больше витаминов и микроэлементов, по сравнению с самим корнеплодом. Она также является источником калия, кальция и хлорофилла, который очищает кровь, лимфатические узлы и надпочечники от токсичных ядов, а также способствует укреплению мышц и костей. [2] Также, в морковной ботве, содержится селен. Буквально один лист моркови обеспечивает суточную норму этого полезного микроэлемента. Селен укрепляет иммунитет и является хорошей профилактикой онкологических заболеваний. [3]

Таким образом, добавка из листьев чеснока, ботвы свеклы и моркови существенно увеличит полезные качества функционального продукта, также повысит содержание витаминов, полезных веществ, микро- и

макроэлементов. Существенно увеличится содержание селена, витамина С и витамина А, что благотворно повлияет на иммунитет, на состояние организма в целом и очистит его от вредных ядов и токсинов.

Список использованных источников:

1. Жиганова, М. А. Выбор основного компонента хлеба для создания функционального продукта для населения Арктики/ М. А. Жиганова, Л. Н. Буракова – Текст : непосредственный // Региональный рынок потребительских товаров: перспективы развития, качество и безопасность товаров, особенности подготовки кадров в условиях, развивающихся IT-технологий: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф.– Тюмень : ТИУ, 2018. – С. 307-322.

2. Мазнев, Н. И. Золотая книга лекарственных растений / Н. И. Мазнев. — Москва : Издательство «ДОМ. XXI век», 2008. — 621 с. – Текст : непосредственный.

3. Морковная ботва - лечебные свойства и противопоказания . – Текст: электронный. – 2007. – № 11. – URL: <http://xcook.info/product/morkovnaja-botva.html>

4. Пат. 2673909 Российская Федерация, МПК А21D 2/36 (2006.01) А21D 2/02 (2006.01). Функциональное хлебобулочное изделие с порошком из листьев растений рода *Allium*, обогащенных селеном: № 2018108278; заявл. 07.03.2018; опубл.: 03.12.2018 / Голубкина Н. А., Малкина В. Д., Мартиросян В. В., Крячко Т. И., Середин Т. М., Павлов Л. В., Амагова З. А. : патентообладатели: Голубкина Н. А., Малкина В. Д., Мартиросян В. В., Крячко Т. И., Середин Т. М., Павлов Л. В., Амагова З. А. - Текст : непосредственный.

Научный руководитель: Буракова Л.Н., к.т.н., доцент

УДК 615.47

**THE VOLUMETRIC IMPEDANCE PHASE SHIFT SPECTROSCOPY**

Klisheva A.D.,

Industrial University of Tyumen, Tyumen

A new device that can help in a few seconds to determine a stroke with a probability of more than 90 percent has appeared in the arsenal of physicians. Clinical studies have shown that a new device developed by Dr. Raymond D. Turner, the main researcher, within the framework of the VITAL study, can detect abnormalities in the work of the brain. An article about this device appeared in the Neurointervention Surgery journal. [1]

A unique device called the volumetric impedance phase shift spectroscopy (VIPS) worn like a visor can detect emergent large-vessel occlusion in patients with suspected stroke with 92 percent accuracy. Patients with large-vessel

occlusions can then be routed to a Comprehensive Stroke Center with endovascular capabilities. In contrast, a standard physical examination achieved only 40 to 89 percent accuracy in identifying patients with large-vessel occlusion who could benefit from endovascular therapy. [2]

The volumetric impedance phase shift spectroscopy (VIPS) device works by sending low-energy radio waves through the brain that change frequency when passing through fluids. Such waves are reflected back through the brain and then detected by the device. When a patient is having a severe stroke, the brain's fluids will change, producing an asymmetry in the radio waves detected by the VIPS device. The greater the asymmetry, the more severe the stroke.

Endovascular therapy within 24 hours is the standard of care for emergent large-vessel occlusion, but the chance of achieving a good outcome decreases by approximately 20 percent for each hour that passes before treatment.

The device will save valuable time – especially important in stroke where time is brain – when it is deployed with emergency medical personnel in the field. This is because the accuracy of the device simplifies the decision made by emergency personnel about where to take patients first, according to Raymond D. Turner, M.D., professor of neurosurgery and chief of the Neuroscience Integrated Center of Clinical Excellence at MUSC. R. Turner served as principal investigator for MUSC in the VIPS for the Non-Invasive Detection of Hemispheric Bioimpedance Asymmetry in Severe Brain Pathology (VITAL) study reported in the article.

"Transfer between hospitals takes a lot of time," said R. Turner. "If we can give the information to emergency personnel out in the field that this is a large-vessel occlusion that should change their thought process in triage as to which hospital they go to."

In the study, the VIPS device was deployed with emergency medical personnel in regions served by five Comprehensive Stroke Centers equipped with the endovascular capabilities to treat large-vessel occlusions that underlie severe stroke. Their goal was to use the device to accurately identify severe stroke and then compare the results to established physical examination methods practiced by emergency personnel such as the Prehospital Acute Stroke Severity Scale.

Both healthy participants and patients with suspected stroke were evaluated by emergency personnel using the VIPS device. Three readings were taken and averaged – a process that takes about 30 seconds. Patients were also later evaluated by neurologists who provided definitive diagnoses using neuroimaging.

Compared to the neurologists' diagnoses, the device displayed 92 percent specificity – the ability to detect the difference between patients with severe stroke and those with other conditions such as mild stroke or healthy participants with no brain pathology. This places the VIPS device above standard physical examination tools used by emergency personnel that display specificity scores between 40 and 89 percent.

The device's success is found in its ability to give emergency personnel a clear answer as to whether a patient is experiencing a severe stroke. The VIPS device requires very little training to operate compared to that required to learn standard emergency examination skills, thereby reducing the possibility of human error during emergency diagnosis.

The VIPS device could have widespread clinical implications, helping emergency personnel decide whether to take a patient to a comprehensive stroke center or a primary stroke center for treatment.

R. Turner likens the use of the VIPS device in detecting severe stroke to the use of electrocardiography (ECG) to detect acute myocardial infarction definitively. He predicts that the device has the potential to be used widely by emergency personnel but also to appear in other public spaces. "This could potentially be something like a defibrillator," said R. Turner. "You can find out if a patient is having a stroke, just like you can put a defibrillator on a patient to see if they're having a heart attack." [3]

Experts are sure that the unique VIPS device will be widely used in practical medicine, as it will greatly facilitate and speed up the diagnosis of violations, increase the effectiveness of treatment, and, therefore, save a huge number of human lives.

#### References

1. Stories tagged with #медтехнологии [Electronic resource] – Mode of access: <https://telemedicina.ru/news/equip/pribor-vyyavlyayushchiy-insult-s-92-tochnostyu-za-30-sekund>.
2. Portable device detects severe stroke in seconds with 92 percent accuracy [Electronic resource] // Medical University of South Carolina. – Mode of access: [https://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2018-03/muos-pdd032618.php](https://www.eurekalert.org/pub_releases/2018-03/muos-pdd032618.php).
3. Portable device detects severe stroke in seconds with 92 percent accuracy [Electronic resource] // Medical press. – Mode of access: <https://medicalxpress.com/news/2018-03-portable-device-severe-seconds-percent.html>.

Scientific advisor: Gridneva B.O., assistant.

УДК 664

### **РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СЛАДКОГО БЛЮДА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ РАБОТЫ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

Малюгина М.С.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Головной мозг — один из самых сложно устроенных органов человеческого тела. Исследования указывают на неоспоримую связь между пищей, которую мы едим, и тем, насколько эффективно работает наш мозг. Другие исследования подтверждают, что употребление определенных

продуктов стимулирует выработку серотонина, допамина, норадреналина и других нейромедиаторов. Таким образом, если позаботиться о постоянном питании, которое будет полезным для головного мозга человека, то можно не только избавиться от утомляемости и хронической усталости, но и начать быстро высыпаться и главное — предупредить многие тяжелые заболевания, связанные со старением клеток мозга. [1]

Функциональными называют продукты, которые за счет их обогащения нутриентами, приобретают новые свойства, благоприятно влияющие на различные функции организма, улучшающие не только состояние здоровья человека, но и предупреждая различные заболевания. [1]

В современных условиях невозможно обеспечить организм человека оптимальным количеством биологически ценных веществ за счет обычных продуктов питания. Решение этой задачи требует создания и использования специализированных и функциональных продуктов питания, обогащенных ценными физиологически функциональными ингредиентами защитного действия. [2]

Из всех факторов, действующих на организм человека, важнейшим является питание, обеспечивающее физическую и умственную работоспособность, здоровье, продолжительность жизни, так как пищевые вещества в процессе метаболизма превращаются в структурные элементы клеток нашего организма, обеспечивая его жизнедеятельность.

Польза таких ягод, как черника, шиповник, клюква, черная смородина, малина и др. не вызывает никаких сомнений. Витамины, сахара, клетчатка, антиоксиданты, флавоноиды из ягод помогают: при больших умственных нагрузках; для улучшения координации и памяти; для сохранения молодости и повышения работоспособности клеток. В яблоках есть железо, насыщающее мозг кислородом, без которого невозможна активная работа.

Витамин В<sub>2</sub> (рибофлавин) избавляет от постоянной сонливости, заторможенности. Витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин) для повышения интеллектуальных способностей. Витамин А нормализует сон, повышает мозговую активность. Витамин С помогает при стрессах, поддерживает умственную деятельность, выводит свободные радикалы. Витамин Е способствует укреплению сосудов и капилляров, сохраняет мозг от разрушения при болезни Альцгеймера. Такой нутриент как магний — минерал, участвующий в передаче нервных импульсов, регулирует работу мышц, обеспечивает общее расслабление, нормализует сердечный ритм и артериальное давление. Недостаток железа в организме вызывает анемию, что отражается на работоспособности мозга, утомляемости человека. [3]

В таблице 1 представлен химический состав функционального сладкого блюда.

Таблица 1- Химический анализ функционального сладкого блюда [4]

Нутриенты	Морковный	Яблочный сок (70 мл)	Пектин (8 г)	Крипорошок черная смородина (10г)	Крипорошок малина (10 г)	Крипорошок черника (10г)	Крипорошок шиповник (10г)	Итого	Норма потребления ФСП	% от суточной нормы
Белки, г	1,7	0,8	0,3	0,2	0,6	2,5	0,9	7	60	11,6
Жиры, г	0,2	0,2	0	0,1	0,4	1,6	0,4	2,9	48	6,04
Углеводы, г	18,9	15,2	0,7	1,1	6,5	12,5	12,1	67	180	37,2
Энергетическая ценность.	56	46	4,2	28,3	4,5	4,4	28,4	171,8	1100	15,6
Витамин В <sub>2</sub>	0,03	0,02	0	0,01	0,04	0,07	0,08	0,24	1,6	15,1
Витамин В <sub>6</sub>	0,02	0,06	0	0,03	0,06	0,14	0,03	0,34	1,8	18,6
Витамин А	525	0	0	2,6	25,8	0,004	204,3	757,7	900	84,2
Витамин С	1,5	0,6	0	15	10,54	2,5	30	60,14	90	66,8
Витамин Е	0,45	0,15	0	0,11	0,47	0,35	0,95	2,47	15	16,5
Магний	10,5	7	2,2	4,68	18,19	3,5	5,29	51,4	350	15
Железо	0,9	2,1	0,2	1,19	0,94	0,18	0,75	6,21	17	36,5

Анализ химического состава функционального сладкого блюда подтвердил, что продукт является функциональным по содержанию нутриентов от нормы суточного потребления (более 15%): витамин В<sub>2</sub> – 15,1%; витамин В<sub>6</sub> - 18,6%; витамин А - 84,2%; витамин Е - 16,5%; витамин С – 66,8%; минеральные вещества – магний – 15%; железо – 36,5%. Содержание витаминов в разработанном блюде наглядно представлены на рисунке 1.

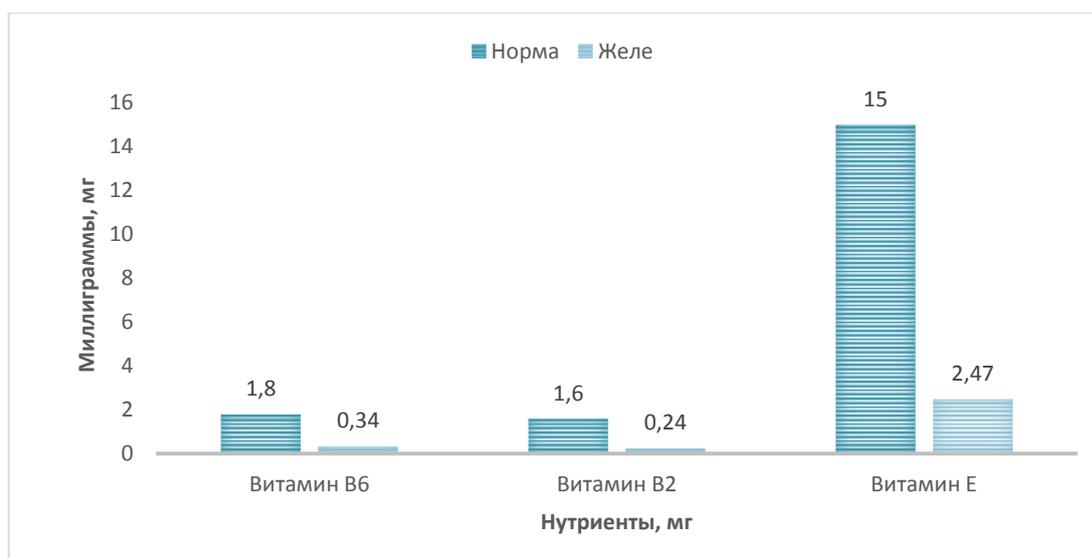


Рисунок 1 - Сравнительная диаграмма химического состава желе с суточной нормой потребления

На основании исследовательской работы был сделан вывод, что разработанное сладкое блюдо – желе, необходимо включать в рационы людей для улучшения работы нервной системы.

#### Список использованных источников:

1. Продукты восстанавливающие нервную систему. - Текст : электронный. – 2019. – URL: <https://fotonamolotok.ru/info/produkty-vosstanavlivaayushchie-nervnuyu-sistem>. (дата обращения 24.10.2019)
2. Белина С.А. Разработка технологии получения функционального напитка на основе морковного сока с повышенной биологической ценностью / С.А. Белина, Е. Ю. Васильева, П.А. Петрушкина // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. - Тюмень: ТИУ, 2018. – С. 80-83. - Текст : непосредственный.
3. Витамины и минералы для ЦНС. - Текст : электронный. – 2019. – URL: <https://okvitamin.org/kakie-vitaminy-nuzhny/zdorove>. (дата обращения 25.10.2019)
4. Скурихин, И. М. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – Москва: ДеЛипринт, 2002. – 236 с. – Текст : непосредственный.

Научный руководитель: Белина С.А., старший преподаватель

## **РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЧИПСОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЗРЕНИЯ**

Неволько А.А.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Астигматизм – это искривление роговицы или деформирование хрусталика. В результате неправильного преломления света фокус воспринимаемого глазом объекта проявляется не на сетчатке, а перед ней или позади нее. При астигматизме предметы кажутся размытыми или немного деформированными – например, ребенок видит вместо точки черточку или овал. [1]

У детей астигматизм распространен гораздо более широко. У 6% школьников наблюдается сильная степень астигматизма, а слабая выявляется у 40% детей. Эта патология ведет к снижению успеваемости в школе и развитием близорукости. Поэтому так важно вовремя заметить эту проблему и начать профилактику и лечение. [1]

Заболевание астигматизм способно развиваться при сильных нагрузках на глаза, что приводит к ухудшению зрения. При правильной профилактике, можно остановить развитие астигматизма и немного улучшить остроту зрения. Витамины для глаз при астигматизме дают устойчивый положительный эффект. Ткань роговицы, получая правильное питание, меньше подвергается негативным изменениям. [2]

В современных условиях невозможно обеспечить организм человека оптимальным количеством биологически ценных веществ за счет обычных продуктов питания. Решение этой задачи требует создания и использования функциональных продуктов питания, обогащенных ценными физиологически функциональными ингредиентами защитного действия. [3]

Для профилактики такого заболевания как – астигматизм, было разработано функциональное блюдо – морковные чипсы. В качестве дополнительных, функциональных ингредиентов в состав были включены: морковный сок, а также криопорошок шиповника, шпината, черники, облепихи.

Морковь и морковный сок положительно влияет не только на органы зрения, но и на работу сердечно-сосудистой системы, поддерживает необходимое количество витамина А. Данные продукты рекомендованы гипертоникам и при существовании риска возникновения варикоза и атеросклероза. [4]

Шпинат обладает следующими свойствами: противовоспалительным, мочегонным, антиоксидантным, тонизирующим, общеукрепляющим. Благодаря лечебным свойствам и содержанию в листьях полезных веществ можно нормализовать уровень гемоглобина, также большое количество железа способствует насыщению клеток организма кислородом. [5]

Ягоды черники улучшают кровоснабжение сетчатки глаз и тем самым обостряют ночное зрение. Комплекс витаминов и минералов, содержащийся в чернике, благотворно влияет на опорно-двигательный аппарат, укрепляет плотность и структуру костей, служит профилактикой остеопороза. [6]

К полезным свойствам облепихи можно отнести - бактерицидное, противовирусное, противогрибковое, противовоспалительное, обезболивающее, регенерирующее, общеукрепляющее воздействие на организм. [7]

В качестве ещё одного функционального ингредиента использовали криопорошок шиповника. В сухих плодах шиповника содержатся пищевые волокна – 14 г, большое количество витамина С, витамины РР, β-каротин, В1, В2, Е, а также минеральные соединения: железо, кальций, фосфор, марганец, калий. Криопорошок обладает общеукрепляющим, противовоспалительным действием. [8]

В ходе работы была разработана технология производства морковных чипсов «Профил», химический анализ которых представлен в таблице 1. [9]

Таблица 1 - Химический анализ чипсов «Профил», выход 30 грамм

Нутриенты	Морковь (20г)	Морковный сок (10г)	Криопорошок шпината (2 г)	Криопорошок черника(3 г)	Криопорошок облепихи (3 г)	Криопорошок шиповника (2 г)	Итого в Чипсах	Норма потребления ФСП	% от суточной нормы потребления
Белки, г	1,6	0,1	1,5	0,6	0,6	0,1	4,5	50	9
Жиры, г	0,1	0	0,2	0,3	2,7	0	3,3	90	3,7
Углеводы, г	9,4	1,5	1	3,8	2,9	1,3	19,9	200	9,95
Энер-кая ценность, ккал	45,2	6,7	11,5	22	41	5,4	131,8	2100	6,3
Витамин, А мкг	4000	42	175	1,5	125	0	4343,5	900	482,6
β-каротин, мг	8	0,252	2,25	0,016	0,75	0,052	11,3	5	226,4
Витамин, С мг	4	0,36	27,5	5	100	13	149,8	90	166,5
Fe, мг	1,2	0,072	6,755	0,35	0,7	0,026	9,10	18	50,6

Теоретический расчет химического состава разработанного продукта питания подтвердил, что продукт является функциональным по

содержанию нутриентов от нормы суточного потребления (более 15%): витамины С – 166,5%, А – 482,6%; β-каротин – 226,4%. Так как при приготовлении чипсов не используются жиры, энергетическая ценность блюда низкая.

На основании теоретических исследований, чипсы могут являться функциональным продуктом, так как содержание некоторых витаминов и минеральных веществ превышает 15% от суточной нормы потребления и могут оказывать профилактическое действие при астигматизме.

#### Список использованных источников:

1. Астигматизм у детей. Причины, симптомы, виды. - Текст : электронный. – 2019. – URL: <https://www.kp.ru/guide/astigmatizm-u-detei.html>. (дата обращения 24.10.2019).
2. Витамины при астигматизме для детей. - Текст : электронный. – 2019. – URL: <http://kolchedan-school.ru/704>. (дата обращения 24.10.2019).
3. Белина, С.А. Разработка безалкогольного напитка с иммуностимулирующим действием с использованием растительного сырья / С.А. Белина, А.И. Анциферова, С.С. Кривцова. – Текст : непосредственный // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы Междунар. науч.-практич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. - Тюмень: ТИУ, 2018. – С. 78-80.
4. Чем полезен морковный сок. - Текст : электронный. – 2019. – URL: <https://womanadvice.ru/chem-polezen-morkovnyy-sok-dlya-organizma-i-ego-primeneniye-v-kosmetologii>. (дата обращения 24.10.2019).
5. Шпинат: польза и вред, как употреблять в пищу. - Текст : электронный. – 2019. – URL: <https://poleznii-site.ru/pitanie/prochie-produkty/poleznye-svoystva-shpinata-protivopokazaniya-kaloriynost-i-prigotovlenie.html>. (дата обращения 25.10.2019).
6. Черника: свойства полезные для здоровья. - Текст : электронный. – 2019. – URL: <https://good-tips.pro/index.php/health/blueberry-for-health>. (дата обращения 25.10.2019).
7. Облепиха – лечебные свойства и противопоказания. - Текст : электронный. – 2019. – URL: <https://zdoroviebl.ru/rasteniya/oblepiha>. (дата обращения 25.10.2019).
8. Белина, С. А. Разработка технологии приготовления колбасы специализированной "олимп" для профилактики йододефицита / С.А. Белина, Н.Н. Угрюмов, С.Р. Угрюмова. – Текст : непосредственный // Междунар. науч.-практ. конф. молодых исследователей им. Д. И. Менделеева. - Тюмень: ТИУ, 2017. – С. 320-322.
9. Скурихин, И. М. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – Москва: ДеЛипринт, 2002. – 236 с. – Текст : непосредственный.

Научный руководитель: Белина С.А., старший преподаватель

## ЭФФЕКТ ЛОТОСА

Шабарчин А.А.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В болоте растет красивый и совершенно чистый цветок лотоса. В буддизме он является символом чистоты. И неспроста. Капли воды, попавшие на лист, не растекаются по нему, а легко скатываются, забирая грязь вместе с собой. Это свойство называется эффект лотоса.

Этот эффект не является случайным феноменом. Он возник в результате эволюции. На листьях растений любят размножаться всякие патогены: споры, грибки. Поэтому растения сформировали такой механизм защиты от них. Патогены либо смываются после дождя, либо просто погибают, потому что нет одного из главных условий жизнедеятельности - влаги.

Это свойство самоочищения обусловлено как шероховатой структурой размером от 10 до 20 микрометров, так и гидрофобными эпитикулярными восками. Этот воск уменьшает поверхностное смачивание и потерю влаги. Похожим образом в природе устроены поверхности листьев папоротника, лепестков красной розы, листьев растения таро, крыльев бабочек. Даже бактерии способны создать водоотталкивающую оболочку для самозащиты. Например, вязкая коричневая слизь на водосточных трубах - это бактериальная биопленка, состоящая из бактерий и слизи, которую они производят.

Ученые любят копировать природные механизмы, листья лотоса не стали исключением. Связи с тем, что увлажнение разных материалов приводит к снижению их долговечности, то искусственно воспроизвести эффект лотоса - это отличное решение.

Представим, что на абсолютно гладкой поверхности материала находится капля воды. Между водой и поверхностью будет возникать межмолекулярное взаимодействие, которое называется смачиванием. Характер смачивания определяется краевым углом - это угол между поверхностью и касательной к капле. Если краевой угол находится в пределах от 0 до 90 градусов, то поверхность называется гидрофильной, смачивание сильное, капля растекается по поверхности. При краевом угле от 90 до 150 градусов поверхность считается гидрофобной, слабое смачивание. А когда угол находится в пределах от 150 до 180 градусов, капля представляет собой шарик, который едва соприкасается с поверхностью и при малейшем угле наклона скатывается с нее. Такая поверхность называется сверхгидрофобной. Именно она и наблюдается на листьях лотоса. В реальной жизни нет идеально гладкой поверхности. Всегда есть наноскопические и микроскопические шероховатости.

На практике сделать такую гидрофобную поверхность не сложно. Копоть - это сажа или аллотропный углерод, она отлично отталкивает воду. Нам понадобится термостойкий материал (стекло), изопропиловый спирт 97-99 %, термостойкая формочка, в которую мы нальем спирт, источник воды, спички. И не забываем о технике безопасности. Наливаем спирт в нашу емкость, поджигаем и нагреваем часть нашего стекла. Наша основная цель - добиться равномерного слоя копоти на поверхности материала. Главное не держать статично, а перемещать стекло, чтобы копоть образовалась как можно равномернее. В итоге должна получиться сверхгидрофобная поверхность. К сожалению, такая поверхность легко стирается, поэтому о промышленных масштабах мечтать и не стоит.

В зависимости от метода получения, сверхгидрофобные покрытия могут быть очень дорогие. Также тяжело добиться долговечности такой структуры под воздействием окружающей среды. Например, ультрафиолетовое излучение может окислять покрытие, и оно будет терять свои сверхгидрофобные свойства. Но тем не менее в интернет-магазинах предлагают кучу спреев с сверхгидрофобным материалом, который можно наносит на стекла и корпуса машин. Помимо этого, данные покрытия наносят на бетонные блоки, болты, рабочие перчатки, ботинки.

Интересное применение сверхгидрофобным покрытиям нашли американские ученые из Гарвардского университета. Они пришли к выводу, что, используя сверхгидрофобные вещества при минусовых температурах, можно предотвратить изначальный рост льда на них, избежать обледенения. Это очень важно для линий электропередач. Капли воды на таких поверхностях просто не успевают превратиться в лед, потому что они тут же отталкиваются.

Как видите, покрытия на основе лотос эффекта уже активно применяются. Пока что они ещё недостаточно стабильны, но, как и для любой технологии, требуются дальнейшие исследования и эксперименты.

#### Список использованных источников:

1. Бартлотт, В. Характеристика и распределение водоотталкивающих, самоочищающихся поверхностей растений / В. Бартлотт. – Текст : непосредственный // Летопись ботаники. – 1997. – № 79. – С. 667-678.
2. Бартлотт, В. Классификация и терминология растительных эпитикулярных восков / В. Бартлотт, С. Неингус, Д. Катлер . – Текст : непосредственный // Ботанический журнал Линнеевского общества. – 1998. – № 126. – С. 237-240.
3. Чжан, М. Эффект лотоса в смачивании и самоочищении / М. Чжан, Ш. Фэн, Л. Ван. – Текст : непосредственный // Biotriology. – 2016. – Т. 5 – С. 31-43.

Научный руководитель: Дерюгина О. П., к.т.н., доцент

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАСТОЙКИ,  
СПОСОБСТВУЮЩЕЙ ОБЛЕГЧЕНИЮ ПРОЦЕССА  
АККЛИМАТИЗАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ  
В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

Шамилов Ш.А., Стрижак Я.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Адаптация организма человека к условиям Крайнего Севера является частью проблемы адаптации человека к различным природным факторам. Адаптация к условиям Крайнего Севера, развиваясь по общим закономерностям адаптации к различным природным факторам и адаптации к новым факторам среды вообще, проявляется также в возникновении специфических адаптационных реакций, вызванных воздействием же специфическим фактором высоких широт [6]

Холод - один из главных экологических факторов, Крайнего Севера, к которому приходится адаптироваться организму человека и его сердечно-сосудистой системе. Низкие температуры в сочетании с высокой скоростью ветра воздействуют на открытые участки поверхности тела и на обширную сосудистую и рецепторную область легких. Положение, что холод, определяет проблему спазма периферических сосудов послужило основанием для широкого распространения, в свое время, мнения о фатальном гипертензивном влиянии холодного климата. [5]

Диапазон адаптации к холоду довольно широк. Как правило, здоровые люди акклиматизируются в условиях Крайнего Севера без расстройств самочувствия и работоспособности. Процесс акклиматизации предъявляет требования предельного напряжения адаптационных механизмов и вызывает нередко дизадаптационные нарушения[4]

Наиболее эффективной является активная форма акклиматизации, при которой организм тренируется и закаливается в условиях нового климата. Рационально использованная трудовая деятельность является важным фактором, ускоряющим этот процесс. [5]

Акклиматизация наступает на Крайнем Севере обычно в течение первого года проживания, иногда же через 2-3 года. Состояние акклиматизации является относительно устойчивым, оно подвержено изменениям в зависимости от условий существования, быта и трудовой деятельности человека. [4]

Эти состояния обычно сопровождаются в процессе акклиматизации гиповитаминозами и влияют на реактивность организма и его иммунные свойства, определяя местные особенности патологии. [6]

В механизмах адаптации к холоду особая роль принадлежит витаминам С, А, К, В1, В2, В6, Р и D нехватка данных витаминов приводит к психоэмоциональному напряжению. Данные витамины обладают

свойствами природных антиоксидантов, которые помогают организму справиться, прежде всего, с нарушениями, липидного обмена повышают переносимость экстремальных воздействий. Достаточная витаминная обеспеченность имеет важное значение для ускорения процесса адаптации и повышения резистентности организма к неблагоприятным условиям внешней среды. Для лиц, работающих в условиях Крайнего Севера, потребность в основных нутриентах увеличивается на 15% [2]

Изменения, происходящие в организме при адаптации связаны не только с непривычной обстановкой, переменной климата, но и с авитаминозом, особенно недостаточностью витамина С. Витамины должны занимать большое место в питании населения Крайнего Севера.

Целью работы является: Разработка функциональной настойки, способствующей облегчению процесса акклиматизации населения в условиях крайнего севера.

Основные задачи исследования: проведение информационного поиска лекарственных трав, разработка рецептуры и технологической линии производства, изучение химического состава сырья,

В научно экспериментальной лаборатории ТИУ была разработана функциональная настойка, способствующая облегчению процессу акклиматизации, состоящая: из спирта и растений: мать-и-мачеха, кипрей, мята, костяника, чага, фиалка трехцветная, шиповник, одуванчик

Настойки – это жидкие спиртовые или водно-спиртовые извлечения, полученные обычно из высушенного или свежего растительного или животного сырья без нагревания и удаления экстрагента. При получении настоек используется следующая технологическая схема: подготовка сырья и материалов, извлечение, очистка вытяжки, стандартизация, фасовка и упаковка. [3]

Популярность лекарственных трав в качестве способа лечения обусловлена их мягким безвредным действием на организм, отсутствием серьезных побочных эффектов. Лекарственные травы богаты алколоидами, гликозидами, витаминами, эфирными маслами, органическими кислотами и т.д. [2]

Спиртовые настойки отличаются усиленным воздействием на организм. Водка или спирт является лучшей основой для настоек целебных трав, так как спирт усиливает целебные качества трав, и водочные настойки следовательно лучше по эффективности чем отвары и настои. [3]

Разработанная настойка, оказывает положительно влияние на организм, способствует процессу акклиматизации и адаптации в условиях Крайнего Севера. Рекомендуются настойку принимать после ужина, перед сном по 10-15г, употреблять можно в чистом виде, добавлять в чай, воду и соки.

Список использованных источников:

1. Скурихина, И. М. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / И. М. Скурихина, В. А. Тутельян. – Москва: ДеЛи принт, 2002. – 235 с. – Текст: непосредственный.
2. Астрологова, Л. Е. Лекарственные растения Севера / Л. Е. Астрологова, Феклистов П.А. - Архангельск: Изд-во АГТУ, 2002. - 156 с. – Текст: непосредственный.
3. Технология настоек: [сайт]. - URL: <http://pharmspravka.ru/zavodskoe-proizvodstvo/fitopreparaty/tehnologiya-nastоек.html>. - Текст: электронный.
4. Акклиматизация человека на севере: [сайт]. - URL: <http://www.medical-enc.ru/m/1/akklimatizatsiya-cheloveka-na-severe.shtml>. - Текст: электронный.
5. Адаптация человека к условиям крайнего : [сайт]. - URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015015574>. - Текст: электронный.
6. Активная форма акклиматизации в районах крайнего : [сайт]. - URL: <http://diplomba.ru/work/50520>. - Текст: электронный.

Научный руководитель: Попов В.Г., д.т.н., профессор

УДК 621.31

**ВЫБОР ПОГРУЖНОГО КАБЕЛЯ МЕНЬШЕГО СЕЧЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВНУТРИСКВАЖИННОГО КОМПЕНСАТОРА**

Копырин В.А., Носач С.М.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Известно, что потери активной мощности в питающих кабелях установок электроцентробежных насосов (УЭЦН) составляют 3-15 % от суммарной потребляемой установкой мощности [9], что не приемлемо в условиях растущих цен на электрическую энергию.

Снижение потерь мощности в питающих кабелях УЭЦН на сегодняшний день в основном достигается повышением напряжения погружного оборудования [10], увеличением сечения токопроводящих жил кабеля [9] и использованием оборудования с максимально высоким коэффициентом полезного действия [1].

Одним из новых способов повышения энергетической эффективности добычи нефти установками электроцентробежных насосов является внутрискважинная компенсация реактивной мощности [3, 4, 8]. Использование данного способа позволяет уменьшить реактивную составляющую тока, потребляемого погружным асинхронным электродвигателем (ПЭД), и увеличить энергетическую эффективность добычи нефти до 15,8 % [5]. Другим положительным аспектом использования внутрискважинных компенсаторов реактивной мощности (ВКРМ) [6, 7] является возможность уменьшения сечения токопроводящих жил кабелей, питающих ПЭД.

В настоящее время на нефтедобывающих объектах в основном используются кабели номинальным сечением  $3 \times 16 \text{ мм}^2$ ,  $3 \times 21,15 \text{ мм}^2$ ,  $3 \times 25 \text{ мм}^2$  и  $3 \times 35 \text{ мм}^2$ . В зависимости от типа и температуры эксплуатации длительно допустимый ток для кабелей варьируется от 17 А до 215 А.

На рис. 1 приведены характеристики длительного допустимого тока нагрузки для кабеля КПпБП-120 в зависимости от сечения жилы кабеля и температуры эксплуатации [2].

Для исследования возможности уменьшения сечения погружного кабеля рассмотрим установку электроцентробежного насоса, оснащенную погружным асинхронным электродвигателем марки ПЭД-Я-125-117 М5В5 [2], который установлен в скважину и эксплуатируется при температуре плюс 102 °С. Номинальная мощность погружного электродвигателя - 125 кВт, номинальное напряжение - 2080 В, номинальный коэффициент полезного действия - 0,845, номинальный коэффициент мощности - 0,80.

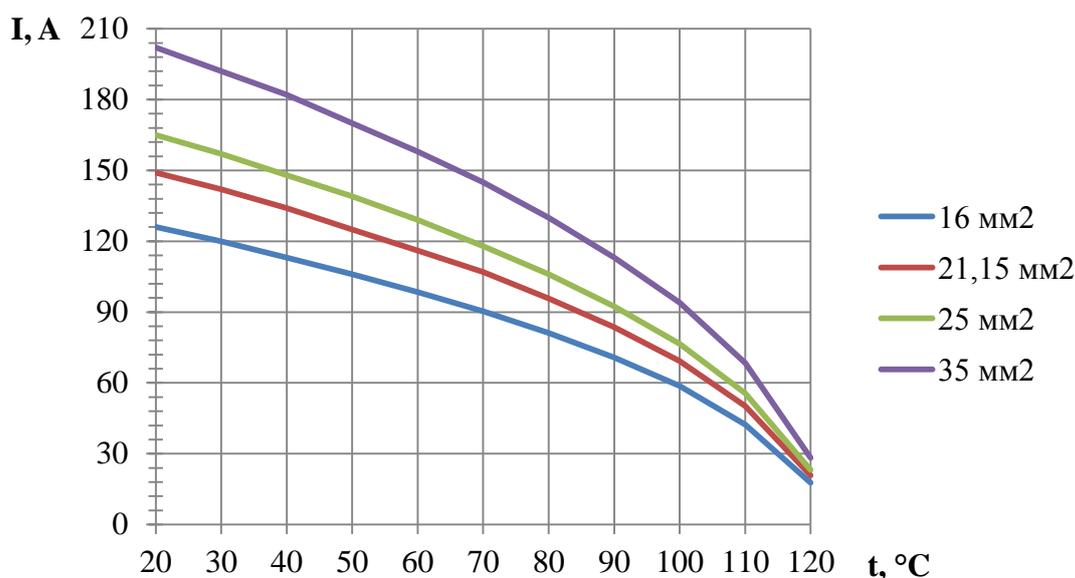


Рисунок 1 – Длительно допустимый ток нагрузки для кабеля КПпБП-120

Номинальный ток, потребляемый ПЭД, определяется по выражению:

$$i_{д.ном} = \frac{P_{д.ном}}{\sqrt{3} \cdot \eta_{д.ном} \cdot \cos \varphi_{д.ном} \cdot U_{д.ном}}, \quad (1)$$

где  $P_{д.ном}$ ,  $\cos \varphi_{д.ном}$ ,  $\eta_{д.ном}$ ,  $U_{д.ном}$  – номинальная мощность, коэффициент мощности, коэффициент полезного действия и номинальное напряжение ПЭД соответственно.

Для рассматриваемого погружного электродвигателя ПЭД-Я-125-117 М5В5 номинальный ток составляет 50 А. Согласно рис. 1 принимается кабель сечением 25 мм<sup>2</sup>. При использовании внутрискважинного компенсатора реактивной мощности мощностью 69 квар коэффициент мощности узла нагрузки «ПЭД-ВКРМ» составит 0,98. Потребляемый ток уменьшится на 20,8 % и составит 39,6 А. Согласно рис. 1 при использовании внутрискважинного компенсатора реактивной мощности возможно использование кабеля сечением 16 мм<sup>2</sup>.

Таким образом, использование внутрискважинных компенсаторов реактивной мощности позволяет уменьшить сечение кабеля, питающего погружной электродвигатель, за счет снижения потребляемого тока.

Список использованных источников:

1. Золотарев, И. В. Прогнозирование энергоэффективности УЭЦН / И. В. Золотарев, И. В. Пещеренко, С. Н. Пошвин. – Текст : непосредственный // Бурение и нефть. – 2013. – № 9. – С. 60-63.
2. Группа компаний Алмаз : [сайт]. – URL : <http://almaz-hmao.ru> (дата обращения: 20.09.2019). – Текст : электронный.
3. Копырин, В. А. Влияние внутрискважинного компенсатора на падение напряжения в элементах электротехнического комплекса

добывающей скважины / В. А. Копырин, О. В. Смирнов, А. Л. Портнягин, Р. Н. Хамитов. – Текст: непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329, № 9. – С. 117-124.

4. Копырин, В. А. Динамика потребления активной мощности добывающей скважины при использовании внутрискважинного компенсатора / В. А. Копырин. – Текст : непосредственный // Динамика систем, механизмов и машин. – 2018. – Т. 6, № 3. – С. 41-56.

5. Копырин, В. А. Оценка энергетической эффективности использования внутрискважинных компенсаторов реактивной мощности / В. А. Копырин, О. В. Смирнов, А. Л. Портнягин. – Текст : непосредственный // Омский научный вестник. – 2018. – № 2 (158). – С. 78-83. DOI: 10.25206/1813-8225-2018-159-78-83.

6. Пат. 145053 Российская федерация, МПК G05F1/70, H02J3/18. Внутрискважинный компенсатор реактивной мощности : 2014116437/07 : заявл. 23.04.2014/ Копырин В. А., Гара Н. В., Портнягин А. Л., Смирнов О. В. ; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный нефтегазовый ун-т» (ТюмГНГУ). - Текст : непосредственный.

7. Пат. №159811 Российская федерация, МПК E21B43/12, F04D13/10. Погружная насосная установка с повышенным коэффициентом мощности : 2015140165/03 : заявл. 21.09.2015 / Копырин В. А., Смирнов О. В., Портнягин А. Л. ; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный нефтегазовый ун-т» (ТюмГНГУ). - Текст : непосредственный.

8. Табачникова, Т. В. Индивидуальная компенсация реактивной мощности электротехнического комплекса добывающей скважины с электроцентробежным насосом / Т. В. Табачникова, Р. И. Гарифуллин, Э. Д. Нурбосынов, А. В. Махт. – Текст : непосредственный // Промышленная энергетика. – 2015. – №2. – С. 44-46.

9. Якимов, С. Б. Оптимизация сечения кабеля УЭЦН – простая и эффективная технология энергосбережения / С. Б. Якимов, М. Н. Каверин, В. П. Тарасов. – Текст : непосредственный // Научно-технический вестник ОАО «НК «Роснефть». – 2014. – № 3. – С. 24-30.

10. Якимов, С. Б. О новых перспективах применения ПЭД с повышенным напряжением питания для снижения капитальных и операционных затрат / С. Б. Якимов, М. Н. Каверин, В. П. Тарасов. – Текст : непосредственный // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2015. – № 4. – С. 34-38.

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГИИ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ГАЗА ТРУБОПРОВОДА**

Королёва О.А.,  
ООО «Газпромнефть НТЦ»

В статье определены научно-технические задачи по энергообеспечению удаленных от электрической системы линейных электропотребителей газопровода, рекомендованы основные способы повышения энергетической эффективности и надежности электроснабжения посредством эксплуатации источников электрической энергии и тепла с приводом от турбины, смонтированной в газовый поток газопровода.

Ключевые слова: электроснабжение, энергетическая эффективность, надежность, генератор электроэнергии с турбодетандерным приводом, станция газораспределительная (ГРС), пункт газораспределительный (ГРП).

Устойчивое эффективное функционирование нефтегазовой отрасли напрямую зависит от уровня надежности и безотказной работы системы энергообеспечения.

Новые значительные потенциалы нефти и газа в нашей стране обнаружены на территории Крайнего Севера, разработка и эксплуатация которых осложняются суровыми климатическими условиями и неимением требуемой инфраструктуры (трубопроводный транспорт и источники электроснабжения). Зачастую на территории новых месторождений, для эксплуатации газопроводов не существует технических ресурсов подключения к централизованным источникам энергообеспечения ввиду их отсутствия или удаленности, дефицита резерва электрической мощности в месте технологического присоединения к электрическим сетям, либо выполнение технических условий на электроснабжение от энергоснабжающей организации экономически не целесообразно.

Цель: Выбор варианта энергоснабжения линейных электропотребителей газопровода при удаленности от источников энергообеспечения.

Для сокращения удельных затрат электрической энергии рационально выбирать решения, при которых:

– нет необходимости в строительстве повышающих электрических подстанций высокого напряжения (ПС), протяженных вдольтрассовых воздушных линий электропередачи (ВЛ);

– выработка собственной генерации электрической мощности с требуемым качеством электрической энергии непосредственно на площадках потребления, позволяет повысить надежность и энергетическую

эффективность, исключив при этом потери электрической энергии на ее передачу;

– часть электрической мощности генерируется от собственного альтернативного источника на удаленных труднодоступных объектах, а недостающая часть покрывается от внешней электрической системы.

Потребители электрической энергии линейной части магистрального газопровода следующие:

- электроприводы задвижек и клапанов;
- электрохимическая защита газопровода (ЭХЗ);
- электроосвещение;
- контрольно-измерительные приборы, автоматика, защита, связь, телемеханика и АСУ.

При этом нужно выполнять технико-экономическое сравнение вариантов электроснабжения собственной генерацией, применяя собственный газ, и стоимости присоединения к внешнему источнику энергообеспечения и тарифов на покупку электрической энергии [1].

Проведенные исследования по строительству собственной генерации или аренде/лизингу позволяют сделать следующие выводы:

- если потребность в энергоснабжении  $\leq 3$  лет, то экономически эффективней применение лизинговых/арендных схем с возможностью последующего выкупа электростанции;

- если потребность в энергоснабжении  $> 3$  лет, то экономически эффективней строительство объектов собственной генерации.

Транспортировка газа по газопроводу обладает потенциальной энергией сжатого состояния и кинетической энергией движения по трубопроводу [2]. Настоящая энергия передается газу на дожимных компрессорных станциях и на ее производство потребляется около 15% транспортируемого газа. Доля энергии расходуется на преодоление сил трения и тепловые потери при транспорте газа о стенки трубопровода.

Диссипирация энергии избыточного давления газа происходит на пунктах редуцирования газа. В системах газораспределения на КС, ГРС и ГРП ПАО Газпрома в результате снижения давления газа до заданного уровня перед подачей его потребителям теряется каждый год примерно 63 млрд. кВт/ч энергии. Поэтому утилизацию перепада давления рекомендуется учитывать как энергосберегающий, энергоэффективный, автономный, экологически чистый источник электроэнергии и тепла (генератор электроэнергии с турбодетандерным приводом), который приводится кинетической энергией потока газа с помощью турбины, введенной в газовый поток [3].

НПП «Газэлектроприбор» представляет на сегодня современные российские турбодетандерные установки малой мощностью от 0,01 кВт до 30 кВт, эффективностью которых является простота конструкции и достаточная надежность. По рабочему давлению и от допустимого

включаемого перепада давления турбодетандерные установки данного предприятия по конструкторскому исполнению изготавливаются следующей мощностью:

- для ГРП от 0,01 кВт до 10 кВт;
- для ГРС от 2 кВт до 30 кВт [4].

По техническим требованиям заказчика эти установки устанавливаются в блок-контейнере или помещениях модульных зданий ГРС, ГРП.

Так как энергия, утилизируемая турбиной из потока газа, малозначительна, то уменьшение температуры газа мало и не влияет на эксплуатацию регуляторов давления газа. При этом для исключения вероятного негативного влияния более низкой температуры на эксплуатацию регуляторов, турбину турбодетандерной установки монтируют после регулятора, перед выводом импульсной трубки командного давления регулятора.

Турбодетандерные установки для ГРП изготавливаются при необходимости для электроснабжения ЭХЗ с применением генераторов постоянного тока 48 В и также блоками переменного напряжения 220 В или 380 В с частотой тока 50 Гц для электропитания контрольно-измерительных приборов, автоматики, связи, телемеханики и АСУ, электрообогрева, электроосвещения. При принятых решениях не нужно строить ВЛ и это будет эффективно, надежно и экономически выгодно.

Результаты исследования: рекомендованы решения по автономному энергообеспечению потребителей линейной части газопровода с учетом технико-экономических расчетов. Предложены основные подходы в повышении энергетической эффективности и надежности электрообеспечения удаленных от инфраструктуры объектов магистрального газопровода с помощью применения энергосберегающего, энергоэффективного, автономного, экологически чистого источника электроэнергии и тепла (генератор электроэнергии с турбодетандерным приводом), который приводится кинетической энергией потока газа с помощью турбины, введенной в газовый поток.

#### Список использованных источников:

1. Зайнутдинов, Р. А. Теория и практика экономической оценки повышения эффективности нефтегазодобывающего производства / Р.А. Зайнутдинов, Э.А. Крайнова. – Москва : ГУП изд-во «Нефть газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2012. – 384 с. – Текст : непосредственный.
2. Гатауллина, А. Р. Использование энергии давления транспортируемого природного газа / А. Р. Гатауллина, И. Р. Байков, О. В. Кулагина. – Текст : непосредственный // Транспорт и хранения нефтепродуктов и углеродного сырья. – 2013. – №2. – С. 37-39.
3. Степанец, А. А. Энергосберегающие турбодетандерные установки / А. А. Степанец. – Москва : Недра, 1999. – 258 с. – Текст : непосредственный.

4. Черных, А. П. Использование турбинного привода для получения электроэнергии и тепла на объектах газовой промышленности / А. П. Черных. – Текст : непосредственный // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеродного сырья. – 2017. – №2/748. – С. 82-88.

УДК 621.31

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ОПЕРАТИВНОГО ТОКА**

Попов Е.И.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Современное исполнение схем включения аккумуляторных батарей (АКБ) систем оперативного постоянного тока (СОПТ) не обладает необходимой надежностью. Срок службы АКБ по заявлениям производителей может достигать 20 лет [1]. Однако в действительности ресурс аккумуляторов истощается достаточно быстро, результаты сторонних исследований показывают, что состояние батарей в СОПТ в большинстве случаев оценивается как неудовлетворительное [2]. К разрушающим для аккумулятора факторам можно отнести сульфатацию пластин, металлизацию сепараторов, заводнение и выкипание электролита.

Сокращение срока службы аккумуляторов несет не только экономические расходы на их своевременную замену и технические сложности в связи со сниженной надежностью источника оперативного тока в период его технического обслуживания, но также и является причиной определенных экологических рисков, связанных с утилизацией источников питания, их производством и даже зарядом. Валовый выброс серной кислоты при зарядке свинцово-кислотных аккумуляторов высчитывается по формуле:

$$M = 0,9 \cdot g \cdot (Q_1 \cdot a_1 + Q_2 \cdot a_2 + \dots + Q_n \cdot a_n) \cdot 10^{-9}, \text{ т/год} \quad ((1))$$

где  $g$  – удельное выделение серной кислоты, мг/А·ч;

$Q_n$  – номинальная емкость каждого типа аккумуляторных батарей, имеющихся на предприятии, А·ч;

$a_n$  – количество проведенных зарядок батарей соответствующей емкости за год [3].

Приняв  $Q = 600$  А·ч,  $g = 1$  мг/А·ч,  $a = 3$ ,  $n=104$ , получаем  $M=0,168$  кг/год.

Таким образом, необходима оптимизация режима заряда, достигаемая путем балансировки аккумуляторных батарей, которая позволит снизить выбросы серной кислоты. Избегая перенапряжения на одном участке

батарей и сниженного напряжения на концевых аккумуляторах с помощью их активной балансировки, можно снизить расход электроэнергии на излишний заряд батарей [4], а значит и выбросы  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Помимо этого, согласно годовому отчету Тюменского аккумуляторного завода за 2017 год, на производство аккумуляторных батарей было израсходовано 46 107,547 тыс. кВт·ч электроэнергии на общую сумму 167 703,433 тыс. рублей и 14 696 947 м<sup>3</sup> природного газа на сумму 75 547,194 тыс. рублей [5]. При этом удельные выбросы газов  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}$  в перерасчете на один аккумулятор составляют 186,34 г/шт. и 310,55 г/шт. соответственно [6]. Очевидно, что с развитием промышленности и строительством новых объектов электроэнергетики потребность в аккумуляторных батареях будет увеличиваться, однако, повысив срок службы аккумуляторов, можно сократить удельное производство аккумуляторов на каждое предприятие, а значит и выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

Утилизация источников постоянного тока также влечет за собой определенные экологические риски. Разделка отработавших свинцово-аккумуляторных батарей включает в себя слив электролита, извлечение свинца и гравитационную сепарацию с целью выделения эбонита и полипропилена. При этом к источникам загрязнения относятся:

- утечка электролита, содержащего опасные компоненты;
- утечки воды, загрязненной соединениями свинца;
- осколки пластмасс и эбонита, загрязненные соединениями свинца;
- свинец и его соединения в пылеобразном состоянии или водном растворе.

При этом в качестве способов извлечения свинца могут применяться пирометаллургические методы, которые также имеют ряд недостатков, заключающихся в негативном воздействии на окружающую среду. Среди наиболее распространенных причин выделяют: выбросы диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ), образование дегтя, выбросы хлора ( $\text{Cl}_2$ ) и его соединений, образование шлаков [7].

Таким образом, необходимость повышения надежности источников оперативного тока путем ряда мер, направленных на увеличение ресурса аккумуляторов, также обусловлено и определенными экологическими проблемами, связанными с производством аккумуляторов вследствие выделения большого количества  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}$ , неоптимизированным режимом заряда, так как мы вынуждены осуществлять «дозаряд» концевых батарей при сбросе избыточного напряжения на балластный резистор с остальных аккумуляторов, и их утилизацией, экологические риски которой связаны с утечкой электролита, оседанием свинцовых частиц и выбросами хлора и дегтя при его переплавке. Каждая из этих проблем в той или иной степени решается повышением срока службы аккумуляторных батарей.

#### Список использованной литературы:

1. Аккумуляторные батареи для ИБП / Оборудование для бесперебойного электропитания. – Текст : электронный // parus-electro.ru = Инжиниринговая компания ООО «Парус электро» : [сайт]. – URL: <https://parus-electro.ru/podderzhka/baza-znaniy/akkumuljatornye-batarei-dlja-ibp.html> (дата обращения: 19.09.2019).

2. Анализ проведения комплексного обследования состояния аккумуляторных батарей в системе оперативного тока электрических распределительных подстанций ОАО «Сетевая компания» / Группа ЭНЭЛТ. – Текст : электронный // enelt.com = ООО "Группа ЭНЭЛТ" – комплексные решения в области электропитания : [сайт]. – URL: <http://www.enelt.com/?id=298> (дата обращения: 25.10.2019).

3. Расчет выбросов загрязняющих веществ при зарядке аккумуляторной батареи / Ecologicals. – Текст : электронный // ecologicals.ru = сайт для разработчиков природоохранной документации. – URL: <http://ecologicals.ru/index/informacija-o-sajte/0-2>. – (дата обращения: 19.09.2019).

4. Варламов, Д. О. Обзор активных устройств балансировки, предназначенных для тяговых аккумуляторных батарей в электрическом транспорте / Д. О. Варламов, А. А. Скворцов, В. П. Хортов. – Текст : непосредственный // Журнал автомобильных инженеров. – 2016. – №5. – С. 21-23.

5. Годовой отчет за 2017 год / Акционерное общество «Тюменский аккумуляторный завод». – Тюмень, 2017. – 10 с. – Текст : непосредственный.

6. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2015 гг. – Москва. – 471 с. – Текст : непосредственный.

8. ГОСТ Р 55828-2013. Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Ликвидация отработавших свинцово-кислотных аккумуляторных батарей : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1765-ст : введен впервые : дата введения 2015-01-01 / разработан ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский центр стандартизации, информации и сертификации сырья, материалов и веществ" совместно с ЗАО "Инновационный экологический фонд". – Москва: Стандартинформ, 2015. – 14 с. – Текст : непосредственный.

Научный руководитель: Орлов В.С., ст. преподаватель

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ

Чашин С.О., Шахова Л.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В нормальных рабочих условиях потребители электрической энергии, которые характеризуются постоянным возникновением электромагнитного поля, потребляют из промышленной сети активную и реактивную мощности. Активная составляющая потребляемой мощности расходуется на совершение полезной работы и преобразуется в тепловую, механическую, звуковую и другие виды энергии. Реактивная составляющая потребляемой мощности расходуется на создание электрического и магнитного поля в реактивных элементах: емкости и индуктивности. Реактивная мощность необходима для обеспечения работы трансформаторов, электродвигателей и других электротехнических устройств, но одновременно она приводит к загрузке электрической сети реактивными токами, которые циркулируют между генератором и нагрузкой. Загрузка электрической сети реактивными токами приводит к дополнительным потерям электроэнергии, увеличивает нагрев токопроводящих элементов, снижает качество электроэнергии.

Из теоретических основ электротехники известно, что индуктивная и емкостная составляющие мощности находятся в противофазе и взаимно компенсируют друг друга. Учитывая, что характер нагрузки в бытовых и промышленных сетях имеет активно-индуктивный характер, в настоящее время компенсация реактивной мощности осуществляется синхронными компенсаторами и различными видами статических компенсаторов.

По способу установки компенсирующих устройств выделяют централизованную, групповую и индивидуальную компенсацию реактивной мощности (рис. 1) [1].

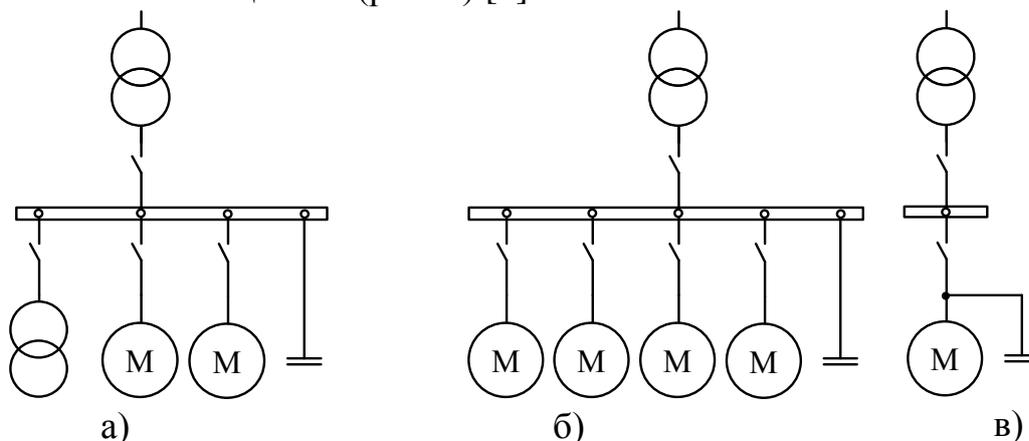


Рисунок 1 – Виды компенсации реактивной мощности: а) централизованная; б) групповая; в) индивидуальная

Централизованная компенсация реактивной мощности (рис. 1а) чаще всего применяется в крупных электроэнергетических системах, нагрузка в которых переменна, с целью компенсации реактивной мощности нескольких электроэнергетических систем.

Групповая компенсация реактивной мощности (рис. 1б) позволяет компенсировать реактивную мощность сразу нескольких потребителей. В этом случае компенсирующее устройство устанавливается на шины комплектно трансформаторной подстанции или подключается к общему распределительному устройству.

Индивидуальная компенсация реактивной мощности (рис. 1в) применяется для компенсации реактивной мощности отдельного потребителя, работающего в длительном режиме.

По способу подключения компенсирующих устройств различают продольную и поперечную компенсацию реактивной мощности (рис. 2).

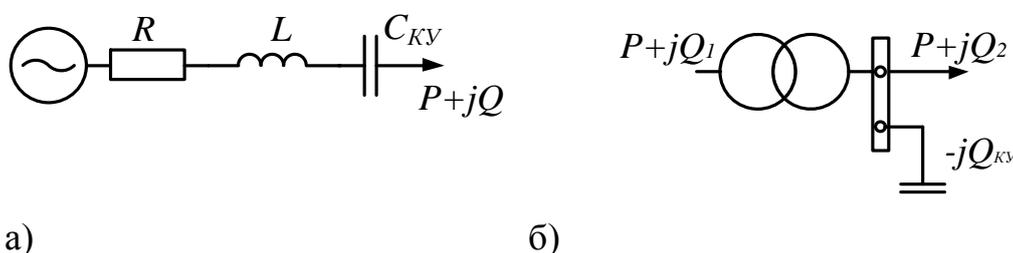


Рисунок 2 – Способы подключения компенсирующих устройств:  
а) продольная; б) поперечная

При использовании продольной компенсации реактивной мощности (рис. 2а) батареи конденсаторов включаются последовательно с нагрузкой через разделительный или вольтодобавочный трансформатор. Положительными аспектами использования продольной компенсации являются снижение потерь активной мощности в линии электропередачи, повышение качества электрической энергии, увеличение передаваемой мощности. Тем не менее, существует риск возникновения аварийных режимов и выхода из строя батарей конденсаторов, вследствие протекания через них полного тока нагрузки.

При поперечной компенсации реактивной мощности (рис. 2б) компенсирующее устройство подключается параллельно нагрузке. Преимуществами такого способа являются улучшенное распределение напряжения вдоль линии электропередач, создание условий для увеличения пропускной способности, снижения внутренних перенапряжений. Минусами такого способа является снижение падения напряжения в узлах электротехнического комплекса, вызванного снижением значения потребляемого тока. Данное явление, может повлечь за собой ситуацию, когда напряжение на подключённой нагрузке будет выше заданного значения. Кроме этого, при расположении компенсирующего устройства на

отдалении от нагрузки неизбежно будет присутствовать потери активной мощности в кабеле. [2]

В нефтедобывающей отрасли в системах электроснабжения кустов нефтедобывающих скважин в основном применяется групповая, поперечная компенсация реактивной мощности. При данном виде компенсации мощность компенсирующего устройства выбирается исходя из количества и мощности подключенных потребителей (погружных асинхронных электродвигателей, низковольтных комплектных устройств). Тем не менее, существуют случаи, когда эффективней использовать индивидуальную [3-5], поперечную или продольную компенсацию реактивной мощности. Например, в установках электроцентробежных насосов [3-6].

#### Список использованных источников:

1. Железко, Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов / Ю. С. Железко. – Москва: ЭНАС, 2009. - 456 с. – Текст : непосредственный.

2. Копырин, В. А. Влияние внутрискважинного компенсатора на падение напряжения в элементах электротехнического комплекса добывающей скважины / В. А. Копырин, А. Л. Портнягин, Р. Н. Хамитов. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2018. - Т. 329, № 9. - С. 117-124.

3. Копырин, В. А. Внутрискважинная компенсация реактивной мощности / В. А. Копырин, В. А. Иордан, О. В. Смирнов. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. - 2015. - № 1. - С. 29-32.

4. Копырин, В. А. Энергетические показатели электротехнического комплекса для добычи нефти при изменении частоты и напряжения источника питания / В. А. Копырин, О. В. Смирнов, А. Л. Портнягин, Р. Н. Хамитов. – Текст : непосредственный // Промышленная энергетика. - 2019. - № 3. - С. 18-25.

5. Копырин, В. А. Повышение эффективности использования электроэнергии погружным оборудованием высокодебитных скважин / В. А. Копырин. – Текст : непосредственный // Омский научный вестник. - 2018. - № 3 (159). - С. 47-51.

6. Багуманова К. Р. Способ повышения энергоэффективности и надёжности электротехнического комплекса механизированной добычи нефти / К. Р. Багуманова, Е. М. Костоломов, В. А. Копырин. – Текст : непосредственный // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: всерос. науч.-практ. конф. - Тюмень, 2015. - С. 10-13.

Научный руководитель: Копырин В.А.

## РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПОГРУЖНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПЭД-Я 70-117 М5В5

Шахова Л.В., Чащин С.О.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Погружной асинхронный электродвигатель (ПЭД) – один из основных узлов установки электроцентробежного насоса добычи нефти. Ввиду конструктивных особенностей данного типа электродвигателей разработка математических и имитационных моделей, описывающих с достаточной степенью точности электромеханические процессы в двигателе, является сложной задачей. В работе [1] приведена имитационная модель погружного электродвигателя ПЭД-Я 63-117 М5В5, реализованная в программном комплексе MatLab/Simulink. Авторами проведено сравнение экспериментальных рабочих характеристик ПЭД с характеристиками, полученными на имитационной модели. Установлено, что разработанная имитационная модель погружного электродвигателя ПЭД-Я 63-117 М5В5 адекватно отображает электромеханические процессы.

Целью данной статьи является разработка имитационной модели погружного электродвигателя ПЭД-Я 70-117 М5В5 со следующими техническими характеристиками:  $U_{ном}=1190$  В,  $P_{ном}=70$  кВт,  $\eta=0,845$ ,  $\cos\varphi=0,84$ ,  $I_{ном}=51$  А [2].

Полная номинальная мощность ПЭД определяется по формуле:

$$S = \frac{P_{ном}}{\cos\varphi \cdot \eta} = \frac{70}{0,84 \cdot 0,845} = 98,62 \text{ кВА.}$$

Параметры погружного асинхронного электродвигателя могут быть определены с помощью метода идентификации параметров погружных асинхронных электродвигателей [3] или по каталожным данным [4].

Параметры имитационной модели приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры имитационной модели погружного электродвигателя

Параметр	Значение
Активное сопротивление обмотки статора, Ом	1,0
Индуктивность обмотки статора, Ом	0,003
Приведенное активное сопротивление обмотки ротора, Ом	0,9
Приведенная индуктивность обмотки ротора, Ом	0,003
Индуктивность контура намагничивания, Ом	0,0789
Момент инерции ротора, кг·м <sup>2</sup>	0,46

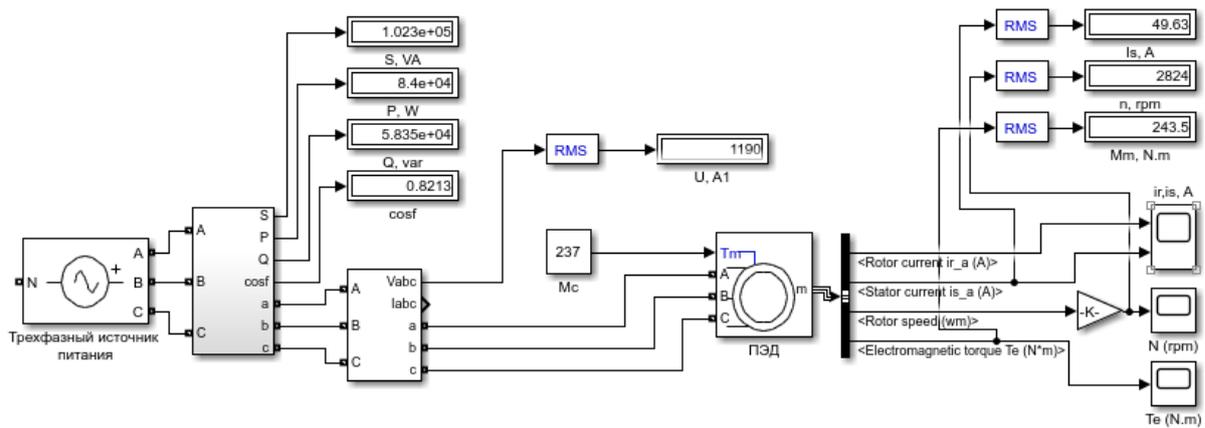


Рисунок 1 – Имитационная модель ПЭД в среде MatLab/Simulink

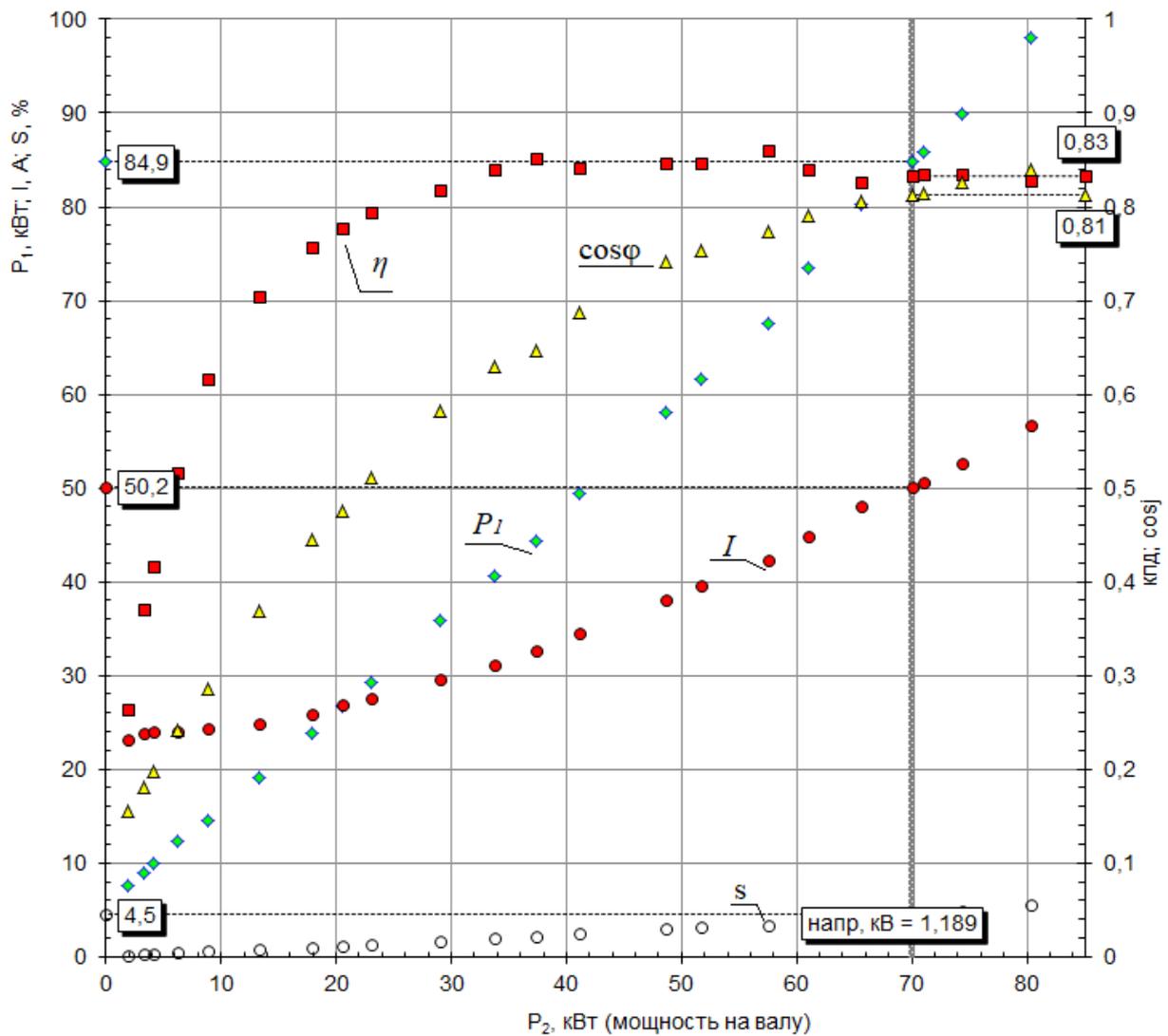


Рисунок 2 – Рабочие характеристики ПЭД-Я 70-117 М5В5 (экспериментальные)

Сравнение экспериментальных рабочих характеристик (данные – 1), полученных в ходе приёмо-сдаточных испытаний (Протокол №30001 от 29.08.0215 ООО «Алмаз»), с результатами имитационного моделирования (данные – 2) приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение экспериментальных и полученных характеристик

Mc , %	Скорость, об/мин			Ток, А			Потребляемая активная мощность, кВт			Коэффициент мощности cosφ		
	1	2	Δ, %	1	2	Δ, %	1	2	Δ, %	1	2	Δ, %
40	2948	2936	0,4	29,8	31,1	-4,4	35,8	34,5	3,6	0,58	0,54	4,9
60	2923	2907	0,5	34,9	35,2	-0,9	49,4	48,0	2,8	0,69	0,66	4,3
80	2898	2864	1,2	42,7	42,3	0,9	67,6	67,1	0,7	0,78	0,77	1,3
100	2862	2824	1,3	50,2	49,6	1,2	84,9	84,0	1,1	0,81	0,82	-1,2
120	2758	2776	-0,7	60,9	58,6	3,8	106,0	103,7	2,2	0,85	0,86	-1,2

Анализ полученных данных показал, что расхождение характеристик, полученных на имитационной модели, от экспериментальных менее 5 %, следовательно, имитационная модель погружного асинхронного электродвигателя ПЭД 2ЭД-Я 70-117 М5В5 адекватно отображает электромеханические процессы электродвигателя.

#### Список использованных источников:

1. Копырин, В. А. Имитационное моделирование режимов работы погружного асинхронного электродвигателя / В. А. Копырин, О. В. Смирнов. – Текст : непосредственный // Омский научный вестник. - 2018. - № 1 (157). - С. 58-62.
2. Каталог ООО «Алмаз». – Радужный: - ООО «Алмаз», 2018. – 162 с. – Текст : непосредственный.
3. Боловин, Е. В. Метод идентификации параметров погружных асинхронных электродвигателей установок электроприводных центробежных насосов для добычи нефти / Е. В. Боловин, А. С. Глазырин. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2017. - Т. 328, № 1. - С. 123-131.
4. Чернышев, А. Ю. Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя по каталожным данным / А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев – Текст : непосредственный // Электромеханические преобразователи энергии : межд. науч.-техн. конф. 17-19 окт. 2007. - Томск, 2007. - С. 269-272.

УДК 620.22

**О НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ БЕСКОНТАКТНОГО ДАТЧИКА  
ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ КОЛЕБАНИЙ  
КРУТИЛЬНОГО МАЯТНИКА**

Венедиктов А.Н., Воронин А.В.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Затухание механических колебаний в твердом теле, определяемое внутренними процессами, происходящими в нем под действием знакопеременных напряжений, называется внутренним трением [1, 2].

Измерение параметров внутреннего трения широко используется для изучения вызывающих его процессов и дает уникальную информацию о диффузии, дефектах кристаллического строения, дислокационной структуре, границах зерен и т.д. [3, 4].

Для изучения механизмов внутреннего трения исследуют затухающие механические колебания в образце. При этом записывают зависимость амплитуды колебаний от времени. Для измерения низкочастотного внутреннего трения, когда частота колебаний не превышает 20 Гц, широко применяют обратный крутильный маятник, схема которого изображена на рис. 1.

Образец 5 закреплен между подвижным и неподвижным захватами 6 так, что весь вес маятника 2 с грузами 6 уравнивается противовесом 1. Частота вращательных колебаний маятника может изменяться грузами 3.

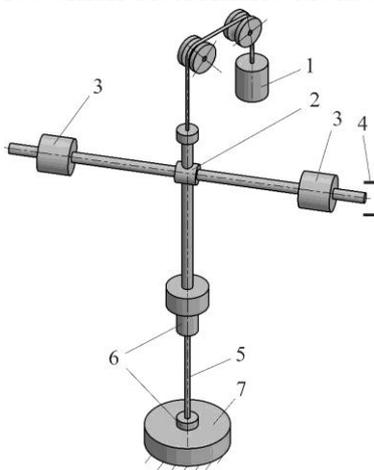


Рисунок 1 - Схема обратного крутильного маятника  
1 – противовес, 2 – маятник, 3 - грузы, 4 – датчик перемещения, 5 –  
образец, 6 – захваты, 7 – неподвижное основание

Для регистрации амплитуды колебаний можно измерять угол поворота маятника относительно состояния равновесия или же линейное

смещение любой точки маятника относительно первоначального положения с помощью датчика 4 (рис. 1). Две эти величины не представляет трудности пересчитать одну в другую, пользуясь геометрическими формулами.

Существует множество датчиков перемещения, в основе работы которых лежат различные физические явления. По принципу действия они бывают: емкостными, оптическими, индуктивными, вихретоковыми, ультразвуковыми, магниторезистивными, потенциометрическими, магнитострикционными, на основе эффекта Холла. Особенности их работы во многом следуют из названия.

Однако большинство из них не могут быть использованы для определения поворота крутильного маятника в установке внутреннего трения. При изучении внутреннего трения необходимо измерять затухание колебаний с минимальным воздействием на маятник. Электромагнитные силы, действующие между датчиком и образцом (емкостный, индуктивный, вихретоковый), могут внести существенные искажения в результаты измерений. Из этих же соображений приходится исключить все датчики, основанные на механическом контакте с измеряемым объектом. Другие же не обладают достаточной точностью (ультразвуковые) или имеют слишком малый рабочий диапазон измерений. Оптические датчики лишены вышеуказанных недостатков, надежны, однако устроены достаточно сложно и часто имеют слишком высокую стоимость [5].

Таким образом, разработка простого по конструкции датчика перемещения для крутильного маятника в установке внутреннего трения является актуальной задачей.

При изготовлении датчика учитывался ряд требований к его параметрам:

1. Высокая частота дискретизации (скорость срабатывания).

Максимальная частота колебаний крутильного маятника принималась равной 20 Гц. Для нахождения амплитуды и корректного описания формы одного колебания необходимо минимум 200 точек. Отсюда следует, что измерения положения маятника необходимо проводить с частотой не менее 4000 Гц.

2. Высокая чувствительность к перемещению

Рабочий диапазон датчика (длина щели) - 10 мм, что соответствует примерно 3 градусам при длине маятника 200 мм. Для измерения положения маятника с точностью 0,005 градуса необходимо иметь возможность проводить 600 измерений в указанном диапазоне. Другими словами, точность измерения должна быть не менее 0,01 мм при измерении линейного перемещения.

4. Максимально линейная зависимость выдаваемого сигнала от измеряемого параметра.

3. Простота в подключении и дальнейшей эксплуатации.

В результате проделанной работы показана необходимость создания оригинального датчика для регистрации перемещений крутильного маятника и обоснованы его основные технические характеристики.

Список использованных источников:

1. Новик, А. Релаксационные явления в кристаллах / А. Новик, Б. Берри. – Москва: Атомиздат, 1975. – 472 с. – Текст: непосредственный.
2. Постников, В. С. Внутреннее трение в металлах / В. С. Постников. – Москва: Metallurgiya, 1969. – 330 с. – Текст: непосредственный.
3. Блантер, М. С. Метод внутреннего трения в металловедческих исследованиях / М. С. Блантер, Ю. В. Пигузов. – Москва: Metallurgiya, 1991. – 248 с. – Текст: непосредственный.
4. Блантер, М. С. Механическая спектроскопия металлических материалов / М. С. Блантер, И. С. Головин, С. А. Головин. – Москва: Инженерная академия, 1994. – 256 с. – Текст: непосредственный.
5. Разработка бесконтактного оптического датчика перемещения щелевого типа для регистрации колебаний крутильного маятника / А. Н. Венедиктов [и др.]. – Текст: непосредственный. // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 2.

Научный руководитель: Венедиктов А.Н., к.т.н., доцент.

УДК62-9

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ КОВША ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА**

Жужневский Д.Л.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В зимнее время главной проблемой при эксплуатации дорог является обильное выпадение снега. На устранение данной проблемы расходуется значительное количество времени, денежных средств, труда. Ввиду необеспечения устранения снега с дорог, образовывается снежный накат, что способствует повышению аварийности на дорогах.

В этом случае единственным выходом будет механизированная уборка снега. Наиболее оптимальным вариантом будет использование фронтального погрузчика. Благодаря своей мобильности, компактности, большой грузоподъемности и способности развивать достаточно большую скорость эта строительная техника успешно справляется с поставленной задачей. Чтобы увеличить производительность работы погрузчика, уменьшить время уборки снега, получить экономический эффект, требуется модернизировать рабочий орган погрузчика.

Цель работы: повысить производительность уборки снега фронтальным погрузчиком за счет увеличения ширины рабочего органа.

Для этого решались следующие задачи:

Задачи:

1. Произвести патентный анализ.
2. Разработать модели усовершенствованных погрузчиков.
3. Рассчитать модернизацию всех вариантов погрузчиков.
4. Рассчитать период окупаемости и производительность погрузчиков.
5. Рассмотреть экологические параметры обслуживания дорог в зимний период.

В ходе выполнения работы использовались следующие методы и приемы: изучение литературных источников, методы натурного наблюдения, имитационное моделирование.

Было разработано 2 варианта модернизации рабочего органа.

1-й вариант модернизации. Ссылка на рис. 1 Конструкция ковша рабочего органа погрузчика на базе погрузчика «Амкодор 333»

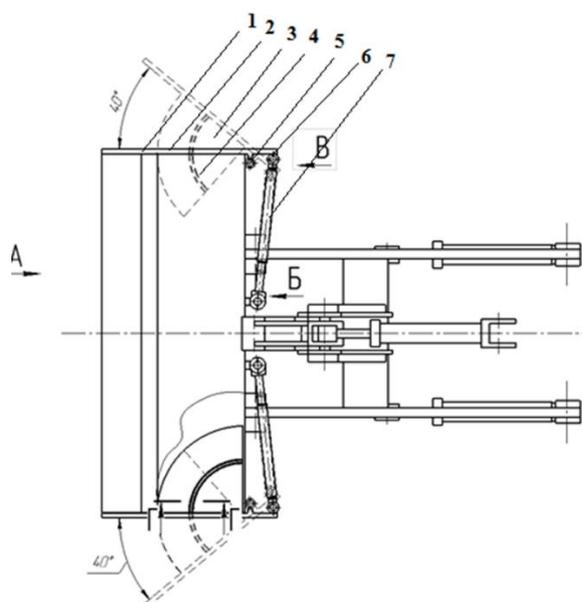


Рисунок 1 - Конструкция ковша рабочего органа погрузчика на примере «Амкодор 333»: 1 – ковш, 2 – поворотная боковина ковша, 3 – сегмент, 4 – направляющая, 5 – ухо ковша и боковины, 6 – ухо боковины и гидроцилиндра, 7 – гидроцилиндр

Увеличение ширины ковша позволяет повысить производительность фронтального погрузчика: увеличение ширины сгребания снега с дорожной поверхности составит 48,8 %.

Второй вариант модернизации представляет собой обыкновенный ковш с доваренными формой полукруга верхними сегментами. Принцип работы данной модели заключается в том, что при необходимости увеличить площадь загребания снега, боковины ковша раскладываются и становятся частью днища. Верхние сегменты, в свою очередь, служат

боковинами и защищают от потери снега. Ссылка на рис.2 , рис 3. Ковш в закрытом состоянии , Ковш в открытом состоянии

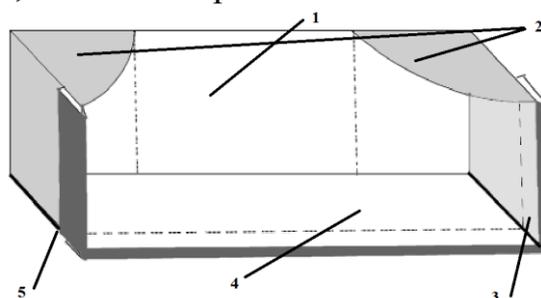


Рисунок 2 - Ковш в закрытом состоянии

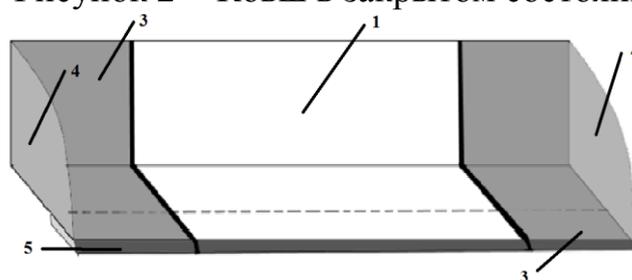


Рисунок 3 - Ковш в открытом состоянии

Показатели	БМ	ММ1	ММ2
1. Цена, тыс. руб.	2700	2711	2723
2. Производительность, м3/год	10 000	14 800	15 660
3. Затраты на топливо, руб.	852 000		
4. Срок окупаемости, год	-	2,23	1,78
5. Годовой экономический эффект, руб.	-	136 396	175 841

Вывод: Таким образом, использование предлагаемой модернизации ковша фронтального погрузчика позволяет уменьшить количество проходов машины, а, следовательно, снизить затраты на уборку снега с автомобильных дорог. Следовательно, варианты модернизации фронтального погрузчика Амкодор 333 эффективны.

Список использованных источников:

1. Конев В. В. Модернизация ковша фронтального погрузчика для уборки снега / В. В. Конев, Ш. М. Мерданов, А. С. Шевелев. – Текст: непосредственный // Фундаментальные исследования, 2016. №2-1. – с.54-58.

Научный руководитель: Конев Виталий Валерьевич

## **РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО ПОРШНЕВОГО АВИАДВИГАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ «М-11 ФР»**

Жужневский Д.Л.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для создания самолета малой авиации требуется значительное количество времени, ресурсов, труда. Также, немало важным являются детали, входящие в каркас самолета. Одним из таких является двигатель.

В России в настоящее время полностью отсутствует производство поршневых авиадвигателей для малой авиации, что заставляет отечественных конструкторов применять двигатели зарубежного производства. Однако стоимость таких марок составляет почти четверть от стоимости самолета. В связи с этим, появляется необходимость разработки собственной модели.

Цель работы: разработать инновационный поршневой авиадвигатель для получения улучшенных физических характеристик и экономического эффекта, а также возможности конкуренции на рынке товаров.

Задачи:

1. Разобраться с ситуацией мирового моторостроения.
2. Проанализировать модели поршневых двигателей.
3. Наметить тенденции и перспективы.
4. Разработать конструкцию двигателя.
5. Рассчитать стоимость модели.
6. Сравнить полученный вариант со зарубежными моделями.

Проанализировав марки двигателей, было принято решение о разработке модели на базе мотора М-11 ФР. Для своего времени двигатель не обладал выдающимися характеристиками, однако был вполне надежен, технологичен в производстве, не очень капризен к используемому топливу и маслам. Он мог быть изготовлен с минимальным использованием импортных

материалов и комплектующих. Главные минусы данного мотора: большой расход топлива и ограниченное время работы. Первоначальная цена мотора составляет 10 000 €. Убрав главные минусы данной модели, получится выгодный эффект. Для этого требуется осовременивание двигателя.

Установка турбокомпрессора. Турбокомпрессор является сложным устройством, используемым в целях увеличения мощностных характеристик двигателя благодаря большому количеству воздуха, который подается в цилиндры. Присоединение турбокомпрессора к звездообразному двигателю осуществляется с помощью кольцевой системы. (выпуск топлива пяти цилиндров сводится к одной трубе, на которую надевается турбокомпрессор).

Установка системы впрыска топлива двигателя. Система впрыска авиационных двигателей — удобная альтернатива карбюраторной, так как инжекционная система работает в любом положении относительно направления силы тяжести. Помимо этого, данная система решает проблему поступления топлива в нижние цилиндры, что увеличивает срок службы и уменьшает риск поломки. Благодаря установке инжекторной системы, появляется возможность изменять отношение топлива к воздуху. Вследствие этого, значения мощности, скорости, крутящего момента могут варьироваться.

Установка воздушного стартера. Воздушный стартер — это турбоагрегат, работающий на сжатом воздухе. Сжатый воздух, как правило, поступает от турбины компрессора. Сжатый воздух может подаваться и от наземных установок или воздушных баллонов, а также от турбины компрессора соседнего, уже запущенного авиадвигателя.

Благодаря осовремениванию, двигатель «М-11 ФР» приобрел улучшенные физические характеристики и способен составить конкуренцию зарубежным моделям.

Таблица 1: Сравнение «М-11ФР» (осовремененный) с Rotax-912 и Lycoming 235-C

Параметр	Rotax-912	Lycoming 235-C	М-11 ФР (о)
Мощность двигателя (л.с.)	100	100	130
Крутящий момент (Нм)	120	110	135
Степень сжатия	10,5	6,75	5,0
Число оборотов в минуту	5800	2400	1650
Масса двигателя (кг)	61	96,6	162
Стоимость двигателя (тыс.руб.)	2500	2702	765

Из таблицы видно, что стоимость двигателя «М-11 ФР» почти в 4 раза дешевле при улучшенных характеристиках. Это даёт большие задатки для разработки новых отечественных моделей. В отличие от своих конкурентов, двигатель имеет высокую мощность при малых оборотах, также, за счет веса и большого крутящего момента появляется дополнительная тяга. Дистанция для взлета может быть уменьшена. Двигатель оснащается дополнительной надежностью и продолжительным жизненным циклом.

Список использованных источников:

1. Авиапанорама: [сайт]. — URL: <https://www.aviapanorama.ru/2010/09/gde-vzyat-dostojnye-dvigateli-dlya-maloj-aviacii>. - Текст : электронный.

2. Avia.pro [сайт]. – URL: <http://avia.pro/blog/dvigatel-kotoryy-zhdali-miniaturnyy-gtd-dlya-maloy-aviacii>. - Текст : электронный.

3. Техавтопорт [сайт]. – URL: <https://techautoport.ru/dvigatel/vpusknaya-sistema/turbokompressor.html>. - Текст : электронный.

Научный руководитель : Сафонкин Александр Сергеевич.

УДК 621.91.01

## **ОБЗОР МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ**

Кузнецов К.Д., Старостенко Д.А., Васильев Д.В.,  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

При резании металла величина температуры на границе раздела инструмента и стружки это функция параметров резания. Эта температура напрямую влияет на производство; следовательно, расширенное исследование роли температуры резания может привести к улучшению механической обработки операции.

Во время резания металла величина температуры на режущей кромке является функцией параметром функции резания. Эта температура напрямую влияет на производительность. Выделяемое тепло, в процессе резания влияет на срок службы инструмента, вид образование стружки, качество поверхности, силу резки и т. д.

Максимальный нагрев происходит на передней поверхности инструмента. Таким образом, обрабатываемость может быть улучшена путем мониторинга температура резания на инструменте. Оценка температуры - одна из самых сложных и трудных процедур резки металла. Из-за сложности различных событий, происходящих в точке соприкосновения инструмента с заготовкой, измерения температуры является чрезвычайно сложным процессом.

Следовательно, точное и повторяемое прогнозирование температуры все еще остается проблемой из-за контактных явлений в процессе резания [1]. Довольно сложно измерить температуру, потому что теплообразование очень близко к режущей кромке. Из-за отсутствия достаточных экспериментальных данных, невозможно проверить математическую модель; однако были предприняты многочисленные попытки измерить температуру при механической обработке [2].

Лоуэн и Шоу [3] разработали аналитическую модель прогнозирования для измерения резки температуры во время обработки. Они пришли к выводу, что температура резки является функцией скорости резания и скорости подачи.

Они указали среднюю температуру резания как:

$$\Theta_t = V^{0.5} f^{0.3} \quad (1)$$

где  $\Theta_t$  - средняя температура резания,  $V$  - скорость резания, а  $f$  - скорость подачи.

Методы измерения температуры включают: инструмент со встроенной термопарой, инфракрасные пирометры и термочувствительную краску, а так металлографию на основе микроструктурных, измерение цвета и использования тепловизионных камер. У каждой техники свои преимущества и ограничения в зависимости от физических измерений [4-7].

Термопары являются одним из наиболее широко используемых экспериментальных методов измерения температуры в обработке. Термопары являются проводящими, недорогими, могут работать при широкой температурном диапазоне и могут быть легко применены; однако они измеряют только среднюю температуру в течение всей площади контакта инструмента и заготовки. Стивенсон заявил, что на основе этой методики измерения при использовании термопар среднее усилие электродвигателя (ЭДС) находится в интерфейсе инструмента и детали [8].

Гржезик [9] исследовал влияние температуры поверхности интерфейса инструмента при обработке AISI 1045 и AISI 304 с использованием инструментов с покрытием. Использовалась стандартная термопара К-типа, вставленная в заготовку измерения температуры интерфейса. Трение на боковой поверхности оказало большое влияние на тепло генерирующееся при скорости резки приблизительно 200 м / мин. Коттерм [10] измерил обработанную поверхность температуры с двумя термопарами, вставленными в заготовку при обработке алюминия 6082-T6.

Результаты показали, что увеличение скорости резки привели к уменьшению сил резки и температуры обрабатываемой поверхности. Это снижение температуры было связано с высшим металлом скорости удаления, которая привела к большему количеству тепла, унесенного чипом.

Ай и Ян [11] использовали технику с термопарами К-типа для анализа изменений температуры в твердосплавных пластинах при резке различных материалов, таких как медь, чугун, алюминий 6061 и AISI 1045 сталь. Они заметили, что колебания температуры в местах рядом с режущей кромкой были более холодными для пластичных материалов и менее для труднообрабатываемых материалов Yujing et al. [12] сообщили об экспериментальном исследовании влияния параметров резки на температуру резки в фрезерование Ti6Al4V с применением полусинтетической термопары. Результаты анализа показали, что инструмент и температура заготовки, выполненная в аналогичном восходящем тренде с увеличением параметров резки включая скорость резки, скорость подачи, радиальную и осевую подачу, а также степень их влияния уменьшается последовательно. Кришна и соавт. [13] исследовано

прогнозирование температуры в ортогональной обработке композитов Al / SiCr.

С использованием термопары проводились эксперименты по измерению температуры вдоль кромки режущего инструмента при различных скоростях и глубинах резки, сохраняя скорость подачи постоянной, при токарной обработке твердосплавным режущим инструментом К-20. Анализ установившегося теплообмена осуществлялся и распределение температуры на режущей кромке, в зоне сдвига и в областях сопряжения сообщалось.

В дополнение к термопарам ИК-методы, вероятно, являются вторым наиболее распространенным методом измерения температуры при обработке. В ИК-методике температура поверхности тела измеряется на основе излучаемой тепловой энергии [14]. В этой технике излучение инструмента, заготовка и чип измеряются для установления температуры на наружных поверхностях этих регионов [15]. Радиационные методы являются бесконтактными методами измерения температуры поверхности тела на основе его излучаемой тепловой энергии. Эта техника, возможно, наиболее подходит для поворота, где высокая температура может быть легко зафиксирована, так как нет прямого контакта с источником тепла. С другой стороны, обструкция микросхемы затрудняет измерение температуры на поверхности раздела микросхема инструмента [2].

Лин и соавт. [16] использовали инфракрасный пирометр для измерения температуры стружки инструмента для карбида и керамики инструменты со скоростью резания 600 м / мин. Dewes et al. [17] использовали ИК-камеру и термопару методика измерения температуры стружки при высокоскоростной обработке, закаленной стали H13 обработка. В исследовании для сравнения теплового потока через паяные и склеенные инструменты использовалась ИК камера

Дарвиш и соавт. [18] для измерения температуры поверхности инструмента и стружки в тестах на ортогональную резку.

Янг [19] использовал ИК-камеру для измерения температуры задней части чипа и интерфейса температура при ортогональной резке стали AISI 1045.

Влияние параметров резания на температуру инструмента изучалось в других исследованиях, таких как Чу и Уоллбэнк в 1998 году, где была установлена связь между температурой резания и параметры резания для определенного диапазона скоростей резания и скоростей подачи. Отношения температуры заготовки с параметрами резки была установлена, и результаты показали, что температура хорошо коррелирует со скоростью резания и скоростью подачи, но мало влияет на радиус [20]. Лян и соавт. [21] разработали трехмерную процедуру обратной теплопроводности,

которая была предложена количественно определить установившуюся температуру интерфейса инструмента-стружки в режиме сухого точения.

Инфракрасный метод использовался для измерения температуры на передней поверхности вставки во время переходного процесса. Процесс охлаждения после того, как движение подачи было остановлено. С экспериментальными измеренными данными температуры, 3-D модель теплопроводности резака, и схема оптимизации были использованы для решения эффективного нагрева потока на интерфейсе инструмента-чипа, и температура интерфейса во время точения. Згорняк и Грдунская [22] измеряли распределение температуры в зоне резания при окончании фрезерования магния Сплав AZ91MP с использованием метода ИК измерений.

Таким образом, можно наблюдать распределение температуры и даже контролировать температуру чипов, созданных в процессе производства, однако измерение температуры при обработке все еще является проблемой, которая требует уникального решения.

В этом исследовании наиболее широко использовались встроенная термопара типа К и инфракрасный пирометр выбран для измерения температуры инструмента и поверхности раздела микросхема инструмента при ортогональном металле резки. Влияние скорости резания, скорости подачи и глубины резания на температуры. Распределение тепла в режущем инструменте, интерфейсе инструмента и стружки и заготовке обеспечено полезным информация об оптимизации выбранных параметров резки.

В данной статье были использованы методы с использованием ИК-пирометра и термопары типа К одновременно измерять интерфейс инструмента-чипа и температуру инструмента при токарной обработке AISI Легированная сталь 4140 (твердость 50 HRC). Это мультисенсорное приложение для резки металла предоставило информацию о влиянии параметров резки на распределение тепла. Эти приложения (как температура чипа и измерения температуры инструмента) уникальны в контексте обработки, и не так много информации встречается в литературе. Распределение тепла от режущего инструмента, инструмент-чип интерфейс и заготовка могут предоставить полезную информацию об оптимизации выбранного раскроя параметров. Поэтому очень важно, чтобы связь между параметрами резки и распределению тепла можно было определить.

#### Список использованных источников:

1. Резников, А. Н. Тепловые процессы в технологических системах. / А. Н. Резников, Л. А. Резников – Москва: Машиностроение, 1990. – 288 с. – Тест: непосредственный.
2. Зорев, Н. Н. Вопросы механики процесса резания металлов / Н. Н. Зорев. - Москва: Машгиз, 1956. – 368 с. - Тест: непосредственный.

3. Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М.А. Ансеров. – Москва: Машиностроение, 1985. - 650 с. - Тест: непосредственный.
4. Хажинский, Н. М. Скоростные методы обработки металлов / Н. М. Хажинский. -Москва: Машгиз, 1949. - Тест: непосредственный.
5. Шульман, П. А. Скоростная обработка металлов резанием / П.А. Шульман. -Москва: Машгиз, 1951. - Тест: непосредственный.
6. Вульф, А. М. Новые работы в области резания металлов / А. М. Вульф, П. П. Загарецкий Н. А. Эфрон. -Москва: Машгиз, 1951. - Тест: непосредственный.
7. Abhang, L.B.; Hameedullah, M. The Measurement of tool-chip interface temperature in the turning of steel. *Int. J. Comput. Commun. Inf. Syst. (IJCCIS)* 2010, 2, 1-5. - Text : electronic.
8. Stephenson, D.A. Tool-work thermocouple temperature measurement. *ASME J. Eng. Ind.* 1993, 115, 432-437. - Text : electronic.
9. Grzesik, W. Experimental investigation of the cutting temperature when turning with coated Index able inserts. *Int. J. Mach. Tools Manuf.* 1999, 39, 355-369. - Text : electronic.
10. Sullivan, O.; Cotterm, M. Temperature measurement in single point turning. *J. Mater. Process. Technol.* 2001, 118, 301-318. - Text : electronic.
11. Ay, H.; Yang, W.J. Heat transfer and life of metal cutting tools in turning. *Int. J. Heat Mass Trans.* 1998, 41, 613-623. - Text : electronic.
12. Yujing, S.; Jie, S.; Jianfeng, L.; Qingchun, X. An experimental investigation of the influence of cutting parameters on cutting temperature in milling Ti6Al4V by applying semi-artificial thermocouple. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 2014, 70, 765-773. - Text : electronic.
13. Krishna, S.A.A.R.; Reddy, P.R. Temperature prediction in orthogonal machining of Al/SiCp Composites. *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.* 2012, 2, 223-229. - Text : electronic.
14. Fata, A. Temperature measurement during machining depending on cutting conditions. *P&A Sci. Technol.* 2011, 1, 16-21. - Text : electronic.
15. Ranc, N.; Pina, V.; Herve, P. Optical measurements of phase transition and temperature in adiabatic shear bands in titanium alloys. *J. Phys.* 2000, 10, 347-352. - Text : electronic.
16. Lin, J., Lee, S.L.; Weng, C.1. Estimation of cutting temperature in high speed machining. *Int. J. Mater. Technol.* 1992, 114, 289-296. - Text : electronic.
17. Dewes, R.C.; Ng, E.; Chua, K.S.; Newton, P.G. Temperature measurement when high speed machining hardened mould/die steel. *J. Mater. Process. Technol.* 1999, 92-93, 293-301. - Text : electronic.
18. Darwish, S.; Davies, R. Investigation of the heat flow through bonded and brazed metal cutting tools. *Int. J. Mach. Tools Manuf.* 1998, 29, 229-237. - Text : electronic.

19. Young, H.T. Cutting temperatures response to flank wear. *Wear* 1996, 201, 117-120. - Text : electronic.

20. Chu, T.; Wallbank, J. Determination of the temperature of a machined surface. *ASME J. Manuf. Sci. Eng.* 1998, 120, 259-263. - Text : electronic.

21. Liang, L.; Hao, X.; Zhiyongb, K. An improved three-dimensional inverse heat conduction procedure to determine the tool-chip interface temperature in dry turning. *Int. J. Ther. Sci.* 2013, 64, 152-161. - Text : electronic.

22. Zgorniak, P.; Grdulska, A. Investigation of temperature distribution during milling process of Az91hp Magnesium Alloys. *Mech. Mech. Eng.* 2012, 16, 33-40. - Text : electronic.

Научный руководитель: Артамонов Е. В., д.т.н., профессор.

УДК 811.161'37

### **ANALYSIS OF TYUMEN COMPETITIVE SERVICES OF AMERICAN AND ENGLISH ROAD-BUILDING MACHINERY**

Kuzmin. A.M., Ionin I.D.

Industrial university of Tyumen, Tyumen

The era of globalization has led to significant changes in the structure of education and science. The development of high technologies, scientific and technical spheres require new approaches to the study of the subject [1]. The purpose of our article is to analyze the English and American road-building machinery in Tyumen, and technical service of them for the further use of this material during English lessons.

The importance of Tyumen road-building machinery services with its large spaces of climatic conditions and undeveloped road and transport infrastructure. It is a purpose of any practical research. The role of the following research is increasing.

Large-scale road construction is impossible without the organization of the effective operation of English road-building machinery. The main solution of English road-building machinery using is the availability of service companies engaged in ensuring the reliability of maintenance and repair of machines.

American road-building machinery is gaining more and more popularity in the world, and Tyumen was no exception. We will describe firms which Tyumen road construction companies are preferred in this article.

We start to analyze the most popular American firms producing road-building machinery. The first and most well-known American company is Caterpillar. It is specializing in the production of earthmoving equipment, road-building machinery and power plants. The second well-known American company is Terex. It is an American corporation of manufacturing machinery in mining and oil industries. JCB is a well-known English company of heavy road-building machinery, excavators, loaders and dump trucks. All these companies

are deservedly the most sought-after manufacturers of American and English road-building machinery. They have a huge selection of various machines and equipment. The high quality is one of their advantages. JCB is high quality and reliability. Moreover, it is very popular in Tyumen/

However, as soon as there was a need for high-performance road-building equipment in Russia, the market was immediately filled by a few European manufacturers who immediately opened their branches in large Russian cities, offering mainly used equipment which limits access to more advanced American and English equipment. But it does not prevent Russian companies to choose American manufacturers whose equipment and technology are reliably established themselves in our climatic conditions.

As for the service, American manufacturers have advantages. They are the most prestige and useful. Convenience and the ability to access units that need servicing are undoubtedly significant pluses against European manufacturers. It should be say that European manufacturers practically did not think about this issue., maintenance of such equipment is carried out only in branded service centers in Europe. There are a few similar service centers of English and American road-building machinery in Russia.

English and American road-building machinery is stably in high demand. It is a fact that their cost is 3-5 times higher than domestic high-level equipment. The price of cars assembled in Russia is already only 15-30% lower than the cost of foreign analogues.

Obviously, the technical level of a significant share of Russian cars is low. They have less power and performance with more weight, and such indicators are 27-30% lower than similar indicators of foreign-made equipment. Russian road-building machinery is significantly inferior to its foreign counterparts and due to non-compliance with the requirements of international standards of ergonomics, ecology and design.

One of the main components of service choosing, of course, is the price, quality, time of maintenance.

Corrus-Tech is a famous service company. The main activity of the company is the supply of roadbuilding and construction machinery and equipment, spare parts and consumables from Finland, Italy, Germany, Eastern Europe and the USA

The company "SST-Service" is the leader in sales of spare parts and repair of JCB. The areas of work include:

- Supply, maintenance and repair of road-building machinery
- JCB engine repair;
- sale of spare parts, lubricants and components of foreign road-building equipment;
- supply of additional equipment.

“High-quality work and honest cooperation are the best advertising of this company. Other company is LLC "SDK - Service". It is one of the specialized

companies, its main direction is repairing of American and English road-building machinery (from current to complete) used in various industries.

Thus, American and English road-building machinery is of high quality and reliability and is very popular in Tyumen.

#### Список использованных источников:

1. Исакова, А. А. Ретроспектива формирования коммуникативной компетенции / А.А. Исакова. – Тест: непосредственный // Интеграция образования. 2017. - Т. 21. - № 1 (86). - С. 46-53.

2. Конев, В. В. Повышение эффективности эксплуатации строительно-дорожных машин в условиях севера / В. В. Конев, Ш. М. Мерданов, В. А. Баширов, Я. К. Дудкин. – Тест: непосредственный // Проблемы функционирования систем транспорта. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. В 2-х томах. Ответственный редактор А.В. Медведев, 2018. - С. 99- 103.

Научный руководитель: Исакова А.А., к.филол.н., доцент  
УДК 62-43

### **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНА В СОВРЕМЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ**

Кузьмин М.С.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Генеративный дизайн - современная технология проектирования деталей. Основана такая технология на применении специализированного программного обеспечения, которое способно самостоятельно почти без участия конструктора, генерировать пространственные модели, отвечающим заданным условиям. Фактически в этой системе компьютеру предоставляются творческие функции, которые приводят к техническому результату.

Данная технология все значительно чаще стала применяться в качестве основного инструмента в системах автоматизированного проектирования. Причина этому быстрый рост возможностей современных компьютеров и суперкомпьютеров и чрезвычайно быстрое развитие аддитивных технологий (3D печать). С помощью аддитивных методов изготовления деталей появилась возможность к производству изделий, разработанных с помощью нового инструмента.

В настоящее время стоимость 3D - печати снизилась до отметки, при которой можно позволить применять печать для массового производства. Продолав путь «генеративный дизайн - аддитивные технологии» многие аналитики называют новой промышленной революцией.

Можно привести несколько работ созданных по данной технологии. К примеру, возьмем пешеходный мост через канал в городе Амстердаме по проекту компании MX3D представленный на рисунке 1.

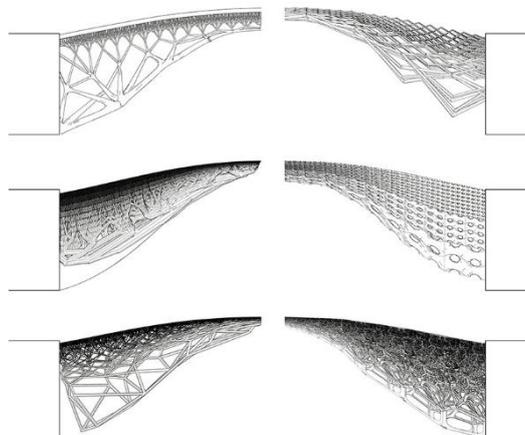


Рисунок 1 - Пешеходный мост через канал в Амстердаме

Данный проект позволит показать всему миру, что уровень 3D печати достиг невероятных высот, позволяющих работать с масштабными проектами.

Для машиностроения особый интерес представляет технология топологической оптимизации, которая позволяет экономить материал при производстве изделий.

Типологическая оптимизация - это поиск оптимальной формы изделия, при уменьшении его массы и сохранении всех его прочностных характеристик.

Рассмотрим технологию оптимизации на примере трубопроводной опоры 1020У-125 ОСТ 34-10-616-93. Проект предусматривает использование функционала программы Autodesk Inventor для оптимизации конструкции детали. Данная программа представляет собой современную САПР, в которой существует специализированный модуль – Генератор форм. Генератор форм позволяет автоматически сгенерировать оптимальную форму детали, исходя из заданного пользователем набора закреплений, нагрузок и прочих граничных условий.

Можно использовать Генератор форм для исследования проектных возможностей на раннем этапе проектирования, и для оптимизации формы и веса уже спроектированных деталей.

Пример полученного результата представлен на рисунке 2.

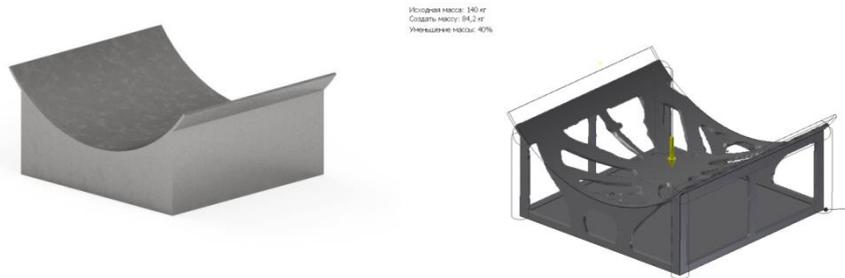


Рисунок 2 - Результат оптимизации нефтегазовой опоры

Топологическая оптимизация дает наилучший результат по заданным конструкторам условиям, что позволяет привлечь интерес к такому изделию даже при отсутствии возможности изготовления. Пусть идеал достичь нельзя, но всегда нужно к нему стремиться, создавая технологически правильные детали, но с внесение изменений на основе расчетов оптимизации в их конструкцию.

Список использованных источников:

1. ОСТ 34-10-616-9. Опора приварная скользящая и неподвижная. Дата введения 01.01.1994. – Текст: непосредственный.

УДК 669

## **КОНТРОЛЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛИ 09Г2С**

Локшин А. Д.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Большая часть объектов установки комплексной подготовки газа (УКПГ) эксплуатируется на пределе или уже исчерпало свой гарантийный срок безопасной эксплуатации. Одной из основных причин выхода из строя оборудования или деталей, помимо износа, является нарушение целостности. Порядком 80% таких дефектов ремонтного производства устраняются сваркой. Такой метод имеет ряд особенностей, сварочные соединения являются ответственными и потенциально опасными местами объектов, и этот фактор необходимо учитывать при определении остаточного срока службы [1,2]. Работы с помощью методов, средств и технологий неразрушающего контроля и диагностирования позволяют определить текущее техническое состояние объекта, они являются неотъемлемой частью работы по экспертизе промышленной безопасности [1]. Но в ряде случаев при проведении экспертизы недостаточно выявить опасный дефект, необходимо установить причины возникновения и дать прогнозы их развития для разработки мероприятий по восстановлению работоспособности и обоснованию его дальнейшей безопасной

эксплуатации. С этой целью проводят комплекс лабораторных разрушающий и неразрушающий испытаний материала и сварных соединений. Оценка качества деталей визуально или методами магнитной дефектоскопии, испытание материала на статическое растяжение, ударный изгиб, стойкость против механического старения и измерения твердости предусматриваются в стандартах и технических условиях [2]. Известно что, наиболее потенциально опасным местом сварного соединения является зона термического влияния. Наиболее приемлемым является метод определения твердости, как наиболее производительный и неразрушающий метод, пригодный к массовому контролю качества.

По результатам замера твердости HRB с дальнейшим пересчетом в HB, твердость стыкового сварного соединения обечайки варьируется от 131 HB у основного материала, 140 HB твердость наплавленного слоя и до 163 HB максимальная твердость в зоне термического воздействия. Изучение зоны сварного соединения показало типичную неоднородность прочностных свойств. Распределение твердости имеет ярко выраженные экстремальные точки, означающие значительное термическое влияние.

Список использованных источников:

1. Волченко, В. Н. Контроль качества сварки / В. Н. Волченко, А. К. Гуревич, А. Н. Майоров и др.; Под ред. В. Н. Волченко. – Москва: Высшая школа, 1975. – 408 с. – Текст: непосредственный.
2. ГОСТ 6996 – 66. Сварные соединения. Методы определения механических свойств: межгосударственный стандарт: утв. и введ. в действие Постановлением Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР 03.03.66 N 4736 : введ. впервые : дата введ. 1967-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 66 с. - Текст : непосредственный.

Научный руководитель: Балина О.В., к.т.н, доцент.

УДК 621.644.073

## **ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ**

Мартюк Д.Р.,

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

На сегодняшний день огромное количество магистральных трубопроводов проектируется в районах болот, рек [1]. Правильная прокладка через водные преграды и последующее корректное обслуживание обеспечат бесперебойную работу трубопровода в течении всего срока эксплуатации [2].

Смещение трубопровода относительно проектируемой оси проложения и определение величины этого отклонения является наиболее важной проблемой всех эксплуатирующих организаций[3].

Все приборы, которые определяют положение объекта в пространстве весьма дорогостоящи и сложны в эксплуатации. Наша работа и экспериментальная модель(рисунок 1.) позволяют решить данные проблемы. Непосредственное измерение происходит с помощью трехосевого гироскопа и акселерометра. Микроконтроллер в среде Arduino сопоставляет значение гироскопа и акселерометра, записывает в документ формата txt на твердотельный флэш-накопитель SD. Выбор двух датчиков (акселерометра и гироскопа) позволяет получать точные результаты, т.к. гироскоп точен на малых скоростях, а гироскоп- на более 10 км/ч. Также использован преобразователь напряжения на 5 Вольт для стабильной работы микроконтроллера прибора и датчиков.

Последующую визуализацию показаний по трем осям необходимо реализовывать в программе MathCAD. Пакет Microsoft Office не позволяет обработать большой объем данных в трехмерный график.

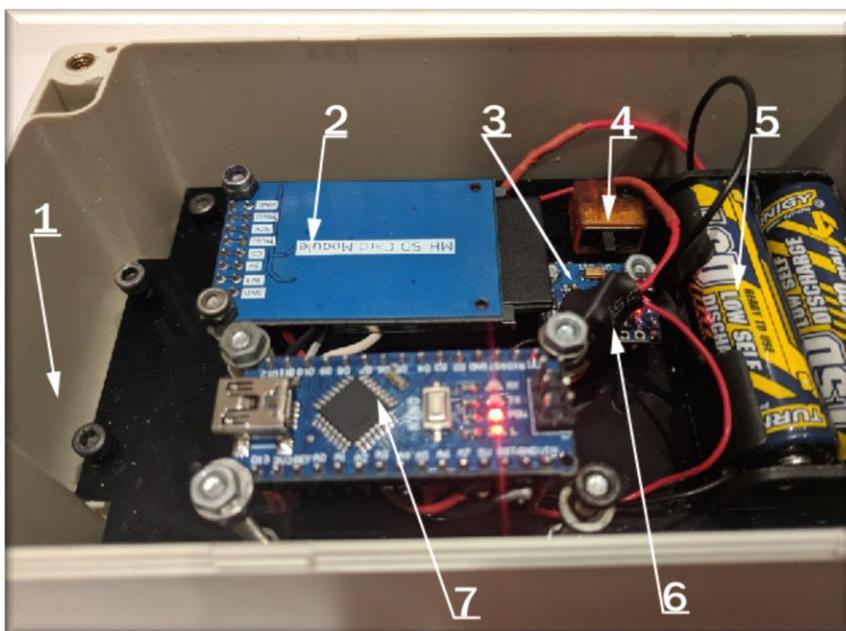


Рисунок 1 - Общий вид экспериментального прибора для пространственного позиционирования трубопровода. 1- влагозащищенный корпус; 2- кардридер; 3- сенсор(гироскоп+акселерометр); 4- выключатель; 5- источник питания; 6- преобразователь напряжения; 7- микроконтроллер.

Испытания экспериментальной модели показали отклонение в процессе измерений в 1-2 мм. Последующие испытания модели необходимо проводить в металлической трубе и с более точными датчиками для определения влияния металла на работу прибора.

По всей работе можно сделать выводы, что, помимо теоретической части и алгоритма будущей работы прибора, построена экспериментальная модель и опробованы на практике алгоритмы работы гироскопа с акселерометром с последующей обработкой результатов.

#### Список использованных источников:

1. Егорова, Е. В. Современные технологии диагностики трубопроводов / Е. В. Егорова, А. В. Кондратьев, О. Е. Губа. – Текст: непосредственный // Сборник: Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа Материалы IX Междунар. науч.-практич. конфер., Астрахань, 2018.- С. 44-46.

2. Мишин, Н. В. Использование видео и робототехники при диагностике повреждений трубопроводов/ Н. В. Мишин, В. М. Филенков. – Текст: непосредственный // Сборник: Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии Сборник статей XIX Междунар. науч.-практич. конфер., Пенза, 2017. - С. 52-57.

3. Ярмухаметова, А. М. Комплексная оценка технического состояния магистрального газопровода для совершенствования планирования ремонта/ А. М. Ярмухаметова, А. А. Разбойников. – Текст: непосредственный // Сборник: Проблемы функционирования систем транспорта Материалы Междунар. науч.-практич. конфер. студентов, аспирантов и молодых учёных. В 2-х томах. Ответственный редактор А.В. Медведев, Тюмень, 2018.- С. 89-92.

УДК 62-19

### **СОСТАВНЫЕ ПРОТЯЖКИ**

Пашнин Е. Е.,

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

Протяжки делятся по типу на цельные и составные. Составные, они же сборные, это вид протяжек конструкция которых отличается от конструкции цельных протяжек тем, что режущие элементы выполняются отдельно от корпуса. Применяют их в основном для больших отверстий. Различают следующие разновидности составных протяжек:

1) со вставными зубцами. Режущие элементы в таком варианте изготавливаются из пластин твердого сплава. Зубья крепятся к корпусу с помощью гладких клиньев и имеют плоскую форму. Инструмент применяют для протягивания шпоночных канавок, и пазов. Сборные протяжки с винтовым расположением вставных зубьев часто применяют для обработки глубоких отверстий. Инструмент имеет специальные

канавки, которые используются для подачи смазочной жидкости ко всем зубьям, а так же для дробления образовавшийся стружки.

2) с насадными зубцами. Сборные протяжки с насадными режущими зубьями могут использоваться при протягивании отверстий. Протяжка состоит из корпуса и насадных элементов, выполненных из твердосплавных материалов. Поверхность пазов, в ступицах каждой режущей пары насадных элементов, выполнена криволинейной. При таком исполнении сборной протяжки, значительно увеличивается надежность и долговечность инструмента. После установки насадных режущих зубьев на посадочную часть, в криволинейные впадины производится введение прокладок и заполнение из быстротвердеющей массой, выполняющую после затвердения роль шпонок.

3) с накладными режущими и калибрующими секциями (секционные протяжки). Данный инструмент достаточно трудный в конструктивном исполнении. Для упрощения использования секционной протяжки, отдельные ее секции монтируются в съемных кассетах, а настройка на размер проходит по соответствующим шаблонам. В зависимости от способов крепления секций на плите, сборные протяжки могут исполняться: винтами сверху через секции, винтами снизу, боковыми винтами, клиньями с наклонной поверхностью у секций, клиньями с наклонной поверхностью на плите.

Достоинствами сборных протяжек является то что, при стачивании зуба не требуется переустановка всей протяжки, а только отдельного блока зубьев или сточенной пластины, возможность увеличить скорость резания и также дает возможность обрабатывать труднообрабатываемые сплавы. Сменные твердосплавные пластины взаимозаменяемы и их легко приобрести с возможностью поставки от нескольких поставщиков. Подбор более новых и прогрессивных пластин дает возможность непрерывно улучшать процесс обработки.

Недостатками является нетехнологичность и высокая стоимость изготовления протяжек (окупается за счет многократного применения). Требуется специальная поставка секторов от завода-изготовителя с длительным их ожиданием.

#### Список использованных источников:

1. Петухов, Г. Д. Повышение эффективности процесса скоростного протягивания путем оптимизации геометрических параметров сборных протяжек/ Г. Д. Петухов // Рыбинск: РГАТУ 2017 – 65 с. – Текст: непосредственный.

2. Щеголев А.В. Конструирование протяжек/ А. В. Щеголев// Машгиз, 1960 - 255 с. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Киреев В.В. к.т.н., доцент

## ОСОБЕННОСТИ КОРРОЗИИ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Пономарев И.С.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Отмечено, что коррозия резервуаров стремительнее всего происходит в промышленно развитых регионах и около морского побережья.

Наружная поверхность обечайки и кровли — в первую очередь подвергаются атмосферной коррозии [1].

Вследствие разрушения металла в почве поверхность днища постепенно разлагается. Коррозия в этом случае схожа с процессом коррозии у трубопроводов.

В зоне попеременного смачивания коррозия проходит довольно активно. В этом случае находятся нужные для этого элементы (вода, кислород) [2].

Коррозия присутствует соответственно и в зоне постоянного смачивания нефтепродуктами. Когда температура стенки повышается, слои углеводородной жидкости, которые примыкают к ней, нагреваются, вследствие чего появляется растворенный кислород. В то же время нагретый продукт подымается кверху, уводя подтоварную воду. Слои нефтепродукта, которые примыкают к стенке, пополняются как кислородом, так и водой, в итоге чего создаются подходящие условия для коррозии металла.

### Список использованных источников:

1. Кузнецов, М. В. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров / М. В. Кузнецов. - Москва: Недра, 1992. - 240 с. – Текст: непосредственный.
2. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров / Е. И. Дизенко, В. Ф. Новоселов, П. И. Тугунов, В. А. Юфин. - Москва: Недра, 1978. - 199 с. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Нассонов В.В., к.т.н, доцент.

## КОНСЕРВНЫЕ БАНКИ И ЖИЗНЬ ЧЕЛОВЕКА

Попова М.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Консервы это ценные продукты, применяемые в пищу, которые могут храниться в обычных условиях длительное время.

Показатели качества консервов: без нарушений герметичности, не вздутые, без ржавчины.

Несоблюдение технологических требований (режимов) производства, условия хранения, нарушение целостности металла приводит к дефектам жестяных контейнеров, таким как не герметичность, бомбаж, ржавчина, «птички», хлопуща, деформация корпуса и другие, которые приводят к изменению качества и свойств содержимого консервированного продукта. [1]

Консервы с такими дефектами, содержащие микроорганизмы и вредные вещества, употребляемые в пищу, могут привести к отравлению людей, вплоть до летального исхода. [2]



Рисунок 1 - Консервная банка

Таким образом, нужно соблюдать состав и покрытие жести, который строго прописан (определен) в ГОСТах и других нормирующих документах, и технологию изготовления тары, чтобы не допустить опасные для жизни человека дефекты. Что будет доказано в моей магистерской диссертации.

Список использованных источников:

1. Загибалов, А. Ф. Технология консервирования плодов и овощей и контроль качества продукции / А.Ф. Загибалов, А.С. Зверькова, А.А. Титова, Б.Л. Флауменбаум. – Москва ВО «Агропромиздат», 1992. – 352 с. – Текст: непосредственный.

2. Технология консервирования // Библиотекарь.ру [Сайт] – URL: <http://www.bibliotekar.ru/7-konservirovanie/36.htm>. Текст: электронный.

Научный руководитель: Венедиктов Н.Л., к.т.н., доцент

УДК620

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРКИ МАТЕРИАЛА  
ПРИ ОТСУТСТВИИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ**

Салихов А. Д.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Существует огромное количество марок стали, правильное применение которых требует особых навыков и знаний во всем разнообразии материалов. Во многих случаях необходимо знать химический состав и механические свойства стали для назначения режимов термообработки, сварки, резания и т.д. Использование неправильно подобранного материала может вывести конструкцию из строя или быть слишком дорогим, то есть экономически невыгодным. Нередки случаи, когда не определена или заведомо неизвестна марка стали по некоторым причинам. Поэтому важно уметь не только ориентироваться во всем многообразии материалов, но и уметь определять марку металла.

Исследование проводилось на сварной трубе отопления жилых квартир диаметром 42,5 мм с толщиной стенки 3,2 мм. Был изготовлен шлиф, проведён микроструктурный анализ, замерена микротвердость (рисунок 1). Результаты структурного анализа представлены на рисунках 2, 3, 4, 5, 6 и 7.

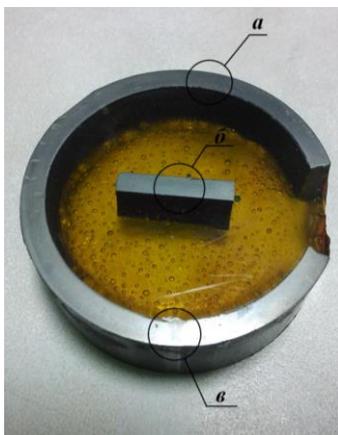


Рисунок 1 – Микрошлиф трубы  
*а, б и в* – исследуемые зоны шлифа



Рисунок 2 – Основной металл в поперечном направлении (зона 1, *a*)

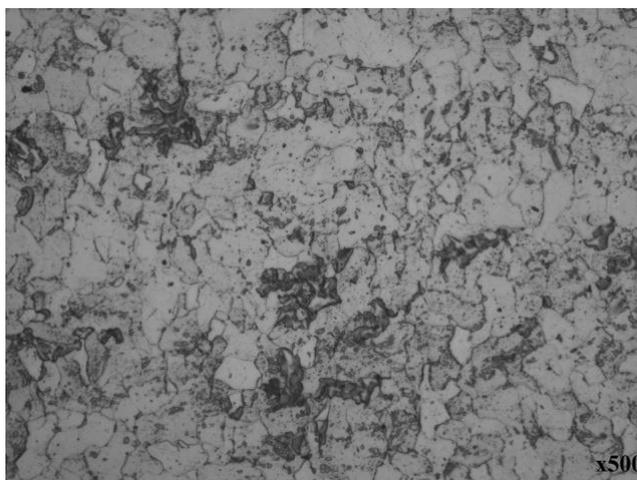


Рисунок 3 – Основной металл в поперечном направлении (зона 1, *a*)

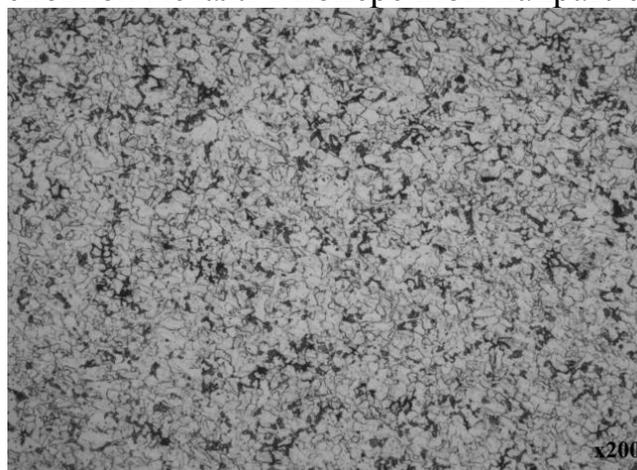


Рисунок 4 – Основной металл в продольном направлении (зона 1, *b*)

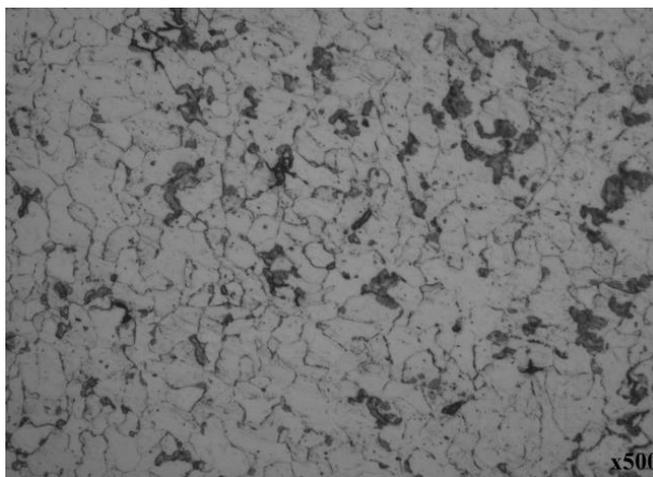


Рисунок 5 – Основной металл в продольном направлении (зона 1, б)



Рисунок 6 – Сварной шов (зона 1, в)

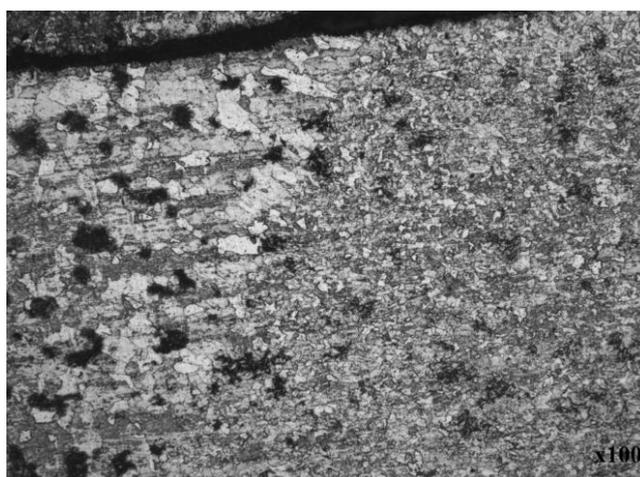


Рисунок 7 – Зона термического влияния и основной металл (зона 1, в)

Зона сварного шва характеризуется крупнозернистой структурой, имеются участки мартенсита. Наблюдается граница перехода зоны термического влияния. Основной металл характеризуется равновесной

мелкозернистой ферритной структурой (последующая термообработка после сварки не применялась) с малыми участками перлита (20 %) и наличием примесей. Соответственно содержание углерода  $X_c = 0,8 \cdot 0,20 = 0,16$  %. Полосчатость в продольном направлении не наблюдается.

Результаты измерения микротвердости представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Микротвердость исследуемых зон сварной трубы

	Диагональ отпечатка, мкм	Микротвердость Н, МПа	Твердость по Бриннелю НВ, МПа
Сварной шов	80	292	276
Зона термического влияния	99	190	182
Основной металл	107	162	153

Таким образом, с помощью микроструктурного анализа было установлено, что сталь низкоуглеродистая с большим содержанием примесей. Основные технологические свойства, предъявляемые к полуфабрикату это хорошая свариваемость и деформируемость. Учитывая результаты структурного анализа и показателей твердости, применение и условия эксплуатации (трубы отопления в жилых домах не подвергаются высоким ударным и знакопеременным нагрузкам) можно сделать вывод, что материал относится к конструкционным углеродистым сталям обыкновенного качества группы Б, а именно БСт3. Эти стали наиболее дешевы, хорошо свариваются, пластичны и широко применяются. Следовательно, лучшим вариантом применения в системах отопления домов являются спокойные или полуспокойные стали обыкновенного качества.

#### Список использованных источников

1. Гуляев А. П., Металловедение. Учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп / А. П. Гуляев. - Москва: Металлургия, 1986. - 544 с. – Текст: непосредственный.
2. Анисович, А. Г. Микроструктуры черных и цветных металлов / А. Г. Анисович, А. А. Андрушевич. – Минск: Беларуская навука, 2015. – 131 с. – Текст: непосредственный.
3. Зубченко А. С., Марочник сталей и сплавов. 2-е изд., доп. и исп. /А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширский и др. – Москва: Машиностроение, 2003. - 784 с.:илл. – Текст: непосредственный.
4. ГОСТ 8233 – 56 Сталь. Эталоны микроструктуры: издание официальное: утвержден и введен в действие Комитетов стандартов, мер и

измерительных приборов при Совете Министров СССР 26.11.1956: дата введения 01.07.1957. – Москва: Издательство стандартов, 2004. – 12 с. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Кулемина А.А., ст. преподаватель

УДК 625.878: 691.17

## **ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕЦЕПТУРОСТРОЕНИЕ**

Хайров Д.С., Каримов Н.М., Каримов Б.М.,

Таджикский технический университет имени ак. М. С. Осими, Республика Таджикистан, г. Душанбе

Термином рецептуростроение широко пользуются в шинной и резиновой промышленности. Рецептуростроение - это наука о материалах, касающаяся модификации каучуков, эластомеров или смесей полимеров и других материалов с целью оптимизации свойств конечных изделий для выбранных областей применения или установленных параметров эксплуатации. Научный сотрудник, имея дело с созданием резиновых композиций, сталкивается с определенными задачами и ограничениями. Требования к эксплуатационным свойствам изделий диктуют выбор ингредиентов. Такие материалы должны быть экологически безопасны, не наносить вреда здоровью и удовлетворять требованиям по технике безопасности, перерабатываться на производственном оборудовании и быть рентабельными.

Как дополнение к производству изделий с целью удовлетворения требований потребителей, необходимо рассмотреть влияние этого производства на окружающую среду. Воздействие производства на окружающую среду должно рассматриваться с двух позиций:

- применение изделий и его длительное воздействие на экологию,
- техника безопасности и влияние на здоровье человека, как в производстве, так и работе изделий.

Примером роли качества изделия на его использование и воздействие на окружающую среду является сопротивление качению шины и его влияние на потребление моторного топлива. Снижение сопротивления качению приводит к снижению потребления моторного топлива. Это незамедлительно сказывается на образовании выхлопных газов, таких как угарный газ, углекислый газ и оксиды азота [1, 3].

Наружная область шины, которая включает протектор и боковину, ответственна приблизительно за 75% сопротивления качению легковых радиальных шин. Улучшение гистерезисных свойств протектора приводит к снижению сопротивления качению и, как следствие, к экономии автомобильного топлива. Внешняя область шин и, в частности, рецептура

самого протектора, также влияет на долговечность шины. Шины длительного использования (включая восстановление протектора) удлиняют время, когда отработанные шины уже перейдут в категорию твердых отходов для системы утилизации.

Критически важным для жизненного цикла шины является способность сохранять давление воздуха. Внутренние слои шины делают на основе галобутилкаучуков(ГБК), которые характеризуются очень низкой влаго- и воздухопроницаемостью. Таким образом, шины, созданные с хорошим подбором компонентов, могут снижать скорость преждевременного разрушения, т. е. откладывать их переход в твердые или измельченные отходы [2, 3].

Таблица 1 показывает, как неправильный выбор полимера внутреннего слоя может привести к быстрому снижению рабочих свойств шины. Замещение хлорбутилкаучука на натуральный каучук или бутилкаучук(БК) приводит к более быстрому снижению давления воздуха в шине и ухудшению других рабочих свойств.

Таблица 1 – Взаимосвязь между содержанием ГБК/БК и проницаемостью и выносливостью при ступенчатом нагружении

Содержание каучука в слое	ГБК/БК об. %	Проницаемость слоя (x108) при 65 °С	Равновесное внутрикаркасное давление МПа	Время до разрушения при ступенчатом нагружении,
100 ББК	65,2	3,0	0,032	61,5
75 ББК/25НК	48,3	4,2	0,063	56,9
65 ББК/35	42,2	5,9	0,063	40,2
60 БСК/40	16,1	6,9	0,090	31,5

Улучшение конструкции шины позволило снизить уровень шума. Это имеет важное значение для охраны окружающей среды. Оптимальное давление шины на поверхность уменьшает разрушение дорожных покрытий и мостов. Улучшение всех этих характеристик, таких как, сопротивление качению, долговечность, производимый шум и давление шины на поверхность входят в характеристики всех шин от малых легковых до большегрузных шин и землеройных машин. В современных радиальных шинах используют от 60% до 80% натурального каучука как полимерной составляющей композиций. Поскольку натуральный каучук получают из растений, он является идеальным возобновляемым ресурсом, и, таким образом, как биотехнологический материал предпочтительнее синтетических полимеров, если возможно достижение эквивалентных свойств изделий [3, 4].

Определены четыре потенциальных направления для использования твердых отходов:

– теплотворная способность шин выше (35 МДж/кг) теплотворной способности угля (24 МДж/кг). С учетом хорошо разработанного оборудования, шины можно сжигать для обогрева в цементных печах для обжига и сушки [4].

– шины могут быть сожжены в печах энергетических станций для получения электрической энергии.

– измельченные шины начали применяться в различных целях при производстве асфальта.

– шины с хорошей технологией сборки могут быть использованы в различных целях в строительной промышленности в качестве опор, могут быть применены в энергосберегающем домостроении, для магистральных усиливающих насыпей и для предотвращения эрозии почвы.

Эти четыре способа утилизации представляют наилучшие варианты применения измельченных шин и резиновых изделий. Ожидается, что в будущем появится ряд новых применений измельченных резиновых изделий.

В итоге специалисты материаловеды должны предусмотреть решения по выбору материалов с позиций затрат энергии на производство изделия, на характеристики во время эксплуатации и, как завершение, методы утилизации. Управление по охране окружающей среды предлагает также ограничения, которые специалист по материалам должен учитывать при конструировании. Поскольку большинство резиновых изделий содержит примерно от 6 до 20 различных компонентов, то не только сами ингредиенты должны быть чистыми и безопасными, но и любые побочные продукты, которые образуются в процессе производства шин, также должны быть безопасны как для человека, так и для окружающей среды.

А так же, специалист-материаловед должен уметь оценивать в стандартах безопасности влияние применяемых реагентов как на окружающую среду, так и на здоровья человека.

#### Список использованных источников:

1. Новопольцева, О. М. Материалы и создание рецептур резиновых смесей для шинной и резинотехнической промышленности : учеб. пособие / В. Ф. Каблов, О. М. Новопольцева, М. А. Кракшин. - ВолгГТУ, - Волгоград, 2008. - 321 с.- Текст: непосредственный.

2. Марк, Дж. Каучук и резина. Наука и технология. Монография. Пер. с англ.: Научное издание / Дж. Марк, Б. Эрман, Ф. Эйрич (ред.) - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. - 768 с. - Текст: непосредственный.

3. Резниченко, С. В. Большой справочник резинщика. Ч. 2. Резины и резинотехнические изделия / Под ред. С. В. Резниченко, Ю. Л. Морозова. - Москва: ООО «Издательский центр «Техинформ» МАИ», 2012. – 648 с. - Текст: непосредственный.

4. Сутягин, В. М. Общая химическая технология полимеров: учебное пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. - 195 с. - Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Шокиров Р.М., к.т.н.

УДК 669

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНИЙ СКОЛЬЖЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В МАЛОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ**

Хызов А. А.<sup>1,2</sup>, Чаугарова Л. З.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень

<sup>2</sup>Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Деформация – это изменение размеров и формы тела при воздействии внешних нагрузок. Деформации бывают упругие, которые исчезают после снятия внешней нагрузки и остаточные, которые остаются после снятия нагрузки. Остаточная деформация, проходящая без разрушения тела, называется пластической.

В настоящее время, пластическая деформация, является одним из наиболее распространенных технологических способов получения изделий. В этой связи, закономерности пластической деформации представляют значительный практический интерес [1].

К одному из наиболее распространенных видов пластической деформации относится сдвиговая деформация, механизм которой заключается в необратимом коллективном упорядоченном смещении отдельных частей кристалла под действием внешних сил. Сдвиговая деформация делится на деформацию скольжением и деформацию двойникованием [2].

При пластической деформации механизм скольжения в кристаллической решетке происходит по наиболее плотноупакованной плоскости и направлению, где наименьшее сопротивление сдвигу. Такие кристаллографические плоскости называются плоскостями скольжения, а направление сдвига в плоскости – направлением скольжения [2].

Для исследования использовали 5 образцов марки Ст3 в горячекатанном состоянии. Испытание на сжатие проводилось на испытательной машине И1185М, при комнатной температуре с разными степенями деформации, форма образцов – четырехугольная призма. Исследование структуры поверхностей деформированных образцов производили на металлографическом оптическом микроскопе «Olympus GX-51».

На рисунке показано изменение структуры поверхности малоуглеродистой стали в процессе развития пластической деформации:

1 образец - недеформированный, структура стали состоит из феррита и перлита (рисунок 1а).

2 образец – деформирован упруго: при нагружении до значений напряжения ниже предела упругости, в стали структурные изменения не происходят.

3 образец - сжатие при деформации в 6 %: при незначительном превышении предела текучести материала начинается пластическая деформация и в отдельных зернах феррита, наиболее благоприятно ориентированных по отношению к направлению действующей нагрузки, появляются параллельные линии скольжения, так называемая стадия легкого скольжения, наблюдаемое на начальном этапе деформации монокристаллов и означает деформацию по одной системе скольжения (скольжение шло по одной плоскости) (рисунок 1б).

4 образец - сжатие при деформации в 10 %: по мере увеличения нагрузки пластическая деформация развивается в других зернах, что также отражается на появлении в них линий скольжения (рисунок 1в). Наблюдается большее количество волнистых линий скольжения, - это означает, что скольжение шло по нескольким пересекающимся плоскостям. Искривление линий скольжения происходит на некоторых участках, называемых полосами сброса. Считают, что образование полос сброса связано с началом интенсивного скольжения в двух системах.

5 образец - сжатие при деформации в 20 %: высокая степень деформации (стадия множественного скольжения) - появление не только волнистых линий скольжения, но и их пересечение и фрагментация (рисунок 1г). Эти эффекты связаны с интенсивным развитием поперечного скольжения винтовых дислокаций.

В поликристаллах внутри благоприятно ориентированных зерен на начальных стадиях деформации дислокации скользят без серьёзных помех на большие расстояния и многие из них доходят до границ зерен. В этом случае в некоторых зёрнах можно наблюдать прямые линии скольжения (образец 3, деформация 6%). Границы зерен являются эффективными барьерами для движущихся дислокаций. У зерна по другую сторону границы другая ориентация кристаллографических плоскостей и систем скольжения, следовательно, для начала пластического течения необходимо другое напряжение сдвига. Поэтому у межзеренных границ образуются скопления дислокаций, вызывающие дополнительные напряжения. В результате повышения упругих напряжений на границе зерна в приграничных зонах соседних зерен могут «проснуться» и начать работать дислокационные источники, несмотря на неблагоприятную ориентацию систем скольжения. Так происходит эстафетная передача деформации от зерна к зерну. Поэтому с ростом напряжений и степени деформации линии скольжения становятся заметными во всё большем количестве зёрен. Продолжение деформации приводит к появлению в раннее

деформированных зёрнах новых иначе ориентированных линий скольжения, что свидетельствует о начале пластического сдвига в другой системе скольжения (образец 4, деформация 10%). При дальнейшем росте деформации начинает нарушаться прямолинейность линий скольжения. Предшествующая пластическая деформация привела к созданию внутри кристаллов новых препятствий для движения дислокаций и создала условия для перехода к новым системам скольжения (образец 5, деформация 20%) [3].

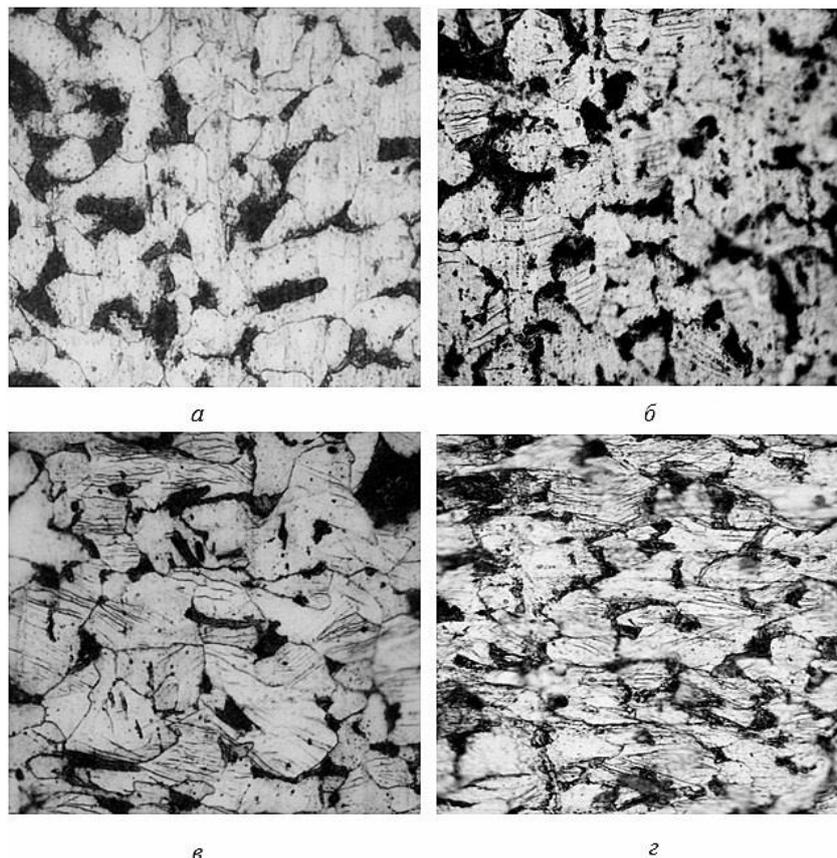


Рисунок 1 – Изменение микроструктуры поликристаллической малоуглеродистой стали (структурные составляющие – феррит и перлит) в процессе пластической деформации при испытании на сжатие

*а* – до испытания на сжатие; *б* – напряжение, соответствующее деформации в 6%; *в* – напряжение, соответствующее деформации в 10%;  
*г* – напряжение, соответствующее деформации в 20%.

Таким образом, анализируя расположение линий скольжения, расстояние между ними, их высоту, можно получить качественное и количественное представление о процессе пластической деформации.

Список использованных источников:

1. Бондаренко, Г.Г. Основы материаловедения : учебник / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко ; под редакцией Г. Г. Бондаренко.

– 2-е изд. – Москва : Лаборатория знаний, 2015. – 763 с. – Текст: непосредственный.

2. Николаева, Е. А. Сдвиговые механизмы пластической деформации монокристалла: учебное пособие / Е. А. Николаева. – Пермь : ПГТУ, 2011. – 50 с. – Текст: непосредственный.

3. Прожерин, А. Е. Деформация и разрушение материалов: методические указания для лабораторных работ / А. Е. Прожерин. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. – 44 с. – Текст: непосредственный.

УДК006

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ДЛЯ ООО «ГАЗПРОМ ГЕОЛОГОРАЗВЕДКА»**

Ахметшина И.И.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Совершенствование метода электронного документооборота как части корпоративного контроля, путем введения актуальных компьютерных информационных технологий при условии административных модификаций, осуществляющихся в Российской Федерации, являются необходимым условием для вступления в информационное общество. В данный момент в рамках перехода на электронный документооборот в стране осуществлены организационные мероприятия, подготовлены правовые положения.

Бумажный документооборот обладает рядом некоторых недостатков, которые существенно затормаживают работу организации. Эта проблема служит причиной актуального выбора на современном периоде становления направления научного исследования, содержащего теоретические и практическое значение в аспекте эксплуатации современных информационных технологий в управлении документацией.

Актуальностью данной работы является снижение временных затрат, в следствии большого потока бумажных документов.

Практическая значимость данной работы заключается в том, что на основании изучения документооборота было предложено автоматизировать процедуру подписания юридически значимых документов в системе электронного документооборота ООО «Газпром Геологоразведка».

Документооборот в обществе состоит из последовательной, многоуровневой цепочки действий, которая представлена на рисунке 1.

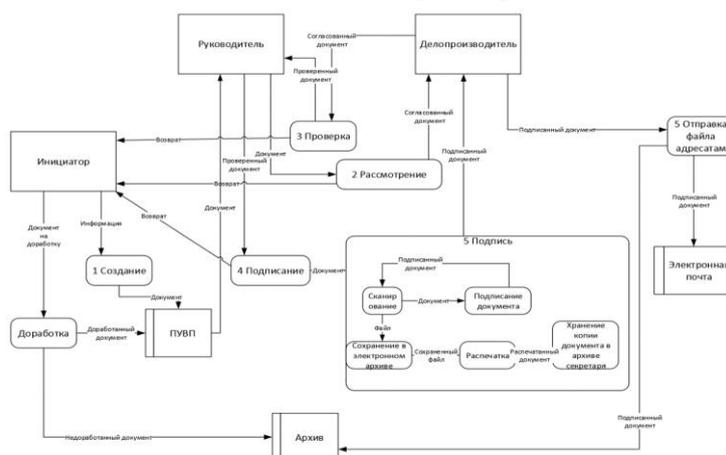


Рисунок 1 – Анализ документооборота в обществе

Исходя из рисунка видно, что инициатор на основе полученной информации создает документ, после документ следует руководителю на рассмотрение, утвержденный документ руководитель отправляет делопроизводителю на проверку, но если делопроизводитель выявит несоответствия, то документ вернется инициатору, следовательно, документ опять подвергается доработке. Далее доработанный документ отсылается руководителю на согласование и подписание, если ошибки отсутствуют, то руководитель подписывает документ собственноручной подписью, впоследствии подписанный документ делопроизводитель посылает адресатам.

На рисунке 2 рассмотрим процедуру подписания документов собственноручной подписью как есть.



Рисунок 2 – Схема собственноручной подписи

Из схемы видно, что сотрудник непосредственно подписывает документ собственноручной подписью, далее подписанный документ направляется на сканирование, потом отсканированный файл в формате PDF сохраняется в электронном архиве, и отправляется адресату либо файл распечатывают и хранят копии документа в архиве у секретаря. Данный процесс неэффективен и не современен.

Этот недостаток в системе электронного документооборота можно устранить путем внедрения усиленной квалифицированной электронной подписи. Внедрение поможет сократить затраты на: копирование и печать документов; на доставку информации в бумажном виде; на бумагу; на времени; также уменьшается объем рутинной работы.

В результате исследования существующего документооборота было предложено изменить процесс подписания документа. Ранее эта процедура выполнялась собственноручно на бумажном варианте документа. После реализации данной разработки Сотрудник будет подписывать документ электронно, нажатием на кнопку «Подписать», в результате чего будет подписан документ и в связанный с ним файл будет добавлен штамп, соответствующий электронной подписи.

Предполагается, что штамп, соответствующий электронной подписи, который можно рассмотреть на рисунках 3 и 4, будет проставляться на визуализированном электронном документе в месте где обычно располагается собственноручная подпись должностного лица.

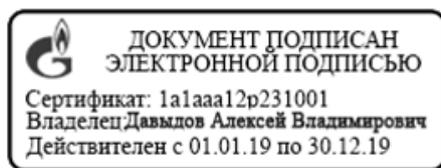


Рисунок 3 – Штамп соответствующий электронной подписи

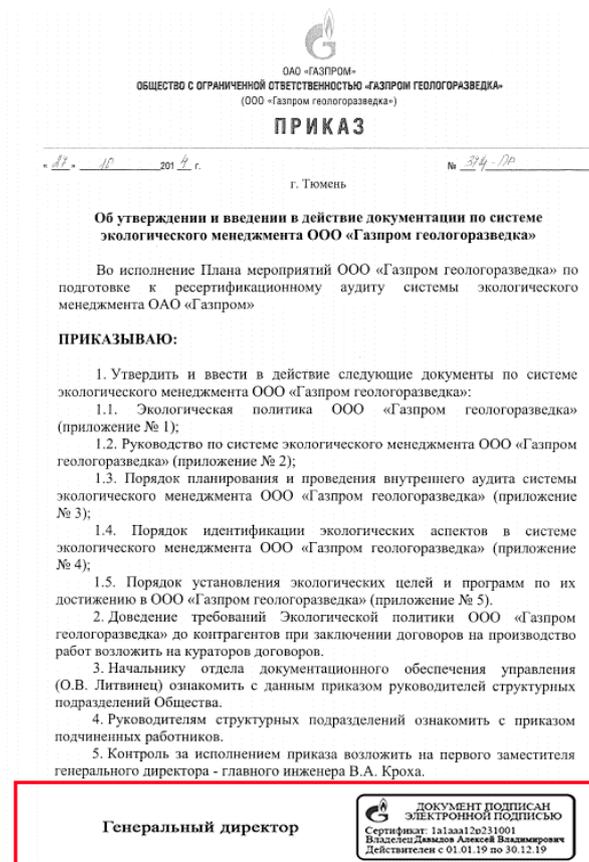


Рисунок 4 – Визуализированный электронный документ

В результате использования разработанной процедуры нанесения штампа, соответствующего электронной подписи, можно достичь экономии денежных средств, времени, а также трудозатрат делопроизводителя.

Все документы и файлы автоматически сохраняются в электронный архив, ведутся электронные журналы, регистрирующие движение документов и действия, совершаемые над ними, что также повышает уровень безопасности документооборота.

Научный руководитель: Остапенко М.С., к.т.н., доцент.

## ПРОБЛЕМА ТОЧНОСТИ ЭТАЛОНОВ В МЕТРОЛОГИИ

Баранова В.Ю., Тверяков А.М.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

*В данной статье рассмотрена проблема точности эталонов в сфере метрологии. Проанализированы главные причины данных проблем и возможные способы их решения. Цель данной работы заключается в приведении путей совершенствования эталонов и их точности в сфере метрологии.*

*Ключевые слова: метрология, эталон, точность, поверка.*

Люди существуют в пространстве и времени, и уже давным-давно зародилась необходимость измерять эти самые длину и время, являющиеся характеристикой пространства. Как известно, измерить – значит сравнить измеряемую величину с другой величиной, того же рода. Но эта единица измерения должна быть точно определенной и неизменной величиной. Так появилась необходимость в высшем звене метрологической цепи передачи размеров единиц измерений – эталоне. Для обеспечения единства измерений физических величин важно, чтобы единицы были одинаковы в их вещественном выражении в тех образцах (эталонах), с которыми сравнивается измеряемая физическая величина. Именно поэтому в ст.7 Федерального закона от 26.06.2008г. за № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» изложены требования к эталонам единиц величин. [1]

Понятие «эталон единицы» является собирательным и включает в себя целый ряд производных понятий-эталонов, таких как: государственный эталон единицы, первичный эталон, специальный эталон, вторичный эталон, эталон-копия, эталон сравнения, эталон-свидетель и рабочий эталон. Структура и реализация системы обеспечения единства измерений отдельно взятых физических величин оправдывает такое многообразие эталонов. [2] Известно, что два подобных образца не могут быть сделаны абсолютно одинаковыми, так как любой из них был создан специально: реальные размеры единицы в образцах непременно будут в какой-то мере различаться. Следовательно, среди таких образцов нужно выбрать и узаконить какой-либо один в качестве исходного эталона, наилучшим образом соответствующий определению единицы, и затем, относительно него определять и контролировать размер единицы для всех остальных эталонов и средств измерений.

Анализируя проблемы, касающиеся точности эталонов, следует отметить: во всей эталонной базе РФ, насчитывающей 118 государственных и более 300 вторичных эталонов, основой которых являются эталоны основных единиц СИ, отсутствует эталон единицы количества вещества (моль). Одной из причин того, что эталон единицы количества вещества не

создан, является недостаточная четкость определения этой единицы и отсутствие метода ее измерения в соответствии с определением. Этот отдельно взятый частный случай уже можно считать несовершенством системы в целом. Перейдем от частного к общему: в принципе, точность в измерениях нельзя достичь вещественными эталонами, над которыми всегда будет существовать влияние внешних факторов, так скажем, реальности, обязательное её несовершенство, которое непременно будет иметь место быть как отличие от мыслимого эталона. В результате изменения физических эталонов, конечно, появится больше точности в измерениях, которую нельзя было достичь вещественными эталонами. Но суть заключается в том, что реальности, а значит и физическим эталонам придется постоянно сталкиваться со взаимодействием, а значит изменением, а, следовательно, гарантированным отклонением, пусть и на тысячные, или десятитысячные доли от эталона.

Таким образом, как возможный способ решения проблемы точности эталонов в метрологии можно предложить переход к атомным эталонам, ибо ортодоксальная физика ясно говорит, что атомы одинаковы, и масса их не изменяется со временем, что скорость света в вакууме одинакова и неизменна, что все прочие мировые константы — тоже константы. Действующее в настоящее время определение метра построено именно на этом уровне обоснования. Использование атомных эталонов затруднено несопоставимостью размера эталона и большинства измеряемых величин, требуется строить цепочки преобразователей. Возможно, что когда-то люди перейдут к использованию атомных макроскопических эталонов, то есть атомных эталонов практического масштаба. Это может быть какое-либо длинноволновое излучение или внешние орбиты возбужденных атомов при высоком уровне возбуждения. [3]

В заключении следует сказать, что наука в наше время, конечно, не стоит на месте, но и двигаться семимильными шагами тоже неспособна. Поэтому важно принимать меры уже сейчас и постепенно прийти к решению поставленной проблемы. Первые шаги к решению этого вопроса уже сделаны: совсем недавно на 19-м Международном конгрессе по метрологии в Париже, который проходит с 24 по 27 сентября, ученые ВНИИФТРИ Росстандарта представили доклад об интерферометрическом калибровочном стенде. Стенд входит в состав Государственного первичного специального эталона единицы длины, который на сегодняшний день является одним из лучших в мире эталонов больших длин. Эталон применяется для поверки и калибровки различной измерительной техники: лазерных интерферометров, лазерных сканеров, трекеров и тахеометров, которые используются в сфере дистанционного зондирования Земли, геодезии и картографии, мониторинге объектов повышенной опасности, геофизических исследованиях.

Презентация эталонного измерительного комплекса длины на конгрессе прошла в связи с модернизацией эталона ГЭТ 199-2012 в ГЭТ 199-2018. В частности, были улучшены метрологические характеристики, существенно снижена погрешность прибора, а также применены современные технологии воспроизведения единицы длины – интерферометр на основе фемтосекундного лазера. В совокупности это позволило повысить точность эталона и вывело его в число мировых лидеров, таких как эталоны в Японии и США. [4]

#### Список использованных источников

1. Российская Федерация. Законы. Об обеспечении единства измерений: Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102 (ред. от 13.07.2015)– URL: <http://legalacts.ru>. – Текст: электронный.
2. Главный форум метрологов. – URL: <https://info.metrologu.ru>. – Текст: электронный.
3. ВикиЧтение – полезная информация из книг. – URL: <https://www.wikireading.ru>. – Текст: электронный.
4. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ). – URL: <https://www.gost.ru/portal>. – Текст: электронный.

Научный руководитель: Тверяков А.М., к.т.н., доцент.

УДК 006.06

### **ISO 14001- СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА**

Березина К. О., Копорикова К. К.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

*Свершение баланса между социальными, экологическими, экономическими интересами рассматривается целесообразностью для удовлетворения потребностей нашего и грядущих поколений. Внедрение системы экологического менеджмента в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 14001-2016 направлено на поддержание сбалансированности, регулирования безопасности окружающей среды и способностью стабильного социально-экономического функционирования организации.*

*Ключевые слова: система экологического менеджмента, ISO 14001, ISO 9001, стандартизация, сертификация, окружающая среда, экология.*

Экология характеризуется из немаловажных факторов, сказывающимся на самочувствия населения. Увеличение выбросов в окружающую среду, некорректная переработка отходов, неэффективное применение биоресурсов вызывают глобальные проблемы, как изменения

климата, уменьшению количества кислорода в воздухе, разрушение биосфер. Чрезвычайно масштабные проблемы не могут не беспокоить общество и требуют качественного решения.

Одним из возможных способов является внедрение системы экологического менеджмента.

Появление стандарта на системы экологического менеджмента стало ответом на увеличивающийся в обществе направленность к проблемам окружающей среды.

В 1992 году была пройдена первая конференция в Рио-де-Жанейро под названием «Саммит Земли». Миссией её было сформировать в обществе ориентацию на поддержание, качество окружающей среды и дееспособной экономики для всех народов.

В том же году, BSI Group был обнародован первый в мире стандарт для организаций на системы экологического менеджмента - BS 7750. Появился он по инициативности английских промышленников, встретившихся с усилением природоохранного законодательства и потребностью использования приемлемых организационных решений. Стандарт - BS 7750 принялся предпосылкой для становления международной серии стандартов ISO 14000, опубликованной в 1996 году Международной организацией по стандартизации - ISO (International Organization for Standardization).[1]

ISO 14001 – это международный стандарт, подтверждающий, что организация руководствуется международными стандартами в отрасли Системы Экологического Менеджмента (СЭК).

Стандарт может заимствован организациям любых типов, индустрий и размеров. Задействование его позволяет заинтересованным сторонам быть уверенными в том, что негативное влияние на окружающую среду контролируется.

Соблюдение условий стандарта разрешает организации усовершенствовать и защищать систему экологического менеджмента, в концепции формирования лежит принцип непрерывного целенаправленного совершенствования, благодаря чему СЭК предприятия периодически изменяется и улучшается. [2]

Требования ISO 14001 могут быть внедрены совместно с требованиями ISO 9001, OHSAS 18001, ISO 45001 и требованиями других стандартов. В настоящее время существует тенденция к объединению систем менеджмента. [3]

Стандарт ISO 14001 применим совершенно к любой организации. В последнее время соблюдения стандарта всё чаще внедряются не только в промышленных организациях, но и в организациях области услуг — в том числе в организациях таких, работа которых основана исключительно на офисной деятельности.

Стандарт ISO 14001 был разработан главным образом для того, чтобы сократить влияние деятельности организаций на окружающую среду. Помимо того, что организации смогут нормализовать свою деятельность в пределах экологических стандартов, в то же время получают ряд экономических преимуществ.

Главная цель стандартов серии ISO 14000 – сохранение системы управления предприятием, при которой гарантируется сокращение воздействия промышленных процессов на окружающую среду и способствует предостережение, а не обнаружение проблем.

Процесс внедрения системы экологического менеджмента на предприятии состоит из 5 этапов:

1. Предварительная – сводится в принятии решения со стороны руководства о введении СЭМ, характеристике изначальной ситуации, а также в разработке системы внутренних стандартов, предусматривающих использование процедур, связанных с СЭМ

2. Планирование – в этой стадии идет реализация экологической политики, становление и планирование перечней законодательных и правовых актов, относящихся к природоохранной организации, модернизация базовых и производственных процессов и внутренних принципов их производительности.

3. Организационные мероприятия – это стадия, в которой уже идет функционирование организационной системы СЭМ, Организация системы образования, а также пересматривается документации в связи с введением СЭМ.

4. Проверочные и модифицирующие действия – включает в себя организацию анализа, осуществление сверок и реализация видоизменяющих воздействий, планирование зарегистрированными данными и организацию, и установление внутренних мониторингов СЭМ.

5. Анализ структуры руководством предприятия – в заключительной стадии достигается прагматическая оценка положения СЭМ и ее компетентности условиям настоящего времени, разрабатывается и формируется мероприятия, намеченные по показателям анализа, СЭМ руководством.[5]

ISO 14001 может быть усовершенствован целиком или частично для того, чтобы помочь организации улучшить взаимоотношение с окружающей средой.[4] Если все составляющие стандарта ISO 14001 включены в механизм планирования, организация может распоряжаться этими аспектами, чтобы продемонстрировать абсолютное соблюдение стандарту ISO 14001, пройдя регистрацию у высококлассных органов.

Система экологического менеджмента служит предпосылкой для функционирования конкурентоспособного, стабильного, инициативного бизнеса, способного удовлетворить растущие потребности и ожидания

общества. Естественно поэтому необходимо последующее улучшение механизмов и концепции формирования СЭМ на промышленных предприятиях.

#### Список использованных источников

1. Государственный центр испытаний, сертификации и стандартизации. – URL: // <http://www.gociss.ru>. – Текст: электронный.
2. Бабина Ю. В. Сертификация систем экологического менеджмент /Ю. В. Бабина – Текст: непосредственный// Экология производства. - 2004. № 3. - С. 32 – 40.
3. Федеральный закон от 27.12.2002 г. № 184 - ФЗ «О техническом регулировании». – Текст: непосредственный // Российская газета. 2002. -31 дек.
4. Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7 - ФЗ «Об охране окружающей среды». – Текст: непосредственный// Российская газета. 2002. -12 янв.
5. Ферару Г. Экологический менеджмент : учеб. для бакалавриата и магистратуры / Г. Ферару. – Текст: непосредственный. - Москва: Феникс, 2012. – С. 528.

Научный руководитель: Остапенко М. С., к.т.н., доцент.

УДК 657.6

### **ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА АУДИТОРСКИХ УСЛУГ В РОССИИ**

Зыкова К.Ю.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: в статье дана текущая оценка состояния рынка аудиторских услуг в России, рассмотрены основные проблемы в этой сфере, среди них: снижение численности клиентов по аудиту, снижение количества аудиторских организаций в стране, нехватка квалифицированных аудиторов.

Ключевые слова: аудит, рынок аудиторских услуг, аудиторская деятельность, аудиторские организации.

Часто при проведении финансового аудита возникают проблемы, связано это в первую очередь с тем, что пользователи аудиторских услуг не до конца понимают: «Что такое аудит и зачем его нужно проводить?».

Обязательный годовой аудит представляет собой проверку достоверности финансовой отчетности.

Любая коммерческая и некоммерческая организация, по истечении финансового года, составляет свой годовой бухгалтерский баланс.

Аудиторы проверяют достоверность данных указанных в бухгалтерском балансе. Метод для проведения аудиторской проверки выбирается на усмотрение аудитора. В широком смысле аудит - это не только проверка, но и экспертиза, консультация, помощь.

Согласно федеральному закону об аудиторской деятельности, все организации с объемом годовой выручки свыше 500 тыс. МРОТ или с объемом активов свыше 200 тыс. МРОТ, подлежат обязательной ежегодной аудиторской проверке. Кроме того, независимо от размеров выручки и активов такой проверке подлежит бухгалтерская отчетность ОАО, кредитных организаций, государственных унитарных предприятий, муниципальных унитарных предприятий и других организаций [1].

Помимо обязательного аудита, существует так же инициативный аудит, его может заказать абсолютно любая организация, например, в целях повышения эффективности своей деятельности, исключения недочетов при смене материально ответственных сотрудников, недопущения ошибок в бухгалтерском учёте, исчислении налогов и т. д.

Аудиторская деятельность является одним из наиболее важных элементов рыночной экономики. Однако в настоящее время существует ряд проблем, связанных с развитием рынка аудиторских услуг (табл. 1).

Рынок аудита в России сравнительно молод. Однако, за период своего существования он претерпел несколько важных этапов развития: от минимальной востребованности, до популярности и саморегулирования. На сегодняшний день на рынке российского аудита есть лидеры – компании, которые за всё время работы доказали свои конкурентные позиции и профессионализм в сфере аудита.

Таблица 1 - Основные проблемы развития рынка аудиторских услуг в России на современном этапе [2, с. 50].

Проблема	Характеристика
1. Снижение количества клиентов по аудиту	Проблема обусловлена следующими причинами: повышение критериев обязательного аудита по выручке, нежелание организаций проводить инициативный аудит, организации отказываются проводить обязательный аудит из-за отсутствия ответственности, монополизация рынка аудиторских услуг
2. Снижение количества аудиторских организаций	Количество аудиторских организаций в России в 2009 году составило 6,2 тыс., а к 2019 году их количество снизилось на 2,2 тыс. и составляет 4,0 тыс. Эта проблема связана с тем, что требования к качеству аудита сильно возросли, а так же внешний контроль Росфиннадзора требует значительных временных затрат. Многие аудиторские компании закрываются до начала таких проверок [3].
3. Обострение кадрового вопроса	Произошло снижение числа аудиторов: в 2009 году их число составляло 26,3 тыс., а в 2019 году - 19,2 тыс. Причинами можно назвать, уход многих специалистов на пенсию, переход в более высокооплачиваемые сферы, а так же трудности в получении квалификационного аттестата [3].

В Тюменской области по данным на 2019 год число аудиторских организаций равно 69, что составляет 1,7% от общего числа таких организаций в России. Две тюменские компании входят в топ-50 крупнейших аудиторских компаний России – это ООО «РАСТАМ-Аудит» на 17 месте, и ООО «Аудит-Сервис» на 49 месте.

История компании «РАСТАМ-Аудит» ведет свой отчет с 1995 года, тогда штат компании насчитывал всего 7 специалистов, но компания быстро набирала обороты и уже к 2001 году она стала лидером на уральском рынке аудиторских услуг. К 2005 году число сотрудников возросло в 10 раз и до настоящего времени компания успешно растёт и развивается на рынке аудиторских услуг России [4].

ООО «Аудит-Сервис» начала свою деятельность, как и предыдущая компания, в 1995 году. С самого начала миссией компании было способствование развитию рынка клиента, развитие собственного бизнеса, подъём отрасли аудита в целом. Со своей миссией компания успешно справляется уже более 20 лет. Компания удостоена множества наград как регионального, так и всероссийского значения [5].

Обе компании являются успешными представителями своей сферы. Помимо рейтинга крупнейших компаний, обе компании так же входят в топ-15 компаний, имеющих наибольший объем совокупной выручки от аудиторско-консалтинговых услуг за 2017 год (табл. 2).

Таблица 2 - Суммарная выручка от аудиторско-консалтинговой деятельности (тыс. руб.)

Компания	2015 г.	2016 г.	2017 г.
ООО «РАСТАМ-Аудит»	31340,0	29076,0	33026,1
ООО «Аудит-Сервис»	35931,9	35007,2	37092,0

Таким образом, в развитие аудиторской деятельности в стране намечается новый этап развития, который охарактеризуется оптимизацией соотношения государственного и саморегулирования, что в свою очередь послужит развитием для инфраструктуры рыночной экономики.

#### Список использованных источников:

1. Российская Федерация. Законы. О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 30 декабря 2012 г. № 289-ФЗ. – Текст: непосредственный.

2. Черемисина, С. В. Развитие аудита в России/ С. В. Черемисина. – Текст: непосредственный // Проблемы учета и финансов. – 2014. – № 4 (16). – С. 48-51.

3. Реестр аудиторских организаций по состоянию на 24 сентября 2019 г. // Официальный сайт Минфина РФ. – URL:

[https://www.minfin.ru/ru/performance/audit/reestr\\_audit/auditor\\_org/](https://www.minfin.ru/ru/performance/audit/reestr_audit/auditor_org/). – Текст: электронный.

4. Сайт Группы компаний «РАСТАМ» / История компании. – URL: <http://www.rastam.ru/istoriya-kompanii/>. – Текст: электронный.

5. Сайт ООО «Аудит-Сервис» / О компании. – URL: <http://auditsrv.ru/about/>. – Текст: электронный.

Научный руководитель: Храмцов А.Б., к.и.н., доцент.

УДК 005.6

## LEAN ТЕХНОЛОГИИ

Инишева М.В.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Актуальность внедрения lean технологий на отечественные предприятия обуславливается низкой конкурентоспособностью продукции в сравнении с подобной продукцией зарубежных производителей, о чем свидетельствуют официальные данные Федеральной таможенной службы по товарной структуре внешней торговли РФ в части соотношения экспорта и импорта соответствующей продукции между Россией и странами дальнего зарубежья [1].

Вследствие жестких условий рыночной экономики, а также нестабильной экономической ситуацией в стране, в неустойчивом финансовом, экономическом состоянии находится большое количество организаций. Для развития, а также поддержания конкурентоспособности в условиях финансового кризиса, организациям необходимо сделать основной упор на эффективное управление процессами, непрерывную работу над снижениями издержек, а именно на бережливое производство.

Lean Production (бережливое производство) – системный подход к выявлению, устранению издержек методом непрерывного улучшения производственного процесса, основоположником которой является начальник механического производства Toyota – Тайти Оно.

Суть lean заключается в системном подходе с целью выявления, предотвращения издержек методом непрерывного улучшения производства, а также в направлении к совершенствованию во всех сферах деятельности организации. [2].

Основные цели Lean Production:

1. уменьшение расходов, в т. ч. трудовых;
2. уменьшение периода изготовления продукции на производстве;
3. снижение производственных, а также складских помещений;
4. гарантийное обеспечение поставки продукции заказчику;
5. максимальное качество при определённой стоимости или минимальная стоимость при определённом качестве.

Эффективный опыт введения концепции бережного производства на процессном типе производства, демонстрирует металлургическое предприятие, которое несомненно является ведущим в мире в области изготовления алюминия Alcoa. В 1990-х годах на предприятие была разработана, внедрена Alcoa Business System (ABS), приняв за основу – TPS (Изначальное название lean – Toyota production system (TPS), эта была внутренняя концепция организации производства на «Тойоте»). В следствии внедрения концепции ABS предприятие ежегодно в течении пяти лет экономит от одного миллиарда долларов. Подобных примеров в металлургической, других отраслях значительно много, например, в России – «Сбербанк», «КАМАЗ» и т. д. [3], [4], [5].

Касательно и индивидуального производства, также с давних пор стремительно используют Lean такие известные корпорации, как Caterpillar, Boeing, general Electric. Концептуальная система TPS обширно распространяется и в США по средствам специализированных отраслевых ассоциаций по освоению Lean в конкретной индустрии, включая судостроение, авиастроительство, строительство, машиностроение и др. [2].

На сегодняшний день отечественным предприятиям в целях исключения всех разновидностей издержек необходимо изменить всю концепцию производственного процесса в целом, а именно детально исследовать, а также внедрять интегрированный подход, содержащий в себе то, что заявляют японские эксперты, качество с большой буквы и концепцию, методы, а также инструменты бережного производства. Внедрение Lean технологий значительно ускорят предприятия к надежному, а также долговременному успеху. Результативность представленного процессного подхода подтверждена историей формирования многочисленных современных всемирно известных корпораций.

Интеграция этой концепции на предприятиях представляется одной из более приоритетных вопросов, решение которой во многом зависят от управления каждого определенного предприятия.

#### Список использованных источников:

1. ФТС России: импорт-экспорт важнейших товаров за январь-июнь 2019 года. сайт. –URL: <http://customs.ru/press/federal/document/199911>. – Текст: электронный.
2. Ключев, А.В. Концепция бережливого производства: учеб. пособие / А.В. Ключев; науч. ред. И.В. Ерошова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. Федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2013. – 88 с. . – Текст: непосредственный.
3. Лайкер Дж. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / Джеффри Лайкер; Пер. с англ. – 8-е изд. – м.: Альпина Паблицер, 2013 -400 с. . – Текст: непосредственный.

4. В Западно-Уральском банке Сбербанка России начала работу первая lean-лаборатория. URL: [https://www.sberbank.ru/ru/press\\_center/tb\\_all/article?newsID=13428-1-1&blockID=11000212&regionID=11&lang=ru](https://www.sberbank.ru/ru/press_center/tb_all/article?newsID=13428-1-1&blockID=11000212&regionID=11&lang=ru). – Текст: электронный.

5. Бережливое производство на Камазе: к новой кабине с новыми подходами. URL: [http://www.up-pro.ru/library/production\\_management/lean/kabina-kamaz.html](http://www.up-pro.ru/library/production_management/lean/kabina-kamaz.html). – Текст: электронный.

УДК 332.87

## **ПРОБЛЕМЫ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ КАЧЕСТВОМ КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ (ПО ДАННЫМ ОПРОСА ООО «ТЮМЕНЬ ВОДОКАНАЛ»)**

Лапина Т.В.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Качество коммунальных услуг – это набор свойств и критериев коммунальных ресурсов по их бесперебойному и доступному предоставлению в жилые помещения с целью удовлетворения потребностей населения, создания комфортных условий проживания [1].

В г. Тюмени водопроводно-канализационное хозяйство находится под управлением ООО «Тюмень Водоканал», который входит в группу компаний «Росводоканал» [2]. Главное для предприятия – обеспечить бесперебойную и качественную подачу услуг водоснабжения и водоотведения. Сегодня водоснабжение г. Тюмени осуществляется из поверхностного – Метелевского и подземного – Велижанского водозаборов, которое, составляет 99,4% от всей питьевой воды [6].

Услуги водоснабжения и водоотведения входят в систему жизнеобеспечения населения. Для обеспечения надлежащего уровня качества питьевой воды Госкомсанэпиднадзором РФ утверждены правила и нормы – СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» [5].

Эффективная система качества услуг должна удовлетворять запросы и ожидания потребителей и защищать интересы поставщика услуги. Хорошо структурированная система качества – это надежное средство уменьшения затрат и издержек. Оказание качественной услуги должно быть выгодно и способствовать сокращению рисков. Риски связаны со здоровьем и безопасностью людей, штрафными санкциями за неудовлетворительное качество услуги, потерей репутации и др.

Качество услуг, оказываемых ООО «Тюмень Водоканал», мы оценили посредством опроса потребителей. Этот способ является одним из инструментов получения информации о соответствии услуг ожиданиям и

удовлетворенности потребителей уровнем обслуживания. Опрос потребителей был проведен с целью определения недостатков в обеспечении качества услуг. По результатам опроса установлен перечень проблем в оказании услуг Тюмень Водоканалом.

Опрос проводился в сентябре 2019 года. В нем приняли участие 52 респондента – потребителями коммунальных услуг «Тюмень Водоканал». Результаты опроса имеют субъективный характер (это личное мнение респондентов), они могут расходиться со сведениями санитарно-эпидемиологических служб о составе и качестве питьевой воды.

Итак, перейдем к результатам опроса. Половина опрошенных не удовлетворены качеством холодной и горячей воды, а также системой водоотведения. К основным проблемам они относят:

1. Вода имеет не приятный запах – 40% респондентов.
2. Вода содержит примеси, желтоватый цвет, пенится – 25%.
3. Проблемы с подачей горячей воды (долго нагревается) – 20%.
4. Не приятный запах мест скопления ЖБО – 15%.

Для улучшения качества предоставляемых услуг и решения указанных проблем были разработаны следующие рекомендации:

1. Неприятный запах воды, сигнализирует о проблемах с системой водоснабжения. Обычно неприятный запах воды из-под крана может возникнуть по причине использования металлических труб в системе водопровода или большого количества бактерий. Таким образом, необходимо провести ремонт и замену инженерных систем в соответствии с современными требованиями. Современное оборудование более экологичное и безопасное для здоровья людей.

2. Содержание в воде примесей, не естественный желтоватый цвет, пенистое состояние, – все это признаки присутствия в воде каких-либо веществ, которые в той или иной степени влияют на организм человека. Оптимальным решением проблемы может стать установление фильтра: угольные фильтры, которые хорошо улавливают органику; мембраны обратного осмоса, которые очищают воду на молекулярном уровне.

3. Проблемы с подачей горячей воды встречаются повсеместно.

Требования к качеству горячего водоснабжения содержатся в двух нормативных актах: «Правилах предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов», утвержденных Правительством РФ [3] и СанПиН 2.1.4.2496-09 «Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения», утвержденных Главным государственным санитарным врачом РФ [4].

Согласно указанным нормам, температура горячей воды в местах водоразбора независимо от применяемой в МКД системы теплоснабжения должна быть не ниже 60°C и не выше 75°C; во-вторых, перед определением температуры горячей воды производится слив воды в течение не более 3

минут. Допустимое отклонение температуры горячей воды: в ночное время (с 0.00 до 5.00 часов) – не более чем на 5°C; в дневное время (с 5.00 до 00.00 часов) – не более чем на 3°C

Таким образом, одним из решений данной проблемы может стать обращение в водоканал, как к предприятию, ответственному за состояние сети горячего водоснабжения. Специалист проведет замеры температуры воды и постарается устранить проблемы с подачей горячей воды.

4. Причиной неприятного запаха от ЖБО из канализационных труб является: не регулярная откачка жидких бытовых отходов. Из-за этого в стоках возле выгребных ям присутствует стойкий неприятный запах, размножаются паразиты и болезнетворные бактерии. Иногда неприятный запах доходит до квартиры через трубы в ванной комнате. Решить данную проблему можно следующим образом: регулярно прочищать трубы. Водоканалу следует тщательнее следить за состоянием канализационных труб и не пренебрегать их очисткой.

В заключении подчеркнем, что коммунальные услуги (включая водоснабжение и водоотведение) входят в систему жизнеобеспечения населения и предназначены для их комфортного проживания. Если потребители установили какие-либо недостатки, их нужно незамедлительно и обязательно устранять. Сегодня ООО «Тюмень Водоканал» поддерживает обратную связь с потребителями его услуг через официальный сайт, реагирует на жалобы жителей города.

#### Список использованных источников:

1. Вахрушев, С. Н. Проблемы удовлетворенности населения качеством услуг на предприятиях в сфере ЖКХ // Молодой ученый. – 2016. – URL: <https://moluch.ru/archive/116/31730/>. – Текст: электронный.

2. Официальный сайт ООО «Тюмень Водоканал», 2019. – URL: <https://www.vodokanal.info/>. – Текст: электронный.

3. Постановление Правительства РФ от 06.05.2011 № 354 (ред. от 13.07.2019) «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов» (вместе с «Правилами предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах»). – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_114247/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_114247/). – Текст: электронный.

4. СанПиН 2.1.4.2496-09 «Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Изменение к СанПиН 2.1.4.1074-01» (с изм. на 2 апреля 2018 г.). – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902156582>. – Текст: электронный.

5. СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль

качества».– URL: <http://docs.cntd.ru/document/1400030>. – Текст: электронный.

6. Войлокова Т.Н. Отношение населения к проблемам водоснабжения, 2015. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otnoshenie-naseleniya-k-problemam-vodosnabzheniya>. – Текст: электронный.

Научный руководитель: Храмцов А.Б., к.и.н., доцент.

УКБ 334

## **ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ЭКОНОМИКУ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Левкин Д.А.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Проблемы качества продукции и ее стандартизации всегда были в центре всеобщего внимания. Качеством продукции, принято считать, степень ее соответствия совокупности характеристик объекта образцу [1]. На сегодняшний день качество выпускаемой продукции является самым важным показателем результативности на предприятии. Стандартизация и управление качеством, которые обеспечены взаимосвязанными методами и способами измерений, являются неотъемлемой частью производства, одновременно создавая эффективный механизм.

Рассмотрим стандартизацию, как деятельность, направленную на принятие общих правил и норм, на достижение наиболее правильной и экономической системы производства. Её внедрение в производство позволяет улучшить процесс разработки продукции, изготовления, повысить технический и организационный уровень производства по всем параметрам, обеспечить разработку высококачественной нормативной документации на изделие, определить готовность предприятия к производству продукции с заданными показателями качества. Согласно международным стандартам ИСО, стандартизация направлена на [2]:

1. создание среды для деятельности предприятия на едином товарном рынке Российской Федерации, а также для участия в международной экономической, научно-технической торговле;

2. изоляция отечественного рынка от поступления продукции плохого качества;

3. повышение конкурентоспособности продукции на рынке;

4. защита потребителя от недобросовестности изготовителя;

5. контроль безопасности продукции для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;

6. соответствие показателей качества продукции, заявленных изготовителями.

В экономике качество равноценно полезности, так как именно полезность делает потребительную стоимость объекта. Потребительная стоимость - это степень удовлетворения конкретной потребности в конкретном продукте. Тогда, полезность объекта - это способность обладать потребительной стоимостью [3]. В расчет качества входят следующие положения: определение требований к качеству продукции; оценка продукции; выработка позиций по улучшению качества; подготовка плана стандартизации. Управления качеством – это контроль, разработка и реализация мер надзора, по отношению к продукции. Успешность производителя обеспечивается выпуском продукции, которая удовлетворяет таким требованиям:

1. требованиям безопасности и охраны окружающей среды;
2. соответствует действующим стандартам;
3. предлагается по конкурентоспособным ценам;
4. является экономически выгодной для производства.

Рассмотрим факторы качества продукции, влияющие на экономику предприятия на основе причинно-следственной диаграммы Исикавы (рисунок 1):

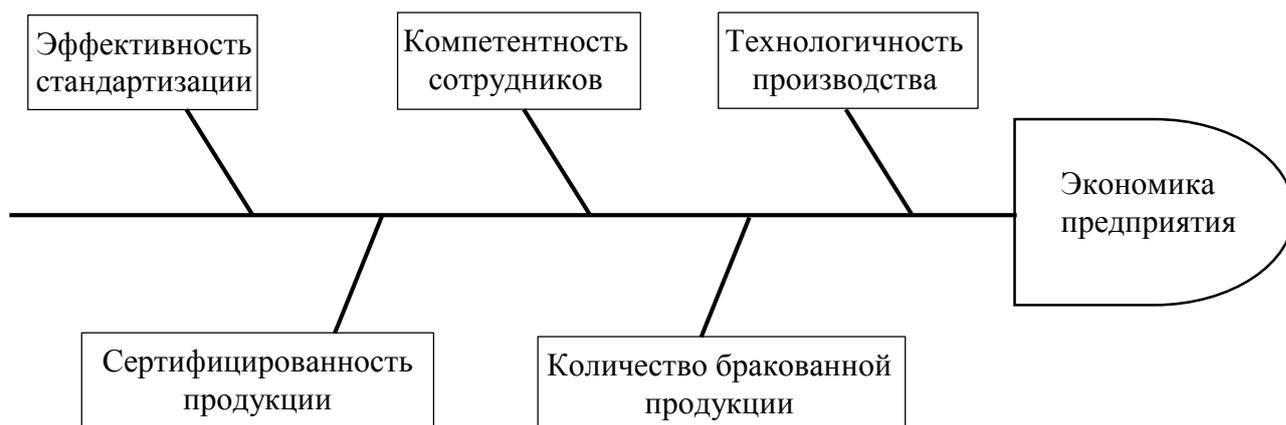


Рисунок 1 – Причинно-следственная диаграмма Исикавы

Сертифицированность продукции, предполагает подтверждение соответствия продукции различным требованиям стандартов.

Компетентность сотрудников – это необходимая совокупность опыта, знаний и навыков, необходимых для работы в той или иной области.

Эффективность стандартизации – это деятельность по разработке стандартов и других нормативно-технических документов, ведущих к экономии ресурсов, повышению надежности, а также к повышению технической совместимости.

Технологичность производства – минимизация продолжительности работ на всех стадиях производственного цикла продукции.

Бракованная продукция – продукция, которая не соответствует установленным стандартам или техническим условиям.

Качество стало важнейшим требованием к продукции, как результат производства и следствия из него - конкурентоспособности. Поэтому стандартизация и управление качеством создает возможности для роста компаний и улучшения производственных процессов. Например, Ю.К. Прохоров определяет качество продукции, как основную форму удовлетворения производственных и личных потребностей человека. Это определяет его уникальность: экономическую и социальную. Чем выше качество продукции, тем большим спросом обладает продукция [4].

**Заключение.** Исследуя проблему качества продукции на предприятии, можно сделать вывод, что предпосылками высокого положения предприятия на рынке и его экономически эффективного производственного процесса, являются стандартизация и управление качеством выпускаемой продукции и её системы изготовления на предприятии. Повышение качества продукции следует из увеличения эффективности производства, в том числе, и за счет снижения производственных затрат (экономический аспект). Таким образом, основной показатель эффективности – это отношение прибыли к затратам производства. Как результат, хорошо организованная экономическая система производства и система контроля качества ведут к снижению некачественной продукции на предприятии (процент брака), и, следовательно, на рынке. Это значит, что улучшение экономических показателей за счет расширения рынка, улучшения качества и увеличения количества потребителей, ведет, соответственно, к экономическому росту компании на рынке.

Список использованных источников:

1. ГОСТ ИСО 9001 – 2015. Системы менеджмента качества: национальный стандарт Российской Федерации. : издание официальное : утв. и введ. в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2015 г. N 1391-ст : введ. впервые : дата введ. 2015-11-01— Москва : Стандартиформ, 2018. - 8 с. - Текст : непосредственный.

2. Злобин, В. П. Международные стандарты ISO серии 9000 по системам менеджмента качества (СМК) / В. П. Злобин. – Текст: непосредственный // Акционерное общество: вопросы корпоративного управления. – 2010. – №11. – С. 78.

3. Лифиц, И. М. Объекты стандартов организации. / М. И. Лифиц . – Текст: непосредственный// Стандартизация, метрология и сертификация: Учебник. – 2005. – С. 91 – 94.

4. Прохоров, Ю. К. Стандартизация в обеспечении качества продукции. / Ю. К. Прохоров. – Текст: непосредственный // Управление качеством: Учебное пособие. – 2007. – С. 42 – 53.

Научный руководитель: Тверяков А.М., к.т.н. доцент

## **СИСТЕМА ОБЪЕМНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ**

Макарова П.А.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.

В России очень актуальна проблема плохих дорог. Так как, из-за трещин, сдвигов, выбоин, вспучивания, впадин асфальтированного покрытия происходит около 75% аварий, это более 130 тысяч аварий, где погибает 20 тысяч человек. Россия теряет на плохих дорогах 6-8% ВВП. Скорость автомобильных перевозок в два раза меньше, расход топлива в полтора раза больше, стоимость обслуживания в три раза выше, чем промышленно развитых странах. [<https://iz.ru>]

В Новосибирске на заседании президиума Государственного совета по вопросу совершенствования сети автомобильных дорог Владимир Путин сказал: «Дорожная отрасль по-прежнему остаётся трудным, проблемным вопросом. А задача сделать её опережающей, новаторской, прорывной отраслью – ещё впереди в своём решении. Чтобы она, эта отрасль, служила одним из мощных локомотивов развития экономики всей страны, нужно ещё многое сделать».

Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» определен ряд задач, связанных с развитием сети автомобильных дорог. В частности, предусмотрено увеличение доли автомобильных дорог регионального значения, соответствующих нормативным требованиям, в их общей протяженности не менее, чем до 50 процентов.

Для решения этих задач был проведен мониторинг применения предварительных национальных стандартов (далее ПНСТ), в результате которого было установлено, что прежняя методика подбора и оценки качества асфальтобетонных смесей, в соответствии с ГОСТ-9128, морально устарела и исчерпала свои возможности. Сегодня профессиональные дорожники прекрасно понимают, что им не добиться существенного увеличения сроков службы дорожных покрытий без введения новых методик. Применение смесей, изготовленных по этому ГОСТу и другим, связанным с ним нормативами, чревато быстрым образованием дефектов покрытия. Много проблем связано с методикой подбора смесей и оценкой их качественных характеристик. Также одной из проблем является отсутствие контроля применяемых составов асфальтобетонной смеси. Из-за этого происходит замена проектных материалов на более дешевые, следовательно, действительный состав отличается от заявленного.

С 2017 года до 1 июня 2019 в Российской Федерации действовали ПНСТ, распространяющиеся на проектирование и технические требования,

кроме того, были применены методы испытаний асфальтобетонов и исходных материалов необходимых для их приготовления. Комплекс этих стандартов разработан на методологии «Supergrave». В качестве нижнего слоя покрытия асфальта применяется не пористый, а крупнозернистый плотный асфальтобетон.

Эта система начала разрабатываться в США с привлечением специалистов и ученых из различных стран еще в конце 1980-х годов и была представлена впервые в 1992 году, но не могла быть применена для наших реалий в связи с несоответствием действующих норм и климатических условий, а также научно-технического прогресса.

Supergrave позиционируется разработчиками как комплексная система проектирования составов асфальтобетонных смесей, удовлетворяющих самым высоким требованиям к эксплуатационным характеристикам в зависимости от транспортной нагрузки, интенсивности и характера движения, а также от климатических условий на конкретном участке эксплуатации дорожного покрытия. Спецификой системы Supergrave является ее четкая ориентация на показатели свойств материалов, которые непосредственно отражают условия и механизм их работы в дорожной конструкции.

Система Supergrave была адаптирована к условиям российских дорог, на основании проведенных исследований. Стандарт подразумевает использование методики подбора состава в соответствии с интенсивностью движения.

Разработка стандартов осуществлялась «Центром метрологии, испытаний и стандартизации» совместно с «Научно-исследовательским институтом транспортно-строительного комплекса» по заказу Федерального дорожного агентства (Росавтодор) в рамках деятельности технического комитета по стандартизации №418 «Дорожное хозяйство».

Применение данного комплекса на объектах Центрального, Южного и Северо-Западного округов Российской Федерации позволило добиться хороших эксплуатационных характеристик дорожных покрытий в сравнении с участками, построенными с применением асфальтобетонных смесей по традиционной методике.

Было отмечено улучшение эксплуатационных характеристик, сделанных по новой методике дорог. На данный момент построено уже порядка 1000 км покрытий из смесей нового образца, а на основе ПНСТ разработали новые национальные стандарты.

Этим летом вступило в силу более 20 национальных стандартов, влияющих на качество дорог.

Главным изменениям подверглась система проверки качества асфальтобетонной смеси.

По новым стандартам, при выпуске смеси на заводе, определяют соответствие тех свойств смеси, которые заявил производитель при

утверждении рецепта. Это позволяет снизить до минимума возможность замены материала на более дешевый, тем самым повышая качество смеси.

Также был введен метод объемного проектирования, который позволяет подобрать состав смеси с заданными техническими характеристиками под конкретные условия эксплуатации в зависимости от климата и транспортных нагрузок. Кроме того, будет учитываться состав старых асфальтобетонных покрытий и местных материалов, что позволит без потери качества значительно снизить их стоимость. Применяемый в системе метод уплотнения, производит точную оценку транспортной нагрузки, которую выдержит минеральный состав асфальтобетона за расчетный период эксплуатации.

То есть заказчик уже на этапе принятия решения, может принципиально оценить возможность создания покрытия из местных материалов или везти прочный щебень издалека.

Помимо этого, важную роль в процессе проектирования будет играть местоположение объекта работ. Будут учтены климатические условия, а также величина автомобильного парка данной территории. На основании этого будет составлен индивидуальный проект для каждого участка дорог.

Система объемно-функционального проектирования асфальтобетонных смесей – это безусловно огромный шаг вперед для развития дорожной сети Российской Федерации, которая дает возможность проектирование асфальтобетона с учетом климатических условий и транспортных нагрузок на основе методов испытаний, моделирующих реальные воздействия на дорожное покрытие.

Ввиду возможности увеличения срока службы покрытий, запроектированных по данной методологии, она включена в целый ряд проектов на федеральных и территориальных автомобильных дорогах.

Domofond.ru составил рейтинг 150 городов России по качеству дорог. Городами аутсайдерами стали: Рубцовск, Таганрог, Новочеркасск, Ковров, Ростов-на-Дону, Одинцово и т.д. Состояние дорог перечисленных городов крайне неблагоприятное: большое количество ям, неровностей и очагов аварийности, которые приводят к ДТП. Дороги этих городов были спроектированы по ГОСТ 9128. Имеется необходимость в замене дорожного полотна, так как оно давно изношено. Требования ГОСТ 9128 не соответствуют существующим нагрузкам на асфальтобетонное покрытие. Из этого можно сделать вывод, что данный стандарт морально устарел.

При внедрении системы Supergrave ожидаются следующие изменения:

1) увеличится срок эксплуатации дорожного покрытия в 2 раза, так как подразумевается подбор оптимального соотношения количества каменного и вяжущего материала;

2) исходя из первого пункта, уменьшится количество аварий и ДТП;

3) у владельцев транспорта уменьшится количество затрат на тех обслуживание;

4) увеличится срок межремонтных работ;

5) увеличится автотранспортный налог, так как технология строительства обходится дороже на 10-20%. Тем не менее фактическая стоимость дороги все равно будет меньше, так как увеличится срок эксплуатации.

Таким образом, на примере рассмотренных городов, можно сделать вывод, что серия стандартов

ГОСТ Р 58401 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Система объемно-функционального проектирования» и ГОСТ Р 58402 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы минеральные для приготовления асфальтобетонных смесей. Система объемно-функционального проектирования» действительно повысит эксплуатационные характеристики дорог, так как технология проектирования асфальтобетона подразумевает собой подбор индивидуального состава для каждого региона с учётом геологических, климатических особенностей, а также интенсивности движения.

#### Список использованных источников:

1. Указ Президента Российской Федерации " О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года" от 19/07/2018 № 204//Собрание законодательства Российской Федерации. 2018 г. – Текст: непосредственный

2. Метод объемного проектирования («Supergave») // Росавтодор URL: <http://fkudsd-dv.ru> – Текст: электронный.

3. Беляев, Н.Н. Американская система Supergave: Проверка на российских дорогах // Автомобильные дороги. 2014. №6(991)

4. Росстандарт URL: [www.gost.ru](http://www.gost.ru). – Текст: электронный.

5. Лучшие и худшие города для автомобилистов 2018 года // domofond.ru URL: <https://www.domofond.ru>. – Текст: электронный.

Научный руководитель: Майер Е.А.

УДК 53.083.1

### **СОСТОЯНИЕ ПРИБОРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОФИЛЯ ПЕРА ЛОПАТОК КОНТУРА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ**

Масалов А.Н.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В публичном акционерном обществе «Тюменские моторостроители» проводят контроль пера лопаток контура низкого давления (КНД). Контроль

пера лопаток производится визуальным методом «на просвет» с помощью шаблонами [1,2]. Лопатка КНД устанавливается в прибор при помощи переходника. Прибор является универсальным и может применяться с разными переходниками для разных лопаток (рисунок 1).

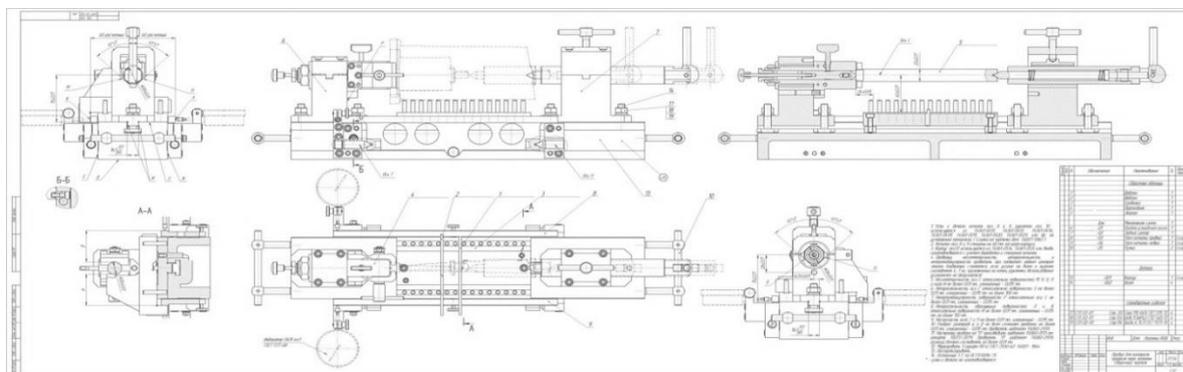


Рисунок 1 – Прибор для контроля профиля пера лопаток КНД

Хвост лопатки устанавливается в переходник (рисунок 2) и фиксируется в нём при помощи подвижных или неподвижных губок и (или) заднего центра. На прибор ставится гребёнка, применяемая для измерения соответствующей лопатки (рисунок 3). Расстояния между штифтами гребёнки соответствуют расстояниям между измеряемыми сечениями лопатки. После установки гребёнки на неё ставятся шаблоны, которые прикладываются непосредственно к перу лопатки.



Рисунок 2 – Переходник на прибор для контроля профиля пера лопаток

Существуют шаблоны для контроля разных элементов пера («спинка» и «корыто»).

Со временем шаблоны изнашиваются, что выражается в повреждениях измерительной кромки. Гребёнка со временем также изнашивается в местах установки шаблонов (рисунок 4). В случае недопустимого износа шаблоны и гребёнки изготавливаются заново.

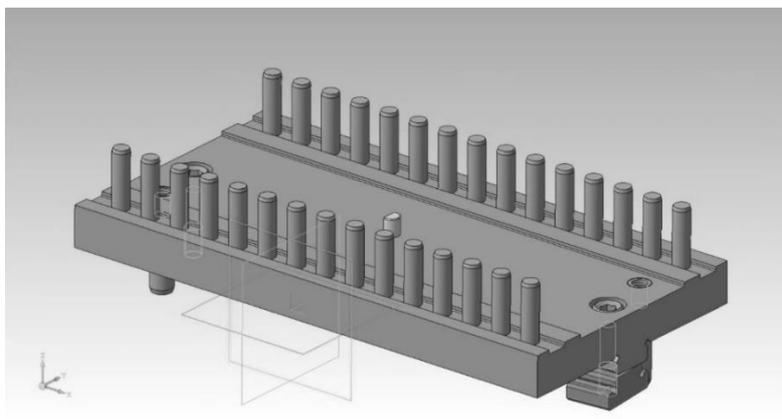


Рисунок 3 – Гребёнка для установки шаблонов профиля пера

Можно предложить два решения проблемы износа гребёнки – контроль качества изготовления и переходная подкладка. При изготовлении гребёнки необходимо соблюдать технологический процесс изготовления, обеспечивая необходимую твёрдость поверхности. Ускоренный износ гребёнок может быть следствием плохого качества изготовления.

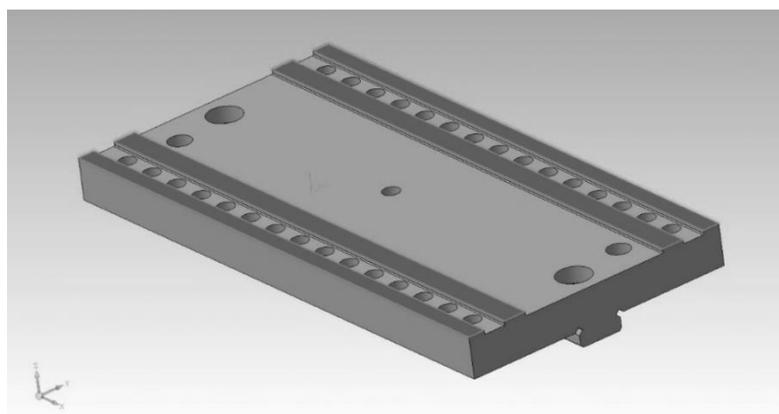


Рисунок 4 – Основание гребёнки прибора для контроля лопаток

Для сохранения долговечности основной конструкции гребёнки и уменьшения затрат можно ввести дополнительную плоскую проставку – пластину толщиной не менее 5 мм, на которую будут ставиться шаблоны (рисунок 5). При достижении большого износа производится замена проставки, в то время, как основной корпус гребёнки и штифты остаются прежними.

Гребёнка является частью прибора для контроля лопаток и предназначена для установки профильных шаблонов. В процессе контроля профиля лопаток происходит механический контакт нижней части шаблонов с поверхностями основания гребёнки и её штифтами.

С течением времени при постоянной работе на верхней поверхности основания гребёнки возникают места истирания металла, которые можно

увидеть в виде «полосок» в местах установки шаблонов. В этих местах размер гребёнки уменьшается, из-за чего шаблон слегка опускается вниз. Даже при наличии нового неизношенного шаблона, контроль профиля будет проводиться с нарушениями.

Проставка имеет отверстия для свободного выхода штифтов. Рабочие поверхности проставки обработаны с высокой точностью. Проставка устанавливается сверху на основание гребёнки и фиксируется с помощью двух штифтов. При износе рабочей поверхности проставки заменяется только проставка, основание и штифты остаются прежними. В результате доработки гребёнки повысился её ресурс, уменьшились затраты на изготовление новых гребёнок.

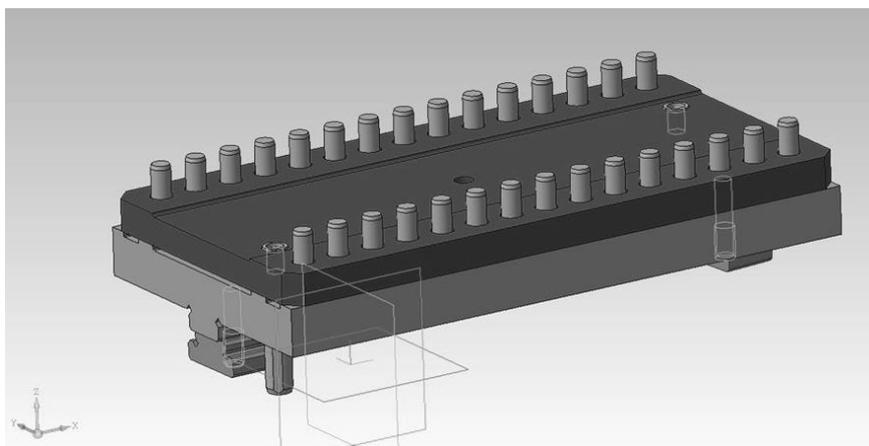


Рисунок 5 – Гребёнка с проставкой в рабочем положении

#### Список использованных источников:

1. Демина, Л. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: учебное пособие / Л. Н. Демина. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2015. – 292 с. – Текст: непосредственный.
2. Дивин, А. Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля : учебное пособие. В 5 ч. / А. Г. Дивин, С. В. Пономарев. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2016. – Ч. 1. – 104 с. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Федчук О.В.

УДК 535.8

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО МИКРОСКОПА БМИ**

Матвеева В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Измерительный микроскоп БМИ [2] предназначен для измерения наружных и внутренних линейных и угловых размеров в прямоугольных и

полярных координатах, параметров резьбовых изделий, профильных шаблонов, лекал. С помощью измерительного микроскопа БМИ на предприятии АО «ЮТэйр – Инжиниринг» проводят поверку уплотнительного кольца круглого сечения.

В последнее время измерительный микроскоп БМИ на предприятии очень часто начал выходить из строя. Для устранения поломок микроскопа БМИ необходимо его отвезти в другой город, что являлось затратным для предприятия. В связи с частыми поломками, который уже отслужил 50 лет, было решение о замене микроскопа.

Для того чтобы найти эффективный и подходящий микроскоп был проведен сравнительный анализ нескольких микроскопов.

Микроскоп универсальный измерительный УИМ–21[1] – имеет оптическую отсчетную систему с дискретностью 1 мкм. Производятся исследования миниатюрных элементов детали. Можно производить измерения всевозможных резьбовых изделий. Из недостатков отмечают высокую утомляемость глаз оператора и субъективный отсчет, оптическая система микроскопов изнашивается в процессе эксплуатации (проецирующие зеркала и оптические элементы царапаются, падает освещенность шкал). Цена составляет 755 тыс. рублей.

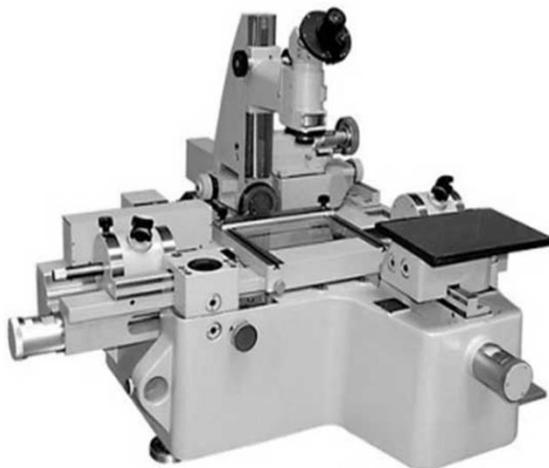


Рисунок 1 – Микроскоп УИМ–21

Измерительный микроскоп Vision Engineering – диапазон измерения в плоскости XY до 150 x 100 мм. Опционально возможность измерения по трем осям. Идеальная система для двух координатных 2D измерений небольших объектов. Запатентованная оптическая система, обеспечивающая четкую визуализацию кромок для прекрасного разрешения и контраста. Из недостатков – стоимость, которая составляет 2500 тысяч рублей.



Рисунок 2 – Микроскоп Vision Engineering

Видеоизмерительный микроскоп NORGAU модель NVM-3020 [3]- сочетает в себе новейшие технологии и простоту использования полуавтоматизированного видеоизмерительного микроскопа. Система обладает широкими возможностями в измерении различных поверхностей деталей, обработки измеренных данных, обеспечивает легкое и быстрое базирование измеряемой детали. Диапазон перемещения по осям X и Y – 300мм x 200мм. Недостатков не имеет. Цена составляет 1100 тыс. рублей.



Рисунок 3 – Микроскоп NVM-3020

В ходе сравнения был выбран оптимальный микроскоп, которым стал видеоизмерительный микроскоп NVM-3020.

Экономический эффект от экономии на ремонте предоставлен в таблице 1.

Таблица 1 – Экономия на ремонте

Наименование	Измерительный микроскоп БМИ	Видеоизмерительный микроскоп
Калибровка	36000	9000
Ремонт	180000	0
ИТОГО	216000	9000

Дополнительные доходы от выполненных работ предоставлены в таблице 2.

Таблица 2 – Дополнительный доход

Наименование	Время работы	Количество проверенных СИ	Цена за 1 деталь	доход
Микроскоп БМИ	18 месяцев	1343	610	819230
видеоизмерительный микроскоп	36 месяцев	2686	610	1638460
		474	214	101436
Эффект	–			920666

Таким образом, суммарный экономический эффект, учитывающий как экономию затрат на ремонт и обслуживания, так и увеличение объема выполненных работ составит 29666 рублей.

#### Список использованных источников:

1. ГОСТ 8074-82 Микроскопы инструментальные. Типы, основные параметры и размеры. Технические требования: Государственный стандарт Союза ССР : издание официальное : утв. и введ. в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 23 августа 1982 г. N 3327 срок введения установлен с 01.01.84. : введ. взамен ГОСТ 8074-71: дата введ. 1984-01-01 / Москва: Издательство стандартов, 1986. – Текст: непосредственный.
2. Norgau since : [сайт] // Видеоизмерительный микроскоп модель NVM-3020. - URL: <https://norgau.com/%D1%82%D0%BD164728.html>. – Текст: электронный.

Научный руководитель: Федчук О.В.

УДК 658.5

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО» В «ЗАВОД БКУ» - ФИЛИАЛ ООО «УРАЛМАШ НГО ХОЛДИНГ» В Г. ТЮМЕНИ**

Махтов А.П.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На производстве в АО «Завод БКУ» в цехе сборки сварки металлоконструкций, был проведен анализ рабочего процесса работников отдела технического контроля (ОТК), где осуществляется своевременное проведение операционного и приемочного контроля деталей, узлов и операций изготавливаемого в соответствии с планом производства продукции оборудования, на соответствие требованиям нормативной документации. [1]

Основным сопроводительным документом, в котором прослеживается производственный цикл изготовления продукции в котором установлены этапы операционного и приемочного контроля (контрольные точки) является технологический паспорт контроля (ТПК). [2]

При подготовке плана по внедрению системы «5S» [3] была проанализирована работа контролера бюро технического контроля металлоконструкций и были выявлены следующие факторы, которые приводят к следующим потерям:

1. Нерациональное посещение контрольных точек и их расположение.

2. Неорганизованность рабочего пространства, что приводит к утомленности и следствием к снижению эффективности работы.

Посещение контрольных точек в хаотичном порядке приводит к большой потере временных и моральных ресурсов работника т.к. площадь цеха, в котором выполняются производственные работы, достаточно велика.

Для устранения этого недочета необходимо проанализировать траекторию движения контролера качества при проведении проверки качества сварных швов, для этого используем инструмент «Диаграмма спагетти». [4]

В результате анализа исполнения обязанностей работников ОТК, при выполнении нескольких процессов контроля одним человеком, были выявлены несколько проблем, которые должным образом влияют на рабочий и производственный процессы, порождая неблагоприятные факторы, приводящие к различным потерям.

Первая проблема заключается в организации рабочего места и пространства для контролеров ОТК. Ныне существующая зона для работников ОТК при цехе не соответствует правилам хранения измерительных инструментов, потому что они находятся в местах, не отвечающих правилам хранения измерительного инструмента.

В ныне действующем ОТК не существует специализированных мест для опасных легковоспламеняющихся веществ, которые используются при процессе контроля и обслуживания инструментов.

Контролер зашедший в ОТК при цехе, имеет трудности в поиске инструментов, средств контроля и вспомогательного оборудования. Такая неорганизованность рабочего пространства приводит к потерям временного характера, ведь лишние движения являются одним из потерь в методике «Бережливое производство». [5]

Так как рабочее пространство ныне существующего ОТК при цехе является не организованным для хранения инструментов, это приводит к лишним движениям в поиске необходимого инструмента и вспомогательных средств контроля.

Так же существуют нарушения правил хранения инструментов, что в дальнейшем приводит к порче инструментов и его частой поверке или калибровке.

Для устранения вышесказанных нарушений необходимо разбить цех на зоны и предложить организовать пункты работника ОТК для каждой зоны, которые будут оборудованы всей необходимой оснасткой и отвечать требованиям хранения используемых в этой зоне инструментов и средств контроля. Предлагаемый план пункта рабочего ОТК при цехе представлен на рисунке 1.

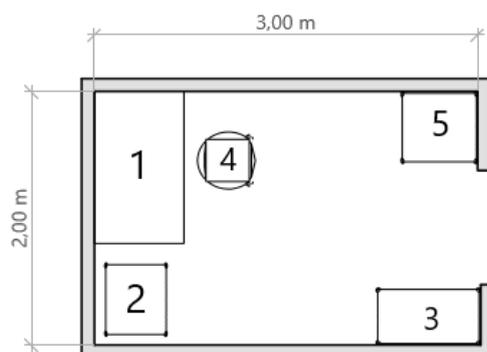


Рисунок 1 – План пункта рабочего ОТК при цехе

Предлагаемый пункт оборудован следующим: стол контролера качества (1); тумбочка для инструментов (2); стеллаж универсальный (3); стул контролера (4); тумбочка для хранения легковоспламеняющихся жидкостей (5).

Вторая проблема, которая является от части следствием первой проблемы, заключается в том, что контролер не рационально передвигается и посещая контрольные точки теряет очень много времени.

Для синхронности работы и устранения лишних промежутков времени, было принято решение совместить рабочие процессы путем выполнения других этапов контроля во временных промежутках, которые создают основу для возникновения временных потерь.

Такая организация должна устранить лишние операции и минимизировать или устранить потери, возникающие при выполнении данных операций.

В результате анализа трех рабочих процессов, в общем, можно сделать вывод что в последовательном выполнении рабочих процессов существуют лишние этапы, которые существенно влияют на время и организацию рабочего процесса.

Используем метод картирования потока создания ценности, с использованием инструмента «*Диаграмма спагетти*» [4], для визуализации потерь при работе контролера качества ОТК до и после внесенных нами изменений по минимизации потерь и улучшению синхронности работы.

В качестве объекта картирования будут выступать процессы контроля качества металлоконструкций различными методами, в соответствии с рабочим процессом выполняемым работником ОТК. [1]

Исходя из анализа диаграммы спагетти, получившийся в результате организации рабочих мест работника ОТК и устранению этапов контроля, приводящих к организационным и временным потерям, можно сделать следующие выводы:

1. Путь, который проходил работник ОТК до и после нововведений существенно сократился, благодаря организации рабочего пространства в цеху и избавления работника от лишних этапов и больших временных периодов в рабочем процессе.

2. Рабочее пространство, которое было не организованным и не соответствовало требованиям хранения инструментов и средств контроля, существовало только в ОТК при цехе, разобьется на несколько контрольных пунктов у конкретной зоны, и будут соответствовать нормам хранения измерительных инструментов и других средств контроля.

3. Каждый пункт контроля оборудован всем необходимым для работы, инструментом и оснасткой (в зависимости от зоны и вида проводимых работ), так же предусмотрены ящики для хранения специальных легковоспламеняющихся средств контроля и обслуживания.

#### Список использованных источников:

1. Контроль качества продукции в собственном производстве [Текст]: СТП П 5-13-23-2017.

2. Должностная инструкция «Контролера качества бюро технического контроля отдела технического контроля» - Москва: ООО «Уралмаш НГО Холдинг», 2015. . – Текст: непосредственный

3. ГОСТ 56906-2016 Бережливое производство. Организация рабочего пространства (5S). – Текст: непосредственный

4. Вейдер М.Т. Инструменты бережливого производства / М.Т. Вейдер. – Текст: непосредственный // Москва: Альпина Паблишер, 2017. - 125с.

5. ГОСТ Р 56407-2015 Бережливое производство. Основные методы и инструменты. – Текст: непосредственный

Научный руководитель: Майер Е.А., преподаватель.

## **АНАЛИЗ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ МЕЖПОВЕРОЧНОГО ИНТЕРВАЛА**

Мельников П.А.,

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Одним из наиболее точных путей, которые позволяют обеспечить требуемый уровень качества производимой продукции является использование надежного и точного оборудования, необходимого для применения на стадиях таких процессов, как входной, производственный и выходной контроль техники, а также в системах, основная задача которых управлению технологическими процессами и т.п. [1].

Основной целью данной статьи являлось рассмотрение и анализ законодательных и нормативно-правовых документов в области определения межповерочного интервала.

Поверка средства измерения (СИ) – это совокупность операций, которые выполняются в целях установления и подтверждения соответствия метрологических характеристик. На сегодняшний день существуют пять видов поверки, которые определяются по сроку службы: первичная, периодическая, внеочередная, инспекционная и экспертная [2].

Периодическая поверка – вид поверки, при которой осуществляется полный процесс контроля на соответствие метрологических характеристик СИ установленным требованиям или их приведение в соответствии с этими требованиями. Этот вид поверки относится к одному из важных и основных элементов системы обеспечения единства измерений. Периодическую поверку осуществляют через определённый временной интервал, который устанавливается в нормативно-технической документации на контрольный вид СИ или в иной документации.

Временной интервал между каждыми последующими поверками называется межповерочным интервалом (МПИ) [3]. Стоит отметить, что межповерочный интервал – это очень важный параметр метрологического обслуживания СИ, который оказывает непосредственное влияние на уровень и качество результатов измерений. Кроме того, необходимо отметить – чем МПИ меньше, тем гораздо выше уровень единства измерений. Но, с другой стороны, если же говорить о финансовой части то, чем меньше МПИ, тем больше необходимо финансовых ресурсов на проведение поверок СИ, а также на издержки производства, которые связаны с изъятием СИ с места эксплуатации для транспортировки на поверку в метрологические службы.

Существует законодательная, нормативная и правовая база, в которой установлены правила, условия, а также даны рекомендации по определению МПИ к СИ. Кроме того, существуют нормативные документы, в которых

установлены требования к расчетам и поэтапному проведения операций, которые выполняются в целях подтверждения соответствия установленным метрологическим характеристикам (поверки) определенного вида СИ. Перечень нормативно-правовой документации по определению МПИ представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Перечень законодательной и нормативно-правовой документации по определению МПИ

Идентификационный номер	Название	Область применения
РФ № 102 от 26.06.2008	Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений»	ФЗ регулирует отношения, возникающие при выполнении измерений, установлении и соблюдении требований к измерениям, единицам величин, стандартным образцам, средствам измерений
ГОСТ 8.565-99	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Порядок установления и корректировки межповерочных интервалов эталонов	Стандарт устанавливает единый порядок установления и корректировки межповерочных интервалов эталонов с целью обеспечения единства измерений
ГОСТ 27883-88	Средства измерения и управления технологическими процессами. Надежность. Общие требования и методы испытаний	Рекомендации распространяются на средства измерений, в том числе рабочие СИ, первичные, вторичные и рабочие эталоны, подлежащие поверке или калибровке
ГОСТ 27.002-2015	Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения	Стандарт устанавливает основные понятия, термины и определения понятий в области надежности

Идентификационный номер	Название	Область применения
РМГ 74-2004 ГСИ	Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений	Рекомендации содержат методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов, основанные на предположении о непрерывном (с конечной случайной скоростью) изменении метрологических характеристик СИ в процессе эксплуатации или хранения
МИ 1872-88	Рекомендация. ГСИ. Межповерочные интервалы образцовых средств измерений. Методика определения и корректировки	Рекомендация распространяется на образцовые средства измерений, разрабатываемые и эксплуатируемые предприятиями, подлежащие поверке

Определение МПИ – это одна из наиболее важных работ, по результатам которой можно судить о метрологической исправности СИ. Важно то, что межповерочный интервал должен быть назначен таким образом, чтобы появилась возможность гарантировать метрологическую исправность СИ в период между его поверками, но и с другой стороны, МПИ не должен быть слишком коротким.

Таким образом, чтобы говорить об исправном состоянии СИ, необходимо осуществлять периодические поверки, т.к. момент наступления метрологического отказа зачастую может выявить только поверка. Кроме того, величина МПИ должна быть оптимальной, поскольку частые поверки приводят к материальным и трудовым затратам на их организацию и проведение, а редкие – могут привести к повышению погрешности измерений из-за метрологических отказов.

#### Список использованных источников:

1. Мельников, П. А. Метрологическая надежность средств измерения / П. А. Мельников – Текст: непосредственный // Метрология, стандартизация и управление качеством: материалы IV Всероссийской научно-технической конференции Омск: ОмГТУ, 2019. – с. 45-50.

2. Российская Федерация. Законы. Об обеспечении единства измерений: Федеральный закон РФ от 26 июня 2008 (с изменениями 13 июля

2015) № 102 – Введ. 2008 – 30.06 – Москва: Собрание законодательства РФ № 26, 2008. – 3021. – Текст: непосредственный

3. Коцев, А. Способ увеличения межповерочного интервала средств контроля/ А. Коцев, Н. Петров, М. Ириев, М. Лотонов – Текст: электронный// Измерительная техника, 2013. №6. с. 64-65.

Научный руководитель: Щеголева С.А., к. ф.-м. н., доцент.

УДК 332.87

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ**

Минваева М.С.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Сфера жилищно-коммунального хозяйства является одной из самых проблемных сфер экономики и жизни общества. Цены непрерывно повышаются, а качество услуг не удовлетворяет граждан.

Жилищные услуги, включающие услуги и работы по надлежащему содержанию и управлению общедомовым имуществом в многоквартирном доме и его текущему ремонту, оказываются в зависимости от выбранного собственниками жилья способа управления многоквартирным домом [1].

Все условия оказания жилищных услуг определяются в договоре с управляющей организацией при непосредственном участии и контроле со стороны собственников жилых помещений в многоквартирном доме [1].

Согласно Правилам по содержанию общего имущества [2], общее имущество необходимо содержать в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями и другими требованиями, обеспечивающими надежность и безопасность жизни граждан в многоквартирном доме, доступность пользования общим имуществом, энергоэффективность дома и пр.

Коммунальные услуги по ресурсоснабжению оказываются ресурсоснабжающими организациями, а вывоз ТКО - региональным оператором по обращению с твердыми коммунальными отходами.

Качество предоставляемых жилищно-коммунальных услуг во многом зависит от эффективности работы всех вышеуказанных организаций.

Ресурсоснабжающая организация должна обеспечить бесперебойное, непрерывное и качественное снабжение коммунальными ресурсами в необходимой мощности и объеме. Конкретные требования определены Правилами предоставления коммунальных услуг [3]. За некачественное предоставление коммунальных услуг предусмотрена административная ответственность [4]. Ответственность за качество коммунальной услуги несет ресурсоснабжающая организация до границы с общим имуществом многоквартирного дома. При этом, ответственность за обслуживание

внутридомовых коммунальных систем лежит на лицах, ответственных за управление многоквартирным домом, согласно договору управления.

Предоставление необходимых жилищно-коммунальных услуг обеспечивает благоприятные условия для жизнедеятельности граждан и пользования ими жилыми помещениями. Они должны отвечать параметрам качества. Однако, к их качеству и количеству всегда есть многочисленные вопросы и нарекания со стороны получателей. Так, из 29 тысяч обращений на горячие линии региональных центров общественного контроля в сфере ЖКХ и в приемную Национального центра «ЖКХ Контроль» в 2018 году [5] отмечается, что наибольшее количество обращений граждан связано с вопросами: начисления платы за ЖКУ – 19,31 %; управления МКД – 13,75 %; содержания общего имущества – 13,32 %; качества коммунальных услуг – 12,43 %.

Качество коммунальных услуг зависит, прежде всего, от функционирования коммунальной инфраструктуры муниципального образования, ее эффективности и надежности, внедрения новых энергоэффективных технологий. Высокая изношенность коммунальных сетей приводит к большому количеству аварийных ситуаций и значительным потерям ресурсов. Необходимость модернизации объектов коммунальной инфраструктуры, применение энергоэффективных технологий, развитие жилищного фонда – одна из приоритетных задач государственной политики в сфере ЖКХ [6].

При этом существующие объемы инвестиций в сферу жилищно-коммунального хозяйства недостаточны для решения проблем данной отрасли. По экспертным оценкам инвестиционные потребности составляют более 500 млрд. рублей: 200 – сфера теплоснабжения, 100 – водоснабжение, 100 – водоотведение, 100 – сфера обращения с отходами. Следует отметить, что снижение уровня аварийности в сфере коммунальной инфраструктуры на 30% на период с 2015 по 2020 годы является целью приоритетного проекта «Обеспечение качества жилищно-коммунальных услуг» [7].

Решение проблемы аварийного жилья значительно повлияет на качество жилищно-коммунальных услуг, ведь в аварийном доме намного сложнее предоставлять коммунальные ресурсы без значительных потерь из-за ветхих коммуникаций, а жилищные услуги не будут отвечать параметрам качества из-за отсутствия видимости качества их предоставления.

Одной из причин предоставления некачественных жилищных и коммунальных услуг является дебиторская задолженность, отрицательно влияющая на финансово-хозяйственную деятельность любой организации. Одной из основных причин данной проблемы является низкая платежеспособность населения на фоне ежегодного роста тарифов на жилищно-коммунальные услуги. Так, с 1 июля 2018 года тарифы на коммунальные услуги увеличились в среднем по России на 4 %, а в 2019

году их увеличение происходит в два этапа: с 1 января – на 1,7 % и с 1 июля в среднем на 2,4 % индексируются уже январские тарифы.

Также к проблемам управления качеством жилищно-коммунальных услуг можно отнести и низкий уровень просвещенности и активности граждан в вопросах содержания и управления общим имуществом в МКД.

Отсутствие механизмов по контролю собственниками за качеством выполнения работ и предоставления услуг также является одной из проблем управления качеством ЖКУ. Сложности в реализации законодательной базы, а также развития этой базы для организации реально прозрачной деятельности управляющих и ресурсоснабжающих организаций остаются в качестве открытого вопроса в развитии сферы ЖКХ.

Из вышесказанного следует, что проблема управления качеством жилищно-коммунальных услуг в нашей стране стоит особенно остро. Основная причина этого – отсутствие развитой законодательной базы, которая обеспечивала бы стопроцентную прозрачность деятельности субъектов сферы ЖКХ, была бы понятна и непротиворечива. Следующая причина – это ветхость, изношенность и аварийность объектов коммунальной инфраструктуры и жилищного фонда.

#### Список использованных источников:

1. КонсультантПлюс: [сайт] // Жилищный кодекс РФ от 29.12.2004 № 188-ФЗ (ред. от 26.07.2019, с изм. от 10.07.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 26.07.2019). – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51057](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51057). – Текст: электронный.

2. Постановление Правительства РФ от 13.08.2006 № 491 (ред. от 15.12.2018) «Об утверждении Правил содержания общего имущества в многоквартирном доме и правил изменения размера платы за содержание жилого помещения в случае оказания услуг и выполнения работ по управлению, содержанию и ремонту общего имущества в многоквартирном доме ненадлежащего качества и (или) с перерывами, превышающими установленную продолжительность». – Текст: непосредственный

3. Постановление Правительства РФ от 06.05.2011 № 354 (ред. от 22.05.2019) «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов». – Текст: непосредственный

4. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 01.05.2019). – Текст: непосредственный

5. НП «Национальный центр общественного контроля в сфере жилищно-коммунального хозяйства «ЖКХ Контроль». Рейтинг проблем ЖКХ за 2018 год (публикация от 17 января 2019). – URL: <http://gkhkontrol.ru/2019/01/51175>. – Текст: электронный.

6. Распоряжение Правительства РФ от 26 января 2016 г. № 80-р (ред. от 18.10.2018) «Стратегия развития жилищно-коммунального хозяйства в Российской Федерации на период до 2020 года». – Текст: непосредственный.

7. Приоритетный проект «Обеспечение качества жилищно-коммунальных услуг» утверждён президиумом Совета при Президенте России по стратегическому развитию и приоритетным проектам (протокол от 21 ноября 2016 г. № 10). – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Храмцов А.Б., к.и.н., доцент.

УДК 622.692.4

## УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ РАДИУСА ИЗГИБА МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА

Миржамолов И.И.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

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 ( $\rho$ ). Начальное значение  $\rho$  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 (рисунок 1).

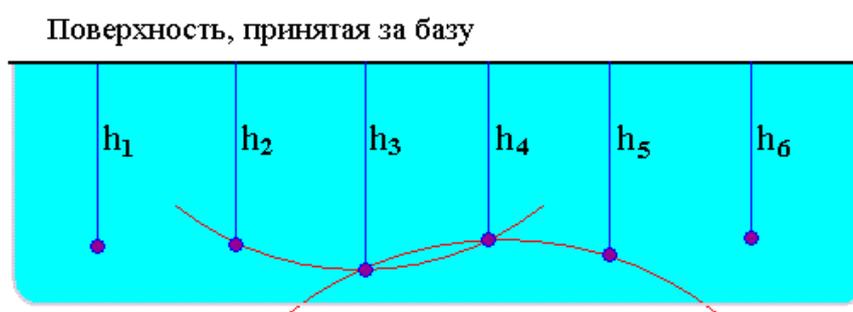


Рисунок 1 – □ Схема определения радиусов изгиб

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 считаются 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 использованных источников:

1. Методика оценки фактического положения и состояния подземных трубопроводов: ВРД 39-1.10026-2001. / ОАО «Газпром», ООО «ВНИИГАЗ». – М., 2001. – 106 с. – Текст: непосредственный
2. Кушнир, С. Я. Степень влияния грунтового фактора на формирование напряжений в стенке подземного нефтегазопровода / С. Я. Кушнир, Н. А. Малюшин, А. А. Юрченко, Д. М. Сенив. – Текст: непосредственный // Известия вузов. Нефть и газ. – 2010. – No 5. – С. 112-118.
3. Фролов, А. В. 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

УДК 006.73

### **СТАНДАРТИЗАЦИЯ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ**

Одинаева К.И.,

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

В наше время все чаще встречаются такие понятия как качество, надежность, конкурентоспособность и безопасность продукции, требуется соблюдение закона о защите прав потребителей. Современная рыночная экономика предъявляет свои требования к качеству выпускаемой продукции, стабильное положение любой фирмы на рынке товаров и услуг определяются уровнем ее конкурентоспособности. Качество является важнейшим параметром, который отличает организацию от ее конкурентов. Инструменты управления качеством обеспечивают изменения в системах и процессах, которые в конечном итоге приводят к продуктам и услугам высшего качества. Методы управления качеством, такие как Total Quality management или Six Sigma, имеют общую цель - обеспечить высокое качество продукции. Управление качеством необходимо для того чтобы создать продукты высшего качества которые не только встречают, но также превышают удовлетворение потребностей клиента. Клиенты должны быть

удовлетворены вашим брендом. Бизнес-маркетологи успешны только тогда, когда они делают упор на качество, а не на количество.

Конкурентоспособность связана с такими двумя показателями, как: уровень цены и качества продукции.

Целью работы является изучение стандартизации, а также ее роли в повышении качества промышленной продукции. Повышение качества - это непрерывная деятельность, направленная на увеличение эффективности и результативности процесса. Данные виды деятельности довольно часто требуют новых ценностей и поведения, ориентированных на измерение удовлетворенности потребителей и действия на результаты. Инструменты управления качеством играют решающую роль в повышении качества продукции и услуг. С помощью инструментов управления качеством сотрудники могут легко собирать данные, а также организовывать собранные данные, которые в дальнейшем помогут в анализе того же и в конечном итоге прийти к конкретным решениям для повышения качества продукции.

Инструменты управления качеством облегчают понимание данных и позволяют сотрудникам идентифицировать процессы для устранения дефектов и поиска решений конкретных проблем.

Стандартизация – это деятельность, которая заключается в нахождении решений для повторяющихся задач в сфере науки, она направлена на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области. В данном случае, установление требований к качеству продукции. [1] Основной задачей стандартизации является решение задач, которые ориентированы на повышение качества продукции, а также улучшения качества услуг.

Объектом стандартизации является конкретная продукция, нормы, требования, которые используются в науке, в отраслях народного хозяйства, производстве, а также в международной торговле. Для оценки соответствия качества продукции заданным требованиям, существуют стандарты предприятий, которые производят работы по стандартизации в соответствии с Законом РФ «О стандартизации».[2] Каждая отрасль разрабатывает стандарты в пределах своей компетенции, данные стандарты утверждаются соответствующими органами государственной системы стандартизации. Особенность стандартизации в том, что она имеет широкий охват применения. Стандартизация оказывает влияние на улучшение качества товара с помощью разработки стандартов на материалы, готовую продукцию, запчасти для оборудования на производстве.

Стандарт - это нормативно-технический документ, устанавливающий требования к группам однотипной продукции, а в необходимых случаях к определенной продукции, правила, обеспечивающие ее разработку, производство и применение. [3]

Существует два способа подтверждения продукции требованиям Госстандартов: сертификация и декларирование продукции. Маркировка какой-либо продукции регламентируется соответствующим Госстандартом. Общими требованиями к маркировке продукции являются: достоверность, доступность, достаточность. [4]

Повышение качества продукции, выпускаемой на рынок, является одной из главной задач, которая стоит перед промышленностью. Деятельность, направленная на управление качеством не может быть эффективной после того, как продукция произведена, так как такая деятельность осуществляется в ходе производства продукции. Предприятия все чаще разрабатывают и осуществляют мероприятия по улучшению качества продукции, основываясь на достижениях современной науки. [5]

В заключении можно сделать следующие выводы:

- Качество выпускаемой предприятием продукции является важным фактором деятельности в условиях рынка, так как обеспечивает расширение участков рынка, рост прибыли и процветание предприятия.
- Управление качеством продукции основывается на стандартизации, представляющую собой нормативно-техническую основу, которая определяет прогрессивные требования к продукции.
- Выполнение всех нормативных актов в управлении качеством продукции позволяет организовать эффективную систему законодательного обеспечения качества и безопасности продукции.

Список использованных источников:

1. Лифиц, И. М. Основы стандартизации, метрологии, сертификации/ И. М. Лифиц. – Москва: Юрайт, 2002. – 325 с. – Текст: непосредственный.
2. Антонов, Г. А. Основы стандартизации и управления качеством продукции/ Г. А. Антонов: Учебник. В 3-х частях. – Санкт-Петербург: Изд - во СПб УЭФ, 2011. -684 с. – Текст: непосредственный.
3. Димов, Ю. Метрология, стандартизация и сертификация/ Ю. Димов: Учебник для вузов. 2-е изд. – Текст: непосредственный.
4. Экономика предприятия: Учеб. /Под ред. В. Я. Горфинкеля, В. А. Швандара. — Москва: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – Текст: непосредственный.
5. Глинчев, А. В. Основы управления качеством продукции/ А. В. Глинчев. - Москва: Изд - во АМИ, 2011. - 287с. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Тверяков А.М., к.т.н, доцент.

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА ПО УТИЛИЗАЦИИ БУРОВОГО РАСТВОРА**

Олюнина Ю.С.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

ООО «Газпром геологоразведка» является дочерним предприятием ПАО «Газпром».

Деятельность ООО «Газпром геологоразведка» заключается в проведение всего комплекса геологоразведочных работ по поиску новых месторождений и залежей углеводородов на суше и на шельфе [1].

На предприятии внедрена и действует система экологического менеджмента (СЭМ), это развитая структура управления охраной окружающей среды. Так же в компании утверждена экологическая политика, которая основана на обеспечении сбережения ресурсов, максимальном снижении негативного влияния на окружающую среду и действиях по сохранению климата.

В ООО «Газпром геологоразведка» внедрены методы по сохранению биологического разнообразия и по утилизации буровых отходов. Компания проводит большое количество специальных природоохранных мероприятий по защите и воспроизводству рыбных запасов, очистке и облагораживанию территорий [2].

В процессе бурения скважин и работы на нефтяных и газовых промыслах используются специальные буровые растворы. Их готовят на месторождении, непосредственно перед началом добычи полезных ископаемых. В связи с этим, применение буровых растворов обязательно как в процессе бурения скважины, так в процессе эксплуатации любого промысла[3]. Попадание буровых растворов в водоемы и почву даже в небольших количествах представляют серьезную экологическую опасность, тем, что выбуренная порода накапливает в процессе бурения сырую нефть и ее фракции. Таким образом, в его составе отмечается значительное содержание нефтепродуктов, органических соединений, опасных для объектов природной среды, растворимых минеральных солей. Происходит загрязнение грунтов и подземных вод, поэтому одной из главных требований, предъявляемых к технологическому процессу строительства скважин, является предотвращение негативного воздействия отходов бурения на окружающую среду.

В процессе строительства скважин в ООО «Газпром геологоразведка», отходы бурового раствора накапливаются во временном накопителе и вывозятся с площадок строительства скважин специально оборудованными машинами нанятой компании, для дальнейшей утилизации или обезвреживания на специализированный полигон в

организацию ООО «Чистые технологии Байкала». Согласно отчету компании в ООО «Газпром геологоразведка», за год, они вывезли около ста машин с буровыми растворами[4].

В конце 2018 года, поступила жалоба от жителей села Богучаны Красноярского края, что буровые отходы сливают в окрестностях леса села. В ходе чего, Департамент экологии и недропользования Красноярского месторождения провел проверку и выявил факт слива отходов, в непредназначенных для этого местах. Кто совершил данный слив – неизвестно, поэтому штраф был наложен на все организации, находящиеся в данном регионе, работающих с нефтепродуктами.

После проверки и наложения штрафа Департаментом экологии, организация ООО «Газпром геологоразведка» начала внутриорганизационную проверку. В ходе, которой была выявлена проблема – бесконтрольной утилизации бурового раствора, в местах непредназначенных для этого, по причине недобросовестной работы автотранспортной компании занимающихся перевозом буровых растворов, что не соответствует статье 12 Федерального закона N 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [5].

Для решения проблем бесконтрольной утилизации бурового раствора было предложено использовать следующие методы:

☑ повышение экологической культуры и ответственности работников, выполняющие перевозку отходов;

☑ ввести документацию отчетности для водителей, в которой будет отметка с завода, какое количество раствора он доставляет;

☑ ужесточение контроля по доставке, с помощью технического средства – пломба и навигационной спутниковой системы – глонасс;

☑ назначить человека, который будет ответственный за доставку отходов;

☑ проанализировать систему штрафов за недобросовестную утилизацию буровых растворов.

Докажем эффективность своих предположений с помощью экономического расчета.

В ходе расчета был сделан вывод, что расходы на вывоз бурового раствора составляют за 1 рейс – 21600 рублей, в месяц – 129000 рублей, в год – 1728000 рублей. А при внедрении предложенных методов, с установкой пломбы и Глонасса на двухсекционный автомобиль и заработной платы специалиста, который будет контролировать доставку отходов будет составлять за 1 рейс - 45730руб., в месяц - 274380 руб., в год - 3292560 рублей, что затраты денежных средств увеличится в 2 раза.

Далее рассчитаем сокращение платы штрафов. Штрафы за отходы организации ООО «Газпром геологоразведка» составляют в год – 24 млн. рублей, в месяц – 2 млн. рублей, а штрафы за буровой раствор составляют в

год – 6 млн, в месяц – 500 тыс. После внедрения предложенных методов штрафы организации уменьшатся на 20 %.

Окупаемость данного метода будет составлять 6 месяцев.

Таким образом, в организации ООО «Газпром геологоразведка» экономически выгодно применить предложенные методы, так как данный метод быстро окупится и размер штрафов уменьшится на 20%.

Список использованных источников:

1. ООО «Газпром геологоразведка». – URL: <http://geologorazvedka.gazprom.ru/about/working/> – Текст: электронный.
2. ПАО «Газпром». – URL: <https://www.gazprom.ru/>. – Текст: электронный.
3. Буровые растворы для бурения нефтяных и газовых скважин. – URL: <https://neftok.ru/oborudovanie/burovye-rastvory-dlya-bureniya-neftyanyh-i-gazovyh-skvazhin.html>. – Текст: электронный.
4. Отчет о функционировании системы экологического менеджмента «Газпром геологоразведка». – URL: <https://geologorazvedka.gazprom.ru/d/textpage/14/20/otchet-o-funktsionirovanii-sehm-2017.pdf>. – Текст: электронный.
5. Российская Федерация. Законы. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон РФ N 89-ФЗ ст 28 (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2018) (действующая редакция 2018). – Текст: непосредственный.
6. Статья 8.2 КоАП РФ. Несоблюдение экологических и санитарно-эпидемиологических требований при обращении с отходами производства и потребления, веществами, разрушающими озоновый слой, или иными опасными веществами. – Текст: непосредственный.
7. Король, В.В. Утилизация отходов бурения скважин/ В.В. Король, Г.Н. Позднышев, В.Н. Манырин. – Текст: непосредственный// Экология и промышленность России, № 1, 2015. - С. 40-42.

Научный руководитель: Майер Е.А., преподаватель.

УДК 006.4

## **СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ В СПОРТЕ И ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ**

Ромашев Я. О., Сатыбалдиев А. Б.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Ключевые слова: допинг, система измерений, стандарт, биохимический контроль, аккредитация, ГОСТ.

Одна из самых больших проблем в спорте - это допинг. Часто встречаются случаи, когда у спортсменов во время медицинского обследования выявляют наличие в организме запрещенных веществ. С помощью новейшего медицинского оборудования, такого как система биохимического контроля и диагностика состояния сердечно - сосудистой системы. Таким оборудованием обладают все лаборатории по диагностике спортсменов. Одним из главных принципов допингового контроля является большое количество сдачи анализов за короткое время. Можно привести пример, на Международных соревнованиях проводят процедуру сбора анализов от четырех до пяти тысяч проб за 14 дней или до 300 на региональных состязаниях. Безусловно, должно быть высокое качество работы на стандарты и качество проводимых процедур. Для того что бы обеспечить хорошее качество, лаборатории должны получить аккредитацию в соответствии с международными стандартами качества (ISO 17025), которые дополнительно должны быть аккредитованы ВАДА. Масс-спектрометрия в допинг- контроле берет свою историю из Мюнхена Олимпийских игр 1972 года.[1]

Система измерений в спорте может отражаться не только на длине и ширине футбольного поля, скорости бегуна, веса ядра или штанги. Например масса самого спортсмена тоже очень важна до малейших грамм в таких видах спорта как бокс, борьба, смешанные единоборства все они подразделяются в зависимости от своей весовой категории у боксеров их целых 11. В международных состязаниях в основном используются метрические системы измерения. Но в других странах к примеру в Великобритании, где встречается британская система измерения в которой спортсмен осваивает дистанции в ярдах и милях, а высоту в футах.[2]

Еще одной проблемой было выявление конечного результата у спортсмена бегуна во время старта или финиша, где доли секунд отделяли от призовых мест. Над решением этой проблемы стали заниматься профессионалы метрологи. Были разработаны различные приборы, один из них фотофиниш, который до тысячной секунды определяет момент определенного времени, в которое финишировал спортсмен.

На данный момент технический скачок очень развился и позволил совместить измерительную систему и систему демонстрации. Ярким примером может послужить новая система VAR в большом футболе. Суть этой системы, чтобы помочь главному судье лучше контролировать матч в рамках правил и обратиться к видеоповтору в спорных моментах.

Стандарты и физическая культура. Людям, которые активно занимаются спортом, могут быть интересны некие ГОСТы на гимнастическое оборудование спортивные, тренажеры и бассейнов.

ГОСТ Р 57015-2016 разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом сертификации и содержит требования к услугам плавательных бассейнов. Необходимо: соблюдать правила

эксплуатации бассейна и оборудования; осуществлять профилактику травматизма; обеспечивать наличие медицинского кабинета и наблюдение за безопасностью проведения занятий и тренировок.

Стандартный бассейн имеет длину от 25 до 50 метров и ширину 25 метров, ширина каждой дорожки составляет от 2,25 до 2,5 метра. Глубина составляет от 2,5 до 6 метров и все данные в зависимости от назначения бассейна.

ГОСТ Р 55529-2013 устанавливает требования безопасности на спортивных объектах при проведении физкультурно-оздоровительных мероприятий.

Стандарт нужен для оценивания качества спортивных площадок; залов; центров; комплексов; крытых плавательных бассейнов; спортивных комплексов; сооружений для велоспорта, мотоциклетного спорта, гребли, стрельбы, гольфа, для пляжных видов спорта. Программа оценки требований безопасности физкультурно-оздоровительных комплексов осуществляется путем проведения полевых испытаний и инспекционного обследования. Стандарт разработан Центральной научно-исследовательской лабораторией в области физической культуры и спорта. [3]

Вывод: В статье приведены актуальные на сегодняшний день проблемы в спорте и физической культуре и их решения, которые связаны со спортивными измерениями и стандартами.

Список использованных источников:

1. Некоторые аспекты спортивной метрологии (по докладу на научно-практической конференции “Метрология и измерения в спорте”)// <http://www.ria-stk.ru> – Текст: электронный.
2. Измерения в спорте [Сайт]. – URL: <http://www.ria-stk.ru>. – Текст: электронный.
3. 3.О новых стандартах на услуги в сфере водного спорта [Сайт]. – URL:<http://www.ria-stk.ru>. – Текст: электронный.

Научный руководитель: Остапенко М. С., канд. техн. наук, доцент.

УДК 53.083.1

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИБОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДИСКА РОТОРА ТУРБИНЫ**

Тулумбасов Д.М.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Контрольный прибор для размера 4,35 мм имеет некоторые не критичные недостатки. Данный прибор изготовлен и эксплуатируется,

однако, при проектировании новых приборов можно попытаться совместить функции обоих вышеупомянутых приборов в одном. Размер 4,35 мм является более важным, чем размер 17 мм, но измеряется по шаблонам, а не по индикатору.

При проектировании комбинированного прибора учитывался многолетний опыт конструкторов ПАО «Тюменские моторостроители», в частности «Высотка для замера 4,2 мм» ёлочных пазов дисков турбовинтового двигателя ТВД-10 (освоение данного двигателя на предприятии происходило в 1969 г.). Основным элементом прибора является корпус, в который установлены два индикатора часового типа, каждый для замера конкретного размера.

Преимущества комбинированного прибора:

1. Меньшие затраты на изготовление.
2. Один прибор вместо двух.
3. Измерения размера 4,35 мм проводятся по индикатору, а не по шаблонам.
4. Измерения размеров 4,35 мм и 17 мм производятся одновременно.

Новый комбинированный прибор позволит уменьшить затраты на изготовление, упростить процесс контроля важных размеров ёлочного паза диска и уменьшить затраты времени на измерения. Тем самым повышается эффективность работы контролёров предприятия.

Универсальный прибор (рис. 1, 2) предназначен для измерений двух размеров ёлочного паза диска турбины 2 ступени газотурбинного двигателя. Индикаторы часового типа ИЧ10 кл. 1 [1] вставляются во втулки 8. Винты 9 фиксируют индикаторы неподвижно в корпусе 1.

Корпус прибора 1 устанавливается в паз сбоку, при этом прижим 2 слегка поджимается сверху (рукой контролёра) через шпильку 3. Прижим 2 выполнен с контуром, напоминающим контур впадины зуба ёлочного паза. Прибор заводится в паз с таким расчётом, что корпус прибора 1 должен торчать с обеих сторон паза (при этом прижим 2 оказывается примерно посередине продольной длины паза).

Глубина паза (размер 17<sub>-0,1</sub> мм от условных точек на зубе до впадины ёлочного паза) измеряется при помощи центрального индикатора часового типа. Через дополнительную тягу 7 шток индикатора соединён с наконечником 6, который передаёт показания глубины паза на индикатор.

Размеры 4,35<sub>-0,2</sub> мм от условных точек на зубе до внешнего диаметра диска измеряются с помощью боковых индикаторов.

Все индикаторы перед измерениями предварительно настраиваются по эталону паза и диаметра диска турбины.

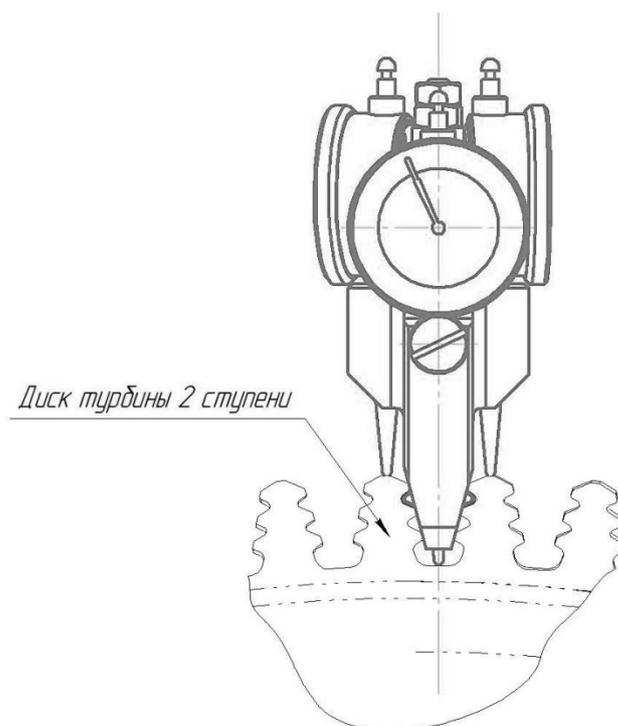


Рисунок 1 – Универсальный прибор, вид спереди

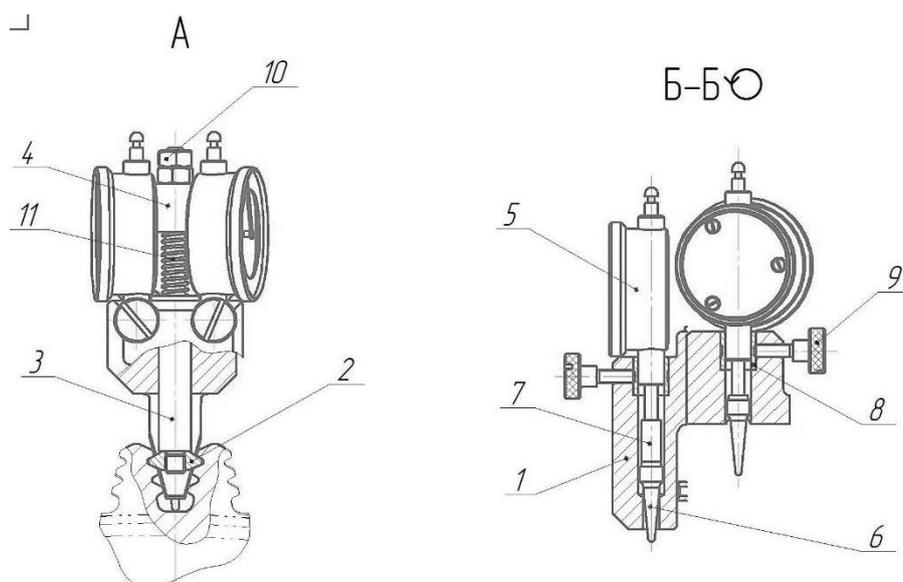


Рисунок 2 – Универсальный прибор для ёлочного паза

В данном приборе измерения размеров  $17_{-0,1}$  мм и  $4,35_{-0,2}$  мм производятся одновременно. Измерения производятся без применения эталонов («на просвет»)[2], как в уже изготовленных приборах. Все части нового прибора собраны вместе и не могут потеряться при переноске. К недостаткам прибора можно отнести вес (около 700 грамм), в дальнейшем возможно уменьшение веса путём облегчения корпуса.

Универсальный прибор (рис. 3) позволит уменьшить временные затраты на проведение контроля ёлочных пазов диска, облегчить измерения

благодаря внедрению индикаторных приборов, повысить точность измерений. Новый универсальный прибор повышает эффективность работы контролёров и всего предприятия в целом.

Приборы, созданные по такой схеме, могут применяться для контроля ёлочных пазов на других дисках двигателей (с поправкой на размеры в их конструкции).

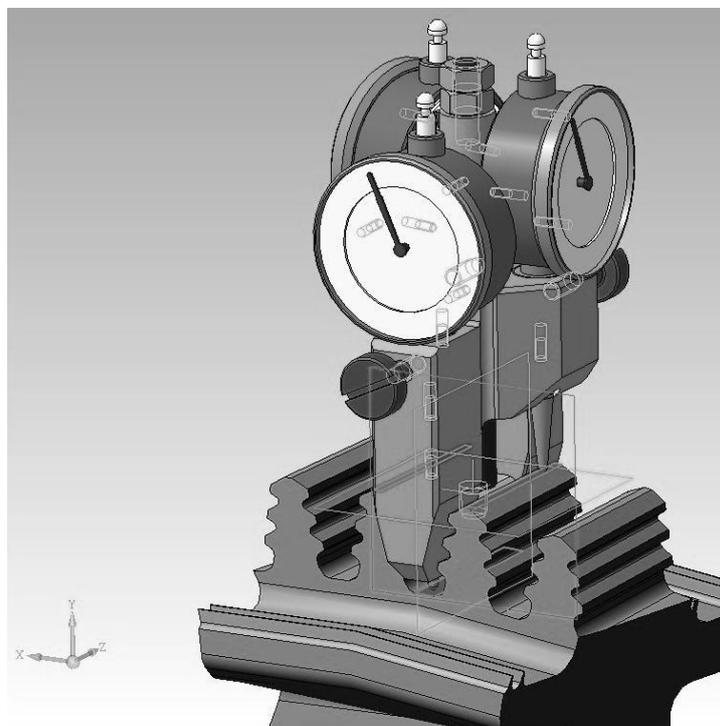


Рисунок 3 – 3D модель усовершенствованного прибора

#### Список использованных источников:

1. ГОСТ 577-68 Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия : межгосударственный стандарт: : издание официальное : утв. и введ. в действие Комитетом стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР 05.02.68 : введ. впервые : дата введ. 1968-07-01 / разработан Министерством станкостроительной и инструментальной промышленности. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2002 – Текст: непосредственный.

2. Демина, Л. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: учебное пособие / Л. Н. Демина. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2015. – 292 с. – Текст: непосредственный.

3. Публичное акционерное общество «Тюменские моторостроители» [Сайт]. – URL: <http://tmotor.ru/> – Текст: электронный.

Научный руководитель: Федчук О.В.

## **К ПРОБЛЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ**

Халецкая С.Ю.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Жилищно-коммунальное хозяйство является неотъемлемой частью жизни человека. Поэтому качество ЖКХ услуг является важным показателем комфортного проживания людей. В нашей стране современное кризисное состояние ЖКХ обуславливает высокий уровень как морального, так и технического износа конструктивных элементов зданий, инженерных сооружений и сетей, а также недостаточно высокий уровень квалификации руководителей, специалистов и рабочих. Вследствие чего качество услуг оставляет желать лучшего, что говорит о необходимости изменений в сфере предоставления, стандартизации и управления качеством жилищно-коммунальных услуг (ЖКУ).

Жилищно-коммунальное хозяйство является социально значимой и регулируемой государством сферой российской экономики. Именно поэтому плохое качество ЖКУ, приводит к социальной напряженности и уменьшению доверия населения к государству.

При анализе подходов оценки качества ЖКУ выявлено, что показатели качества жилищного фонда, работы и жилищные услуги не взаимосвязаны между собой. При данных обстоятельствах очевидно, что нет условий для разработки прозрачных договорных отношений, обоснованных начислений оплаты, качественного исполнения обязанностей УК.

По мнению исследователей, основу оценки качества управления должны составлять такие принципы как: ориентация на потребителя; научная обоснованность; комплексность оценки качества управления; системность; сочетание количественного и качественного анализа; непрерывность проведения оценки; постоянная самооценка управления со стороны организации; совершенствование качества услуг [1].

Адекватная оценка является одним из ключевых элементов системы управления качеством жилищно-коммунальных услуг. Это возможно путем проведения социально-экономического мониторинга. В такой оценке ведущая роль отводится потребителям услуг. С использованием детально проработанной системы оценки можно анализировать состояние системы обслуживания жильцов, а также подготовить информационную базу для проведения дальнейшего анализа. Именно использование современных информационных технологий позволит создать основу качественно новой системы управления ЖКХ, в которой важное место занимает взаимодействие потребителей с исполнительными органами государственной власти [2].

Сегодня главный нормативный акт федерального значения, определяющий права потребителей коммунальных услуг (КУ) – постановление Правительства России от 06.05.2011 № 354 «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов». Данные Правила разработаны и утверждены для защиты прав потребителей КУ. Они регулируют отношения между исполнителями и потребителями КУ. Потребительские свойства и режим предоставления КУ должны соответствовать установленным нормативам по теплоснабжению, горячему и холодному водоснабжению, электроснабжению, канализации [3].

Муниципальные власти вправе в зависимости от состава, мощности, износа основных фондов коммунального назначения, природно-климатических и других местных условий, уточнять как качественные, так и количественные параметры потребительских свойств ЖКУ, график и режим оказания услуг и определять гарантированный уровень их качества.

За соблюдением настоящих Правил в пределах своей компетенции осуществляют контроль: Федеральная антимонопольная служба (ФАС), и ее территориальные органы, Государственный комитет РФ по стандартизации, метрологии и сертификации (и его территориальные органы), органы санитарно-эпидемиологического надзора и Государственная жилищная инспекция (ГЖИ), а также общественные объединения потребителей.

Стоит заметить, что существующие законодательные акты не в полной мере могут решить проблемы в сфере качества предоставляемых услуг и требуют доработки. Основная проблема состоит в том, что механизмы контроля качества КУ неработоспособны. Это показывает необходимость перехода от точечной оценки качества к интервальной.

Следовательно, необходима разработка муниципальных нормативных актов в сфере предоставления ЖКУ, соотнесенных с требованиями потребителей и возможностями органов местного самоуправления, Управляющими компаниями (УК), ТСЖ и других субъектов ЖКХ.

Основу указанных правил должен составлять стандарт качества оказываемых жилищных и коммунальных услуг как обязательное приложение к договору между УК и конечным потребителем. Наряду с этим, правила должны содержать ряд механизмов по обеспечению полноценной защиты прав и законных интересов жителей-потребителей ЖКУ.

С целью решения проблемы качества оказываемых ЖКУ потребителям органы государственной власти и органы местного самоуправления должны обратить внимание на организацию управления рисками в жилищно-коммунальной сфере [4]. В основе управления качеством в сфере жизнеобеспечения населения должна быть высокая социальная ответственность государства в лице его законодательных и исполнительных органов власти.

Можно сформулировать рекомендации по модернизации системы управления жилищно-коммунальным комплексом на региональном уровне, которые напрямую повлияют на качество ЖКУ: введение особого режима льготного налогообложения для организаций-инвесторов в коммунальные объекты; создание Комиссии по мониторингу состояния объектов ЖКХ для определения очередности предоставления трансфертов; ужесточение контроля за работой УК, ТСЖ, ЖСК; ужесточение условий лицензирования деятельности УК [1].

Базовая составляющая часть системы управления качеством ЖКУ – оценка, которая должна осуществляться посредством социально-экономического мониторинга, причем на регулярной основе. Оценка качества ЖКУ непосредственно потребителем позволяет не только проводить контроль качества оказываемых услуг, а также обеспечивает обратную связь населения с государством и формировать базу для анализа и принятия соответствующих управленческих решений в сфере ЖКХ.

#### Список использованных источников:

1. Ананикян, А. С. Методы повышения качества управления жилищно-коммунальным комплексом в регионе/ А. С. Ананикян. – Текст: непосредственный// Инновационная экономика и современный менеджмент. – 2019. – № 3. – С. 8-10.

2. Потапенко, О. С. Использование современных цифровых технологий в управлении качеством услуг ЖКХ/ О.С. Потапенко. – Текст: непосредственный// Вызовы цифровой экономики: условия, ключевые институты, инфраструктура: сборник статей I Всеросс. научно-практ. конф. – Брянск, 2018. – С. 176-180.

3. Пономарева, Н. Г. Вы и ЖКХ: как защитить свои интересы?/ Н. Г. Пономарева – Текст: электронный.– 2008 г. – URL: <https://nashol.com/2012031363988/vi-i-jkh-kak-zaschitit-svoi-interesi-ponomareva-n-g-2008.html>.

4. Резвов Г. А., Синцова С. Г. ЖКХ: социальные основы управления качеством/ Г.А. Резвов, С.Г. Синцова. – URL: <http://old.artyushenkooleg.ru/index.php/zhkh/>. – Текст: электронный.

Научный руководитель: Храмцов А.Б., к.и.н., доцент.

## **ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Холбоева У.Ш.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В условиях жесткой конкуренции каждая компания стремится улучшить качество предоставляемых услуг или выпускаемой продукции, поэтому с каждым годом возрастает потребность в постоянном совершенствовании. На основе существующих стандартов IRIS, ISO 9001-2015, а также стратегии УК на РЖД были созданы рекомендации по внедрению СМК на железнодорожном транспорте. Несмотря на развитие этой отрасли, не все железнодорожные станции внедрили СМК, а те, что внедрили, чаще всего являются пассажирскими.

Целями внедрения СМК на железнодорожном транспорте являются:

1. Достижение системного улучшения безопасности движения, на основе контроля на каждом этапе перевозки и сопутствующих ей действиях.
2. Снижение издержек путем эффективного использования подвижного состава и пропускной способности путей, исключение использования непроизводительных ресурсов, а также контроль тарифов.
3. Совершенствование методов предоставления услуг клиентам, освоение новых рынков и укрепление конкурентных позиций.
4. Комплексное развитие персонала путем совершенствования лидерских качеств и умения работать в режиме многозадачности, в том числе на основе эффективной мотивации на качественное предоставление услуг. Таким образом, система “качество-мотивация-квалифицированный персонал” является взаимосвязанной и наиболее эффективной.

В СМК применяется процессный подход, который включает в себя цикл “Планируй-Делай-Проверяй-Дейтсвуй” и риск-ориентированное мышление, такой подход позволяет организации планировать свои процессы и их взаимодействие. Реализация цикла PDCA позволяет организации обеспечить ее процессы необходимыми ресурсами, осуществлять их менеджмент, определять и реализовывать возможности для улучшения. Риск-ориентированное мышление позволяет организации определять факторы, которые могут привести к отклонению от запланированных результатов процессов и системы менеджмента качества организации. [1]

В данной статье приведен пример внедрения СМК на грузовой станции “Х”. Эта система позволит усовершенствовать существующие системы и создать новые. Внедрение СМК происходит в несколько этапов и на каждом этапе руководство должно контролировать каждый процесс и анализировать соответствующие данные и информацию. Это позволит более четко понимать положительную динамику развития

1 Этап. Решение руководства. На первом этапе внедрения СМК начальник грузовой станции принимает решение о введении нового метода работы. Так как на железнодорожном транспорте существует иерархическая система руководства, то внедрения всегда сопутствуют согласованием с вышестоящим руководством в данном случае с Региональным железнодорожным узлом. Далее разрабатываются цели построения СМК и методы по их плавному внедрению. Также стоит отметить, что руководитель должен четко выделить критерии оценки качества выполняемых работ.

2 Этап. Обучение и мотивация персонала. Данный этап внедрения СМК на станции является одним из наиболее важных, так как от вовлечения и мотивации персонала зависит дальнейшая работа и эффективность введения новых методов. Для этого можно применить концепцию Кайдзен (Kaizen) которая основана на принципе постоянного совершенствования внутренних процессов на предприятии без больших потребления ресурсов и вовлечением всех сотрудников в процесс работы. Для этого на станции "Х" будет создана иерархическая структура менеджеров качества, а также система учета, оценки и введение предложений работников станции в области улучшения условий труда и повышения качества услуг на станции.

3 Этап. Формирование принципов менеджмента качества. Внедрение СМК на станции предусматривает долгий и длительный процесс, который включает в себя следующие принципы: Ориентация на потребителя, лидерство, взаимодействие людей, процессный подход, улучшение, принятие решений, менеджмент взаимоотношений. Каждый из перечисленных выше принципов должен постоянно совершенствоваться и применяться во всех этапах внедрения и работы с СМК.

4 Этап. Описание и оптимизация процессов. На данном этапе происходит изучение существующих процессов на станции и методы по их оптимизации путем применения концепции «Бережливое производство» (Lean Production). Этот принцип работы основан на выявлении и устранении процессов, применение которых не приносят пользы или уменьшают производительность работы. К таким процессам можно отнести простой вагонов, перевозка порожних вагонов, процессы излишней обработки и процессы, вызывающие дефекты. Для оптимизации, определения и исключения непроизводительных процессов и затрат на станции целесообразно применять эту концепцию.

5 Этап. Разработка нормативной документации СМК. На этом этапе происходит разработка нормативных документов, обеспечивающих работу СМК. Основой новых положений и документов должны являться уже существующие на станции набор документов. Такие как: Устав железных дорог, ПТЭ, ПДЦ, ИСИ, Положение о железнодорожной станции, план перевозок, план формирования и график движения поездов, технические нормы эксплуатационной работы, а также разрабатываемые самой станции

распорядительный акт (ТРА) технологический процесс работы станции, которые модифицируются и дополняются в соответствии с требованиями стандарта. Нормативная документация, составляемая на станции должна учитывать требования стандарта ИСО 9001 о компетенциях персонала, выполняющего работы в рамках СМК. Это предполагает описание в нормативных документах обязанности каждого сотрудника.

6 Этап. Тестирование СМК и аудит. После разработки всех нормативных документов начинается работа по заданной системе менеджмента качества, а также проведение аудита и специальных процедур по проверке эффективности работы СМК. Такой процесс проводится для оценки работы проделанной работы, ее сильных и слабых сторон с точки зрения ранее установленным процессам и процедурам.

7 Этап. Получение сертификата. На заключительном этапе внедрения СМК на станции, необходимо подать заявление в сертификационный орган для подтверждения введения СМК. В течении месяца сотрудники сертификационного органа проводят экспертизу предоставленных нормативных документов. После проверки выявляются и устраняются допущенные ошибки в составлении документов. Далее проводится сертификация и, в конечном счете, подтверждается соответствие установленным стандартам внедрения СМК на станции.

Таким образом, внедрение СМК на станции позволит решить ряд проблем связанных с неэффективной работой на станции. Соответствуя главной цели ИСО 9001 активному стимулированию правильной организации различных процессов станции, а также соответствия конкретным законодательным требованиям и наиболее полному удовлетворению желаний и запросов клиентов и партнёров.

#### Список использованных источников:

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования: национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утв. и введ. в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2015 г. N 1391-ст : введ. впервые : дата введ. 2015-11-01 / разработан ОАО "ВНИИС" – Москва: Изд-во Стандартиформ, 2018. – 5с. - Текст : непосредственный.

Научный руководитель: Остапенко М.С., к.т.н., доцент.

## КАЧЕСТВО ПРИРОДНОГО ГАЗА

Шевчук К. А.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В работе приводится анализ нескольких научных статей, позволяющий рассмотреть проблему качества добычи природного газа. А также, какие существуют проблемы, от которых напрямую зависит качество природного газа.

Природный газ играет ведущую роль в экономики нашей страны. Российская Федерация занимает 2-ое место по добыче природного газа в мире. На планете имеются большие запасы природного газа и практически четверть от них находится на территории России. В настоящее время природный газ является замечательным видом топлива, экологически и экономически наиболее удобным и надежным источником энергии, а также существенную роль играет относительная дешевизна газа.

Контролировать качество природного газа необходимо для того, чтобы выбрать условия наиболее эффективного транспорта и подачи газа потребителям. В первую очередь качество природного газа определяется условиями постоянства его состава, отсутствием механических примесей и жидкой фазы, ограничением содержания тяжелых углеводородов и соединений серы. [1] Опять-таки на качество добычи природного газа может отрицательно влиять и человек, из-за стремления к какому-либо умышленному обману, а чаще всего из-за низкой квалификации специалистов, занимающихся учётом. Требование к качеству природного газа приводит к необходимости повышения качества аналитических измерений. А это фактически является метрологической проблемой. Несовершенство, а порой и отсутствие измерительных приборов, недоработанность нормативной базы вызывают ошибки, которые ведут к серьезным потерям.

Для того, чтобы постараться избежать серьезных потерь природного газа, а также ухудшения его качества необходимо, чтобы:

- Узел учета, по требованию правил, принадлежал потребителю;
- Узлы учета должны быть только с полуавтоматическим измерением параметров газа;
- Узел учета должен быть как надежно защищен от несанкционированного вмешательства в его работу, так и одновременно легко диагностируем на уровне поставщика газа. [2]

Вдобавок качество природного газа зависит и от способа его хранения. Основной компонент природного газа – это метан. Он составляет около 98% от основной массы. Дополнениями в природном газе выступают вещества близкие к метану по молекулярной структуре такие, как пропан, этан, бутан и др. Состав компонентов топлива непосредственно определяет

его горючесть и легковоспламеняемость. Именно поэтому для хранения природного газа необходимо использовать материалы, препятствующие перегреванию и возможному возгоранию газа. То есть для поддержания качества природного газа, его необходимо хранить в изотермических резервуарах с двойной алюминиевой оболочкой, одинарной герметизацией, внутренняя сторона которых защищена от атмосферных воздействий. В дополнение к этому природный газ должен храниться в подземных хранилищах, которые позволяют обеспечивать потребителей ресурсом в любое время года.

Качество природного газа напрямую зависит и от способа транспортировки. Самый распространенный трубопроводный, но его основное неудобство состоит в постоянной потребности обеспечения труб нужным давлением, которое позволит бесперебойно передавать топливо потребителю, и необходимостью защищать газопровод от несанкционированных врезок и механических повреждений. Имеется несколько видов газопроводов: подземный, наземный, надземный, надводный и подводный. В России в основном используют трубопроводный способ транспортировки природного газа.

Для сохранения качества природного газа, необходимо правильно хранить его в изотермических резервуарах с двойной алюминиевой оболочкой, правильно транспортировать природный газ до места назначения, а также необходимо, постоянное совершенствование методов, средств и систем аналитического контроля. Эффективность газовой деятельности определяется своевременным выполнением контрактов на поставку природного газа российским и зарубежным потребителям, что определяется эффективностью функционирования самой газотранспортной системы. Она является комплексной и включает следующие взаимосвязанные аспекты:

- обеспечение конструктивной и режимно-технологической надежности поставки закрепленных контрактными обязательствами объемов газа;
- обеспечение системно-технологической надежности управления качеством поставляемого газа. [3]

#### Список использованных источников:

1. Волкова, О. И. Определение показателей качества природного газа/ О. И. Волкова, И. П. Горюнова, Н. А. Киреева, Ю. А. Михайленко – Текст: непосредственный//Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности. ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ) – 2016 – С. 164-165.

2. Дроздов, Ю. Ю. Организация учета газа по измерительным комплексам потребителей/ Ю. Ю. Дроздов, В. С. Тищенко, В. А.

Хазнаферов – Текст: непосредственный// Сантехника, отопление, кондиционирование. ООО "Издательский дом "МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ" (Москва) – 2010 – С. 42-47 – ISSN: 1682-3524

3. Тухбатуллин, Т. Ф. Повышение эффективности управления технологическими режимами транспорта газа: 25.00.19 : дис. ... канд. тех. наук / Т. Ф. Тухбатуллин. - Москва, 2006. - 176 с. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Тверяков А.М., канд. техн. наук, доцент.

UDC 006.01; 101

## **PHILOSOPHICAL ISSUES OF METROLOGY**

Shirochenko E.A.,

Industrial university of Tyumen, Tyumen

The philosophical issue of measurement consists in the most important universal method of cognition of physical phenomena and processes. To make a measurement, the predetermined property of the measurement object is preliminarily studied and abstract models of both the property itself and its carrier are constructed. This is the whole object measurement. Therefore, the place of measurement is found not only among primary (theoretical or empirical) methods of cognition, but among secondary (quantitative) methods that ensure the reliability of measurement. Using secondary cognitive procedures, the tasks of generating data (fixing the results of cognition) are solved [1]. From this point of view measurement is a method of encoding information obtained using various methods of cognition, i.e. the final stage of the cognition process associated with the registration of information received.

Before the introduction of a special standard for metrology, science was defined as the doctrine of measures. For a long time, metrology was considered as an auxiliary science. Because of this, the phenomenon of conflicting concepts arose in terminology. Only in 2009, the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology decided to develop a new program for advanced training of metrology specialists. A significant reason for the occurrence of the situation described above was the lack of attention to the philosophical problems of metrology.

The first philosophical problem of metrology is those of truth. Initially, the value of a physical quantity was considered as following. The true value of a physical quantity is the value of a physical quantity that would ideally reflect in qualitative and quantitative terms the corresponding property of an object. Subsequently, it was finalized by philosophical notes.

The true meaning of a physical quantity can be correlated with the concept of absolute truth. It can only be obtained as a result of infinite measurement process with an endless improvement of measurement methods and means.

Scientists began using a different definition of physical quantity. The true value of a physical quantity is the value of a physical quantity that ideally characterizes qualitatively and quantitatively the corresponding physical quantity.

The new value characterized the physical quantity as a physical quantity, and not the property of an object. Moreover, the true meaning can never be obtained. Similar notes began to be introduced into other definitions of metrology: the error, the actual value of the quantity and the reference value of the quantity.

The second problem is those of the ratio of measurements and calculations. If measurements and calculations are considered as operations of measuring and computational transformations, then their similarity is only in the fact that they end in obtaining numbers-values of physical quantities. But there are similarities in the "epistemological aspect" [2]. That is, as the result, it will arise only when the numbers used for calculations are measurement data, and the inadequacy of mathematical formulas describing the dependence of physical reality is quite small.

The first problem here is that of model adequacy. In the theory of knowledge, it is associated with the problem of the ratio of absolute and relative truth, as well as with the criterion of truth. In metrology, this problem is limited to determining the error of inadequacy. Before the development and normative introduction of the theory of measurement problems, the prototype of which for statistical measurement tasks began to work, the inadequacy error was considered as a measurement error and reduced to the approximation error of the data model of joint measurements of functionally related quantities.

The solution to this problem was obtained by generalizing the cross-validation scheme to the cross-observation scheme of inadequacy error: the sample of joint measurement data is divided by the number of "plus one" model parameters into blocks, each of which is used in turn to verify the model built on the rest of the data by the specified method, forming extrapolation functionality [3]. The deviation of the measurement data from this functional gives information about the distribution of the structural component of the model inadequacy error, but in total with the parametric one. In combination with the reproducibility criterion, this made it possible to establish an important circumstance for the method of joint measurements — the existence of a model structure that is optimal by the criterion of the minimum inadequacy error.

The inadequacy error as a relatively new concept of metrology can play a positive role in solving problems associated with mathematical models of measurement objects even in cases when their physical dimensions are extremely large.

#### List of references:

1. Значимость и аспекты метрологии. URL: <http://e-rasp.ru/article/znachimost-i-aspekty-metrologii.html> (дата обращения: 07.10.2019). – Текст: электронный.

2. Философские проблемы и статистические методы фундаментальной метрологии. URL: [http://www.intelros.ru/pdf/metafizika/2012\\_03/6.pdf](http://www.intelros.ru/pdf/metafizika/2012_03/6.pdf) (дата обращения: 07.10.2019). – Текст: электронный

3. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам : межгосударственный стандарт: издание официальное : утв. и введ. в действие Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 7 от 26 апреля 1995 г.) : введ. впервые : дата введ. 1996-07-01 / разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации и сертификации в машиностроении (ВНИИНМАШ) Госстандарта России. – Минск, 2007. - 28с. – Текст: непосредственный.

Language advisor: Nordman I.B.

UDC 006.01

## **ON THE QUESTION OF THE CONCEPTS OF METROLOGY AND CALIBRATION**

Shulinina N.A.,

Industrial university of Tyumen, Tyumen

The aim of the paper is to mainstream the types of the metrology to make up the image of a whole system of this science as well as emphasize the importance of calibration as one of the significant applying processes of the metrology.

Metrology is the science of measurement. All spheres of life are associated with metrology and measurements. Metrology is a broad field and it includes all theoretical and practical definitions. It can be divided into three activities: theoretical metrology, legislative metrology, applied metrology. Theoretical metrology is the basis of measurement technology [1]. It is engaged in the study of problems in measurements. Legislative metrology develops and implements measurement standards [2]. Applied metrology considers the practical use of the development of theoretical and legislative metrology [3]. Metrology is the science that establishes the accuracy of specific measurements. Calibration is the process where metrology is applied to measurement equipment and processes to ensure conformity with a standard of measurements, usually connected with national standards [1]. There are also metrological laboratories. Metrology laboratories are places where both metrology and calibration works are performed. Calibration laboratories generally specialize in calibration work.

Metrology and calibration laboratories must be isolated from external influences which can affect to the work. Metrological and calibration work is always accompanied by technical documentation. The documentation can be divided into two types; the first one is related to the statement of the problem and the second one is related to the administrative program.

Decisions are made according to the measurement results, so the devices must be provided with accuracy and reliability of measurements [2]. Metrologists are the people who perform metrological work at the level of technical specialists and above. Metrologists make a verification and calibration to measuring tools using State All-Union standard and standards [4]. Standards is a method of the measurements providing reproduction and storage of a unit measurement to deliver its size to lower hierarchical chain measuring tools and officially approved as standard.

There are centers of standardization and metrology. Its function is to make calibration different systems of measurement such as: geometrical, mechanical, electro-technical, radio-electronical, physical and chemical, optico-physical, time and frequency, pressure, temperature or flow rate.

Calibration of measuring tools is the suitability of measurements for appliance established by the state metrological service on the basis of experimentally determined metrological characteristics and confirmation of their compliance with established requirements [5]. Calibration is divided into five types, such as primary, periodic, unscheduled, inspectoral and expert ones.

The first type of calibration involves all manufactured measuring instruments at the output from production or repair which are subjected to primary calibration.

The next type is the periodic calibration. It is performed on agency with an expiration interval or those that are put into operation after storage.

Unscheduled calibration of measuring instruments is considered as the next type and is carried out with the loss of a certificate of calibration, confirmation of the sign of the calibration mark.

The next type of calibration is defined as the inspectoral calibration. It is carried out during the implementation of state supervision or in the control of batch production.

The last type of calibration is the expert calibration. It is carried out in case of controversial issues in metrological characteristics.

Positive results of calibration of measuring instruments are verified by a calibration mark or certificate of calibration, otherwise the measuring instrument is assigned the value of unsuitable for use.

In conclusion it should be highlighted that the proper understanding of the principal concepts and processes in the metrology would maintain the quality of the works to be performed.

#### List of references:

1. Большая Энциклопедия Нефти и Газа. URL: <https://www.ngpedia.ru/id153298p1.html> (дата обращения: 9.10.2019). – Текст: электронный.

2. Законодательная метрология. URL: <https://quality.eur.ru/METROL/zakonmetrol.htm> (дата обращения: 9.10.2019). – Текст: электронный.

3. Словари и энциклопедии на Академике URL [https://official.academic.ru/18879/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F\\_%28%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F%29\\_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F](https://official.academic.ru/18879/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%28%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F%29_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F): (дата обращения: 6.10.2019). – Текст: электронный.

4. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам : межгосударственный стандарт: издание официальное : утв. и введ. в действие Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 7 от 26 апреля 1995 г.) : введ. впервые : дата введ. 1996-07-01 / разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации и сертификации в машиностроении (ВНИИНМАШ) Госстандарта России. – Минск, 2007. - 28с. – Текст: непосредственный.

5. Метрология. URL: [http://metrologia.ru/?page\\_id=89](http://metrologia.ru/?page_id=89): (дата обращения: 6.10.2019). – Текст: электронный.

Language advisor: Nordman I.B.

*РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ*

УДК622

**ESTIMATION WATER SATURATION USING DUAL WATER MODEL**

Ali G.H.<sup>1</sup>, Najmuldeen M.Y.<sup>1</sup>, Al-bayati A. M.<sup>1</sup>, Naji G.A.A.<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Университет Киркука, Ирак, г.Киркук

<sup>2</sup>Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

**Abstract**

Despite of a few inconsistencies with laboratory results, this model has been well accepted through the petroleum industry. The unaccounted existence of salt-free water at the clay / water interface have been proposed these inconsistencies resulted. The indicator of Electrochemistry shows that this water should exist, nevertheless is there enough to impact on the results. Both a reinterpretation of Waxman-Smits-Thomas data and theoretical study illustrated that there is the corresponding new model starts from the Waxman and Smits idea of supplementing of the water conductivity with conductivity of the clay counterions. The crucial step, however, is equating each of these conductivity terms to a particular type of water, each occupying a representative volume of the total porosity. This approach has been named the "dual-water" (DW) model because of these two types-the conductivity and volume fraction of each being predicted by the model.

The model of DW has mostly been tested on core data. In addition, the concept of DW is supported with log data as well as it has been successfully implemented to the interpretation of many of wells. The purpose of this project is to calculate water saturation ( $S_w$ ) of the reservoir, as this parameter effects directly on the calculations of initial oil in place (IOIP). Thus, it should be determined in accurate method that insure the real amount of water in the reservoir with existence of the shale. We, therefore, used the DW Model to estimate free-water and bound water saturation ( $S_{wb}$ ), also by this model we reduce effect of shale on the calculations of water saturations ( $S_w$ ).

Key word: Water saturation ( $S_w$ ); Archie equation; Shaly formations; Dual Water (DW) Model; petrophysical Model.

**Introduction**

The Archie equation has to be changed to take account of the shale effect. The shale looks like low resistivity so another term is added to the equations. The result is an equation which can be utilized to compute water saturation ( $S_w$ ) in shaly sand. All these equations return to Archie's equation if there is no shale

present. One of the difficulties is the number of equations available for shaly sands. They are often "country" oriented, Nigeria, Venezuela. The choice of equation was (is) dictated by local practice. Waxman-Smits (WS) and Dual Water (DW) approach the problem from experiments on the clay properties and are thus more realistic and universal.

Dual Water Model: is a simple of the petrophysical model suggested by Waxman and Smits (WS) in 1968 and Waxman and Thomas (WT) in 1972 accounted for the results of an extensive experimental study on the influence of clays on the resistivity of shaly sands. The Dual Water Model takes the basic work of Waxman-Smits and expands it for use with logged information. It divides the formation into solids and fluids. It splits the clay into dry clay and its associated water, called bound water. The standard definitions for porosity and saturation to describe the fractions of fluids in the formation are expanded to include the new model.

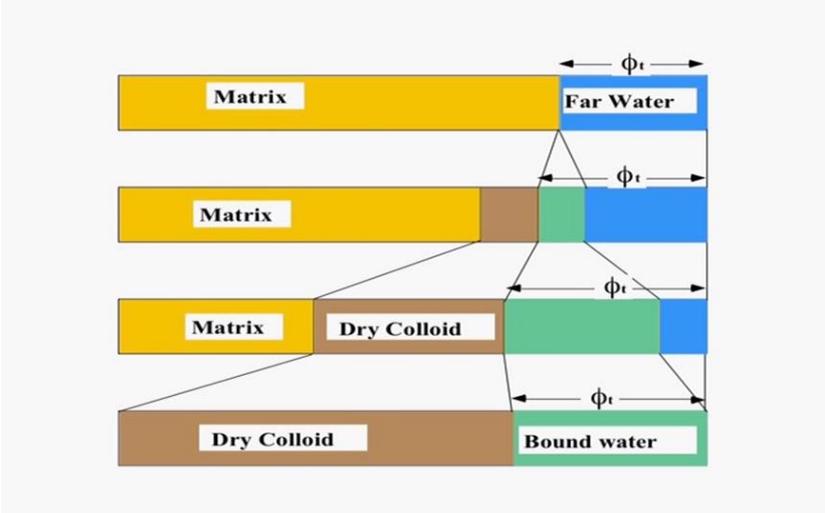


Figure 1 - Portion of wet and dry clay

**Mathematical Modeling**

Dual water model takes the basic work of Waxman Smits and expands it for use with logged information. It divides the formation into solids and fluids. It splits the clay and its associated water called bound water. Dual water saturation can be calculated in the following steps.

**Step 1:** The first step in calculating bound water saturation is determining volume of shale by using gamma ray log readings for finding gamma ray index: -

$$I = \frac{GR_{log} - GR_{min}}{GR_{max} - GR_{min}} \tag{1}$$

The formation is in tertiary period and the volume of shale found by following formal:

$$V_{Sh} = 0.083(2^{3.7 \cdot I_{GR}} - 1) \tag{2}$$

**Step 2:** The bound water saturation can be found by volume of shale and porosity of shale zone to the total zone porosity by equation:

$$S_{wb} = \frac{V_{Sh} \times \varphi_{Sh}}{\varphi_t} \tag{3}$$

**Step 3:** Calculating total porosity by reading neutron porosity, density porosity from log, and correcting neutron porosity by the chart “DUAL SPACING NEUTRON LOG (CNL\*) CORRECTION NOMOGRAPH FOR OPEN HOLE” then calculating total porosity including bound water saturation from the equation:

$$\varphi_t = \frac{1+\varphi_N}{1+(\frac{1}{\varphi_D})} + \frac{S_{wb}}{3+20\varphi_N} \quad (4)$$

**Step 4:** Calculating resistivity of the both bound water and free water for the formation by reading micro spherically focused laterolog and correct it for mud cake effect by the chart” MICROSPHERICALLY FOCUSED LOG MUDCAKE CORRECTION” to obtain resistivity of the flushed zone and reading shallow laterolog resistivity from logs and correct it for borehole from the chart” SHALLOW LATEROLOG BOREHOLE CORRECTION” to obtain RLLs corrected then reading deep laterolog resistivity and correct it for borehole effect by the chart” DEEP LATEROLOG BOREHOLE CORRECTION”. The resistivity of flushed zone and RLLs(cor) are used to correct RLLd for invasion by the chart” DUAL LATEROLOG INVASION CORRECTION” and obtaining true resistivity  $R_t$ . Bound water resistivity is calculated in shale zone and the free water resistivity in the clean zone by the following equations respectively:

$$R_{wb} = \varphi_{sh}^2 \times R_t \quad (5)$$

$$R_{wf} = \frac{\varphi_t^m}{a} \times R_t \quad (6)$$

- Conductivity of the bound water and free water calculated by the following equations respectively:

$$C_{wb} = \frac{1000}{R_{wb}} \quad (7)$$

$$C_{wf} = \frac{1000}{R_{wf}} \quad (8)$$

**Step 5:** Calculating effective porosity of the zone by the equation:

$$\varphi_e = (1 - S_{wb}) \times \varphi_t \quad (9)$$

**Step 6:** Calculating fluid conductivity which includes both bounded and free water conductivities by the equation:

$$C_{fl} = C_{wb} \times S_{wb} + C_{wf} \times S_{wf} \quad (10)$$

**Step 7:** Calculating conductivity of the effective fluid by the equation:

$$C_o = \varphi_e^2 \times C_{fl} \quad (11)$$

**Step 8:** Calculating true resistivity of each zone by reading micro spherically focused laterolog and correct it for mud cake effect by the chart” MICROSPHERICALLY FOCUSED LOG MUDCAKE CORRECTION” for that zone to obtain resistivity of the flushed zone and reading shallow laterolog resistivity from logs and correct it for borehole from the chart” SHALLOW LATEROLOG BOREHOLE CORRECTION” for that zone to obtain RLLs corrected then reading deep laterolog resistivity and correct it for borehole effect by the chart” DEEP LATEROLOG BOREHOLE CORRECTION” for that zone. The resistivity of flushed zone and RLLs (cor) are used to correct RLLd for

invasion by the chart” DUAL LATEROLOG INVASION CORRECTION” and obtaining true resistivity Rt at that zone.

**Step 9:** Calculating dual water saturation by the true and fluid conductivities for each zone by the following equations respectively:

$$C_{t=} = \frac{1000}{R_t} \quad (12)$$

$$S_w = \sqrt{\frac{C_t}{C_o}} \quad (13)$$

**Step 10:** After calculating saturation of each zone we take average of the saturation values by the equation:

$$S_{w(avg)} = \frac{S_{w1} \times S_{w2} \times S_{w3} \times S_{w4} \times S_{w5}}{5} \quad (14)$$

### 1. RESULTS

ne	Zo	I	V <sub>Sh</sub>	S <sub>wb</sub>	φ <sub>t</sub>	R <sub>wb</sub>	R <sub>wf</sub>	C <sub>wb</sub>	C <sub>wf</sub>	φ <sub>e</sub>	C <sub>fl</sub>	C <sub>o</sub>	C <sub>t</sub>	S <sub>w</sub>	S <sub>w(avg)</sub> = 19.26%
1	0.51 75	0.22 3	0.18 69	0.08 2	0.01 4	0.45	7148 2.6	2212 .39	0.06 7	1515 6.9	67.4 3	2.72	0.20 1		
2	0.62	0.32	0.47 5	0.16 67	0.01 4	0.45	7148 2.6	2212 .39	0.08 71	3509 0.4	266. 21	4.24	0.12 62		
3	0.53	0.24 01	0.3	0.13 12	0.01 4	0.45	7148 2.6	2212 .39	0.09 184	2297 7.25	193. 8	3.59	0.13 6		
4	0.87 5	0.69 98	0.99 38	0.23 84	0.01 4	0.45	7148 2.6	2212 .39	0.14 78	7099 9.4	0.15 5	3.64	0.22 9		
5	0.43 9	0.17 3	0.79 2	0.20 2	0.01 4	0.45	7148 2.6	2212 .39	0.04 2	5703 1.62	100. 6	7.39	0.27 1		

### Interactive Petrophysics Program (IP) Results

Water saturation by using Archie equations and using IP program S<sub>w</sub> = 0.386966.

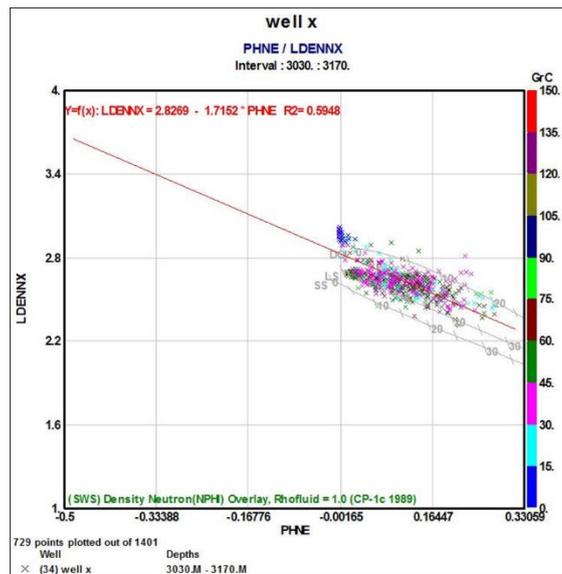


Figure 2 - Lithology Neutron density cross-plot

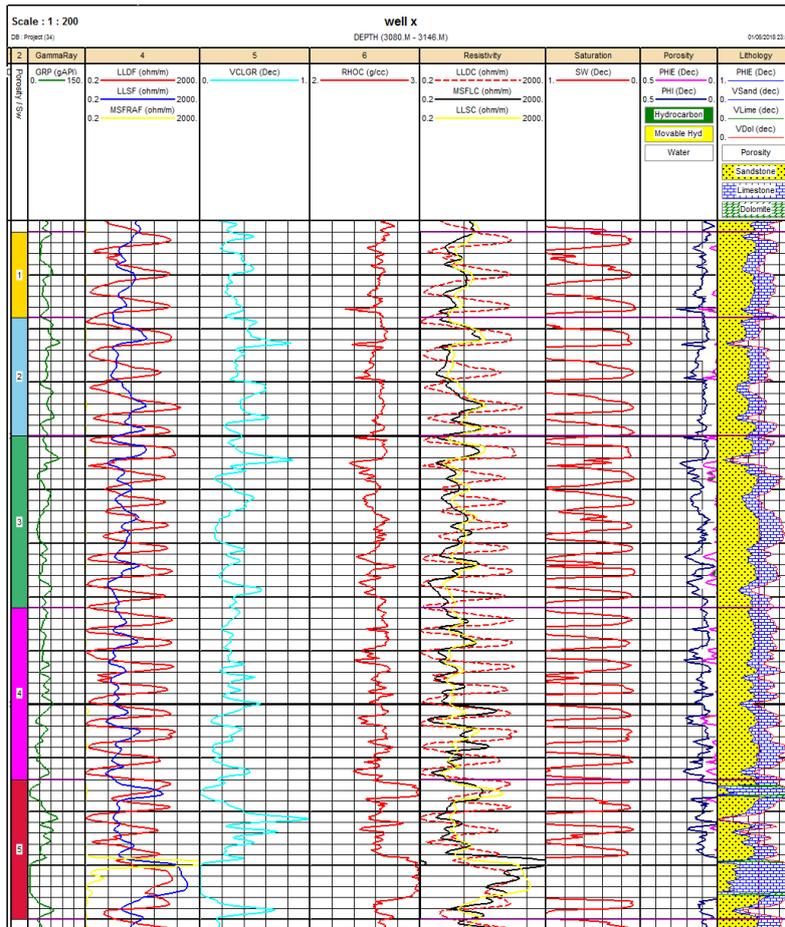


Figure 3 - Log plots by using IP program

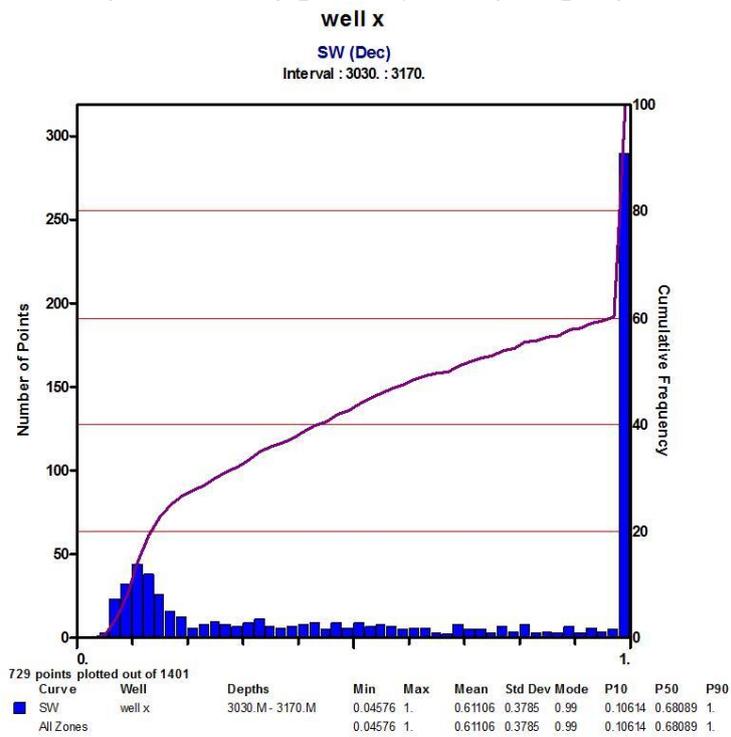


Figure 4 – Water Saturation Histogram

## **Discussion**

Results were first calculated with the Dual Water Model (DWM) equation which seemed to agree reasonably well with production test data. Then, required adjustments were made to the shale resistivity (or its ad hoc multiplier) used in the other equations to produce comparable results. Effective water saturation was calculated directly with all conductivity equations except the DWM equation, which requires re-expressing its calculated total water saturation as a fraction of effective Porosity using an estimate of bound water saturation.

## **Conclusions**

1. The several saturation models have significantly affected to the calculation of average water saturation and as a result in original oil in place in the reservoirs studied. It is therefore necessary to decide on the suitable model that to be used for evaluating water saturation especially for equality estimations purposes.

2. A new model for the prediction of shaly sand conductivity was developed.

3. The presented study has been limited to the data available. Expansion of the analysis by determining stoichiometry parameters in lab are also in progress. This will permit its application under actual field conditions.

## **References:**

1. James Brock, Applied open hole log analysis / James Brock. - Gulf Professional Publishing Gulf Professional Publishing, 1986 – 284 p. – Direct text.

2. Discovery group [сайт]: neutron\_ Density quick look method. URL: <https://www.discovery-group.com/>. – Text : electronic.

3. Worthington, P. F. The evolution of shaly-sand concepts in reservoir evaluation / P. F. Worthington. – Direct text // The Log Analyst, 1985. – pp. 23-41.

4. Smith, W. D. M. A modified shaly sand Sw equation for the Western Canada Cretaceou/ Smith, W. D. M., and Rouleau, R. J.,: Canadian Well Logging Society Sixth Formation Evaluation Conference, Paper V, 1977. - 4 pp. – Direct text.

5. Shahzad Ahmed, Clay Conductivity and Water Saturation Models / Shahzad Ahmed. - Reproservice, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden 2005 166p . – – Direct text.

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКА ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ НА ПОЗДНИХ ЭТАПАХ РАЗРАБОТКИ**

Ан В. М., Иванов Е.В., Казанцев И.Ю., Михайлюк К.Д., Схабицкий Г.А.  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время почти все объекты эксплуатации месторождений Западной Сибири находятся на завершающей стадии разработки, которая характеризуется высокой обводненностью. По прогнозам невырабатываемые запасы могут составлять более 40 % начальных извлекаемых запасов (НИЗ), находящихся на балансе. На объектах с низкой выработкой отмечается высокая доля неуспешных геолого-технических мероприятий (ГТМ), проведенных в зонах с предполагаемой максимальной локализацией балансовых остаточных извлекаемых запасов (ОИЗ).

В этой связи становится наиболее актуальным вопрос поиска остаточных запасов нефти на месторождениях с развитой системой заводнения на поздних этапах разработки для достижения проектного коэффициента извлечения нефти (КИН).

Для количественного и качественного сравнения существующих технологий по поиску остаточных запасов нефти авторами данной статьи были рассмотрены методы, основанные на классификации из работы Балатова Д.А.: прямые, интерпретационные и косвенные. [1]

Прямые методы в основном основаны на анализе режимов работы скважины и проведении дополнительных геологических работ в скважине. К этому можно отнести геофизические исследования и динамику обводнения скважины.

Самый простой способ определения остаточных запасов нефти - это анализ кривых обводнения скважины. Главный минус анализа обводнения скважины заключается в том, что радиус оценивания не превышает 12 метров вокруг продуктивного забоя скважины.

Далее мы проанализировали следующие геофизические методы исследования: электрохимическое исследование, радиометрическое исследование. [2]

Электрохимические методы исследования в основном направлены на определения текущего уровня ВНК. Электрохимические исследования применяются крайне редко на поздних этапах разработки. Это происходит из-за того, что электрохимические исследования невозможно проводить в обсаженных колоннах. Что бы использовать этот метод необходимо пробурить новую скважину, но на поздних этапах разработки скважины бурятся только в тех зонах, где находятся остаточные запасы. Эти методы можно применять в обсаженных колоннах, только если стенки скважины в продуктивной зоне выполнены из стеклопластиковой трубы. Также

минусом этого метода является то, что определить нефтенасыщенные зоны можно лишь непосредственно в зоне пласта прилегающей к скважине.

Преимущество радиометрических методов исследования над предыдущими методами заключается в том, что эти исследования можно проводить в обсаженных скважинах. Основным минусом также является малый радиус зоны, о которой можно получить информацию. Также этот способ совершенно бесполезен в зонах, вскрытых перфорацией и в том случае, когда нефть вытесняется пресной водой. Для использования этого метода применяют специальные «меченые жидкости». Они могут повысить эффективность данных исследований, но также это может стать минусом в экономическом плане, потому что для одной скважины может понадобиться до 10 тысяч тонн таких «жидкостей».

Интерпретационные методы также, как и прямые, основаны на анализе режимов скважин, но в дополнение к этому применяют некоторые теоретические расчеты. Поэтому интерпретационные методы – это методы, совмещающие в себе часть от прямых методов и часть от косвенных: практическая часть и теоретические вычисления. [3]

К интерпретационным исследованиям можно отнести следующие методы: метод определения начала обводнения эксплуатационной скважины; метод определения текущего положения ВНК по степени обводненности скважин, метод прослеживания обводненных интервалов; метод определения остаточных запасов нефти в зоне дренирования скважин с помощью характеристик вытеснения, метод определения остаточных запасов нефти в зоне дренирования скважин с помощью унифицированной методики ВНИИнефть, определение характера воздействия и эффективности заводнения.

Минусом интерпретационных методов является то, что их нельзя использовать в скважинах, где эксплуатируются несколько продуктивных пластов. Так же эти не рационально применять при внутриконтурном заводнении. Но самым главным минусом данных методов является то, что все вычисления должны проводиться вручную экспертом, а это приводит к возможным рискам из-за человеческого фактора. Так же осложнением при интерпретационных методах поиска остаточных запасов является конусообразование. Для более точных данных необходимо обводнение пласта только с подошвы и равномерный подъем ВНК.

Все вышеперечисленные методы исследования работают только по данным скважин и пространство между скважинами принимают за среднее значение. Поэтому данные методы не в полной мере эффективны для поиска остаточных запасов нефти. [4]

Отдельно можно рассмотреть сейсмика 4D. Ее суть заключается в том же, что и обычная 3D-сейсморазведка, но она производится по мере всей работы скважины. Результативность данного метода зависит от того, насколько длинными будут промежутки времени между повторными

исследованиями. Чем больше будет этот промежуток, тем менее точными получаются результаты исследования. Так же при исследовании данным методом не учитывается неоднородность пласта, и нельзя определить свойства пласта. [5]

Таблица 1 - Сравнительный анализ существующих методов поиска остаточных запасов нефти

Метод	Данные по скважинам	Пространство между скважинами	Минусы
Прямые	+	-	Менее 12 метров
Интерпретационные	+	-	Менее 10 метров
Косвенные	+	0.5	Низкая точность результатов
Сейсмика 4D	-	+	Погрешность более 10 метров
			Не определяются свойства пласта

Гидродинамическая модель представляет собой приближенное описание поведения изучаемого объекта с помощью математических символов. Данный метод относится к “косвенным” и является лидером среди существующих методов по локализации остаточных запасов, но при этом она имеет и свои недостатки (см. Табл.2)

Таблица 2 - Достоинства и недостатки Гидродинамических моделей

Достоинства	Недостатки
Максимально точные значения количество остаточных запасов	Не учитывается неоднородность проницаемости, пористости, насыщенности пласта.
Определение точной траектории скважины для извлечения остаточных запасов	Неточность прогнозирования свойств пласта в межскважинном пространстве
Прогнозирование добычи скважины	Не детальное определение распределения остаточных запасов
Наилучшие интервалы вскрытия и перфорации	Большие материальные затраты по отношению к другим методам
Минимизировать геологические риски	Длительный процесс

По итогам сравнительного анализа можно сделать следующие выводы:

Поиск остаточных запасов нефти на поздних стадиях разработки является актуальнейшим направлением развития в нефтяной индустрии;

Совместное применение методов может улучшить конечные результаты;

Есть необходимость модифицировать существующие или создать новые методы локализации остаточных запасов.

Список использованных источников:

1. Балатов, Д. А. Методы локализации остаточных запасов нефти на поздних стадиях разработки: 25.00.17: дис. ...канд. техн. наук / Д. А. Балатов; ТюмГНГУ. – Тюмень, 2015. – 90с. – Текст: непосредственный.
2. Методические указания по геолого-промысловому анализу разработки нефтяных и газонефтяных месторождений: РД 153-39.0-110-01: утв. и введено приказом Минэнерго России от 5.02.02 – Москва: Экспертнефтегаз, 2002. – 26 с. – Текст: непосредственный.
3. Уваров, Ф. В. Метод выявления зон с остаточными запасами нефти / Ф. В. Уваров. – Текст: непосредственный // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 3. 123-127с.
4. Кондратьева, А. Н. Построение модели остаточных запасов на основе геолого-физического анализа особенностей нефтяной залежи: 03.04.02: дис. ... магистрант: / А. Н. Кондратьева; ТюмГУ. – Тюмень, 2017. – 23 с. – Текст: непосредственный.
5. Зингель, Е. М. Остаточная нефть: проблемы и технологии. / Е. М. Зингель – Текст: непосредственный. // Нефть. Газ. Новации. – 2012. – № 6. – С. 71-73

УДК 622.323

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С АСПО В НЕФТЯНЫХ  
И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СКВАЖИНАХ**

Важенин П.Н., Калистратов К.А., Пинигин А.А., Жанакулов Д.Н.,  
Татарин Д.В.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Асфальто-смоло-парафинистые отложения (АСПО) – одна из основных проблем при разработке и эксплуатации нефтяных и газоконденсатных месторождений. Суть заключается в образовании при определенных условиях (термобарические условия, шероховатость стенок, наличие в системе твердых примесей, интенсивное газовыделение [1, 2]) в скважине на внутренней поверхности труб АСПО, следствием чего является уменьшение диаметра живого сечения НКТ (насосно-компрессорных труб). Это уменьшает дебит скважины, а также из-за избыточного давления на трубы приводит к ускорению процесса разрушения конструкции скважины. Падение дебита и увеличенный износ оборудования приводят к снижению эффективности эксплуатации скважины, что ведет к экономическим убыткам, именно поэтому многие компании обеспокоены данной проблемой.

Способность нефти растворять парафин падает при понижении температуры, поэтому важнейшим фактором, влияющим на их образование, является перепад температур. В процессе добычи флюида парафиновые соединения начинают кристаллизоваться и выпадать на стенках НКТ из-за воздействия более холодной окружающей среды [3]. Глубина зон образования АСПО зависит от термобарических факторов [4].

Наиболее интенсивно АСПО образуются на внутренней поверхности лифтовых труб, поэтому существует ряд методов решения данной проблемы, основными из которых являются: промывка горячей нефтью, использование скребков, введение растворителей, использование греющего кабеля.

Промывка горячей нефтью. Метод представляет из себя закачку в скважину заранее подогретую до определенной температуры (в зависимости от способа эксплуатации скважины) нефть [5]. Существует два способа закачки: создание циркуляции жидкости без остановки работы скважины и продавливание жидкости в призабойную зону.

В первом случае горячую нефть пускают через межтрубное пространство, она нагревает НКТ, расплавляя АСПО с внутренних стенок, затем проникает в призабойную зону, вымывая отложения.

Во втором способе скважину останавливают, извлекают подземное оборудование, после чего спускают на трубах пакер, который устанавливается в кровле пласта, далее в пласт закачивается горячая нефть. Затем пакер извлекают, спускают обратно подземное оборудование и вводят скважину в эксплуатацию. Горячий флюид растворяет отложения как в призабойной зоне, так и на НКТ, вынося их на поверхность.

Средняя стоимость одной операции по промывке скважины горячей нефтью – 2 тыс. рублей [6].

Использование скребков. Скребок – оборудование для механического удаления АСПО в скважине. С помощью данного метода осуществляется надежное удаление АСПО с внутренней поверхности труб, он не требует больших капиталовложений (в среднем 7 тыс. рублей за одну операцию [7]), однако использование скребков неэффективно в связи с малым МОП (межочистной период).

Введение растворителей. Растворители закачивают в скважины в зависимости от степени запарафинивания в затрубное пространство с последующей прокачкой реагента до интервала отложений или же в НКТ непосредственно в зону образования АСПО. Состав растворителя подбирается для каждой скважины индивидуально. Растворители достаточно эффективны, но в связи с высокой стоимостью (около 42 тыс. рублей за одну операцию по обработке скважины растворителем [8]) не распространены достаточно широко на территории РФ.

Использование греющего кабеля. Одним из самых эффективных методов решения проблемы образования АСПО является подогрев

скважины с помощью греющего кабеля. Он может располагаться как внутри НКТ, так и снаружи.

Преимуществами данного способа являются высокая эффективность борьбы с отложениями и малый период простоя скважины (если кабель уже установлен). Главный недостаток – относительно высокие затраты на сам кабель (в среднем 1500 руб. за суточное обслуживание кабеля [9]) и его установку, а также время установки кабеля: для этого требуется проводить КРС (капитальный ремонт скважины).

#### Заключение

В данной статье была описана проблема образования АСПО, были рассмотрены основные методы борьбы с ними. При анализе различных способов греющий кабель был выявлен наиболее перспективным решением данной проблемы в связи с широкой распространенностью применения, относительно небольшими затратами и высокой эффективностью.

#### Список использованных источников:

1. Акрамов, Т. Ф. Борьба с отложениями парафиновых, асфальтосмолистых компонентов нефти / Т. Ф., Яркеева Н. Р. – Текст : непосредственный. // Разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2017. - №4. - С. 67-72

2. Персиянцев, М. Н. Добыча нефти в осложненных условиях / М. Н. Персиянцев. – Москва : Недра-Бизнесцентр, 2000. - 653 с. – Текст : непосредственный.

3. Гумеров, Р. Р. Разработка эффективных ингибиторов асфальтосмолопарафиновых отложений асфальтенового типа: 05.17.07. : дис. ... канд. техн. наук / Р. Р. Гумеров ; УГНТУ - Уфа, 2018. - 124 с. - Текст: непосредственный.

4. Батуро, С. П. Эксплуатация скважин в осложненных условиях на примере Ванкорского нефтегазового месторождения (Красноярский край): 23.04.03.05. : магистр. дис. / С. П. Батуро ; СФУ. - Красноярск, 2017. - 83 с. – Текст : непосредственный

5. Сущность промывки скважины горячей нефтью. Студопедия : [сайт]. – URL : <https://studopedia.org/8-56621.html> (дата обращения: 14.10.2019). – Текст : электронный.

6. Тендер: Оказание услуг по проведению промывок горячей нефтью с целью удаления АСПО и других отложений в скважинах на месторождениях ООО РН- Пурнефтегаз ЦДНГ-3, 4 ТН, ХН. РосТендер : [сайт]. – URL : <http://rostender.info/tender/32422349> (дата обращения: 13.10.2019). – Текст : электронный.

7. Тендер: Оказание услуг по удалению АСПО из лифта НКТ скважин специальным скребковым . РосТендер : [сайт]. – URL

: <http://rostender.info/region/stavropolskij-kraj/stavr..> (дата обращения: 13.10.2019). – Текст : электронный.

8. Тендер: Оказание услуг по проведению обработок скважин растворителем от АСПО и кислотных обработок УЭЦН . РосТендер : [сайт]. – URL : <http://rostender.info/region/orenburgskaya-oblast/ore..> (дата обращения: 13.10.2019). – Текст : электронный.

9. Тендер: Оказание услуг по прокату и сервисному, техническому обслуживанию УЭНК (установок по прогреву нефти с нагревательным кабелем в лифте НКТ) на скважинах осложненных АСПО (асфальтно-смолистых парафиновых отложений. РосТендер : [сайт] –URL : <http://rostender.info/region/stavropolskij-kraj/buden..> (дата обращения: 13.10.2019). – Текст : электронный.

УДК 62

## АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ФОНДА СКВАЖИН НА УРЕНГОЙСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Газдиев А.И., Остапенко А.А.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Анализ показатели работы скважин проводился на основании ежесуточных сводок о технологических параметрах эксплуатации, ежемесячных эксплуатационных рапортов, актов о проведении исследовательских работ, выполнении ГТМ.

Технологический режим работы скважин устанавливается исходя из необходимости обеспечения суммарной добычи газа по участку согласно объемам, предусмотренным действующим проектным документом. На графике (рисунок 1) показана динамика количества действующих скважин ГКП-22, их средних устьевых давлений и дебитов пластового газа за период 2011-2016 гг.

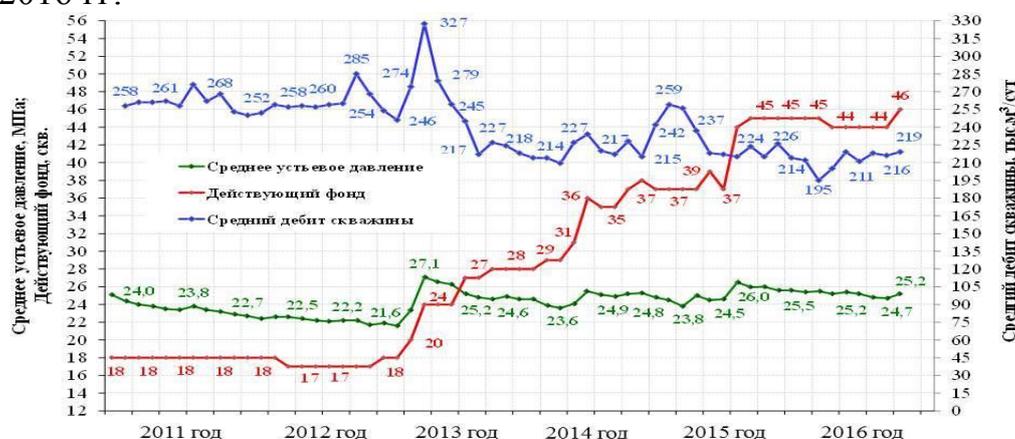


Рисунок 1 - Динамика средних значений устьевых давлений и дебита пластового газа скважин ГКП-22 в 2011-2016 гг.

Результаты исследования скважин на газоконденсатную характеристику показывают зависимость состава добываемого пластового газа от режима эксплуатации скважин - с увеличением депрессии на пласт содержание конденсата С5+В в продукции снижается. Таким образом, фильтрационно-емкостные свойства вскрытых коллекторов влияют не только на параметры и продуктивность скважин, но и на содержание конденсата С5+В в добываемом пластовом газе.

Промышленная эксплуатация ачимовских скважин 2А участка с параметрами близкими к проекту возможна только после проведения в скважинах ГРП. Наиболее интенсивно устьевое давление и дебит пластового газа скважин снижаются сразу после запуска их в работу, что обусловлено падением забойного и пластового давлений в зоне дренирования скважин, формированием депрессионной зоны и динамического фазового равновесия в призабойной зоне пласта. Кроме того, в зоне дренирования скважин происходит скопление жидкой фазы (ретроградного конденсата), из-за чего фильтрационно-емкостные свойства призабойной зоны пласта и продуктивность скважин снижаются. Относительная стабилизация режимов работы скважин, введенных в эксплуатацию на ГКП-22, происходит в течение 1-2 месяцев их эксплуатации. В дальнейшем режимы работы скважин регулируются и поддерживаются устьевыми штуцерами «Моквелд» в соответствии с заданным технологическим режимом для выполнения плановых уровней добычи.

При формировании технологического режима эксплуатации скважин ГКП-22 основными ограничениями являются депрессия на пласт, обеспечение скорости выноса жидкой фазы и предупреждение парафиногидратообразования. Основное ограничение для предотвращения дополнительных потерь конденсата в пласте - депрессия на пласт. Результаты исследования скважин показывают, что эксплуатация скважин с депрессией на пласт более 35% неизбежно приводит к значительному снижению конденсатоотдачи.

На следующем графике (рисунок 2) представлено сопоставление средних значений устьевого давления и дебита скважин ГКП-22 и ГКП-31.

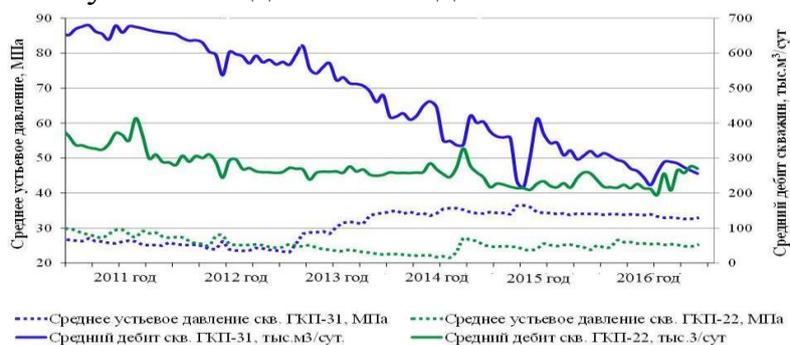


Рисунок 2 - Сопоставление средних значений устьевого давления и дебита скважин ГКП-22 и ГКП-31

Добычные возможности скважин ГКП-31 значительно выше скважин ГКП-22, что обусловлено различными геологическими условиями в пределах 1А и 2А лицензионных участков, прежде всего, лучшей проницаемостью коллекторов ачимовской толщи 1А участка. В 2016 г. устьевое давление скважин ГКП-31 в среднем на 8 МПа выше среднего устьевого давления скважин ГКП-22.

Основные выводы:

1. Эксплуатационный фонд ГКП-22 составляет 47 скважин, из них 9 скважин введены в работу в 2016 г. и 2 скважины в 2017 г. На 01.12.2017 в работе 46 скважин. Скважина № 2132 в КРС.

2. Не достижение проектных показателей по добыче газа и конденсата в 2016 г. обусловлено, прежде всего, выполнением плановых показателей по уровню добычи. Кроме того, наблюдается отставание ввода скважин в эксплуатацию от проектного графика и не подтверждение проектного среднего дебита скважин при соблюдении проектной депрессии на пласт.

3. Для предотвращения увеличения темпов падения устьевых давлений, удельного выхода конденсата, а также преждевременного снижения продуктивности скважин рекомендуется:

- не устанавливать режим постоянного дебита при эксплуатации скважин с забойными давлениями ниже 40 МПа;

- минимизировать резкие изменения режимов эксплуатации скважин.

Список использованных источников:

1. Способ повышения эффективности использования метанола при обработке конденсатсодержащих газов / Бурмистров А. Г. [и др.]. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы и новые технологии освоения месторождений углеводородов Ямала в XXI веке. Материалы отраслевой научно-практической конференции (пос. Ямбург, 7-10 июня 2004 г.) – Москва: ООО «ИРЦ Газпром», 2004. - С. 368 - 375.

2. Лебенкова, И. В.. Исследование растворимости метанола в углеводородном конденсате Ямбургского месторождения / И. В. Лебенкова, В. А. Истомин .]. – Текст: непосредственный // Газификация. Природный газ в качестве моторного топлива. Подготовка, переработка и использование газа: Науч. – тех. сб. – Москва: ООО «ИРЦ Газпром», 2003. – № 5-6. – С. 14 - 24.

3. Пат. 2599157 Российская Федерация, МПК E21B 43/34, B01D 53/00. Способ подготовки углеводородного газа к транспорту : № 2015121464/03: заявл. 04. 06.2015.: опубл. 10.10.2016 / С. В. Мазанов, А. Ю. Корякин, О. П. Кабанов, И. И. Гильмутдинов, А. А. Фролов ; патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Газпром добыча Уренгой". – Текст: непосредственный.

## **АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МНОГОЗОННЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАЗРЫВОВ ПЛАСТОВ**

Гильманов Л.А., Афлятунов С.И.,

Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М.Губкина, г. Москва

В данной работе изучены различные варианты заканчивания горизонтальных скважин. Рассмотрены системы заканчивания «SUNJEL» с извлекаемыми седлами для массового внедрения – одна из перспективных технологий на настоящее время.

При бурении и эксплуатации скважин породы подвержены загрязнению даже на большом расстоянии от ствола скважины. В связи с этим снижаются приток жидкости в скважинах, добывающих углеводороды, а также поглощение воды в нагнетательных скважинах. Также снижение проницаемости призабойной зоны пласта может происходить в связи с перераспределением напряжений после вскрытия пласта бурением [1].

Задачи увеличения нефтеотдачи пластов, вовлечения в разработку трудноизвлекаемых запасов на сегодняшний день невозможно решить без использования методов увеличения нефтеотдачи (МУН) пластов. Повышение добычи нефти – это одна из важнейших задач обеспечения эффективной разработки залежей месторождений. Гидравлический разрыв пласта является эффективным методом увеличения продуктивности добывающих скважин. Один из актуальных вопросов на сегодняшний день – использование новых методов заканчивания скважин, в том числе горизонтальных скважин с многостадийными гидравлическими разрывами пласта.

Многостадийный гидравлический разрыв пласта – это технология, являющаяся одной из самых инновационных на сегодняшний день в нефтяной отрасли, заключается в обеспечении притока флюида в результате создания проводимой трещины в пласте, образующейся под давлением подаваемой жидкости. Особенностью данной технологии являются гидравлические разрывы, которые проводятся поочередно. Рассматриваемый метод интенсификации добычи эффективен для горизонтальных скважин, так как есть возможность провести непрерывный гидравлический разрыв в каждом интервале отдельно [2].

К преимуществам горизонтальных скважин можно отнести значительно большую область дренирования. При этом продуктивность горизонтальной скважины растет с ее длиной.

В результате применения многостадийного гидравлического разрыва пласта образуются трещины, позволяющие задействовать в разработку те участки пласта, которые находятся на большом расстоянии от скважины и

являются низкопроницаемыми. Это позволяет увеличивать коэффициент извлечения нефти. Также одним из основных плюсов метода является снижение вероятности быстрого обводнения скважины.

Технологии проведения многостадийного гидроразрыва пласта ориентированы на:

- снижение времени цикла (минимум в 2 раза);
- оптимизацию стоимости работ (цементирование, перфорация, капитальный ремонт скважин);
- эффективное размещение трещин гидроразрыва пласта;
- контроль за разработкой месторождения [3].

Технология проведения многостадийного гидроразрыва пласта предусматривает спуск в скважину специальной компоновки (хвостовика), разобщающей горизонтальный ствол скважины на отдельные участки, на которых поочередно производится гидравлический разрыв пласта.

Существуют два основных вида многостадийного гидроразрыва пласта:

- общая технология;
- технология с использованием пакерных компоновок.

При использовании общей технологии в скважину спускают специальную насадку, движущуюся в горизонтальной цементированной части, вследствие закачки пропанта осуществляется многократный разрыв пласта.

Технология с использованием пакерных компоновок заключается в опускании хвостовика с системой заколонных пакеров и циркуляционными муфтами для изоляции интервалов в скважину. Опускаемый хвостовик, оборудованный муфтами с открывающимися окнами, является герметичным и не допускает сообщения внутрискважинного пространства с заколонным. В процессе в поток жидкости гидроразрыва пласта направляются шары – изначально самого маленького диаметра, затем большего. Шары, попадая в седла муфт, обеспечивают их открытие, тем самым создается сообщение с пластом. После проведения стадий гидравлического разрыва в скважину сбрасывается шар, который обеспечивает изоляцию предыдущего интервала и открытие окон хвостовика в области последующего интервала. В результате этого появляется возможность создания определенного числа трещин вдоль горизонтальной части ствола [3].

При применении постоянных систем заканчивания при многостадийном гидравлическом разрыве пласта уменьшается число спускоподъемных операций и повышается эффективность отдельных гидравлических разрывов в результате учета параметров отдельных зон и, как следствие, происходит уменьшение технологических рисков в процессе операции.

#### Список использованных источников:

1. Вайншток, С. М. Повышение эффективности разработки нефтяных месторождений Когалымского региона / С. М. Вайншток, В. В. Калинин // Москва: Издательство академии горных наук, 1999. – с. 235. – Текст: непосредственный.
2. Иконников, Ю. А. Корпоративный сборник инструкций и регламентов по технологиям повышения нефтеотдачи пластов, применяемых на месторождениях ОАО «ЛУКОЙЛ» / Ю. А. Иконников, Р. Г. Рамазанов // Уфа: Монография, 2004. – Т.1. – с. 41-45. – Текст: непосредственный.
3. Кабиров, М. М. Скважинная добыча нефти / М. М. Кабиров, Ш. А. Гафаров / Санкт-Петербург.: Недра, 2010. – с. 75-80. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Горюнова Л.Ф., к.г.-м.н., доцент.

УДК 55

### **ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Зубченко Д.А.,

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

Низкая прогнозная способность сейсмических данных, а также недостаточная изученность месторождений разведочным бурением приводят к значительным несоответствиям между представлениями о геологическом строении объектов на этапе геологоразведочных работ и на этапе их ввода в промышленную эксплуатацию. Не учёт геологического строения месторождения ведет к недостоверной оценке запасов, формированию нерациональной системы разработки, и как следствие к низким коэффициентам извлечения углеводородов.

Особую сложность в формировании оптимальной системы разработки представляют залежи, приуроченные к отложениям континентального генезиса. Они характеризуются высокой расчлененностью, резкой латеральной изменчивостью, а также широким диапазоном изменения фильтрационно-емкостных свойств. Практика показывает, что эффективность разработки таких месторождений в большей степени будет обуславливаться возможностью оперативного изменения и корректировки технических и технологических решений на этапе эксплуатационного бурения. Примером успешной реализации нетиповых подходов к разработке залежи обусловленных геологическими особенностями строения является многоствольное бурение на Восточно-Мессояхском месторождении.

Восточно-Мессояхское месторождение расположено в северной части Западно-Сибирской низменности на юго-западе Гыданского полуострова. В

тектоническом плане месторождение относится к одноименному куполовидному поднятию, осложняющему строение Среднемессояхского вала, особенностью которого является широкое развитие дизъюнктивных нарушений образующих горст-грабенные структуры.

Пласт ПК1-3 является крупнейшей залежью по размерам и по запасам нефти и газа на Восточно-Мессояхском месторождении. В пределах месторождения залежь разделена разрывными нарушениями экранирующего типа. Залежи в блоках массивные, тектонически-экранированные.

В период формирования пласта наблюдалась смена условий осадконакопления от глубоководной дельты до прибрежно-морской зоны. Дифференциация пласта по генезису легла в основу выделения в нем циклитов. Так циклит А приурочен к зоне распространения приливно-отливных каналов, циклит В-краевая часть дельты, циклит С-центральная часть дельтового канала. Проницаемость коллекторов изменяется в широком диапазоне 0,1-4Д, средняя пористость 25-35%. В интервале пласта наблюдается уменьшение песчаности и пористости вверх по разрезу. Нефть пласта ПК1-3 вязкая (111сПз), малосернистая, малопарафинистая, смолистая, плотностью 0,945г/см<sup>3</sup>.

Фациальная неоднородность пласта, а также широкое развитие дизъюнктивных нарушений, обуславливают наличие разных уровней флюидальных контактов, что подтверждается результатами разведочного и эксплуатационного бурения. Данные факты существенно сокращают коридор бурения эксплуатационных скважин.

С целью прогноза распространения коллектора, а также определения флюидальных контактов на Восточно-Мессояхском месторождении предусмотрено опережающее бурение пилотных стволов, в потенциально продуктивные геологические тела, выделенные на основании сейсмических данных. Наличие мощных газонасыщенных тел выше и ниже коридора проводки скважин исключает возможность вовлечения расчлененного разреза в разработку путем проведения ГРП. В связи с этим на Восточно-Мессояхском месторождении в тираж вошла технология бурения многоствольных скважин [1]. Таким образом, по результатам бурения пилотных стволов корректируется дальнейшая стратегия эксплуатационного бурения и определяется оптимальная конструкция эксплуатационных скважин (горизонтальная, многоствольная, фишбон\*).

Многоствольные скважины опробованы в русловом и пойменом типах разрезов пласта ПК1-3. Усложнение конструкции скважин позволили значительно повысить продуктивность скважин. Стартовые дебиты скважин типа фишбон превышают дебиты горизонтальных скважин в 1,64 раза. Стартовые дебиты многоствольных скважин больше горизонтальных в 1,28 раза. Динамика работы скважин показывает, что темпы падения многоствольных скважин значительно ниже горизонтальных.

Эффективность обуславливается вовлечением в разработку локальных коллекторов, увеличение площади охвата скважиной, а также вовлекаемой в работу мощности. Подобная практика обеспечивает равномерную выработку запасов, а также существенно сокращает риски прорыва газа и воды.

*\*Фишбон (fishbone - рыбий скелет) - конструкция скважины в которой от основного субгоризонтального ствола отходят меньшие по длине отростки. В профиле скважина напоминает скелет рыбы.*

Опробованные технологии позволили определить области тиражирования конструкции. Критериями выделения зон являются качество коллектора, его выдержанность и расстояние до флюидальных контактов. Высокорасчлененный разрез, с низкими фильтрационно-емкостными характеристиками или выдержанные маломощные тела в приконтактной зоне разбуриваются скважинами типа фишбон. Локальные тела несвязанные с газовой или водяной частью на каждое из которых бурение одноствольной скважины не эффективно разбуриваются двуствольными скважинами.

Хотелось бы сделать вывод о том, что полученный опыт на Восточно-Мессояхском месторождении позволяет тиражировать многоствольные скважины в коллекторах континентального генезиса и многоствольные скважины позволяют обеспечить равномерную выработку запасов, низкие темпы роста обводненности, и достижению максимальной накопленной добычи.

Список использованных источников:

1. Опыт применения многоствольных скважин на пластах аллювиального генезиса Восточно-Мессояхского месторождения / Д.А. Сугаипов[и др.]. – Текст: непосредственный // Нефтяное хозяйство. - 2017. - №12. - С.49.

Научный руководитель - Колева Г.Ю., докт. ист. наук, профессор

УДК 553.04

## **ANALYZING THE GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL STUDIES OF SOLKINSKOYE OILFIELD**

Imashev R. R.

Industrial university of Tyumen, Tyumen

Solkinskoye oilfield is located within Solkinskoye licensed area belonging to the West Siberian Plain. The studies of the area began in 1948, and in 1958 seismic prospecting works started on the basis of the results of the geological and geophysical investigations. Seismic crews 31/58-59 and 36/58-59 mapped Surgut local elevation via continuous profiling and determined an elevated north-south strike zone, where two local elevations were discovered, being divided by a

downwarp. This article analyzes the right bank of the Solkinskoye elevation, where Solkinskoye oilfield is located.

To specify the geological structure of the Solkinskoye elevation, seismic crews 27/59-60 and 23/62-63 carried out detailed research works. Since 1967, the works have been accomplished by Tumenneftegeofizika seismic crews.

The first well №61R was drilled in 1959-1961 in the south-western part of the Solkinskoye elevation. The tests of the abovementioned well provided vitally important results concerning the oil show in the layer US<sub>2</sub> of Mid-Jurassic deposits, as well as in the layer BS<sub>1</sub>[1]. In 1965 the oilfield under consideration was directed to Glavtumenneftegaz and further investigations were carried out in the course of the well development. The reservoir and fluid properties were studied, as well as the oil saturation of the layer AS<sub>8</sub> of Solkinskoye area, the deposits of the Achimovskaya formation and the Tyumen suite.

In 1982-1983 the seismic crew 12/82-83 investigated the adjacency zone of the Solkinskoye and Saygatinskoye elevations. The research results obtained by the seismic crew 6/85-86 in Saygatinskoye area enabled the isochrones maps and the structural map of the reflection horizon B.

In 1993-1994 the seismic crew 01/93-94 provided data for a detailed investigation of the geological structure of outlying zones of Bystrinskoye and Solkinskoye oilfields, as well as for determining a precise configuration for the northern part of the adjacency zone in the Solkinskoye and Lyubovskoye structures. The total length of the area profiles is 280.175 km. The oilfield seismic studies are considered satisfactory. The test results for the layer AS<sub>8</sub> in wells drilled in Lyubovskoye structure led to reinterpreting the geoinformation system materials and re-estimating the oil saturation of the layer AS<sub>8</sub>. Therefore, the deposit contour was reduced and the oil saturation area for the layer AS<sub>8</sub> was determined only in the Solkinskoye structure.

In Lyubovskoye area, next to the well №1323, the data allowed to reveal oil deposits in the layers BS<sub>16</sub>, BS<sub>17</sub>, and BS<sub>19-20</sub>. In October 2000, tests carried out in well №1323 did not confirm the oil saturation of the Achimovskaya formation [2]. However, in 2000 drilling the exploratory well №153P in Lyubovskoye area, oil deposits were revealed in the layers of the Achimovskaya formation. Within Solkinskoye licensed area, 735 wells were drilled, including 32 exploratory wells. Outside the oil saturation contour of the layer BS<sub>1</sub>, 2 operational wells and 9 exploratory wells were drilled.

In Solkinskoye oilfield, there were core-drilled 21 wells: the layer AS<sub>8</sub> is core-defined in 5 wells, the layer BS<sub>1</sub> is core-defined in 15 wells, the layer Ach<sub>5</sub> in 1 well, and the layer Ach<sub>4</sub> has not been core-defined. There were no complex laboratory research works upon the layers AS<sub>8</sub> and BS<sub>1</sub>. For the layer Ach<sub>5</sub>, the lithological analysis was based on the data of the following core studies: layer-by-layer core description, detailed petrographic section description, granulometric analysis, X-ray phase analysis of the cement mud component, thermogravimetric analysis of the carbonate component.

Standard core studies were accomplished according to the field requirements in Glavtumengeologiya laboratories, Surgut scientific research center (1975-1977), SibNIINP and TO SurgutNIPIneft. Capillary properties of the rocks in Solkinskoye oilfield were studied on 12 samples of the layers AS<sub>8</sub> and Ach<sub>5</sub>. To determine phase permeabilities, 2 experiments were carried out in the layer AS<sub>8</sub>, 1 experiment in the layer BS<sub>1</sub> and 2 experiments in the layer Ach<sub>5</sub> of Solkinskoye oilfield.

To confirm the residual oil saturation of the layer AS<sub>8</sub>, there were completed laboratory tests of 13 rock samples of Solkinskoye oilfield and 11 rock samples of Bystrinskoye oilfield. The simulation of the residual oil saturation of the rocks in the layer BS<sub>1</sub> was carried out on 39 samples of Bystrinskoye oilfield. The residual oil saturation of the layer Ach<sub>5</sub> was determined through laboratory tests of 10 core samples of the layer Ach<sub>5</sub> in Solkinskoye oilfield and 48 core samples of even-aged rocks of adjacent oilfields (Solkinskoye, Bystrinskoye, Tundrinskoye, Tonchinskoye).

Therefore, we can conclude that Solkinskoye oilfield has been studied through seismic prospecting, as well as exploratory and development drilling. The oilfield project fund has been completed. Further seismic prospecting works and drilling exploratory wells in the oilfield are not planned. The oilfield seismic studies and the studies of the layers AS<sub>8</sub> and BS<sub>1</sub> are considered satisfactory. Petro-physical research works upon the cores of the Achimovskaya formation layers should be continued, with new core materials obtained.

#### References:

1. Koronovskiy, N.V. General Geology / N.V. Koronovskiy // Moscow: KDU Press, 2006. – 528 p. (in Russian).
2. Volkov, A.V. Geological Features of Solkinskoye Oilfield / A.V. Volkov // Tyumen: M-tsentr Press, 2019. – 28 p. (in Russian).

Научный руководитель: Кудряшова С.Б.

622.276

### **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ ТРИЗ НА ОБЪЕКТАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТПП «УРАЙНЕФТЕГАЗ»**

Казанцев П.Ю., Добровинский Д.Л., Фудашкина М.В.,  
Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г.  
Тюмени

Вопросу интенсификации выработки запасов объектов на заключительной стадии разработки для достижения максимальной эффективности нефтеизвлечения уделяется большое внимание, что связано

как с актуальностью данной проблемы, так и со значительными трудностями, возникающими при его решении.

Метод нестационарного заводнения (НЗ) с изменением направлений фильтрационных потоков применим на всех стадиях разработки с обычным заводнением на большинстве нефтяных и газовых месторождений.

Требования к объектам для применения нестационарного воздействия определяются событиями, происходящими в пласте при этом методе воздействия, а также результатами экспериментальных и аналитических исследований процесса [1, 2, 3].

Анализ эффективности мероприятий проводился по характеристикам вытеснения в программе EOR-Effect+ по методике ПАО «ЛУКОЙЛ» МУ-01-001-01. Согласно методике, эффект от мероприятия (дополнительная добыча нефти) делится на две части: эффект, полученный за счет нефтеотдачи пласта, и эффект, полученный за счет интенсификации добычи нефти. Этот способ позволяет рассчитать компенсацию потерь добычи нефти за счет проведенного мероприятия. Так, если дополнительная добыча нефти, рассчитанная для первого эффекта, получилась отрицательной, а для второго положительной, то это свидетельствует о том, что проведенное мероприятие приводит к росту обводненности продукции скважин при одновременном росте темпов нефтедобычи.

Циклическое заводнение на месторождениях ТПП «УНГ» реализовано на 51 участке.

В целом по ТПП «Урайнефтегаз» за период реализации НЗ получена общая положительная эффективность по дополнительной добыче нефти в объеме 31572 т. При этом за счёт эффекта по нефтеотдаче (за счёт снижения обводнения) добыта основная доля добычи нефти, составившая 38991 т. Дополнительная добыча нефти от эффекта по интенсификации отрицательная (минус 7419 т), что объясняется замедлением темпа отбора нефти на фоне сокращения добычи воды на 725,0 тыс. т.

Основная дополнительная добыча нефти с начала реализации НЗ получена на участках объекта П+Т+КВ в объеме 23 тыс. т. при средней удельной эффективности 141 т/скв.-опер.

На месторождениях ТПП «УНГ» циклическое заводнение реализовано по производственным адресным программам без значительных отклонений.

Высокий эффект по нефтеотдаче пласта свидетельствует о вовлечении в разработку слабодренлируемых запасов нефти, вторым положительным моментом от реализации предложенной программы циклического заводнения является существенное сокращение попутно добываемой воды (725 тыс. т), которое получено из-за отключения нагнетательных скважин на выбранных участках.

Эффективность применения НЗ определяется геолого-физическими условиями и уровнем выработки запасов нефти объектов разработки.

Подробное исследование опыта проведения циклического воздействия на пласты различного геологического строения приведено в работе Владимирова И.В. [4].

Использование методики Филиала «КогалымНИПИнефть» для выбора участков с целью реализации нестационарного заводнения на объектах разработки месторождений ГПП «Урайнефтегаз» по результатам оценки эффективности работ показало высокую эффективность. Высокая эффективность объясняется правильно обоснованным выбором участков, достаточной плотностью запасов нефти на данных месторождениях и строгим соблюдением программы НЗ на участках высокой эффективности.

Анализ эффективности НЗ показал, что уверенно прослеживается тенденция зависимости эффективности НЗ от среднесуточной добычи жидкости на объекте ЮК, на объекте ВК данная тенденция прослеживается в меньшей степени. Зависимость эффективности НЗ от среднесуточной добычи жидкости отмечается также на объекте П+Т+КВ Толумского и Тальникового месторождений.

На объекте П+Т+КВ Северо-Даниловского месторождения максимальная эффективность получена в области локализации максимальных текущих подвижных запасов нефти.

В дальнейших работах в адресных программах НЗ будущих периодов при расширении выборки участков и объектов разработки зависимости будут актуализироваться, уточняться и дополняться.

Нестационарное заводнение по технологии ИНФП в 2017 г. было реализовано на 8 из 12 месторождений. С положительной эффективностью реализовано ИНФП на 6 месторождениях.

На участках реализации ИНФП дополнительная добыча нефти не получена на Потанай-Картопьянском и Филипповском месторождениях. Однако проведение нестационарного заводнения на данных месторождениях в 2017 году способствовало значительному снижению закачки и добычи воды.

#### Список использованных источников:

1. Ибрагимов, Н. Г. Современное состояние технологий нестационарного (циклического) заводнения продуктивных пластов и задачи их совершенствования / Н. Г. Ибрагимов, Н. И. Хисамутдинов, М. З. Тагиев [и др.]. – Москва: ВНИИОЭТГ, 2000. - 110 с. – Текст: непосредственный.
2. Боксерман А. А. Упруго-капиллярный циклический метод разработки месторождений / Боксерман А.А., Гавура В.Е., Желтов Ю.П. [и др.]. – Москва: ВНИИОЭНГ.-1968. – Текст: непосредственный.
3. Шарбатова, И. Н. Циклическое воздействие на неоднородные нефтяные пласты / И. Н. Шарбатова, М. Л. Сургучев. - Москва: Недра, 1988. – 121 с. – Текст: непосредственный.

4. Владимиров И. В. Нестационарные технологии добычи (этапы развития, современное состояние и перспективы) / И. В. Владимиров. - Москва: ВНИИОЭНГ, 2004. - 215 с. - Текст: непосредственный.

УДК: 553.981.2 , 624.03

## **ПРОБЛЕМА ПРОРЫВА ПОДОШВЕННОЙ ВОДЫ В ГАЗОВЫЕ СКВАЖИНЫ МАЛОЙ ТОЛЩИНЫ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ**

Копылов Д.Е., Горбунова В.В., Красильникова Е.Е., Черепанов Г.Е., Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время основным осложнением при эксплуатации газовых месторождений малой толщины является быстрый прорыв подошвенной воды. В связи с возникновением данного осложнения к пробуренной скважине начинает продвигаться водяной конус, который по мере эксплуатации скважины, если его не сдерживать каким-либо образом, поднимается все выше и выше, до тех пор, пока полностью не задавливает скважину. [1]

Актуальность темы обусловлена, во – первых, тем, что разработка некоторых газовых залежей осложняется близостью подошвенной воды (месторождения Береговое, Пырейное), вследствие чего появляется риск её преждевременного прорыва и обводнения запасов.

Во – вторых, при разработке КИГ достигает максимум 30% (месторождение Стерлинговое - 27%). Обуславливается это высоким процентом обводненности залежи.

В – третьих, многим скважинам приходится работать в режиме накопления продукции (месторождение Береговое - 30% фонда скважин работают в режиме накопления продукции) для того, чтобы конус воды не поднимался выше и не привел к преждевременному задавливанию.

Безусловно, данная проблема не смогла остаться без внимания. Именно поэтому уже на сегодняшний день существует несколько технологий, которые прямо или косвенно решают проблему обводненности скважины. Перечислим некоторых их них.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) — химические соединения, которые, концентрируясь на поверхности раздела термодинамических фаз, вызывают снижение поверхностного натяжения. В результате их использования при пропуске газа через жидкость, ПАВ, в скважине образуется столб пены. Поскольку пены имеют большой диапазон изменения плотности, даже небольшая скорость восходящего потока газа (0,2-0,5 м/с) обеспечивает вынос всей пенной массы на поверхность. [6]

Несмотря на положительный прогноз и относительно невысокую стоимость внедрения технологии (2,8 млн рублей на установку + 296 рублей

на каждый литр ПАВ), её применение не всегда приносит желаемый результат: лишь в 4 случаях из 7 наблюдался положительный прирост NPV, более того, решали проблему обводненности только 2 из возможных вариантов. Основными причинами неудачи являются незнание характера и состава жидкости, находящейся в скважине (химический состав воды), неопределённость условий и интервалов поступления жидкости к скважинам, незнание текущего уровня ГВК в скважинах, отсутствие результатов обследования эксплуатационных колонн на предмет их целостности.

Следующая рассматриваемая технология – отделение жидкости на устье скважины. Как становится ясно из названия, технология предполагает отделение воды на устье с помощью специальных сепарационных установок. Предполагаемый положительный эффект может быть достигнут за счёт снижения потерь давления в стволе скважины и увеличения времени эксплуатации обводнённого фонда.

Данная технология была успешно опробована компанией Statoil на месторождении Eagle Ford, США: проведение опытно-промышленных работ по устьевой сепарации совместно с компримированием позволило возобновить работу скважину после её остановки. [12]

Однако, несмотря на то, что при всех вариантах наблюдается положительный прирост добычи газа, а также в 8 из них наблюдается отрицательный прирост добычи воды, в 6 случаях из 11 происходит отрицательный прирост NPV. Заметим, что рентабельность применения данной технологии для решения указанной проблемы вызывает неопределённость и по части утилизации добываемой добытой воды.

Также применяется такая технология, как концентрическая лифтовая колонна (КЛК). Этот метод позволяет оптимизировать вынос жидкости с забоя газовой скважины. Основной принцип заключается в разделении газа на забое скважины на два потока. В скважину спускают две колонны труб: центральную (ЦЛК) и основную (ОЛК). Центральная, как правило, имеет меньший диаметр. Если на забое скважины скорости газа недостаточно для выноса жидкости, то временно перекрывают межколонное пространство с помощью пакера (т.е. уменьшают отбор газа из ОЛК), в результате чего дебит газа в ЦЛК увеличивается, и удаление воды с забоя происходит эффективнее.

Таким образом, КЛК позволяет сократить количество продувок ствола скважины, которые обычно несут за собой выбросы газа в атмосферу, уменьшить фильтрационное сопротивление на забое, а также увеличить продолжительность безаварийной работы скважин. К недостаткам стоит отнести дополнительные затраты на обслуживание скважины с применением КЛК, а также возможность возникновения интерференции, которая может привести к более раннему обводнению соседних скважин и, конечно же, стоимость. Стоимость самой системы КЛК составляет

примерно 26 млн. рублей, не включая операционные затраты, стоимость которых начинается от 30 млн. рублей.

Опыт применения данной технологии показывает, что на месторождениях Медвежье и Ямбургское (в 2012-2013гг.) подтверждена эффективность КЛК. Хотя эти месторождения и имеют большую амплитуду, опыт применения показал хороший результат. Спорным остался лишь тот факт, что стоимость ремонта снижает экономическую эффективность применения данной технологии. Также, по прогнозам, применение КЛК на Береговом месторождении может привести к дополнительной добыче газа, которая может достигнуть значения 350-500 млн.м<sup>3</sup>/год.

Нельзя не упомянуть о достаточно новой технологии - бурении горизонтальных водозаборных скважин. Суть заключается в следующем: бурятся водозаборные скважины в водонасыщенную зону под забоем добывающей скважины, в результате чего становится возможным контролировать продвижение ГВК к забою добывающей скважины.

К основным проблемам данной технологии относятся отсутствие широкого опыта применения, высокие капитальные затраты, размеры которых начинаются 30 млн. руб., а также вопрос утилизации пластовой воды и попутного газа. По прогнозным расчетам, применение данной технологии может привести к отрицательному приросту NPV.

Еще одно решение заключается в оборудовании новых горизонтальных стволов хвостовиками с заколонными пакерами. Данная технология подразумевает под собой спуск компоновки оборудования с набухающими пакерами, которые обеспечивают надежную изоляцию. Суть заключается в том, чтобы поочередно эксплуатировать интервалы перфорации горизонтальных скважин, «от пакера до пакера». Рассмотрим первый интервал: после начала эксплуатации в газовых залежах малой толщины мгновенно образуется водяной конус, который продвигается к зоне перфорации. Задача заключается в том, чтобы своевременно закачать в этот интервал гель для надежной изоляции. После закачки состава, начинается эксплуатация следующего интервала – продвигаясь к забою. Вследствие того, что первый интервал герметично «запечатался», конус подошвенной воды начинает перемещаться ко второму эксплуатируемому интервалу. Тем самым мы увеличиваем время эксплуатации скважины. В мировой практике данную технологию применяют «Татнефть» и «Вьетсовпетро».

По данным с месторождений Роснефти Береговое и Пырейное, за счет этой технологии удалось увеличить срок эксплуатации скважин на 3 – 4 года. Также, в результаты моделирования показали, что возможно добиться безводной эксплуатации на очень большой промежуток времени (9-10 лет)

Единственным минусом являются высокие капитальные вложения:

Компоновка хвостовика с заколонными пакерами – 3,7 млн.руб.  
 КРС – установка хвостовика – 1,2 млн.руб.

РИР (Ремонтно-изоляционные работы) – 1,3 млн.руб.

Также одним из косвенных решений проблемы прорыва подошвенной воды в работающую скважину является замена труб НКТ на трубы меньшего диаметра. Физический смысл данного метода заключается в уменьшении сечения трубопровода, в результате чего увеличивается скорость течения газа (согласно закону Бернулли). Поток газа «захватывает» капельки воды и частицы механических примесей и выносит их на устье вместе с продукцией скважины.

Существенными плюсами метода являются небольшие материальные затраты (порядка 4 - 5,5 млн. рублей, включая СПО) в совокупности с простотой внедрения решения. Требуется только замена труб НКТ на меньший диаметр без проведения дополнительных работ. Побочным эффектом является снижения дебита скважины, однако повышается срок безаварийной эксплуатации. Скважина работает «на перспективу», что не всегда может быть экономически выгодно.

Технология хорошо зарекомендовала себя, в том числе на скважинах с низким давлением (0,5 - 1,0 Мпа), поэтому ее используют множество компаний, таких как ООО «Газпром добыча Ямбург». На некоторых скважинах Ямбургского месторождения трубы НКТ 101,6 мм диаметра были заменены аналогичными, но диаметром 73 мм. (скважина № 34 Газового промысла № 5) [4]

Технология позволила увеличить срок безаварийной работы скважины без значительного падения дебита, что в перспективе оказывает положительное экономическое воздействие. Однако сложность расчетов и прогнозирования могут поставить под вопрос рентабельность данного метода еще на этапе разработки, поэтому окончательные выводы можно сделать только после длительного срока эксплуатации.

Таблица 1 - Сравнение критериев рассмотренных аналогов

Технология	Возможность автоматизации	Прогнозирование эффекта	Для решения текущих проблем	Дополнительная добыча газа (млн.м <sup>3</sup> /год)
ПАВ	+	-	+	300-550
Отделение жидкости на устье скважины	+	+	-	130-260
Бурение водозаборных скважин	+	-	Отсутствует опыт применения	до 340

## Продолжение таблицы 1

Технология	Возможность автоматизации	Прогнозирование эффекта	Для решения текущих проблем	Дополнительная добыча газа (млн.м <sup>3</sup> /год)
Использование концентрического лифта	+	-	-	300-530
Замена труб НКТ на трубы меньшего диаметра	-	-	-	Отсутствуют конкретные цифры
Оборудование новых горизонтальных стволов хвостовиками с заклонными пакерами	-	-	+	100-150

Исходя из приведённого выше анализа, можно сделать следующий вывод: несмотря на существование множества решений, многие из них либо косвенно решают поставленные задачи, либо являются довольно неэффективными, либо имеют очень высокие капитальные вложения. Совокупность факторов приводит к мысли о том, что существующих аналогов недостаточно для решения данной проблемы в текущих реалиях, следовательно, необходимо разработать и внедрить новые технологии, которые будут эффективнее и рентабельнее своих аналогов.

## Список использованных источников:

1. Колмаков, А. В. Технологии разработки Сенюманских залежей низконапорного газа / А. В. Колмаков, П. С. Кротов, А. В. Кононов. - Санкт-Петербург: Недра. -2012. – Текст: непосредственный.

2. Коротаев, Ю. П. Теория и проектирование разработки газовых и газоконденсатных месторождений / Ю. П. Коротаев, С. И. Закиров. – Москва: Недра. – 1981. – Текст: непосредственный.

3. Закиров, С. Н. Прогнозирование и регулирование разработки газовых месторождений / С. И. Закиров. – Москва: Недра. – 1984. – Текст: непосредственный.

4. Гутников, А. И. Совместный приток газа и жидкости к скважине / А. И. Гутников, И. С. Закиров. – Текст: непосредственный // Геология, бурение и разработка газовых месторождений. - ЭИ ВНИИЭгазпрома, 1981. - вып. 16.

5. Прогноз газоносности России и сопредельных стран : (Сб. науч. тр.) / Открытое АО "Газпром" (ОАО "Газпром"), О-во с огранич. ответственностью "Науч.-исслед. ин-т природ. газов и газовых технологий -

ВНИИГАЗ" (ООО "ВНИИГАЗ"); Редкол.: В. А. Скоробогатов [и др.]. - Москва : ООО "ВНИИГАЗ", 2000. - 314 с. – Текст: непосредственный.

6. Колмаков, А. В. Технологии разработки сеноманских залежей низконапорного газа / А. В. Колмаков, П. С. Кротов, А. В. Кононов. - Санкт-Петербург : Недра, 2012. - 175 с. – Текст: непосредственный.

7. Сизова, Е. М. Причины обводнения газовых скважин / Е. М. Сизова.- Текст: непосредственный // Вопросы науки и образования. Геолого-минералогические науки. - 2017.

8. Zhang, L. H. Water Breakthrough Numerical Simulation in Fractured Gas Reservoirs / Zhang, L. H., & Feng, Y. Y. - Direct text // SPE India Oil and Gas Conference and Exhibition, 1998. - P.4.

9. Ogolo, N. A. Feasibility Study of Improved Gas Recovery by Water Influx Control in Water Drive Gas Reservoirs / Ogolo, N. A., Isebor, J. O., & Onyekonwu, M. O. - Direct text // SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition, 2014. - P.1.

10. Yeager, R Co-Production to Overcome Water Influx in Alaskan Reservoir / Yeager, R., Patil, S., Ning, S., Saugier, L., Taylor, D., Dandekar, A., & Khataniar, S. - Direct text // SPE Western Regional Meeting., 2019. - P. 1-2.

11. Khoshnevis, B. Water Unloading of Gas Wells Using the Concurrent-Water-Collection Method / B/ Khoshnevis, M. Yoozbashizadeh, & Ershaghi, I. . - Direct text // SPE Production & Operations, 2019/

12. Fedorov, A. Increasing of Operation Efficiency of Low Pressure Gas Wells by Using of Gas-Jet Device's / Fedorov, A., & Ibatulin, A. - Direct text // SPE Russian Petroleum Technology Conference, 2018. - P. 3-4.

13. Сурков, И. В. Проблема обводненности в добывающих скважинах / Сурков И. В. – Текст: непосредственный // Научное сообщество студентов XXI столетия. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ, 2017.

14. Леонтьев, Д. С. Разработка программного продукта «диагностика причин обводнения нефтяных и газовых скважин / Д. С. Леонтьев, И. И. Клещенко, Е. Ф. Долгих. – Текст: непосредственный // НЕФТЬ И ГАЗ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ: материалы Междунар. науч.-технич. конфер., посвященной 90-летию со дня рождения Косухина Анатолия Николаевича. ТюмГНГУ; отв. ред. П. В. Евтин. 2015. – С. 102-112.

15. Стрекалов, А. В. Математические модели гидравлических систем для управления системами поддержания пластового давления / А. В. Стрекалов. - Тюмень: ОАО «Тюменский дом печати», 2007. – 661 с. – Текст: непосредственный

## АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДИК ПО БОРЬБЕ С КОНУСАМИ ПОДОШВЕННОЙ ВОДЫ В ВЕРТИКАЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ СКВАЖИНАХ

Королева И.А., Игнатенко М.О., Мамарина Е.Д., Пархоменко Д.В.,  
Каткова Н.В.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация. В статье рассмотрены существующие методы борьбы с конусами подошвенной воды в газовых скважинах, проанализированы условия применимости и рациональность использования каждого из методов.

Ключевые слова: конус воды, конусообразование, водоизоляция, ремонтно-изоляционные работы, ограничение водопритока, водоизолирующий состав.

При эксплуатации газовых скважин с наличием подстилающих пластовых вод и эксплуатируемых в условиях водонапорного режима проявляется тенденция к изменению формы поверхности раздела двух фаз (газ/вода), которая представлена конусами воды [1].

По экспертным оценкам к 2030 году на одном Уренгойском месторождении (ООО "Газпром Добыча Уренгой") будет 500 проблемных скважин – 72% от всего фонда [2].

Образование и продвижение конуса подошвенной воды происходит в направлении интервала перфорации скважины и является следствием высоких депрессий, оказываемых на продуктивный горизонт. Прорываясь в перфорированный интервал, вода заменяет часть углеводородной продукции, заземляя запасы в поровом пространстве [3].

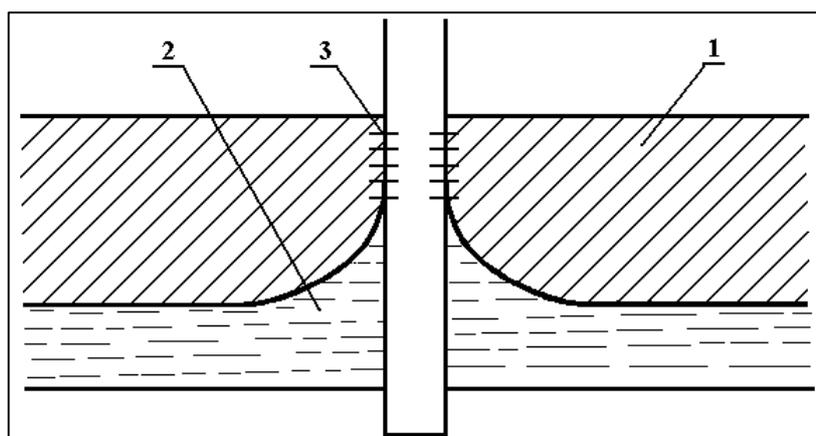


Рисунок 1 – Образование конуса подошвенных вод в скважине.  
1-газовый пласт, 2-подошвенная вода, 3-интервал перфорации.

Скорость образования конуса подошвенных вод и время прорыва на забой газовой скважины напрямую зависят от анизотропии пласта, темпа отбора газа и разности давлений между пластом и забоем [4].

В настоящее время существуют такие виды ремонтно-изоляционных работ (РИР) в вертикальных газовых скважинах:

Неселективный метод водоизоляции основан на создании водонепроницаемого экрана составами, к которым относятся цементы, синтетические смолы и композиции на их основе. Данные составы исключают связь пласта со скважиной, поэтому после проведения РИР требуются дополнительные мероприятия (например, повторное вскрытие продуктивной зоны) [5].

Селективный метод водоизоляции основан на создании водонепроницаемого экрана составами, растворимых в углеводородах и нерастворимых в пластовой воде.

Одним из селективных методов водоизоляции является периодичная поочередная закачка в пласт воздуха и аэрированных растворов с добавлением ПАВ [5].

Методика применения силикогелей (жидкого стекла) заключается в закачке в пласт составов на основе силиката натрия и соляной кислоты, в результате происходит образование осадков и гелей с высокой закупоривающей способностью.

Наиболее сложным путем обхода конусов подошвенной воды является зарезка бокового ствола в вышележащие продуктивные интервалы. Такой способ дает возможность регулировать приток пластовых вод за счет откачки воды из основного ствола скважины. Данный метод используется редко, это связано со сложностью проведения работ, а также высокой стоимостью мероприятия [6].

Таблица 1 – Сравнение технологий по борьбе с обводнением (1 – хорошо; 2 – средне; 3 – плохо)

Критерии сравнения	Цементный экран	Закачка гелей, силикатов и полимеров	Зарезка бокового ствола
Капитальные вложения	1	1	3
Долговечность	3	3	1
Влияние проведения хим. обработок	2	2	1
Время проведения работ (простои)	1	1	3
Риски в проведении работ	1	1	3

На практике наиболее используемыми методами водоизоляции и борьбы с конусообразованием является создание цементных экранов и

закачка ПАВ, это связано в первую очередь с низкой стоимостью мероприятия и относительно высокой эффективностью, другие же методы используются менее регулярно, как правило, в случаях, где конус уже сформировался и обводненность продукции достигает критических значений [5].

Основным вектором развития РИР является поиск оптимальных комбинаций технологий, обеспечивающих более долговечное снижение обводненности. Также исходя из различных особенностей пород, слагающих коллектор, ведутся разработки рецептур гелей и цементов, которые бы в большей мере проявляли водоизоляционные свойства в определенных условиях.

#### Список используемых источников:

1. Лушпеев, В. А. Методика определения причины обводнения скважин / В. А. Лушпеев, О. А. Лушпеева, О. В. Тюкавкина, В. И. Стреляев. – Текст: непосредственный // Георесурсы. – 2013. – №2.

2. Корякин, А. Ю. Комплексные решения задач разработки и эксплуатации скважин Уренгойского добывающего комплекса / А. Ю. Корякин. – Текст: непосредственный // 2016.

3. Князев, А. В. Моделирование процесса динамического конусообразования при разработке залежей с газовой шапкой пологими и горизонтальными скважинами / А. В. Князев, Н. Ю. Медведев. – Текст: непосредственный // Межотраслевые исследования как основа междисциплинарности науки. – 2019г.

4. Ефимов, Н. Н. Технологии ОВП в нефтяных скважинах и пути повышения эффективности РИР/ Н. Н. Ефимов. – Текст: непосредственный // Инженерная практика. – 2011. – №7.

5. Ланчаков, Г. А. О материалах для ремонтно-изоляционных работ газовых и нефтяных скважин / Г. А. Ланчаков, Р. А. Ивакин, В. А. Григулецкий. – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы исследований пластовых систем месторождений углеводородов. Часть 2. – 2011.

6. Зейгман, Ю. В. Анализ и регулирование разработки нефтяного месторождения с целью достижения потенциальной нефтеотдачи / Ю. В. Зейгман, Н. М. Токарева. – Текст: непосредственный // Нефтегазовое дело – 2012. – №1.

7. Апасов, Т. К. Анализ эффективности бурения и эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях высокого обводнения пластов / Т. К. Апасов, Г. Т. Апасов, Ж. М. Колев, А. С. Черепанов. – Текст: непосредственный // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 12. – С. 127-132.

Научный руководитель: Огай В.А., ассистент кафедры РНГМ

## НОВЫЙ ТИП СПИРАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

Курманчук Н.С.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Добыча и подготовка газа и газового конденсата является неотъемлемой частью развития российской промышленности. В настоящее время добыча газа в России занимает лидирующие позиции в мировом рейтинге, поэтому повышение эффективности добычи, транспортировки и подготовки является одним из перспективным направлением в развитии. На многих газовых и газоконденсатных месторождениях для подготовки скважинной продукции для дальнейшей транспортировки существуют установки комплексной подготовки газа и газового конденсата. Суть данных установок заключается в том, что бы из скважинной продукции-смеси углеводородов и воды извлечь, как можно больше целевых компонентов, что бы на выходе с установки получить содержание метана в товарном газе в районе 90% и выше. Данный процесс протекает в сепараторах и теплообменниках, повышение эффективности которых напрямую влияет на производительность установок.

Одной из проблем при добычи газа и газового конденсата является выпадение гидратов в трубопроводах и теплообменниках. Борьба с этой проблемой может сократить потери углеводорода и значительно сократить применение метанола, который в основном используется для борьбы с гидратообразованием.

В основном на УКПГ используются кожухотрубчатые теплообменники, для подогрева и охлаждения конденсата и газа. Внутритрубное пространство данных теплообменников преимущественно состоит из связки тонких труб, через который проходит продукция, поэтому в них велика вероятность образования гидратов, которые будут мешать прохождению жидкости или газа и снижать их эффективность. Поэтому был разработан новый вид спирального теплообменника, который будет бороться с образованием гидратов, при этом улучшая эффективность процесса подготовки газа и конденсата.

Принципиальная схема теплообменника изображена на рисунке 1.

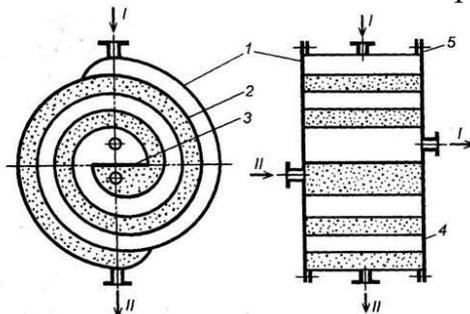


Рисунок 1 – Принципиальная схема теплообменника

Нагреваемая жидкость заходит в трубное пространство 1, которое представляет закрученную в спираль и сплюснутую трубу, уже подогретая жидкость выходит из отверстия 1. Теплоноситель заходит в отверстие II, двигаясь в противотоке с жидкостью, нагреваемой жидкостью она отдает тепло через стенки и выходит через отверстие II. Так же в центральном пространстве возможно размещение трубы 3 с обратным клапаном для подачи метанола непосредственно в пространство теплообменника, при возможном образовании гидратов. Для уменьшения потерь тепла при взаимодействии с окружающей средой предусмотрена установка изоляции 1, 2, 4, 5. Стенки пространств с нагреваемой жидкостью и теплоносителем являются едиными для увеличения теплопередачи, а так же имеют рельефную структуру, для увеличения площади, тем самым увеличения теплопередачи, а так же для увеличения или уменьшения скорости потоков в зависимости от потребности в этом.

Преимуществами данного теплообменника являются:

1. Увеличение пространства для прохода конденсата, что уменьшит образование гидратов.

2. Закручивание потока и турбулентное движение жидкости, для уменьшения эффекта образования гидратов и увеличения теплопередачи.

3. Возможность создания рельефных поверхностей в теплообменнике позволит повысить теплопередачу, а так же повысить или понизить скорость потоков.

4. Пустое пространство в центре цилиндрического пространства теплообменника дает возможность дополнительной установки трубы для подачи метанола.

5. Преимуществом данного теплообменника перед спиральным теплообменником выполненного из труб является увеличение площади тепла, так же возможность создания рельефной поверхности стенок и установки системы для подачи метанола.

Недостатком данного теплообменника является сложность конструкции.

Данный теплообменник позволит совместить в себе все преимущества других теплообменников, при этом имеет ряд своих достоинств, которые способствуют повышению эффективности процессов на установках комплексной подготовки газа и газового конденсата. Единственным недостатком данного теплообменника является сложность конструкции.

## **НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ ПРИ ПОДСЧЁТЕ ЗАПАСОВ В КЛИНОФОРМЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Линцер С.А.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

При моделировании клиноформенных отложений возникает большое количество неопределённостей. Анализ чувствительности позволяет определить количественную меру влияния варьирования параметров моделирования на величину запасов углеводородов. Исходя из результатов анализа чувствительности подбирается метод моделирования с целью снятия неопределённостей по наиболее значимым параметрам. Результаты анализа неопределённости показывают вероятностную оценку величины запасов углеводородов, а также, степень влияния отдельно взятого параметра варьирования на запасы и служат основой для формирования стратегий по доизучению месторождения.

На первом этапе проводится анализ чувствительности запасов газа, в рамках которого оцениваются неопределённости структурных построений, флюидальных контактов, эффективных толщин и параметров насыщенности.

На основе анализа чувствительности выбраны параметры для варьирования в анализе неопределённости: отклонение пористости по скважинам, положение линии глин, зависимость для прогноза эффективных толщин в межскважинном пространстве, положение флюидальных контактов, зависимости для расчёта значений насыщенности.

На основе результатов анализа неопределённости получены вероятностные реализации для пластов на месторождении. В дальнейшем реализации геологической модели служат основой для анализа неопределённостей профилей добычи по пластам.

Наиболее значимыми параметрами являются структурные построения, ФЕС, эффективные толщины и насыщенность флюидами. Приведённые критерии имеют наибольшее влияние при подсчёте запасов. Расчёты позволяют выявить области отклонений по каждому параметру, рассчитать вероятностные модели, оценить риски при бурении и дать рекомендацию для дальнейшего планирования проектного бурения.

В результате работы сделаны три варианта подсчёта запасов – оптимистичный (P10), реалистичный (P50) и пессимистичный (P90) с подробным обоснованием степени влияния каждого параметра на величину запасов.

Научный руководитель: Лебедев М.В., д.г-м.н., профессор.

## НАШИ ГАЗОВЫЕ СТРАТЕГИИ ВЛИЯЮТ НА КЛИМАТИЧЕСКУЮ ПРОБЛЕМУ

Мазур И.Д.,

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

Природный газ - ископаемое топливо с самым низким содержанием углерода и в настоящее время является лучшим вариантом для борьбы с глобальным потеплением, обеспечивая при этом миру доступ к необходимой энергии. Поскольку сокращение выбросов углерода является главной глобальной задачей, эта проблема еще более актуальна в развивающихся странах( особенно в Азии) которые все еще в значительной степени зависят от угля. Согласно Сценарию устойчивого развития Международного энергетического агентства (МЭА), потребление газа будет расти с настоящего момента до 2040 года, тогда ожидается, что оно удовлетворит четверть мирового спроса на энергию. Увеличение доли газа в мировом энергетическом балансе является ключевой задачей. Компании гиганты сделали это краеугольным камнем газовой стратегии.

Доступный, обильный и хороший партнер для возобновляемых источников, природный газ обладает многими привлекательными качествами. Чтобы максимально использовать его сильные стороны, мы проводим активную газовую стратегию. Компании гиганты такие как: Газпром, Лукойл, Роснефть и т.д работает по всей цепочке создания стоимости СПГ , от добычи и сжижения газа - включая гигантские проекты, такие как Ямал СПГ и Арктический СПГ 2 в России и СПГ в Австралии - до транспортировки, регазификации и поставок природного газа для домов и предприятий в Европе. Благодаря применению новых технологий по сжижению природного газа и использованию инновационных методов добычи газа , эти компании стали мировыми лидерами в этом секторе.

Газ вырабатывает в два раза меньше углерода, чем уголь, при выработке электроэнергии, другой частью стратегий является определение приоритетов газа для производства электроэнергии . Замена угля природным газом на электростанциях позволит сократить глобальные выбросы углерода на 10%. Газовые стратегии , продолжают работать и вкладывать средства в разработку новых применений газа , будь то в автомобильных перевозках природного газа транспортным средством (ПГТ) топлива , распространяемой PitPoint BV в Европе и странах СНГ и экологически чистой энергетике в Российской Федерации, или перевозке груза с бункерным СПГ топлива

Противодействие выбросам метана.

Чтобы сохранить преимущество газа над углем, выбросы метана должны быть строго минимизированы . Метан обладает потенциалом

глобального потепления углерода в 25 раз, несмотря на то, что срок его службы составляет всего четверть. Поэтому предпринимаются шаги, чтобы сократить выбросы метана от добычи и транспортировки газа и расширить наши знания о выбросах метана:

Внося изменения в объекты . Общие усилия по ограничению рутинного сжигания на платформах и расширению рынков СПГ позволили сократить выбросы парниковых газов, включая выбросы метана, во все сферы деятельности этих компаний . В 2019 году выбросы метана были на 0,3% ниже, чем произведенный коммерческий газ. Благодаря газовым стратегиям планируется еще больше снизить интенсивность выбросов метана и сохранить ее ниже 0,20% в период до 2025 года.

Участие в международных инициативах по борьбе с выбросами метана направлено на то, чтобы предложить технологии, которые могут сократить выбросы метана на рынок быстрее. Газовые стратегии направлены на совершенствование методов и средств измерения и сокращения выбросов метана в энергетической отрасли.

Список использованных источников:

1. Климентьев, А. Потенциал газификации / А. Климентьев, А. Книжников. – Текст: непосредственный // «SOZVEZDYE» издание для поставщиков нефтегазовой промышленности. – 2018. – 29. – С. 20-23.

Научный руководитель - Колева Г.Ю., докт. ист. наук, профессор

УДК 55

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИСЛОТНОГО ГРП ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ НЕОДНОРОДНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ**

Мазур И.Д.,

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

Современный период характеризуется активным вовлечением в разработку трудноизвлекаемых запасов нефти, которые приурочены к низкопроницаемым, слабо дренированным коллекторам. Одним из эффективных способов увеличения проницаемости коллекторов может быть кислотный гидравлический разрыв пластов (далее — КГРП). Имеющийся практический опыт показывает, что использование в слабодренированных карбонатных коллекторах КГРП в комплексе с мероприятиями по увеличению темпа отбора нефти способен повысить добычу за счет того, что происходит увеличение охвата воздействием разрабатываемой залежи, длительное время находящейся в эксплуатации.

Анализ результатов: В середине 2000-х гг. было положено начало ряду опытных работ по кислотному гидроразрыву пласта на

месторождениях Удмуртской Республики. Анализ промысловых данных, проведенный с применением критериев целесообразности проведения КГРП, позволил выявить ряд характерных особенностей. Одной из таких выявленных особенностей был факт приблизительно двукратного превышения эффективности гидроразрыва пласта на скважинах, которые не были вовлечены в список ГТМ примерно на протяжении трех лет, в противоположность скважинам, на которых не проводилось ОПЗ в означенный промежуток. Таким образом, можно сказать, что уровень техногенной нагрузки может косвенно влиять на наличие положительного результата при планировании кислотного гидроразрыва. Следующая особенность, присущая КГРП, была зарегистрирована при сопоставлении результатов кислотного гидроразрыва и метода воздействия на добывающие скважины посредством соляной кислоты. Полученный дополнительный прирост добычи при кислотном гидроразрыве был сравним со средним значением дополнительной добычи углеводородного сырья, полученного при обычных СКО, выполненных на аналогичных месторождениях в сходных условиях. Проведенный анализ позволил сформулировать вывод о том, что глубина воздействия на пласт при проведении кислотного гидроразрыва сравнима с глубиной миграции в пласт солянокислотной композиции. За счет поинтервальной работы с пластами воздействия, приросты добычи были получены от ГТМ, проведенных после КГРП. Также анализ фактических КГРП показал, что скважины, на которых не удалось добиться прироста после проведения ГРП или после последующих ГТМ, характеризуются более низким пластовым давлением (в среднем 73 атм.) в радиусе контура питания скважины (по скважинам, на которых был получен прирост — в среднем 83 атм). Таким образом, можно считать, что пониженное пластовое давление — фактор, который отрицательно влияет на эффективность ГРП. Следующим особым моментом, на который следует обратить внимание, является то, что длительность полученной после КГРП производительности скважины зависит от стабильности системы «пласт-скважина-насос» и осложнений, которые связаны с большими отборами добываемого флюида, появлением полидисперсных эмульсий с повышенной вязкостью и регистрацией избыточного количества механических примесей в добываемой продукции. Могут проявляться следующие осложнения: рост обводненности продукции скважин, срыв и уменьшение подачи насоса, механический износ в ступенях насосов. Анализ причин значительного повышения количества воды в добываемой продукции работающих скважин показал, что главным фактором является темп отбора добываемых углеводородов, совершенно не соответствующий потенциальным возможностям разрабатываемого пласта. В работе приведен анализ мероприятий по осуществлению кислотного гидроразрыва пласта в каширо-подольских отложениях. Данные отложения являются широко распространенными на территории Удмуртской

республики. [3] Объект воздействия представлен серыми, светло-серыми и буровато-серыми кристаллическими известняками с органогенными, пористыми прослоями доломитов. Толщина каширо-подольских отложений от 60 до 90 м. Пористость насыщения составляет от 7 до 25 %, проницаемость от 0,001 до 0,5 мкм<sup>2</sup>. При подборе скважин кандидатов существует множество подходов [1] При выборе кандидатов на воздействие были предложены следующие критерии: — обводненность продукции скважин не выше 90%; — достаточная толщина объекта воздействия (от 50 м). По опытным скважинам, где были проведены работы по осуществлению кислотного гидроразрыва пласта, получен положительный эффект. Дальнейшее широкое использование предложенного метода может ограничиваться геологическими причинами, присущими для территории Удмуртской республики, что выражается в небольшой толщине нефтесодержащих коллекторов.

Выводы:

1. При планировании и осуществлении кислотного гидроразрыва пласта требуется учитывать имевшуюся в течение последних лет техногенную нагрузку в виде провидимых ранее ГТМ.
2. Использование отклонителей и ингибиторов процесса дает значимое увеличение эффективности КГРП.

Список использованных источников:

1. О критериях подбора скважин для гидроразрыва пласта: монография / О.В. Салимов, А.В. Насыбуллин, Р.З. Сахабутдинов [и др.] // Георесурсы. 2017. Т.19. №4. Ч.2. С. 368–373. – Текст : непосредственный.

Научный руководитель - Колева Г.Ю., докт. ист. наук, профессор

УДК 629.3.01 (944.6)

### **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

Михайлова М.Н.<sup>1</sup>, Иванов Д.В.<sup>1</sup>, Лизунова Е.Д.<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

<sup>2</sup>Общеобразовательный лицей ТИУ, г.Тюмень

Осуществление бесперебойной и постоянной работы трубопроводов, доставляющих нефтепродукты потребителям, является одной из главенствующих задач по обеспечению экономической независимости Российской Федерации. Обозначенная задача несет в своей основе бесперебойность эксплуатации магистральных трубопроводов, успешность которой, в свою очередь, опирается на научные исследования причин и последствий их повреждений, деформаций, износа и других негативных

явлений, сопутствующих транспортировке углеводородов. Наиболее успешным методом в рассмотрении вышеуказанных проблем представляется их многогранное исследование (которое затрагивает и географию строительства трубопроводов, и климатические условия эксплуатации) позволяющее показать ряд действительных причин, которые ведут к дестабилизации работоспособности магистральных трубопроводов.

Главным отличием системы транспорта углеводородов на Севере Тюменской области являются тяжелые условия эксплуатации магистральных трубопроводов, - более полугода может стоять низкая температура, вплоть до  $-45...-50^{\circ}\text{C}$ .

Данные климатические характеристики оказывают непосредственное влияние на прокладку трубопроводов, условия их эксплуатации, а также сопутствующего оборудования.

Таковыми исследователями как Ю.Д. Земенков, М.Ю. Земенкова и др. за последнее время был проанализирован достаточно большой массив данных по работоспособности магистральных трубопроводов на Севере Тюменской области, их повреждений, деформаций, аварийных ситуаций. Также, данным исследователями (авторами, на основании трудов данных исследователей) были сгруппированы показатели аварийности, деформаций, нарушения работоспособности магистральных трубопроводов, также были выделены наиболее важные. Для этого:

- произведен анализ предпосылок аварийных случаев;
- выделены главные показатели аварийных ситуаций;
- исследованы результаты анализа для проявления показателя, который обладает наибольшим аварийногенным потенциалом.

Первый вид факторов, которые влияют на аварийность на трубопроводах – это низкое качество СМР, отступление от требований ТР при строительстве трубопровода, его последующей эксплуатации.

Второй вид факторов, которые могут создавать аварийные ситуации – это повреждения, вызванные последствиями коррозии и, в общем, с истечением срока эксплуатации трубопровода.

К третьему виду факторов можно отнести повреждения, вызванные браком при производстве труб, задвижек, насосов и др.

К следующему, четвертому виду можно отнести повреждения, вызванные ошибками в действиях обслуживающего трубопровод персонала.

К пятой группе относятся повреждения из-за природных катаклизмов, в локальном смысле к этой группе можно отнести и растепление многолетнемерзлых грунтов, по которым проложен трубопровод.

Основная доля аварийных случаев, на магистральных нефтепроводах, происходит из-за низкокачественных СМР, доля данных аварий составляет около одной трети за период с 2007 по 2018 годы (локационная привязка – ЯНАО) [1]. Серьезное влияние указанного показателя, по информации

РОСТЕХНАДЗОРА, вызвано тем, что подрядчики часто не следуют проектам прокладки и ремонта трубопроводов, нарушают технологические принципы, а уполномоченные контролирующие органы не всегда справляются со своими задачами.

Такие факторы, влияющие на вероятность аварий, как деформация элементов трубопровода при прокладке, истечение срока эксплуатации трубопровода, коррозия не выходят за пределы 20% от общего числа показателей.

В целях превентивного воздействия на аварийногенные факторы, для повышения безопасности при строительстве и эксплуатации магистральных трубопроводов авторами предлагается использовать нижеуказанные методы [2]:

1. Тщательный прием выполненных строительно-монтажных работ.
2. Проведение дефектовок в соответствии с регламентом и в установленное время.
3. Выполнение предписаний ТБ и ОТ.
4. Регулярное повышение профессионального уровня обслуживающего персонала.
5. Применение инновационных технологий, материалов с целью обеспечения беспроблемной эксплуатации магистральных нефтепроводов.

Следование указанным пунктам, применение научного подхода, использование результатов научных исследований повысит качество эксплуатации магистральных трубопроводов, снизит вероятность аварийных ситуаций и, в конечном итоге, поможет сохранить человеческие, природные и финансовые ресурсы.

#### Список использованных источников:

1. Алексеев, С. И. Механика грунтов /BuildCalc – расчеты в строительстве. [Сайт]. - URL: <http://www.buildcalc.ru/Learning/SoilMechanics/> - Текст: электронный.
2. Земенков, Ю. Д. Повышение надежности эксплуатации надземных магистральных нефтепроводов на многолетнемерзлых грунтах. / Ю. Д. Земенков, В. В. Смирнов. – Текст: непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. - № S3. - с. 197-208.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ  
ТРУБОПРОВОДОВ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ  
ТЮМЕНСКОГО СЕВЕРА**

Михайлова М.Н.<sup>1</sup>, Антипова М.Н.<sup>1,2</sup>, Лизунова Е.Д.<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

<sup>2</sup>ООО «Газпром добыча Уренгой», г. Новый Уренгой

<sup>3</sup>Общеобразовательный лицей ТИУ, г. Тюмень

Достаточно большое количество магистральных трубопроводов, проложенных по территории Севера Тюменской области, введены в эксплуатацию не одно десятилетие назад, и нормативный срок службы которых подходит к концу. Анализ технических кондиций показал, что многие магистральные трубопроводы обладают различными деформациями, пороками, показатели которых зачастую выше максимально разрешенных параметров. Описанное техническое состояние магистральных трубопроводов напрямую влияет на возможность выхода их из строя. Финансовые, экологические, социальные последствия от прекращения функционирования трубопровода может оказаться достаточно серьезным. Исследования технических кондиций магистральных трубопроводов при высокой концентрации деформаций и повреждений в условиях Тюменского Севера видится авторам многоуровневой проблемой, ее разрешение заключается:

во-первых, в анализе уровня влияния деформаций на участки с заведомо низкой прочностью (в т.ч. на сварные швы);

во-вторых, в исследовании генезиса данных повреждений, его связи с тяжелыми условиями эксплуатации на Тюменском Севере.

Авторами была выполнена задача по определению уровня рисков, которые несут повреждения, образовавшиеся на сварных швах магистральных трубопроводах в условиях Тюменского Севера, также были проведены исследования повреждений магистральных трубопроводов, которые проложены по территории Тюменской области. По результатам исследования выявилось, что повреждения на магистральных трубопроводах можно условно разделить на: 1. повреждения, которые концентрируются на участках, локационно-расположенных под прямым углом к вектору основных напряжений; 2. повреждения, расположенные в объемной плоскости (каверны, поры и т.п.) [1].

Повреждения первой группы развиваются быстрее, чем повреждения второй группы. В связи с этим, основной причиной выхода из строя объектов транспорта углеводородов являются трещины, несплавления, раковины и другие технологические недоработки сварных соединений. Исследования магистральных трубопроводов, расположенных на территории Севера Тюменской области показали, что обычно повреждения

первой группы присущи силовым элементам магистрального трубопровода, а также участкам, в которых имеется дисбаланс напряжений (например, при взаимодействии опоры и трубопровода). Исходя из баланса трубопровода относительно горизонтальной плоскости (который может быть нарушен, например, растеплением грунтов) дефектам, относящимся к первой группе, могут принадлежать до 5% от всего объема повреждений. С целью повышения точности результатов исследований также были проанализированы параметры работоспособности магистральных трубопроводов зависимости от времен года. Данные исследования показали, что одной из главных проблем, которая ведет к выводу их строя трубопровода, является повышенная хрупкость материалов, которая усиливается в условиях Крайнего Севера. Более того, удалось установить, что большая часть аварий на магистральных трубопроводах происходит на период года, когда температура опускается ниже нуля. При исследовании поврежденных образцов, которые были подвержены охрупчиванию, выявилось, что повреждения, относящиеся к первой группе имеют термический и усталостный генезис, что во многом объясняется и суровыми условиями Крайнего Севера Тюменской области, и накоплением усталостных напряжений эксплуатируемым объектом. Исследования выявленных повреждений позволили определить, что дефекты первой группы составляют 54% от количества всех обнаруженных повреждений, а повреждения второй группы – 46%. Расположенность повреждений говорит о том, что повреждения первой группы присущи элементам конструкции трубопровода, в которых возникают повышенные неравномерные напряжения. Хронология развития повреждений различных элементов магистрального трубопровода выражается в нижеизложенной последовательности. В связи со значительной амплитудой напряжений, связанных с температурным фактором (а также напряжениями, которые возникают в результате работы магистрального трубопровода), в области таких дефектов, как несплошности, раковины, пустоты и т.п. концентрируются напряжения, ведущие к появлению различных расслоений, трещин и т.д. Во время работы магистрального трубопровода по причине появления указанных повреждений появление трещин на обширном участке носит ускоренный характер, с дальнейшим переходом в основной металл. Характер разрушений сварных швов характеризуются обычно охрупчиванием, пластическая деформация отсутствует. Продвижение трещин замедляется при появлении на их пути основного металла, наглядно это показывает участок перехода, впоследствии динамика продолжается. Обычно трещина достаточно долго продвигается в зоне основного металла, с углом в 90 градусов основным напряжениям, сателлитами указанного движения трещины были различные усталостные факторы [2]. Часто движение трещины прекращает сварное соединение, это говорит о том, что сварные соединения достаточно хорошо

противостоят распространению такого рода трещин. Исследуя опыт борьбы с повреждениями на магистральных трубопроводах Севера Тюменской области, следует выделить следующее: 1. металл, который используется при строительстве магистральных трубопроводов в эксплуатационных условиях Тюменского Севера, обладает достаточной прочностью и пластичностью; 2. магистральные трубопроводы, проложенные наземным способом, выдерживают меньшие нагрузки, чем трубопроводы, проложенные под землей. 3. Влияние пониженных температур не является однозначно отрицательным: влияние коррозионногенных факторов в данных условиях снижено. Можно сказать, что анализ вышеизложенных повреждений магистральных трубопроводов говорит о том, что появление повреждений первой и второй группы, которые появляются в связи с долгой эксплуатацией трубопроводов в крайне тяжелых условиях Тюменского Севера, являются основными причинами, которые ведут к полному или частичному выводу из строя магистральных нефтепроводов.

Список использованных источников:

1. Галкин, М. Л. Термостабилизация вечномерзлых грунтов / М. Л. Галкин, А. М. Рукавишников, Л. С. Генель. - Текст: непосредственный // Холодильная техника, 2013. – №10. - с.44-47.

2. Земенков, Ю. Д. Повышение надежности эксплуатации надземных магистральных нефтепроводов на многолетнемерзлых грунтах. / Ю. Д. Земенков, В. В. Смирнов. - Текст: непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2013. - № S3. - с. 197-208.

УДК 629.3.01 (944.6)

### **ВЫЯВЛЕНИЕ ОЧАГОВ КОРРОЗИИ ПРИ АНАЛИЗЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОПРОВОДОВ**

Михайлова М.Н.<sup>1</sup>, Анчин А.В.<sup>1,2</sup>, Лизунова Е.Д.<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

<sup>2</sup>«Урайское управление магистральных нефтепроводов» АО «Транснефть – Сибирь», г. Урай

<sup>3</sup>Общеобразовательный лицей ТИУ, г.Тюмень

Вопрос об обеспечении работоспособности магистральных трубопроводов в условиях обширного воздействия коррозионных явлений, помимо всего прочего, усложнен обеспечением наличия точных данных по физическим характеристикам очагов коррозии, причинно-следственной связи их появления, об эксплуатационном состоянии противокоррозионных элементов.

Специфика и сложность антикоррозионной защиты магистральных трубопроводов заключается в том, что она обладает рядом технических особенностей:

пространственные характеристики магистральных трубопроводов;  
полиморфизм защищаемых элементов;  
зависимость защиты от природно-климатических условий;  
повышенная сложность транспортной системы [1].

С точки зрения теории систем и синергетики магистральный трубопровод представляет собой открытую динамическую систему с определенным уровнем энтропии. В связи с этим построение модели исследуемого объекта имеет определенные трудности, свою лепту в это вносит и антикоррозионная система трубопровода, как один из многих элементов, входящих в эту систему.

Основным этапом в изучении коррозионных повреждений трубопровода представляется анализ динамики развития коррозионных явлений, расчеты которой в дальнейшем используются для построения прочностных моделей, выявления этапов разрушения, усталостных процессов и т.д.

Если имеются данные по динамике развития очага коррозии в пространстве, то его пространственные параметры определяются по длине и глубине во время исследования, а также планируемого времени использования трубопровода [3]:

$$L(t) = L_0 + V_L(t - t_0),$$

где  $L_0$  – пространственная линейная характеристика очага коррозии;  
 $V_L$  – динамика развития очага коррозии мм/г;  $t$  – планируемое время использования трубопровода, г;  $t_0$  – время использования трубопровода к моменту обнаружения очага коррозии, г.

Базисом для оценки динамики развития очага коррозии могут служить модели, которые основываются на определении динамических характеристик развития коррозионных дефектов по совокупности показателей состояния антикоррозионной защиты, показателей ЭХЗ и воздействий токов различного вида (индуцированного, блуждающего) (рис.1), климатических условий. Также для динамических исследований можно использовать модели, которые могут прогнозировать состояние очага коррозии в тот или иной момент времени, они характеризуются тем, что могут работать в условиях дефицита информации о состоянии антикоррозионной защиты трубопровода.

Следует отметить, что в различной информационной наполненности по состоянию противокоррозионных элементов, самого трубопровода и сопутствующих агрегатов, указанные виды моделей могут иметь некоторые отличия.

Тем не менее, использование моделей 1-го вида более желательно, так как они отражают и точечное, и общее состояние повреждений

трубопровода в нужный период времени. Единственным препятствием по использованию данных моделей может быть сложность в получении необходимого количества информации.

Динамика коррозионных повреждений находится в прямой зависимости от состояния и показателей антикоррозионной защиты, а также различного вида коррозионных явлений, в том числе разрушение изоляции трубопровода и коррозионные повреждения под ним.

При моделировании процессов коррозии в изоляционном покрытии наиболее полную информацию может дать исследование распространения очага с помощью внутритрубной дефектоскопии, данные по повреждениям материала труб, результаты электрометрии, и, в конечном итоге, анализ совокупности этих данных.

Внутритрубная дефектоскопия дает возможность находить коррозионные очаги, выявлять их геометрию, а также позволяет рассчитывать параметры указанных повреждений.

Электрометрия обеспечивает исследователя более детальной информацией, а именно – характеристики воздействий различного вида токов, пространственное позиционирование повреждений, их физические размеры.

Второй вид коррозионных повреждений — это коррозия труб под изоляцией, методом обнаружения, которого является внутритрубная дефектоскопия.

Для этого вида дефектов в условиях дефицита информации, обычно используют прямопропорциональную зависимость динамики развития очага коррозии и определенного временного промежутка [2].

При исследовании динамики увеличения очага коррозии первого вида особо важно удержание ее под контролем, т.к. эскалация коррозионных дефектов такого вида может быть довольно быстрой.

По данным исследователей динамика развития коррозионных очагов напрямую зависит от:

- условий среды, в которой работает магистральный трубопровод;
- локационное расположение очагов коррозии;
- площадь и объем коррозионных дефектов.

Авторы полагают, что полученные и проанализированные данные по характеристике очагов коррозии на внешнем защитном покрытии должны помочь улучшить точность и качество расчетов, связанных с антикоррозионной защитой магистральных трубопроводов.

#### Список использованных источников:

1. Галкин, М. Л. Термостабилизация вечномёрзлых грунтов. / М. Л. Галкин, А. М. Рукавишников, Л. С. Генель. - Текст: непосредственный // Холодильная техника, 2013. – №10. - с.44-47.

2. Земенков, Ю. Д. Повышение надежности эксплуатации надземных магистральных нефтепроводов на многолетнемерзлых грунтах / Ю. Д. Земенков, В. В. Смирнов. - Текст: непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2013. - № S3. - с. 197-208.

3. Земенкова, М. Ю. Моделирование параметров опорожнения наклонного нефтепровода при управлении безопасностью в сложных условиях. / М. Ю. Земенкова, А. А. Гладенко, Ю. Д. Земенков, В. В. Макарович. - Текст: непосредственный // Известия тульского государственного университета. Технические науки. – Тула: ТГУ, 2018. – №10. – с.291-299.

УДК 550.3, 553.9

## **ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МНГОВОЛНОВЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ И ДОРАЗВЕДКИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ**

Переpletкин И.А.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Повышение эффективности геологоразведочных работ (ГРР) остается приоритетной задачей геологов и геофизиков. Обнаружение и картирование мелких залежей нефти, связанных с ловушками неструктурного типа, требует применения особых наукоёмких методов, одним из которых является многоволновая сейсморазведка (МВС), подразумевающая наблюдения монотипных продольных (P) и поперечных (S) волн различной поляризации, а также обменных волн PS. Такой комплекс позволяет получать всю необходимую информацию: о скоростях и их соотношении, и, соответственно, о коэффициенте Пуассона. Это позволяет улучшить качество сейсмических разрезов и придать им реальное геологическое содержание, дополнить сведениями о коллекторских свойствах пород [1,3,4].

Говоря об экспериментальных исследованиях, в Западной Сибири была проведена [2] апробация технологии 3С сейсморазведки в сочетании с методикой 2D на Ван-Еганском месторождении (Среднее Приобье). По данным [3], это высоковязкие нефтеносные нефти, освоение которых сопряжено с комплексом проблем. Ниже (рис. 1) представлены результаты исследования.

По данным временных разрезов по различным компонентам, выделены три основных отражающих горизонта (сеноманской, аптский, баженовский), и, при их сопоставлении, построено поле значений отношения скоростей различной поляризации. На нем видно, что на

рассматриваемом профиле лишь в верхнеюрском горизонте прослеживаются перспективные зоны нефтенасыщения (соответствуют минимальным значениям  $\gamma$ ). Их положение определено со значительной точностью. В то же время в вышележащих толщах соотношение скоростей достаточно велико ( $\gamma > 1,8$ ), что позволяет сделать вывод, что продуктивных горизонтов там не отмечается. Для большей достоверности данных, по результатам 3С-регистрации был построен глубинный разрез распределения коэффициента Пуассона ( $\sigma$ ). Интервал  $\gamma=(1,42-3,33)$  соответствует значениям  $\sigma=(0,01-0,45)$ . Выделенный участок соответствует положению ВНК, наличие которого подтверждено последующим бурением [2,5].

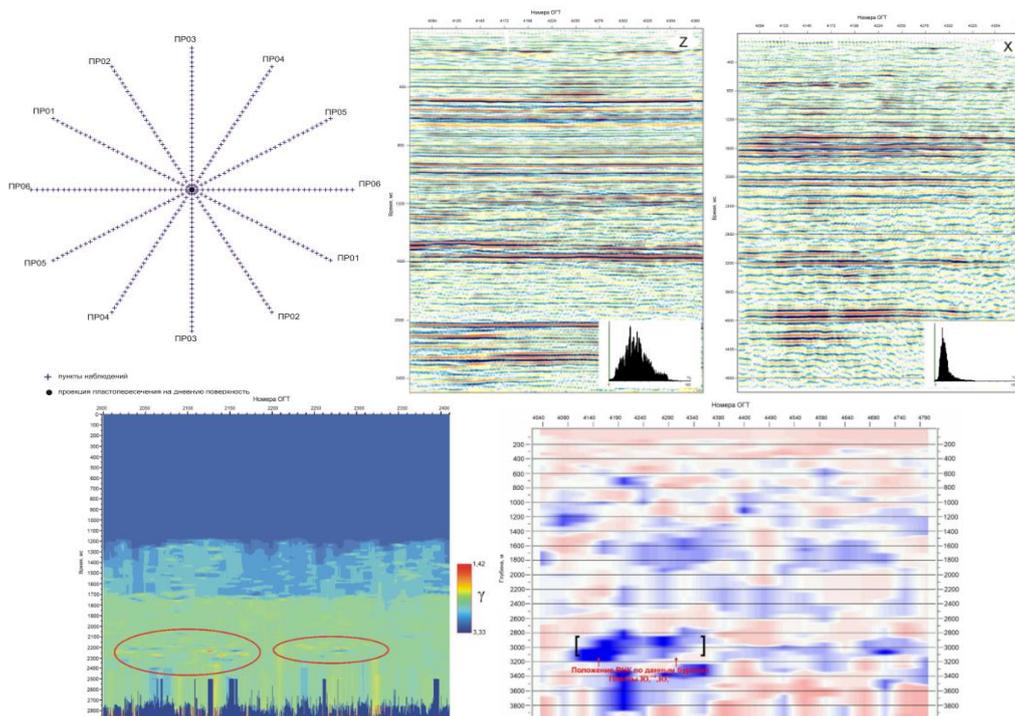


Рисунок 1 - Результаты применения 3С-2D сейсморазведки: радиальная схема наблюдения околоскважинного пространства, временные разрезы по Z- и X-компонентам, поле значений параметра  $\gamma=Vp/Vs$ , разрез распределения коэффициента Пуассона по профилю

Ссылаясь на данные [6], приведем пример (рис. 2) проведения испытаний технологии МВС в площадном (3D) варианте съемки на площади Чанел-Вабамун (Альберта, Канада).

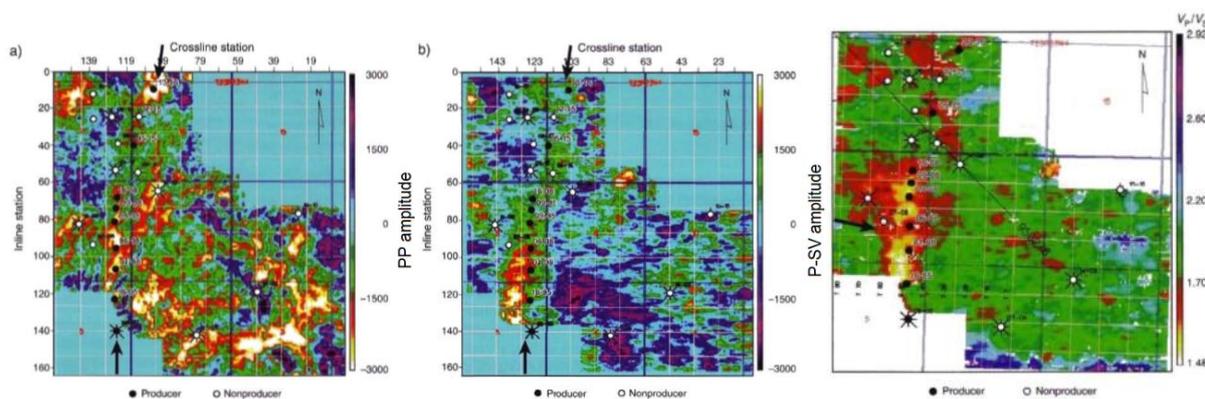


Рисунок 2 - Результаты работ 3D-3С на площади Чанел-Вабаун: карты распределения амплитуд монотипных PP- и PS-волн, параметра  $\gamma = V_p/V_s$

Данный пример приведен в работе неслучайно. На картах нанесены ранее пробуренные продуктивные и непродуктивные скважины. Видно, что практически в 100% случаях продуктивными участками оказались те, где значение отношения скоростей минимально ( $\gamma < 1,8$ ) [3,6]. Следовательно, подобные структурные построения не только позволят дополнить имеющиеся материалы о флюидонасыщенности пород, но и позволят судить об эффективности проведенного комплекса геологоразведочных работ ранее. Это крайне актуально для Западной Сибири, где сосредоточено множество месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти и газа, разведка которых традиционными методами часто дает ошибочный прогноз [3,6].

Исходя из обзора последних исследований методом МВС, можно сделать вывод, что технология позволяет значительно расширить круг решаемых задач, связанных с уточнением сложных разрезов. По данным 3D-3С-работ можно будет судить об эффективности проведенного комплекса геологоразведочных работ, а также производить сейсмомониторинг (4D-3С) данных по конкретному участку. Этот комплекс работ в будущем может позволить оптимизировать разведку и разработку трудноизвлекаемых запасов, сосредоточенных в нетрадиционных коллекторах [3,5]. Технология имеет большой экономический потенциал: при удорожании общей стоимости проекта проведения работ (для 3С) примерно в 1,5 раза, он окупается в 2-3 раза [1].

#### Список используемых источников:

1. Борисов, А. С. Многоволновая сейсморазведка: учебное пособие / А.С. Борисов. — Казань: К(П)ФУ. — 2012. — 56 с. — Текст: непосредственный.
2. Кузнецов, В. И. Экспериментальные исследования возможностей многоволновой сейсморазведки (3С) / В. И. Кузнецов. — Текст: непосредственный // Материалы международной научно-практической конференции «Современные технологии нефтегазовой геофизики». - Тюмень: ТИУ. — 2016. — С. 41-47.

3. Нестеров, И. И. Перечень инновационных, в том числе, прорывных технологий, не имеющих аналогов за рубежом/ И. И. Нестеров. – Тюмень: НОЦ ТИУ. – 2015. - 85 с. – Текст: непосредственный.

4. Пузырев, Н. Н. Поперечные и обменные волны в сейсморазведке / Н.Н. Пузырев. – Москва: Недра. – 1997. - 128 с. – Текст: непосредственный.

5. Antipina, M., Perepletkin, I., Kuznetsov, V. Use of 3C 2D seismic technology to identify oil-bearing reservoirs [Text] / M. Antipina, I. Perepletkin, V. Kuznetsov // 88th SEG Annual Meeting. Extended Abstracts. – Anaheim: SEG. – 2018. – P. 2461-2465. - Direct text.

6. Hardage, B., DeAngelo, M., Murray P., Sava, D. Multicomponent seismic technology [Text] / B. Hardage, M. DeAngelo, P. Murray, D. Sava. - Tulsa: SEG. – 2011, - P. 509-513. - Direct text.

Научный руководитель: Кузнецов В.И., д.г.-м.н., профессор

УДК 622.692.4.07

## **ПРОЕКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В КОМПАНИЯХ НЕФТЕГАЗОВОГО СЕКТОРА: УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫМИ РИСКАМИ**

Пикина И.В.,

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

Процесс организации проектного управления в компаниях нефтегазового сектора обладает особой спецификой, которая зависит от показателей среды, в которой он осуществляется. Данные показатели влияют на само проектное управление и его результаты. Обычно фундаментом проектного управления является субъектность одного или нескольких руководителей, задача которого заключается в достижении определенных целей проекта.

Особенностью проектного управления на предприятиях нефтегазодобычи заключается в том, что существуют позиции проекта, которые определены, просчитаны и их показатели известны но, в то же время, данные проектные позиции несут в себе некоторые риски, связанные с возможными бифуркациями.

Определенными факторами нестабильности проектного управления в сфере добычи и транспорта углеводородных ресурсов могут быть явления, отрицательно влияющие на проект в определенные этапы его реализации. Процесс проектного управления, который учитывает основные риски, дает возможность, учитывая определенные показатели, выстраивать тактические действия в заранее неопределенных ситуациях.

Возможные рискованные ситуации в проектах нефтегазового сектора могут охарактеризовать следующие показатели:

1. Возможное нежелательное явление. Это событие или череда событий, которое тем или иным образом нарушает работоспособность или мешает функционированию того или иного элемента в сложной системе добычи/транспорта углеводородов.

2. Возможность возникновения того или иного нежелательного явления. Показывает вероятность возникновения данного явления.

3. Потери, напрямую связанные с возникновением указанного нежелательного явления.

В связи с тем, что нежелательные явления создаются в среде реализации проекта, их можно выделить в 2 группы:

имманентные явления, т.е. нежелательные явления, которые производятся самой внутренней средой, в которой реализуется проект. Они могут затрагивать различные стороны проекта, а именно технико-технологическую сторону, финансирование, руководящий сектор и т.п.

явления, напрямую не связанные со спецификой проекта, то есть влияние внешней стороны среды реализации проекта (экономическая или политическая ситуация в стране, природные катаклизмы и т.п.).

Особенностью проектного управления в компаниях нефтегазового сектора можно считать повышенный уровень опасности нежелательных явлений, который напрямую может отразиться и на состоянии природных ресурсов, и на социальной сфере, и на показателях национальной экономики.

Особенно серьезным вопросом в проектном управлении в сфере нефтегазодобычи и транспорта углеводородов является анализ рисков, которые необходимо проводить до этапа внедрения проекта. Глубокий анализ рисков и нежелательных явлений, которым подвержен проект представляется одним из уровней управления проектом.

Необходимо затронуть и способы снижения рисков в проектном управлении в компаниях нефтегазового сектора. Данные способы можно распределить на следующие виды:

1. диффузия рисков или их распыление – это процесс разделения рисков между различными отделами предприятия, которые принимают участие в проекте;

2. сохранение определенных финансовых ресурсов для амортизации последствий нежелательных явлений. Это процесс, который характеризуется взаимосвязью между вероятностью возникновения нежелательного явления и негативных последствий от него, выраженных в финансовом виде;

3. страховка от возникновения непредвиденных негативных явлений. При наличии вероятности, что реализации проекта помешает то или иное возникшее негативное явление проект должен быть застрахован.

Проектное управление должно затрагивать не только выявление возможных негативных ситуаций, но, также, в создании методологии по

минимизации их последствий, тактики действий в непредвиденной ситуации. Управление проектами включает в себя и многоуровневое прорабатывание различных действий.

В проектном управлении можно выделить следующие уровни, касающиеся управления рисками:

1. создание основы управления рисками;
2. апробация способов борьбы с непредвиденными негативными ситуациями;
3. разработка тактических действий при непредвиденном негативном явлении;
4. исследование существующего положения дел в проекте, выявление негативных тенденций;
5. формализация результатов исследований.

После глубокого анализа рисков можно провести выявление рисков с максимально возможным потенциалом.

Каждый уровень проектного управления, который касается управления проектными рисками, учитывает все возможные ресурсы: время, денежные средства, человеческий потенциал и т.д. Максимально нежелательные явления или явления с наибольшей вероятностью возникновения вычлняются на этапе создания концепта проекта, оставшиеся риски – “распыляются” и проект страхуется от них. Особенность проектного управления в компаниях нефтегазового сектора редуцируется в сторону универсальных способов борьбы с проектными рисками. Не смотря на то, что каждый новый проект хоть и имеет свою специфику, но в своем базисе содержит общие для всех проектов концепты: достижение цели, минимизация затраченного времени, экономия бюджета, получение максимальной прибыли и т.п. Общая концепция проектного управления – это следование логической структуре проекта, хронологии его действий, исполнение которой приводит к получению требуемых результатов.

#### Список использованных источников:

1. Мишин, И. Б. Управление жизненным циклом нефтегазовых корпорации / И. Б. Мишин. – Санкт-Петербург: Питер. 2007. – 365 с. – Текст: непосредственный.

2. Борновалова, Т. И. Стадии жизненного цикла организации: особенности и характерные черты / Т. И. Борновалова. – Текст: непосредственный // Организационные проблемы управления экономикой (сборник научных трудов). Под ред. д.э.н., профессора Н.Р.Исправниковой – Москва: ИЭ РАН – 2004. – 265 с.

3. Все о нефти // [Сайт]. – URL: [http:// vseonefti.ru/etc/riski-v-neftyanoi-otrasli.html](http://vseonefti.ru/etc/riski-v-neftyanoi-otrasli.html). Дата обращения 20.09.2019

## **ЗАКАНЧИВАНИЕ СКВАЖИНЫ И ВОЗМОЖНЫЕ ОШИБКИ, СВЯЗАННЫЕ С НИМ**

Поляков Д.В., Кузьмищев Е.П., Бердников А.О, Самылов Д.А., Храмов В.А.,  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Заканчивание скважин является основным циклом при проведении строительства нефтегазовых скважин. Это очень сложный процесс, разделенный на несколько этапов, каждый из которых на прямую воздействует на работу скважины. Не важным является и прямой контакт с продуктивным пластом, в результате чего появляется опасность отрицательного воздействия на него, что делает заканчивание скважин одним из самых важных и проблематичных циклов. Этапы заканчивается скважин:

- Вскрытие продуктивных пластов. Основная задача - это максимальное сохранение коллекторских свойств пласта.

- Крепление скважины и разобщение пластов. Крепление скважины оказывает решающее влияние на долговечность работы скважины, на успешность заканчивания и освоения, на охрану недр и т.д.

- Освоение скважины. Основная задача - обеспечение притока пластового флюида в скважину.

- Опробование и испытание скважины. Получение необходимых сведений о пласте позволяет корректировать задачи, решаемые с помощью данной скважины [1].

Именно от качества заканчивания скважин и состояния призабойной зоны во многом зависит их истинная продуктивность, планирование работ по интенсификации притоков пластовых флюидов и установление промышленной значимости залежи углеводородов. Также эти параметра в значительной мере влияют на длительность и обеспечение освоения скважин, достижение проектных дебитов нефти и достижение, в конечном счете, запланированной нефтеотдачи пластов.

В настоящее время любая известная технология заканчивания скважин приводит к ухудшению ФЕС пласта в призабойной зоне. Это происходит в результате проникновения твердых частиц или фильтратов промывочной, перфорационной жидкостей и тампонажного раствора.

Это означает, что потенциальные продуктивные параметры скважины не могут быть реализованы, и для определения реальных условий добычи необходимо учитывать качество всего цикла заканчивания или так называемую степень совершенства вскрытия пласта. Помимо неизбежных ухудшений из-за проникновения в пласт рабочих жидкостей, не меньшее влияние на снижение степени совершенства вскрытия оказывают ошибки при выборе метода заканчивания, составлении аналитической модели и проведении работ.

Однако даже при реализации самой простой и распространенной схемы, кумулятивной перфорации, степень совершенства вскрытия может быть очень низкой. Так, например, 60% скважин Орехово-Ермаковского месторождения, недропользователем которого является ПАО «Газпром нефть», после проведения заканчивания нуждались в методах интенсификации притока для выхода на проектную добычу [2].

С увеличением сложности свойств и строения залежей, а также при реализации технологически и экономически более сложных методов растут и вероятность ошибок. Рассмотрим данные методы:

- Освоение со стационарными устройствами. В этом случае ремонтные работы проводят инструментами небольшого размера внутри НКТ, так как установка труб и колонн, а также наземного оборудования производится один раз, и все последующие действия по заканчиванию.

- Многопластовое заканчивание. Применяется при обнаружении нескольких продуктивных пластов по длине скважины. С целью добычи нефти или газа из нескольких насыщенных горизонтов.

- Заканчивание с отсечением песчаника. Применяется, если месторождение залегает в рыхлой почве с большим процентом содержания песка

- Заканчивание с отсечением водяного либо газового пласта. Под нефтеносными пластами часто располагаются породы с высоким содержанием газа либо воды. При освоении вместе с нефтью стараются получить и другие продукты, но в любом случае до продажи воду отделяют от сырого нефтяного продукта, а если скважина не предполагается в дальнейшем использоваться для добычи газа, его необходимо тоже полностью убрать, либо снизить концентрацию до минимально возможных значений [3].

Одной из основных трудностей при проведении заканчивания является многокритериальный анализ свойств призабойной зоны таких, как петрофизические и геолого-литологические свойства пласта, гидродинамическое состояние залежи, давления и т.д.

Особенно это характерно для сложно построенных залежей, содержащих до 50% запасов в водонефтяных и газонефтяных зонах месторождений Западной Сибири. Практика показывает, что традиционно применяемые технологии заканчивания скважин на сложнопостроенных месторождениях Западной Сибири не в полной мере обеспечивают сохранность коллекторских свойств и надежность разобщения проницаемых горизонтов, о чем свидетельствуют трудности при вызове притока, наличие заколонных перетоков воды и газа, недостижение проектных дебитов нефти и как следствие, увеличивающийся фонд простаивающих скважин [4].

Список использованных источников:

1. Аксенова, Н. А. Технология и технические средства заканчивания скважин с неустойчивыми коллекторами / Н.А. Аксенова, В.П. Овчинников, А.Е. Анашкина // Тюмень: ТИУ, 2018. - 134 с. – Текст: непосредственный.
2. Нагарев, О. Оценка качества заканчивания скважин на месторождениях Западной Сибири / О. Нагарев, А. Ягафаров, В. Федорцов, В. Овчинников . – Текст: непосредственный // Тюмень: Бурение и нефть, 2005. - №9. - С. 22-24.
3. Бестова, С. Е. Основные технологии заканчивания скважин / С.Е. Бестова. – Текст: непосредственный // Астрахань: Современные научные исследования и разработки, 2018. - №1 (18). - С. 53-55.
4. Балугев, А .А. Исследование и разработка методов повышения качества вскрытия продуктивных пластов сложно построенных месторождений Западной Сибири: 05.15.10 : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук / Балугев Анатолий Андреевич. - Тюмень, 1998. - 24 с. . – Текст: непосредственный.
5. Кузнецов, В.Г. Инновационные технологии заканчивания скважин / В.Г. Кузнецов // Тюмень: ТИУ, 2016. - 11 с. . – Текст: непосредственный.
6. Овчинников, В. П. Заканчивание скважин / В. П. Овчинников, Н. А. Аксенова, Ф. А. Агзамов, О. В. Нагарев // Тюмень: ИПЦ "Экспресс", 2011. - 452 с. – Текст: непосредственный.
7. Басарыгин, Ю. М. Заканчивание скважин / Ю. М. Басарыгин, А. И. Булатов, Ю. М. Проселков // Москва: Недры, 2000. – 668 с. – Текст: непосредственный.
8. Аммян, В. А. Повышение качества вскрытия продуктивного пласта / В. А. Аммян, В. В. Аммян // Москва: ВНИИОЭНГ, 1985. – 50 с. – Текст: непосредственный.
9. Ильясов, Е. П. Состояние и пути повышения эффективности заканчивания скважин. / Е. П. Ильясов. – Текст: непосредственный // Москва: Недра, 1985 № 9, - С. 19-22.
10. Гагарина, О. В. Способ заканчивания нефтяной скважины / О. В. Гагарина, Ю. В. Ваганов, А. К. Ягафаров. – Текст: непосредственный // Опыт, актуальные проблемы и перспективы развития нефтегазового комплекса: сб. науч. тр. / Тюмень: ТИУ, 2015. - С. 3.

Научный руководитель: Огай В.А.

## **BEKÄMPFUNG DER VERWÄSSERUNG VON GASBRUNNEN DURCH EIN NEUES VERFAHREN ZUR EINFÜHRUNG TENSIDE**

Portnjagin N.Je., Woropajew A.A.,  
Tyumen industrielle Universität, Tyumen

Heute nimmt die Menge an Erdgas, die in vielen Lagerstätte erzeugt wird, in Russland ab. Für die meisten Einlagen in der Endphase der Entwicklung besteht das Hauptproblem darin, sicherzustellen, dass der Brunnen-Fonds unter den Bedingungen der Verringerung der gasströmungsgeschwindigkeiten in den aufzugsrohren und der Ansammlung von Flüssigkeit auf dem Zaun betrieben wird. Jedes Jahr wächst die Anzahl der umliegenden und selbst gequetschten Brunnen. Die Anhäufung der Säule der Flüssigkeit in den Gasbrunnen führt zu Ihrer allmählichen Schalldämpfung, aufgrund der Ausrichtung des plastischen Drucks und des hydrostatischen Drucks der Säule der Flüssigkeit im Fass des Brunnens Stoppt der Gaszufluß.

Dieses Problem ist besonders akut für die senomanischen Gasvorkommen Westsibiriens, von wo aus etwa 80% des in Russland produzierten Erdgases ausgewählt werden. Derzeit geht die Entwicklung von diese Felder in die Endphase über und hat einen aktuellen Gasabgabekoeffizient etwa 80% oder mehr. [1]

Die Ansammlung von Flüssigkeit auf dem Bohrlochsohle Gas-oder Gaskondensatbrunnen führt zu einer Abnahme des Ausbruchs oder zum vollständigen stoppen des Brunnens. Als sich auf dem Bohrlochsohle ansammelnde Flüssigkeit kann aus der Schicht Mineralwasser natürlichen Ursprungs oder technisches Wasser kommen; flüssiges Gaskondensat aus der Schicht; Kondensat (Wasser oder leichte Kohlenwasserstoffe), das in die flüssige Phase übergeht, wenn Erdgas in den oberen teilen des brunnenstammes bewegt wird, der entlang der Liftrohre abläuft und sich auf den Brunnen ansammelt; eine wässrige oder andere Lösung des hydratationsinhibitors, die in den Brunnen durch den Rohr-oder rohrraum eingezogen wird und auf den bohrlochanschluss abfließt. Alle aufgelisteten Flüssigkeiten können gleichzeitig in verschiedenen Mengen auf den Bohrloch fließen.

Die Ansammlung von Flüssigkeit erfolgt unter verschiedenen thermobarischen Bedingungen zwischen Bohrlochsohle und Bohrlochmund oder bei niedriger Geschwindigkeit der Gasflüssigkeitsgemisch im Brunnen.

In der späten Phase der Entwicklung des Feldes wird der Betrieb des Brunnens kompliziert: niedriger Lagerstättendruck, erhöhter Gas-Wasser-Kontakt, niedrige gasgeschwindigkeiten in den aufzugsrohren mit großem Durchmesser. [2] Bei hohen gasausschlägen und einem großen Gasflüssigkeitsverhältnis ist die Strömungsgeschwindigkeit hoch für die Ausscheidung von Flüssigkeit (über 2-5 m/s). Bis heute gibt es eine große Anzahl von Methoden, um das Problem der Bohrung zu bekämpfen. Diese Methoden

basieren auf der Erhöhung der Geschwindigkeit der Gas-Flüssigkeits-Mischung durch die Erhöhung der Depression auf der Schicht. Dazu gehören: der Sonde, Steigrohrwechsel, Plungerlift, Tenside, konzentrisch Liftstrang. Aber alle von Ihnen haben eine Reihe von Mängeln, zu denen gehören: geringe Effizienz; stoppen von Brunnen während der Produktion durch eine Methode (oder während der Installation der notwendigen Ausrüstung), Umweltverschmutzung; Unmöglichkeit der Anwendung in den Bedingungen des Hohen Nordens, ein niedriges Niveau der zusätzlichen Gasförderung; ein großes Volumen von Wartungsarbeiten im Vergleich zu anderen Brunnen.

Daher ist eine der vielversprechendsten Möglichkeiten für die Entwicklung von Methoden zur Bekämpfung des Problems der Verwässerung von Gasbrunnen im Moment die Entwicklung eines Systems des intelligenten automatisierten Pumpens von Tensiden auf einem Bohrloch. Die neue Methode zur Bekämpfung der Umleitung von Gasquellen ermöglicht es Ihnen, Flüssigkeit aus Gasbrunnen effektiv zu entfernen, um eine stabile Gasgewinnung zu gewährleisten, da die in die Bohrung zugeführte Lösung von SAW auf die verstopfte Flüssigkeit schäumt und durch den Gasstrom bei hohem Druck im Gassammler entfernt wird, oder ständig das Gut unter den Bedingungen des Flüssigkeitseingangs zu betreiben, was die Extraktion von Gas und Gaskondensat aus der Schicht erhöht. Diese Technologie ermöglicht es Ihnen, unwiderrufliche Gasverluste für die «Spülung» der Brunnen auf der Fackellinie zu minimieren oder vollständig auszuschließen, die Reparaturzeiten der Bohrung zu maximieren, unbekannte Parameter der Bohrung zu bestimmen und die Arbeitsweise der Bohrung unter den Bedingungen der Tenside vorherzusagen, die eine Verbindung zwischen der Anzahl der zugeführten Tenside und Gas-Debit hilft.

Tabelle 1 – Vergleich der wettbewerbsmethode zur Bekämpfung der Umleitung von Gasbrunnen

	Freifördern eines Bohrlochs	Steigrohrwechsel	konzentrisch Liftstrang	Tenside	Automatisierte Download Tenside
Automatisierung und Prozesskontrolle	–	–	+	–	+
Umweltfreundlichkeit	–	+	+	+	+
Betrieb Brunnen mit der Verwaltung der Parameter für den Betrieb	–	–	+	–	+
Zusätzliche Gasgewinnung mln. m <sup>3</sup> ./Jahr	–	9,3	13,1	10,9	14,2

Laut Tabelle 1 kann festgestellt werden, dass automatisiertes herunterladen bessere wettbewerbsentscheidungen durch die Möglichkeit der Selbstkontrolle und Regulierung des gesamten Prozesses auf dem Brunnen ist, was ein wichtiges Kriterium bei der Auswahl des Betriebsmodus ist. Die Innovation der Methode ist: in der vollständigen Automatisierung des technologischen Prozesses für jeden Brunnen, in der Möglichkeit der operativen Anpassung an die Variablen fischereiklimatischen Bedingungen der Umwelt und die Thermo-barischen Bedingungen des Brunnens. Das intelligente System zur Identifizierung der Flüssigkeitsansammlung und des optimierungsblocks durch die technologischen Parameter wird das Volumen der zusätzlichen Gasförderung erhöhen.

#### Literaturliste:

1. Kolmakow, A.W. Tjechnologii rasrobotki sjenomanskich saljeshjej niskonapornogo gasa / A. W. Kolmakow, P. S. Krotow, A. W. Kononow. - Sankt-Pjetjeburg : Njedra, 2012. - 5 s. - Text : electronic.
2. Korjakin A.Yu. Kompljeksnyje rjeschjenija sadatsch rasrobotki i ekspluatazii skwashin urjengojskogo dobywayuschschjego kompljeksa / A.Yu. Korjakin. - Moskwa: b.i., 2016. - 45 s. - Text : electronic.

Wissenschaftlicher Leiter: Laljetina N. D., PhD, Assistenzprofessor für  
Fremdsprachen

УДК 622.279

### **АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРИТОКА ГАЗА К ПОЛОГИМ СКВАЖИНАМ**

Рохас-Михеева М.А.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

При проектировании и разработке газовых скважин основной характеристикой является их продуктивность. При вычислении продуктивности скважины необходимо учитывать множество факторов: депрессию, свойства флюида, свойства пласта, конструкцию скважины, ее расположение в пласте относительно кровли и подошвы, конструкцию забоя наличие перфорационных отверстий, плотность перфорации, параметры перфорационных каналов и т. д.

Для обоснования режима работы скважины и прогнозирования параметров разработки необходимо, в первую очередь, произвести расчет продуктивности скважины - установить зависимость между дебитом скважины и депрессией. Дебит скважины, а также глубина залегания пласта, на который планируется бурение, влияют на конструкцию скважины, кроме

того при выборе конструкции необходимо обеспечить минимальное значения потерь давления по стволу.

Актуальность данной работы обусловлена большим объемом бурения горизонтальных газовых скважин и необходимостью изучения особенностей притока газа к стволам горизонтальных, пологих и сложного профиля газовых скважин для их проектирования и установления режимов работы.

Цель работы: разработать методику расчета эпюры скоростей фильтрации к стволам пологих газовых скважин для определения траектории ствола скважин по продуктивному пласту или рабочей депрессии, и обеспечения линейного закона фильтрации в призабойной зоне пласта (ПЗП) с учетом развивающегося характера потока газа по перфорированному стволу.

Как известно [1 и др.], фильтрация газа к вертикальным скважинам происходит по нелинейному закону. В то же время из литературы известно, что фильтрация газа к горизонтальным скважинам может происходить по линейному закону [2 и др.] в рабочем диапазоне депрессий и дебитов. При линейном законе фильтрации газовая скважина может обеспечивать заданный дебит при меньше депрессии, чем при нелинейном законе. И, при одинаковой депрессии газовая скважина, у которой линейный закон фильтрации газа в ПЗП будет обеспечивать больший дебит, чем скважина с нелинейным законом фильтрации в ПЗП.

Для определения профиля притока к пологой газовой скважине примем, что закон фильтрации в ПЗП линейный.

Аналитический расчет притока газа к пологой перфорированной скважине, позволяет определить траекторию пологого ствола газовой скважины (зенитный угол ствола и его длину), обеспечивающую линейный режим притока к стволу при заданной депрессии на пласт.

Кроме того, для любой заданной траектории ствола можно определить предельную депрессию, при которой приток к стволу происходит по линейному закону.

#### Список использованных источников:

1. Технологический режим работы газовых скважин / Алиев З.С., Андреев С.А., Власенко А.П. [и др.] – Москва: Недрa, 1978. – Текст: непосредственный.
2. Joshi, S. D. 1991 Horizontal Well Technology, PennWell Books, PennWell Publishing Company, Tulsa, OK.- Text : electronic.
3. Сохошко, С. К. Профиль притока к пологой газовой скважине / С. К. Сохошко. – Текст: непосредственный // Газовая промышленность, 2005. - № 6. - С.35-36.

4. Лейбензон, Л. С. Собрание трудов: В 4 т. / Л. С. Лейбензон. - Москва: Изд-во АН СССР, 1951-1955:Т. 2. Подземная гидрогазодинамика. 1953. 544 с. – Текст: непосредственный.

5. Разработка методов определения производительности и параметров пластов, вскрытых горизонтальными скважинами по результатам их исследования на стационарных режимах фильтрации / А. Д. Седых, З. С. Алиев [и др.]. - Москва: ООО «ИРЦ Газпром», 2001. - 65 с. – Текст: непосредственный.

6. Развитие теории фильтрации к пологим и горизонтальным газовым и нефтяным скважинам и ее применение для решения прикладных задач.: 25.00.17: дисс. ... д-ра техн. наук: / С.К. Сохошко; ТюмГНГУ. - Тюмень, 2008. 211 с. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Сохошко С.К., д.т.н. профессор.

УДК 553.982.2

## **МЕТОДИКА ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОРИСТОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Солопахина У.Ю.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время наблюдается истощение активных и резкий рост трудноизвлекаемых запасов углеводородов. Данная ситуация обуславливает необходимость ввода в эксплуатацию месторождений со сложным геологическим строением, которые характеризуются высокой неоднородностью и низкой согласованностью фильтрационно-емкостных свойств [1]. Выше изложенное приводит к необходимости использования сложных и дорогостоящих технических методов извлечения углеводородов.

Неточности при построении трехмерных геологических моделей (3D ГМ) могут привести к неадекватным технологическим решениям и, как следствие, значительным экономическим потерям. Построение 3D ГМ, учитывающих весь объем геолого-геофизической информации, неоднородной по качеству и масштабу и неравномерно распределенной по площади и разрезу, остается актуальной задачей. Это означает, что при создании геологической модели (ГМ) в обязательном порядке должна использоваться не только вся геолого-геофизическая и геолого-промысловая информация, но и все доступные виды косвенной и априорной информации [2]. В связи с этим, для построения корректных 3D ГМ и минимизации экономических рисков, необходимо учитывать, как всю полноту исходных данных, так и их неопределенность. Учет этих факторов позволяет создать 3D ГМ с наименьшей неопределенностью и, как следствие, с более надёжными прогнозными свойствами.

Анализ неопределённости и рисков производится путем многовариантного моделирования [3]. В данной работе рассмотрено месторождение, расположенное в центральной части Сургутского свода, пласт ЮС<sub>2</sub>. Отложения пласта имеют сложное литологическое строение, не выдержаны по площади и представлены частым переслаиванием песчано-алевритовых и глинистых пород, значительная изменчивость пород обусловлена фациальной неоднородностью речных и дельтовых отложений, а также многократными размывами и переотложением материала на этапе трансгрессии и сезонных колебаний уровней пресных водоемов [4]. Толщина проницаемых прослоев в среднем 1,5 м. Коэффициент песчаности изменяется от 0,08 д. ед. до 0,92 д. ед., коэффициент расчлененности 1-11 (среднее значение 4), пористость – 14-22%.

Для пласта ЮС<sub>2</sub> построено 3 варианта куба пористости. При оценке достоверности построения 3D ГМ методом стохастического моделирования по каждому из вариантов выполнен процесс многократного моделирования (21 реализация) куба пористости.

При реализации первого варианта выполнялось построение куба пористости методом стохастического моделирования. Исходными данными для петрофизического моделирования куба пористости послужили результаты интерпретации ГИС, осреднённые скважинные диаграммы.

По результатам изучения эмпирического закона распределения коэффициента пористости ( $K_p$ ) по 21 реализации он оказался бимодальным (рис.1). Это свидетельствует о наличии двух типов фаций в изучаемом объекте и необходимости моделирования  $K_p$  отдельно для каждой фации.

При реализации второго варианта моделирования, в дополнение к данным из первого варианта были привлечены результаты литолого-фациального анализа. Согласно данным палеорекострукции изучаемая толща представлена в основном двумя фациальными комплексами: руслом и отложением дельт, которые учтены при объектном моделировании песчаных тел. Моделирование для каждого типа фаций осуществлялось отдельно. В качестве дополнительной информации учтены границы зон распространения данных фаций.

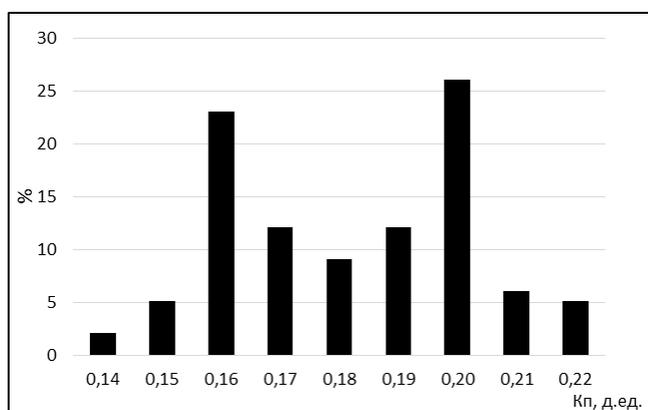


Рисунок 1 – Гистограмма частот коэффициента пористости

Методом стохастического моделирования был выполнен расчет куба пористости по данным ГИС и литолого-фациального анализа. По моделям куба пористости изучены эмпирические законы распределения для каждого типа фаций. Они имеют одномодальный вид, частоты встречаемости коллекторов в песчано-алевритовых породах русловой фации смещены в сторону высокоёмких пород.

Для реализации третьего варианта построения куба пористости в дополнение к предыдущей исходной информации использованы статистические характеристики непрерывной скважинной диаграммы коэффициента пористости (в виде гистограмм, имеющих распределение близкое к нормальному) по нескольким ближайшим месторождениям, формирование которых происходило в сходных геологических условиях и которые имеют схожее геологическое строение.

Моделирование куба пористости осуществлено аналогично другим вариантам. В результате анализа куба пористости по третьему варианту моделирования сделаны следующие выводы:

- распределение  $K_p$  по каждой фации в отдельности имеет одномодальный вид;
- в сравнении с предыдущими вариантами моделирования, полученный куб имеет меньшую дисперсию.

В результате проделанной работы получен наиболее адекватный и информативный куб пористости. Переход от моделирования  $K_p$  «в целом» к моделированию  $K_p$  «по частям» позволил усовершенствовать подход к моделированию данного куба и повысить точность построений. Использование данного куба пористости позволит минимизировать экономические риски при разбуривании рассматриваемой территории, повысит точность подсчета запасов, позволит повысить эффективность разработки путем уточнения системы расстановки скважин.

#### Список использованных источников:

1. Абабков, К. В. Основы трёхмерного цифрового геологического моделирования: учебное пособие / К. В. Абабков, Д. Д. Сулейманов, Ш. Х. Султанов, Ю. А. Котенев, Д. И. Варламов. – Уфа.- Нефтегазовое дело. – 2008.-192 с. – Текст: непосредственный.
2. Казанская, Д. А. Моделирование геологического строения продуктивных отложений викуловской свиты/ Д. А. Казанская, В. М. Александров, В. А. Белкина. – Текст: непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2019. - Т. 330. - № 7. - С. 195–207.
3. Закревский, К. Е. Оценка качества 3D моделей / К. Е. Закревский, Д. М. Майсюк, В. Р. Сыртланов. – Москва: Маска, 2008.- 272с. – Текст: непосредственный.

4. Костеневич, К. А. Особенности фациального строения отложений тюменской свиты на примере пласта ЮС2 Тундринского месторождения / К. А. Костеневич. – Текст: непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2009. – №12. – С. 72-76.

Научный руководитель: Белкина В.А., канд.физ.-мат.наук, доцент.

УДК 622.691

## РАСЧЕТ ЗАКАЧКИ И ОТБОРА ГАЗА В ПОДЗЕМНОЕ ХРАНИЛИЩЕ ЛИНЕЙНОГО ТИПА

Старшинов Л.С., Старшинова П.В.,

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

Для определения перемещения ГВК и колебания давления в газовой полости хранилища используется простейшая модель подземного газохранилища - расчет линейного ПХГ (закачки и откачки газа через галерею скважин) [Лурье, 2001, с.48].

Представим, что подземное хранилище газа представляет тонкий пласт постоянной мощности  $h_0$ , который наклонен к горизонту под углом  $\alpha$ , причем  $\alpha$  меньше 0, рисунок 1.

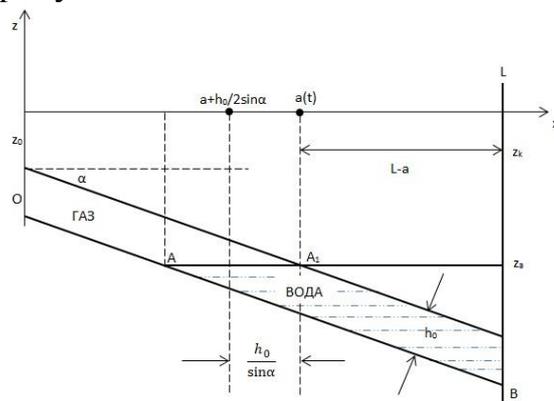


Рисунок 1 – Схема линейного ПХГ с галереей скважин

Отборы и закачки газа через галерею при том, что фильтрация фаз осуществляется в перпендикулярном ряду направлений. Возьмем проекцию последнего на горизонтальную плоскость как ось ОХ. Линейный ряд эксплуатационных скважин находится в сечении  $X=0$  пласта, а в сечении  $X=L$  – галерея разгрузочных скважин, которая поддерживает в сечении неизменное давление  $P_k$ .

Поверхность раздела «газ-вода»  $AA_1$  горизонтальная, где  $x=a(t)$  – это закон движения точки А пересечения кровли пласта с этой поверхностью. Данная граница разделяет пласт на части  $OAA_1$  (газ) и  $A_1AB$  (нефть).

Давление  $p(t)$  газа не зависит от пространственной координаты (так как вязкость газа мала), а в водоносной зоне скорость  $v(x,t)$  фильтрации

воды и фильтрационный потенциал  $\Phi=p(x,t)+\rho_{в}gz(x)$  связаны законом Дарси:

$$v = -\frac{k}{\mu_e} \cdot \frac{\partial \Phi}{\partial x}, \quad (1)$$

Скорость воды не зависит от координаты  $X$  (вода считается несжимаемой жидкостью), поэтому фильтрационный потенциал  $\Phi$  изменяется линейно:

$$v = -\frac{k}{\mu_e} \cdot \frac{\Phi[a(t),t] - \Phi_{\kappa}}{a(t) - L}, \quad (2)$$

или:

$$v = -\frac{k}{\mu_e} \cdot \frac{\Phi[p(t) - p_{\kappa}] + \rho_e g \cdot (z_e - z_{\kappa})}{a(t) - L} = -\frac{k}{\mu_e} \cdot \left( \frac{p(t) - p_{\kappa}}{a(t) - L} + \rho_e g \cdot tg \alpha \right) \quad (3)$$

Условие  $\overline{D}_n = da/dt$  на границе ГВК позволяет привести уравнение к обыкновенному дифференциальному для функции  $a(t)$ :

$$m \frac{da}{dt} = -\frac{k}{\mu_e} \cdot \left( \frac{p(t) - p_{\kappa}}{a(t) - L} + \rho_e g \cdot tg \alpha \right), \quad (4)$$

Для определения неизвестной функции давления в области, занятой газом  $p(t)$ , используем уравнение общего баланса газа, который находится в пласте, отбирается или закачивается в него, показывающее, что изменение массы  $M_r(t)$  газа в пласте равно массовому расходу  $q_r$ :

$$\frac{dM_z}{dt} = \frac{d}{dt} \left[ \rho_z \cdot \frac{a(t) + h_0 / (2 \sin \alpha)}{\cos \alpha} \cdot h_0 \cdot m \right] = q_z(t), \quad (5)$$

Плотность газа  $\rho_r$  уравнением состояния связана с давлением:

$$p = Z \cdot \rho_z \cdot RT, \quad (6)$$

где  $Z$  – коэффициент сверхсжимаемости газа;  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $T$  – абсолютная температура. Используя уравнение (6) и считая процесс изотермическим, уравнение материального баланса примет следующий вид ( $\sin \alpha < 0$ ):

$$\frac{d}{dt} \left[ \frac{p(t)}{Z(p,T)} \cdot \left( a(t) + \frac{h_0}{2 \sin \alpha} \right) \right] = \frac{RT \cdot \cos \alpha}{m \cdot h_0} \cdot q_z(t), \quad (7)$$

Система уравнений (5) и (7) – замкнутая система уравнений для определения неизвестных функций  $p(t)$  и  $a(t)$ . Необходимы начальные условия, чтобы ее решить, которые задают начальное состояние газохранилища.

При заданном расходе  $q_r(t)$  уравнение (7) свободно интегрируется и дает алгебраическое соотношение представленное ниже:

$$\frac{p(t)}{Z(p,T)} \cdot \left[ a(t) + \frac{h_0}{2 \sin \alpha} \right] = \frac{p_0}{Z_0} \cdot \left[ a_0 + \frac{h_0}{2 \sin \alpha} \right] + \frac{RT \cdot \cos \alpha}{m \cdot h_0} \cdot \int_0^t q_z(t) dt, \quad (8)$$

где  $Z_0$  – значение коэффициента сверхсжимаемости газа, соответствующее давлению  $p_0$  и температуре  $T$ .

Данное соотношение позволяет выразить давление  $p(t)$  через координату  $a(t)$  ГВК.

Список использованных источников:

1. Лурье, М. В. Механика подземного хранения газа в водоносных пластах / Лурье, М. В. - Москва: Нефть и газ, 2001.- 350с.

Научный руководитель: Колев Ж.М., к.т.н., доцент.

УДК 622.276

## МАСШТАБИРОВАНИЕ КООРДИНАТ В АНИЗОТРОПНОМ ПЛАСТЕ

Старшинова П.В., Старшинов Л.С.,  
Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

В работе рассматривается влияние анизотропии пласта на процесс разработки нефтяных и газовых месторождений. Исследование показывает необходимость учета вертикальной и горизонтальной составляющей проницаемости. Показан метод масштабирования координат в пласте. Методика позволяет корректно описывать работу горизонтальных и сложнопрофильных скважин.

Большое количество исследований посвящено определению притока флюида к стволам вертикальных скважин. Данный предмет изучен достаточно широко. Вопросы притока к полого-направленным и горизонтальным стволам, а также к скважинам сложного профиля занимают важное место среди современных исследований. В различной постановке Ю. П. Борисовым [1], F. M. Giger [2] и S. D. Joshi [3] были решены задачи притока к стволу горизонтальных скважин, выведены формулы.

Однако формулы, полученные в этих фундаментальных исследованиях, возможно использовать при установившемся режиме фильтрации, когда поток жидкости осуществляется по линейному закону Дарси. При получении формул в рассмотрении авторов был изотропный пласт. Однако следует учитывать различия в проницаемости в отличающихся направлениях. В практике разработки месторождений нефти и газа отличия обращают внимание на то, что проницаемости по вертикали и горизонтали существенно влияют на продуктивность скважин. В анизотропном пласте координаты должны быть масштабированы путем домножения линейных размеров на надлежащий компонент анизотропии. Решение должно быть принято с использованием эквивалентной проницаемости пласта  $k_{eq}$ .

$$k_{eq} = \sqrt{k_h / k_z}, \quad (1)$$

Составляющие анизотропии равны

$$\chi_v = \sqrt{k_{eq} / k_v}, \quad (2)$$

$$\chi_h = \sqrt{k_{eq} / k_h}, \quad (3)$$

Где  $\chi_v$  – вертикальная составляющая анизотропии,

$\chi_h$  – горизонтальная составляющая анизотропии;

Следовательно, представляем мощность пласта для учета анизотропии в виде [4].

$$h^* = h\chi_v, \quad (4)$$

где  $h^*$  – приведенная мощность анизотропного пласта, [м].

Радиус скважины необходимо сменить на приведенный радиус скважины  $r_c^*$ .

$$r_c^* = \frac{1 + \chi_h}{2\chi_h} r_c, \quad (5)$$

Применение данных формул дает возможность произвести оценку эффективности использования горизонтальных скважин в сравнении с вертикальными. Для этого необходим расчет отношения продуктивностей. Построенные зависимости подтвердят нецелесообразность использования горизонтальных скважин в низко проницаемых по вертикали пластах, и наоборот, необходимость применения горизонтальных скважин при разработке пластов малой мощности с высокой вертикальной проницаемостью.

#### Список использованных источников:

1. Борисов, Ю. П. О притоке нефти к горизонтальным и наклонным скважинам в изотропном пласте конечной мощности / Ю. П. Борисов, В. П. Табаков. - Текст: непосредственный // НТС ВНИИ. - Москва, 1962. - Вып. 16.
2. Giger, F. M. Horizontal Wells Production Techniques in Heterogeneous Reservoirs, 11–14 March 1985, Bahrain. - Text : electronic.
3. Joshi, S. D. Augmentation of well productivity with slant and horizontal wells. J. of Petrol Techn. June, 1988, p. 628–643. - Text : electronic.
4. Брехунцов, А. М. Развитие теории фильтрации жидкости и газа / А. М. Брехунцов, В. К. Федорцов — Тюмень: ОАО «СибНАЦ», 2004. — 287 с. - Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Колев Ж.М., к.т.н., доцент.

## **ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ФОНДА СКВАЖИН НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЛОЖНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ**

Цепляева А.И.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Предметом исследования является одно из месторождений нефти Красноленинского свода со сложным геологическим строением, где рассматривается протерозой-палеозойский комплекс, который подробнее описывается в работе [1]. Объект исследования характеризуется высокой неоднородностью литологического состава и петрофизических свойств по площади и разрезу [2].

На территории месторождения большинство выделенных интервалов коллекторов расположены в области контакта верхней части фундамента и коры выветривания. Для метаморфических пород характерны достаточно низкие первичные пористость и проницаемость. Коллекторские свойства в основном обеспечиваются за счёт развития тектонических трещин и пустот. Проведённое сопоставление между промысловыми и сейсмическими данными показало, что акустический импеданс позволяет осуществлять прогноз коллекторских свойств палеозойских отложений на качественном уровне [3]. Количественно были проанализированы такие эксплуатационные показатели скважин, как: максимальный дебит нефти, средний дебит нефти, накопленная добыча нефти (тыс.т.), доля от общей накопленной добычи нефти (%) и другие.

В ходе оценки удалось установить, что наибольшая накопленная добыча нефти наблюдается у скважин, попавших в зоны пониженной плотности. Более 50% общей накопленной добычи нефти по месторождению обеспечивается несколькими скважинами, расположенными в центральной части залежи. Скважины, пробуренные вне указанных зон, были признаны непродуктивными и переведены на вышележащий эксплуатационный объект.

Для скважин, расположенных в зонах максимального снижения плотности, характерна более стабильная динамика эксплуатационных показателей. У скважин залежи, в районе которой плотностная аномалия менее выражена, наблюдается быстрое падение дебитов.

В процессе работы была установлена прямая зависимость между эксплуатационными показателями скважин и их положением относительно зон пониженной плотности на картах акустического импеданса. Согласно утверждённому плану бурения проектные координаты скважин расположены вне пределов перспективных зон. В связи с этим, существует значительная вероятность вскрытия минимальных эффективных нефтенасыщенных толщин в данной области.

В качестве основного вывода предлагается вариант размещения эксплуатационного фонда скважин в пределах выделенных зон.

Вследствие слабой естественной сообщаемости пустотного пространства рассматриваемых отложений, важным условием получения промышленных притоков УВ при испытании залежей палеозойского комплекса, является применение ГРП при выходе скважин из бурения.

Список использованных источников:

1. Tseplyaeva, A. I. Perspectives of oil and gas presence in pre-jurassic sediments on the example of one west siberian deposit . IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 27 (2015) <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/27/1/012019>. - Text : electronic.

2. Цепляева А.И. Моделирование залежей нефти в коллекторах палеозойского фундамента на основе комплексирования геолого-геофизических и промысловых данных (на примере одного из месторождений Красноленинского свода): Автореф. ... дис. канд. геол.-минер. наук.- Тюмень, 2018. – 23 с. – Текст: непосредственный.

3. Цепляева, А.И. Атрибутный анализ сейсмических данных - как основной способ прогноза продуктивности залежей палеозойского фундамента /А.И. Цепляева – Текст: непосредственный// Материалы IX Сибирской конференции молодых ученых по наукам о Земле Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2018.- с. 668-669.

УДК 622.24.051.69

**ОПТИМИЗАЦИЯ ГИДРАВЛИКИ НА ДОЛОТЕ С ПОМОЩЬЮ  
ПОНЯТИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ И СИЛЫ  
ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОТОКА НА ЗАБОЙ**

Аль хайти М. А.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Задачей оптимизации гидравлики является достижение баланса между давлением внутри скважины, расходом раствора, очисткой ствола, давлением на насосе, ЭЦП и потерей давления на долоте при максимальном увеличении скорости проходки [1].

Цель оптимизации гидравлики на долоте – увеличение МСП.

Существует два основных метода оптимизации потери давления на долоте, один из которых основан на оптимизации гидравлической мощности на долоте (HP) / Bit Hydraulic Power, а второй - на оптимизации гидромониторного эффекта (JIF) / Jet Impact Force. У каждого есть веские аргументы в отрасли. Два метода приводят к немного различному оптимальному потере давления. Поскольку все потери давления в системе либо относятся к долоту, либо к циркуляционной системе, можно оптимизировать на основе любой части [2].

В общем, гидравлическая мощность (HP) - это просто давление (P), умноженное на расход (Q). Концепция гидравлической мощности полезна, прежде всего, тем, что она является одним из двух основных методов, используемых для оптимизации потери давления через насадки долота.

Гидравлическая мощность на долоте (HP) рассчитывается следующим образом [3]:

гидравлическая мощность, in Horsepower (HP), US Oilfield units      гидравлическая мощность, in Kilowatts (kW), SI units

$$NHP = \frac{P \times Q}{1714}$$

$$HKW = P \times Q$$

P is the pressure (psi),  
Q is the volumetric flow rate (GPM).  
(kPa),

P потери давления на долоте  
Q расход (m<sup>3</sup>/s).

(1GPM=63.09×10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup>/s), (1psi=6.894757 kPa), (HP=0.746043 kW)

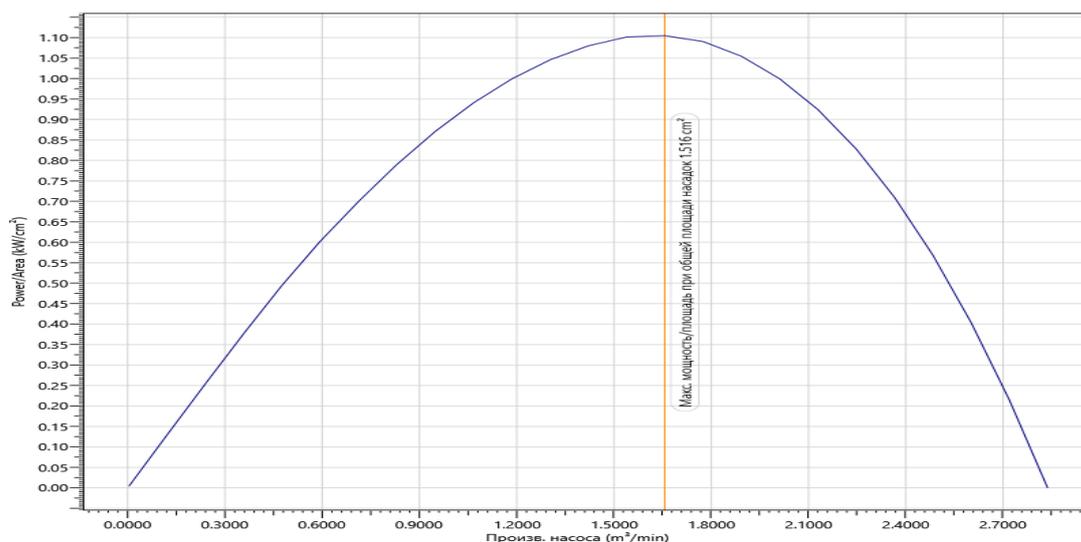


Рисунок 1 – Зависимость гидравлической мощности от производительности насоса

В общем, Сила гидроудара (JIF) – это просто плотность жидкости, умноженная на расход, умноженный на скорость потока. Концепция силы ударной струи полезна, прежде всего тем, что она является вторым из двух основных методов, используемых для оптимизации потери давления через насадки долота.

Сила ударной струи (JIF) рассчитывается следующим образом [4]:

Сила гидроудара (JIF), in Pounds force, US Oilfield units      Сила гидроудара (JIF), in Newton, SI units

$$JIF_{JETS} = \frac{\rho \times Q \times V_N}{1930.2}$$

$$JIF_{JETS} = \rho \times Q \times V_N$$

$$V_N = C_D \times \sqrt{\frac{\Delta P_{bit}}{8.074 \times 10^{-4} \times \rho}}$$

$$JIF_{JETS} = \frac{Q \times C_D}{54.846} \times \sqrt{\rho \times \Delta P_{bit}}$$

$$JIF = 35.193 \times Q \times C_D \times \sqrt{\rho \times \Delta P_b}$$

$\rho$  is the drilling fluid density (lb/gal);,

$\rho$  – плотность раствора (kg/m<sup>3</sup>),

Q flow rate through the nozzles(GPM),

Q – расход (m<sup>3</sup>/s),

VN is the velocity through the nozzles (feet per second).

VN – скорость истечения из насадок (m/s).

$\Delta P$  is the pressure loss across the bit nozzles (psi)

$\Delta P$  – потери давления на долоте (kPa)

CD is the nozzle coefficient, dimensionless.

(1 lb/gal = 119.826427 kg/m<sup>3</sup>), (feet per second = 0.3048 m/s)

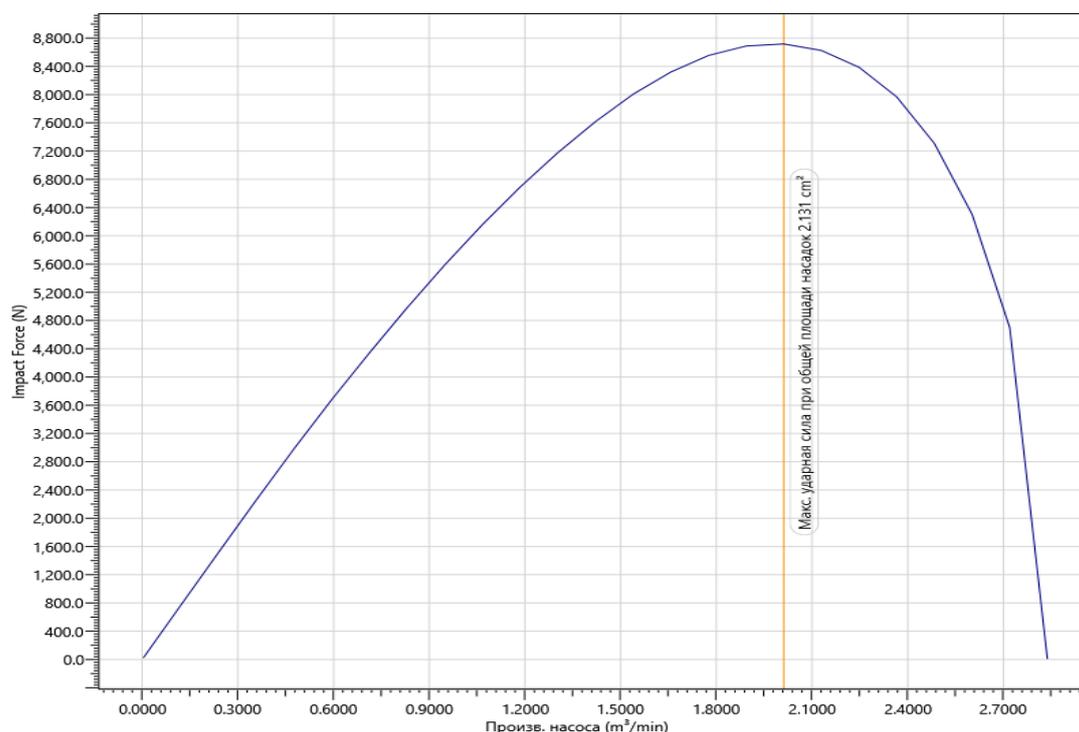


Рисунок 2 – Зависимость ударной силы от производительности насоса

Таблица 1 – Уравнения оптимизации для разных критериев  
(Показатель «u» был первоначально выбран Леоном Робинсоном)

Критерия	$\Delta P_{bit\ opt}$
JIFMAX	$\Delta P_{bit\ opt} = \left(\frac{u}{u+2}\right) \times P_{max}$
HP	$\Delta P_{bit\ opt} = \left(\frac{u}{u+1}\right) \times P_{max}$
JIF HPLIMIT	$\Delta P_{bit\ opt} = \left(\frac{u+1}{u+2}\right) \times P_{HNP\ max}$

Где:

JIF – Сила гидроудара, Н;

HP – Гидравлическая мощность на долоте, кВт;

$\Delta P_{bit\ opt}$  – Оптимальная потеря давления через насадки долота, кПа;

P<sub>MAX</sub> – Максимальное давление в стояке, кПа;

u – Экспонента в степенном уравнении (Степенная модель); наклон потери системы циркуляции по координатам Log-Log, безразмерная величина;

Таблица 2 – Процент доступного давления для оптимального расхода через насадки

“u”	Характеристика потока	JIF PMAX ограничено	HP PMAX ограничено	JIF HP ограничено
1.00	ламинарный	33.3%	50.0	66.7%
1.10	переходный	35.5%	52.4%	67.7%
1.20	переходный	37.5%	54.5%	68.8%
1.30	переходный	39.4%	56.5%	69.7%
1.40	переходный	41.2%	58.3%	70.6%
1.50	переходный	42.9	60.0%	71.4%
1.60	переходный	44.4%	61.5%	72.2%
1.65	переходный	45.2%	62.3%	72.6%
1.70	переходный	45.9%	63.0%	73.0%
1.75	переходный	46.7%	63.6%	73.3%
1.80	переходный	47.4%	64.3%	73.7%
1.82	переходный	47.6%	64.5%	73.8%
1.85	переходный	48.1%	64.9%	74.0%
1.86	переходный	48.2%	65.0%	74.1%
1.90	переходный	48.7%	65.5%	74.4%
1.95	переходный	49.4%	66.1%	74.7%
2.00	турбулентный	50.0%	66.7%	75.0%

“u” было выбрано, поскольку оно «уникально» для каждой скважины и «неизвестно» пока не откалиброван. Некоторые тексты и статьи используют другие символы для показателя “u”.

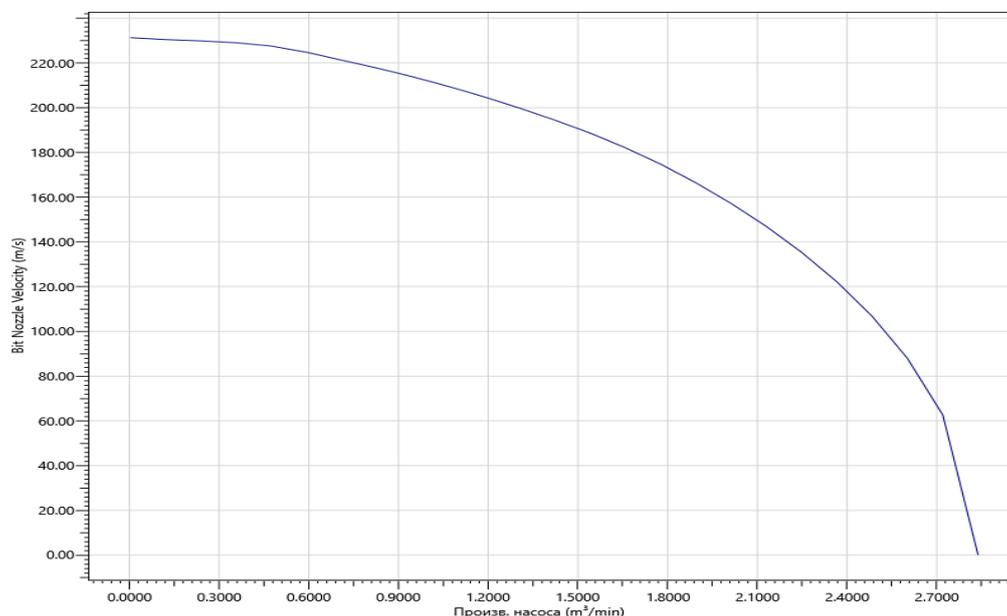


Рисунок 3 – Зависимость скорости потока через насадки от производительности насоса

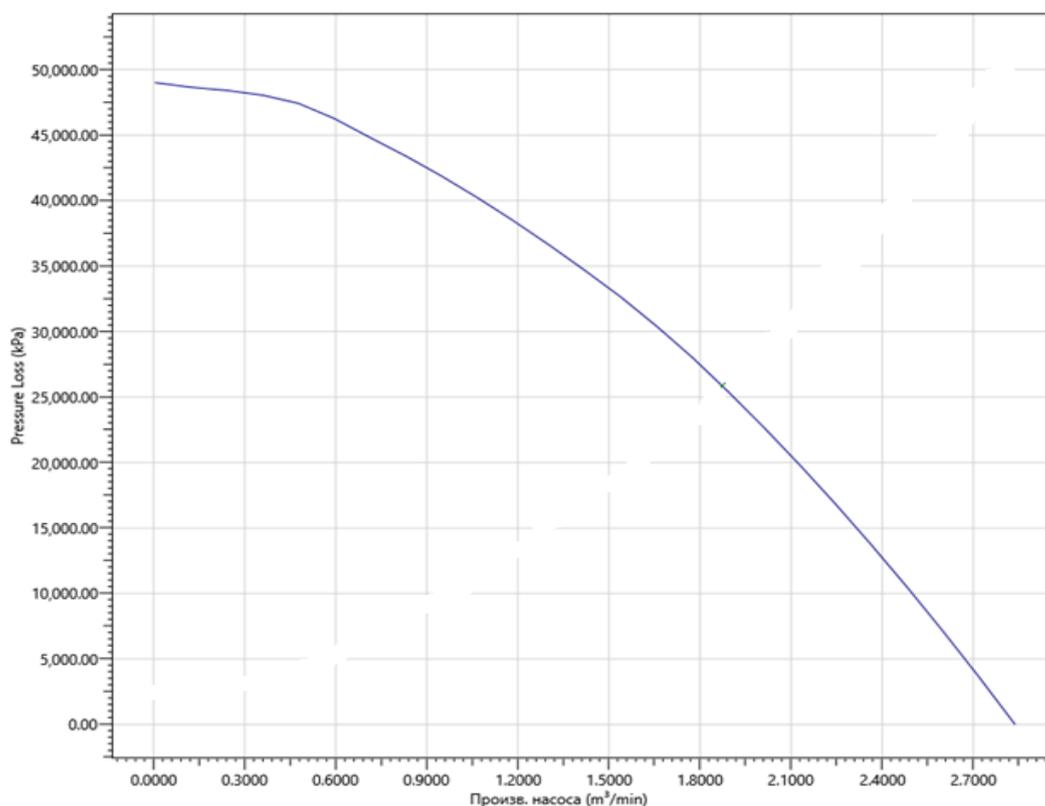


Рисунок 4 – Зависимость потери давления через насадки долота от производительности насоса

Список использованных источников:

1. Маковей Н. Гидравлика бурения / Н. Маковей; пер. с рум. – Москва: Недра, 1986. – 536 с. – Текст: непосредственный.
2. Булатов, А. И. Технология промывки скважин / А.И. Булатов. - Москва: Недра, 1981. 43 с. – Текст: непосредственный.
3. Mark S. Ramsey, P. E. Practical Wellbore Hydraulics and Hole Cleaning[Book], Texas: Gulf Professional Publishing is an imprint of Elsevier, 2019. p. 7-74. - Text : electronic.
4. Burgoyne, et al. Applied Drilling Engineering, SPE Textbook Series Volume 2, 10th printing, 2005, p. 129. - Text : electronic.
5. API 13D, 2010, Rheology and Hydraulics of Oil-Well Fluids, API Recommended Practice 13D, sixth ed, May 2010, p. 53. - Text : electronic.

Научный руководитель: Овчинников В.П., д.т.н., профессор

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ НЕУСТОЙЧИВЫХ ГЛИНИСТО-АРГИЛЛИТОВЫХ ПОРОД В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ СКВАЖИН**

Бакирова А.Д., Шаляпин Д.В.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Строительство нефтяных и газовых скважин в интервалах неустойчивых глинистых и глинисто-аргиллитовых пород часто связано с различными осложнениями, такими как набухание, обвалы, выпучивания, появление плывунов, и, как следствие, возникновением прихватов и других осложнений, которые в совокупности могут привести к обвалу породы и полной потере ствола скважины и забойного инструмента [1].

Накопленный отечественный и иностранный опыты бурения в глинисто-аргиллитовых породах вкупе с большими затратами на предотвращение и ликвидацию возникающих осложнений не позволяют достичь безаварийной проходки интервалов залегания глинистых отложений, вследствие чего 10 % времени тратится на устранение подобных осложнений [2]. Это обусловлено тем, что бурение в реальных горно-геологических условиях с высоким риском осложнений, который напрямую связан с наличием глин, аргиллитов и других глинистых минералов, всегда имеет склонность к возникновению неожиданных проблем (набухание глин, осыпи и т.д.), ликвидация которых может занимать вплоть 50 % аварийного времени [3].

Проникновение свободной воды, которая содержится в буровых растворах, в горизонты, сложенные уплотненными глинами, аргиллитами или глинистыми сланцами, приводит к их набуханию, выпучиванию в ствол скважины и, в конечном счете, к обрушению на забой. Таким образом, даже современные техника и технологии не являются гарантией безаварийного строительства скважин в глинисто-аргиллитовых формациях, как показывает накопленный опыт [4, 5].

Одним из методов борьбы с неустойчивостью стенок скважин является поддержание максимально возможной плотности промывочной жидкости, что является главным фактором стабилизации и поддержания устойчивости стенок скважины [3]. Однако из-за высокой эквивалентной циркуляционной плотности использование растворов с повышенной плотностью ограничено опасностью появления поглощений, особенно в зонах с низкими пластовыми давлениями [6].

Другим методом борьбы с гидратацией глин является применение растворов на углеводородной основе и высококонцентрированных солевых растворов, поскольку данные промывочные жидкости не фильтруются в глинистые минералы. Фильтрат подобных промывочных жидкостей не вызывает набухание и дальнейшую диспергацию глин, что способствует

сохранению естественных характеристик пласта. Но в то же время из-за высокой вязкости и эквивалентной циркуляционной плотности (ЭЦП) возникают поглощения в зонах аномально-высоких пластовых давлений [7].

В дополнения к описанному, кольматация также представляет метод по борьбе с проникновением фильтрата в глины и аргиллиты. Закупоривание трещин и пор горных пород происходит за счет применения реагентов, размеры которых равны или превышают размер самих пор.

Таким образом, анализ литературных источников позволяет обозначить основные причины неустойчивости глинистых и глинисто-аргиллитовых пород при бурении скважин в соответствующих интервалах:

1. Разгрузка горной породы со стороны скважины при бурении и отсутствие соответствующей компенсации гидростатическим давлением. По мнению В.С. Федорова причины обвалов связаны с тем, что при бурении, глина из-за снижения бокового давления упруго расширяется, так как гидростатическое давление, создаваемое столбом бурового раствора, не компенсирует потерю горного давления со стороны скважины. При этом порода впитывает воду из бурового раствора. Вода, проникая в поры глины, «включает» капиллярное давление, и начинается выпучивание глины. Глина обрушается и попадает в ствол скважины – идет образование каверн [3]. Помимо этого, на устойчивость ствола скважины влияет напряженное состояние горных пород. Так, горное давление в значительной степени влияет на выпадение частиц глин в ствол скважины, ввиду слабого противодействия на пласт.

2. Увлажнение и набухание глинистых частиц при их гидратации в результате проникновения фильтрата бурового раствора в породу, в том числе и через микротрещины. По мнению М.Р. Гайдарова [5], причиной неустойчивости глинистых пород является их увлажнение – пропитка дисперсной средой межчастичного и межпакетного пространства, приводящая к набуханию, нарушению строения и ослаблению прочности структурных связей между частицами пород. Такого же мнения придерживается и М.Г. Храмченков, который считает, что неустойчивость пород в скважинах связана главным образом с набуханием глинистых частиц, которое, в свою очередь, обусловлено гидрофильным характером глинистых минералов [6].

3. Осмотическое набухание глинистых частиц, связанное с различной минерализацией среды в скважине и флюида в породе. Общеизвестно, что набухание глинистых пород происходит в результате воздействия на них воды, содержащейся в фильтрате бурового раствора на водной основе, который может проникать в породу путем фильтрации, вода – в результате осмоса, растворенные в ней вещества, в том числе в процессе диффузии. Причиной осмотического набухания является разница концентраций солей в воде, окружающей набухающие агрегаты, и во внутриагрегатном растворе. Если концентрация внешнего по отношению к

набухающим агрегатам раствора меньше суммарной концентрации раствора, находящегося во внутриагрегатных порах, то происходит набухание породы, которое возрастает с повышением разницы концентраций этих растворов. Если концентрация внешнего раствора больше концентрации порового раствора, то может происходить обратный процесс. При этом может наблюдаться сжатие породы, подобное происходящему при ее высыхании [4, 6].

Практический опыт бурения скважин позволил выработать различные технические и технологические способы по предупреждению неустойчивости ствола скважины. В основном, к этим способам относятся регулирование параметров бурового раствора (показатель фильтрации и косвенно вязкость бурового раствора) и регулирование физико-химического взаимодействия бурового раствора на стенки скважины.

Таким образом, способы предупреждения неустойчивости ствола скважины можно классифицировать следующим образом: контроль плотности бурового раствора; применение буровых растворов на водной основе с высокими ингибирующими и крепящими свойствами; применение буровых растворов на безводной основе; установка закрепляющих поверхность породы в призабойной зоне пласта ванн.

Список использованных источников:

1. Вадецкий, Ю. В. Бурение нефтяных и газовых скважин : учебное пособие / Ю. В. Вадецкий. – Москва: Академия, 2011. – 352 с. – Текст: непосредственный.

2. Басарыгин, Ю. М. Бурение нефтяных и газовых скважин: учебное пособие / Ю. М. Басарагин, А. И. Булатов, Ю. М. Проселков. - Москва: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. – 632 с. – Текст: непосредственный.

3. Басарыгин, Ю. М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин: учебное пособие / Ю. М. Басарагин, А. И. Булатов, Ю. М. Проселков. - М.: Недра, 2000. – 679 с. – Текст: непосредственный.

4. Храмченков, М. Г. Особенности набухания глинистых пород в растворах электролитов / М. Г. Храмченков, Э. М. Храмченков. – Текст: непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 9. – С. 62-63.

5. Мосин, В. А. Устойчивость глинистых пород при бурении нефтяных и газовых скважин / В. А. Мосин. – Москва: Недра, 2017. – 422 с. – Текст: непосредственный.

6. Нечаев, А. С. Обеспечение устойчивости глинистых отложений в горизонтальных скважинах ОАО «Самаранефтегаз» // А. С. Нечаев, А. В. Семин – Текст: непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 11. – С. 38-41.

7. Грей, Дж.Р. Состав и свойства буровых агентов и промывочных жидкостей / Дж.Р. Грей, Г.С.Г. Дарли. – Москва: Недра, 1985. – 509 с. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Кузнецов В.Г., д.т.н., профессор

## ГЛУШЕНИЕ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ АНОМАЛЬНО ВЫСОКИХ ПЛАСТОВЫХ ДАВЛЕНИЙ

Бастриков С.Н., Ваганов Ю.В., Парфирьев В.А.,  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Особые трудности с глушением возникают на скважинах с наличием аномально высоких пластовых давлений в сочетании с низкой проницаемостью продуктивных пластов. При этом, особенностью строительства и ремонта нефтяных и газовых скважин месторождениях Крайнего севера, является сложные климатические (наличие резких перепадов атмосферного давления, низких температур, аномальных ветровых нагрузок) и геокриологические условия (наличие залегания мерзлых пород, мощной толщи неустойчивых пород четвертичных и юрских отложений, зон аномально высоких пластовых давлений), что отмечается на месторождениях группы Большехетского проекта, территориально располагающихся на севере Восточной Сибири.

Поэтому учитывая территориальное расположение и геологический разрез месторождений, при выборе состава жидкости глушения учитывались следующие требования:

- снижение набухания глин;
- температура замерзания;
- коррозионная стойкость;
- совместимость с пластовыми жидкостями;
- создание необходимой плотности, в отсутствие твердой фазы в составе жидкости глушения;
- безопасность для персонала и окружающей среды.

С целью сохранения коллекторских свойств прискважинной зоны скважины, в условиях низкой проницаемости, с целью обеспечения минимально возможного проникновения ЖГ в продуктивный пласт под действием перепада давления в системе “скважина – пласт” (репрессии), и увеличения эффективной вязкости ЖГ, в состав композиции добавляется полимер [1,2].

На основании анализа данных по первичному вскрытию, а также испытанию продуктивных пластов, как в процессе бурения, так и в эксплуатационной колонне, предлагается жидкость глушения, обладающая высокой вязкостью, широкие регулирования структурно – механических свойств, низкий показатель фильтрации, недопустимость нарушения фильтрационно – емкостных свойств коллекторов и эксплуатационных характеристик объекта разработки, не дефицитность и дешевизна применяемых химреагентов, простота технологии приготовления композиции в промышленных условиях, обеспечение пожарной безопасности

при проведении КРС и ТКРС на скважинах. Состав и свойства жидкости глушения представлены в таблице 1.

Таблица 1 -Технологические параметры жидкости глушения

Состав раствора, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Условная вязкость, с	Пластическая вязкость, мПа·с	Показатель фильтрации, см <sup>3</sup> /мин	СНС 1/10, дПа
CaCl <sub>2</sub> - 24,0 Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> – 27,0 ПАЦ-В- 3,0 Вода-46,0	1400	272	53	5,6	29/48

Список использованных источников:

1. Организация супервайзерского контроля при капитальном ремонте нефтяных и газовых скважин / Ю. В. Ваганов, Г. П. Зозуля, А. В. Кустышев, Д. А. Кустышев, А. А. Сингуров [Текст]. – Тюмень: Изд-во «Вектор Бук», 2012. – 192 с.- Текст: непосредственный.

2. Попова, Ж. С. Анализ влияния технологических факторов, свойств пород и жидкостей глушения на проницаемость призабойной зоны пласта на месторождениях Западной Сибири / Ж. С. Попова.- Текст: непосредственный // Известия вузов Нефть и газ. 2014. №3 - С. 62-66.

УДК 622.279.5

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОСТУПЛЕНИЯ ПЛАСТОВОЙ ВОДЫ В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ УЧАСТКЕ СТВОЛА НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ СКВАЖИНЫ**

Бобкова А.А., Беспрозванных А.А., Митенков А., Нанаева С., Спичёв Л.Ф.,  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Известно, что динамика добычи во многом зависит от качества выполнения и успешности работ на всех этапах строительства скважины. Выбор типа заканчивания и обоснование рациональной конструкции забоя является одним из наиболее ответственных этапов. На этом этапе следует, в первую очередь, учесть геолого-физические условия вскрытия залежи: тип коллектора, устойчивость ствола (стенок скважины), потребность проведения работ по изоляции газо- и водоносных участков, вероятность выноса песка, виды последующих работ с целью интенсификации притока и капитального и текущего ремонта скважин [1, 2].

В настоящее время находят применение следующие схемы заканчивания: с открытым стволом; со спуском перфорированного

хвостовика; со спуском эксплуатационной колонны с последующим цементированием и перфорацией [1].

Авторами предлагается технология заканчивания, позволяющая регулировать поступление пластовой воды в горизонтальном участке ствола нефтедобывающей скважины. Технология включает бурение добывающей скважины с горизонтальным входением в продуктивный горизонт. Осуществляют цементирование от кровли продуктивного пласта до устья скважины. После этого в горизонтальный участок скважины спускают хвостовик, оборудованный заколонными пакерами и центраторами, которые располагаются на определенном расстоянии друг от друга. Между заколонными пакерами располагаются скважинные камеры, которые имеют в конструкции карманы для установки штуцеров. Сами камеры находятся под кожухом, пространство между которым и камерой заполнено обработанным гидрофобным материалом проппант. В зоне установки скважинных камер необходимо установить трассеры на тот случай, если нижезалегающая пластовая вода прорвется и начнет поступать через имеющийся штуцер скважинной камеры, то произойдет разрушение самого трассера и уже окрашенный пластовый флюид начнет подниматься к устью скважины. Это позволит оператору определить точный интервал обводнения горизонтального участка скважины. В последующем для отключения проблемного участка на определенный срок на поверхности осуществляется монтаж колтюбинга, через установленные на фонтанной арматуре райзер и превенторы производится спуск непрерывной трубы с отклонителем, к концу которого прикреплен ловитель штуцеров. Гибкую трубу спускают до необходимой глубины, отклонитель попадает в карман скважинной камеры, зацепляет и, при подъеме гибкой трубы вверх, вытаскивает штуцер. Далее аналогично производится спуск гибкой трубы, но уже в карман скважинной камеры устанавливается глухая пробка.

#### Список использованных источников:

1. Заканчивание горизонтальных скважин [Сайт] – 2016г. URL: <https://helpiks.org/7-91197.html>. - Текст: электронный.
2. Урванцев Р.В., Международный студенческий научный вестник: Интеллектуальное заканчивание горизонтальных скважин в условиях высокопроницаемых расчленённых коллекторов с маловязкой нефтью. – 2018. – №2.
3. Агзамов, Ф. А. Проблемы заканчивания горизонтальных скважин / Ф. А. Агзамов, Аарон Мортхи Гбогбо. – Текст: непосредственный // Нефтегазовое дело. – 2018 г. - №3 – 6-28с.
4. Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева: Проектирование многоствольных скважин Основные принципы технологии многоствольного бурения [Сайт]. – 2015г. -URL: <https://studfiles.net/preview/4168348>. - Текст : электронный

5. Snabur [Сайт]. - URL: - <http://snabur.ru/novye-skvazhiny-s-tehnologiej-fishbon>. - Текст : электронный

6. Алексеев, А., Эволюция гидроразрыва / А. Алдекеев. – Текст: непосредственный // Сибирская нефть. - 2017.

7. Пат. RU2 601 641С2. Многозонное заканчивание с гидравлическим разрывом пласта: № 2014111808/03, 21.08.2012; опубл. 10.11.2016 / Рэйвенсберген Джон Эдвард, Лон Лайл Эрвин, Мисселбрук Джон Дж.; патентообладатель Бэйкер Хьюз Инкорпорейтед. – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Леонтьев Д. С., ассистент

УДК 622.24

## **АНАЛИЗ РАЗМЕЩЕНИЯ СКВАЖИН НА КУСТОВОЙ ПЛОЩАДКЕ**

Исанбердин В.М.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время активно используется кустовое бурение, подразумевающее размещение устьев скважин на одной площадке. Такой подход позволяет, по сравнению с бурением одиночных скважин, экономить ресурсы на обустройстве площадок для бурения, прокладке инфраструктуры, сократить сроки строительства за счёт отсутствия необходимости, в рамках одной кустовой площадки, в разборе и сборке буровой установки для её перемещения к следующему устью. Однако есть ограничения по размещению скважин на одном кусте, которые отражены в нормативной документации.

Согласно [1], устанавливается размещение скважин группами. Проектом устанавливается число скважин в группе, однако оно не должно превышать 8. Расстояние же между соседними группами скважин должно превышать 15 м. В общем случае, дистанция между устьями скважин в одной группе должно быть не менее 5 м. В исключительных случаях, проектом по согласованию с Госгортехнадзором России допускается установление расстояния менее 5 м. Однако, даже так, оно не может быть менее 2 м. Если куст будет располагаться на вечномёрзлых грунтах, расстояние между устьями скважин устанавливается на основании предполагаемого радиуса растепления в непосредственной близости от скважины.

Согласно [2], количество скважин на кусте не должно превышать 24. При этом их устья должны быть выстроены по одной прямой и разделены на группы. Допустимое количество скважин на нефть в одной группе не более 4. Верхним пределом суммарного дебита добываемого флюида с одного куста нефтедобывающих скважин является значение 4000 т/сут, а

для газового фактора потолком является значение  $200 \text{ м}^3/\text{м}^3$ . Что касается скважин на газ, то к ним предъявляются более высокие требования. Промежуток от одной группы скважин до другой должен составлять, как минимум 60 м. Дистанция между соседними устьями газоконденсатных и газовых скважин размещённых в одной группе должна, по меньшей мере, в 1,2 раза превосходить диаметр ареала растепления мёрзлых пород, спрогнозированного на 20 лет бесперебойной работы скважин, но обязательно должна превосходить установленный минимум, а именно 20 м. Количество же скважин в одной батарее устанавливается на основании суммарного дебита этой батареи:

- $\leq 5 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{сут}$  – добыча газоконденсата;
- $\leq 6 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{сут}$  – добыча газа;

Согласно [2], на месторождениях с коэффициентом аномальности Рпл целевого горизонта более 1,2 общее число добывающих скважин на кусте не может превышать 8, а общий рабочий дебит газовых и газоконденсатных скважин – не более  $5 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Устья скважин расставляются в единую линию с размером свободного пространства в 70 м между ними.

Согласно [2], дистанция между устьем скважины, в которой ведётся добыча флюида, и устьем строящейся скважины должно, как минимум, равняться сумме высоты буровой вышки и запаса в 10 м. Соответственно, если это расстояние не удовлетворяет данному требованию, то эксплуатируемую скважину на период проведения буровых работ нужно законсервировать.

Согласно [3], расстояние между соседними группами скважин должно составлять не менее 15 м в заболоченной местности и не менее 20 м – для скважин, дислоцированных на минеральных грунтах.

Стоит отметить, что в приведённых выше документах устанавливаются ограничения, но не даётся конкретных рекомендаций по принятию окончательных решений. Указывается только, что количество скважин в кусте и группе куста, расстояния между устьями скважин в группах и между группами скважин определяются с учётом дебита скважин, вида добываемого флюида и значения Рпл продуктивного горизонта [2]. Отсюда следует, что в каждом конкретном случае решения принимаются индивидуально, что логично, поскольку каждый случай уникален.

На принятие решений о размещении скважин на кусте влияют как технологические факторы, так и экономические. Последние рассмотрены в статье [4]. На основании изучения источников, мною были выделены следующие определяющие факторы: растепление устья, тип добываемого сырья, Рпл продуктивного горизонта, профиль скважины, требования технической и экономической безопасности. Кроме того, выявлено, что на очерёдность бурения скважин оказывает влияние интересы геологов. Суть конфликта интересов заключается в том, что зачастую район проведения буровых работ недостаточно изучен, поэтому для получения геологической

информации может меняться очередность бурения, сформированная специалистами кустования.

Свою дальнейшую работу я вижу в выявлении причин и закономерностей в принятии решений в конкретных случаях. Для этого будет необходимо проанализировать реальную проектную документацию. Таким образом, основная часть моей дальнейшей работы будет заключаться в анализе проектной документации.

#### Список использованных источников:

1. Инструкция по безопасности одновременного производства буровых работ, освоения и эксплуатации скважин на кусте : РД 08-435-02 – Москва: ЗАО НТЦ ПБ, 2010. – 20с. – Текст: непосредственный.

2. Обустройство нефтяных и газовых месторождений. Требования пожарной безопасности: СП 231.1311500.2015 – Москва: ФГПУ ВНИИПО МЧС России, 2015. – 25с. – Текст: непосредственный.

3. Нормы технологического проектирования объектов сбора, транспорта, подготовки нефти, газа и воды нефтяных месторождений [Текст]: ВНТП 3-85 – Москва: Миннефтепром, 1985 – 221с. – Текст: непосредственный.

4. Самолов, Д. А. Техничко-экономическое обоснование схемы кустования скважин / Д. А. Самолов. – Текст: непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2012. – №12. – С. 23-25.

Научный руководитель: Кузнецов В.Г., д.т.н., профессор

УДК 608.2

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПУАТАЦИИ СКВАЖИНЫ, ВСКРЫВШЕЙ НЕФТЯНУЮ ОТОРОЧКУ**

Зубанков В. С., Голубятникова Е. П., Эрмакова Ю. К., Голубев Д. В.,  
Требунский Д. В.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Предлагаемая авторами технология относится к нефтедобывающей промышленности, а именно к эксплуатации скважины, вскрывшей нефтяную оторочку, с наличием подошвенных вод в нижней части залежи и газовой шапки в верхней части.

Задача, стоящая при реализации технологии, состоит в повышении эффективности изоляции притока подошвенных вод, а также газа газовой шапки в скважине, вскрывшей нефтяную оторочку, с сохранением нефтенасыщенной толщины пласта.

Достижимый технический результат, который получается в результате реализации технологии, состоит в увеличении радиуса

водоизоляционного и газоизоляционного экранов, а также отсрочки времени обводнения и загазовывания скважины.

Технология эксплуатации скважины, вскрышей нефтяную оторочку, с наличием подошвенных вод в нижней части залежи и газовой шапки в верхней части, включает бурение добывающей скважины с зумпфом ниже водонефтяного контакта на 1-2 м, спуск и цементирование обсадной эксплуатационной колонны, ожидание затвердевания цемента, спуск компоновки для радиального бурения на гибкой трубе, бурение из основного ствола радиальных ответвлений по радиусу необходимой длины (рисунок 1), закачивание под давлением в эти ответвления тампонажного состава на основе ОТДВ «Микродур» с образованием водоизоляционного экрана, докрепление закачанного тампонажного состава цементным мостом от зумпфа до уровня радиальных ответвлений, при этом наращивание цементного моста осуществляют после затвердевания тампонажного раствора из ОТДВ «Микродур», оставление скважины на период ожидания затвердевания цемента, следующий спуск компоновки для радиального бурения на гибкой трубе до уровня газонефтяного контакта, бурение радиальных каналов на уровне газонефтяного контакта по радиусу протяженностью больше радиуса возможного газового конуса, закачивание под давлением в эти ответвления тампонажного состава на основе ОТДВ «Микродур» с последующим докреплением композиции цементным раствором, с образованием газоизоляционного экрана, ожидание времени затвердевания цемента, проведение перфорации эксплуатационной колонны интервале нефтяной оторочки, освоение скважины и вывод на режим.

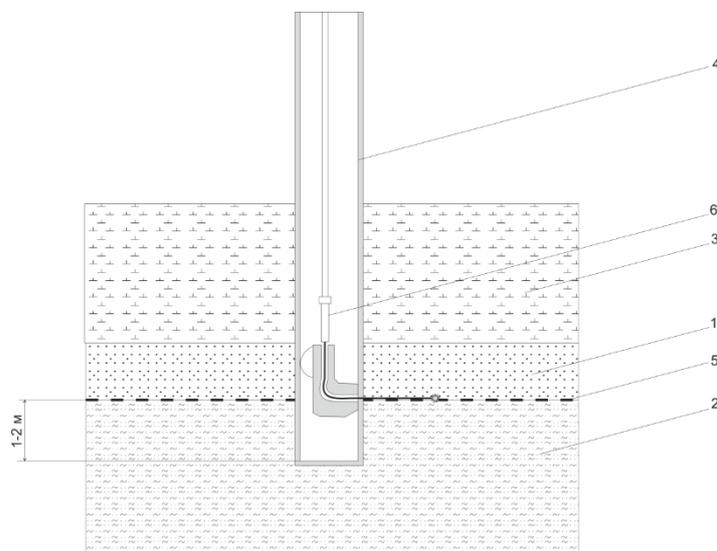


Рисунок 1 – Бурение радиальных каналов на уровне ВНК  
1 – нефтяная оторочка; 2 – подошвенная вода, 3 – газовая шапка;  
4 – скважина; 5 – ВНК; 6 – НТ с компоновкой на гибкой трубе  
(бурение радиальных каналов необходимой длины на уровне ВНК)

#### Список использованных источников:

1. Клещенко, И. И. Изоляционные работы при заканчивании и эксплуатации нефтяных скважин: монография / И. И. Клещенко, А. В. Григорьев, А. П. Телков – Москва : Недра, 1998. – 267 с. – Текст: непосредственный.
2. Клещенко, И. И. Теория и практика ремонтно-изоляционных работ в нефтяных и газовых скважинах: учебное пособие / И. И. Клещенко, Г. П. Зозуля, А. К. Ягафаров. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2010. – 340 с. – Текст: непосредственный.
3. Стрижнев, К. В. Разработка научно-методических основ для создания отечественного программного комплекса «РИР-проект» / К. В. Стрижнев. – Текст: непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 01. – С. 92–94.
4. Пат. 2608103 Российская Федерация, МПК E21B 43/32 (2006.01), C09K 8/493 (2006.01). Способ изоляции газа, поступающего из газовой шапки в нефтяную залежь: № 2015138520 ; заявл. 09.09.2015; опубл. 13.01.2017, Бюл. № 2. – С. 13./ Леонтьев Д.С., Кустышев А.В., Клещенко И.И и др. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет». – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Леонтьев Д.С., ассистент

УДК 622.279.6

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МНОГОСТАДИЙНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА**

Мочалова А. А., Ценева Д.А., Тарасов В. М., Зольников Д. В.,  
Бойзоков Элбек,  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Технология, предлагаемая авторами, заключается в проведение многостадийного гидравлического разрыва пласта (МГРП) с установкой фильтрационного элемента, предотвращающего вынос проппанта, и проведение термобарических и термохимических мероприятий по подготовки керогеновой нефти в скважине.

Проведение МГРП обуславливается необходимостью увеличения проницаемости и трещиноватости сланцев, в результате чего увеличится площадь воздействия термических смесей. Задача фильтрационного элемента – ограничение выноса мелкозернистого материала, за счет чего будет организована постоянная циркуляция проппанта и предупреждение схлопывания трещин.

После установки элемента происходит комплексная водородная термобарохимическая обработка зоны пласта вблизи трещины, которая

включает отдельно-последовательную доставку в трещину через насосно-компрессорные трубы гидрореагирующих и горюче-окислительных, на основе комплексных солей составов.

В результате протекания первичных реакций выделяемый непосредственно в продуктивном пласте водород фильтруется в поры, трещины и микротрещины коллектора, увеличивая его проницаемость и обеспечивая фильтрацию в пласт горячих углеводородного и органического растворителей. Химический процесс гидролиза данного типа гидрореагирующего состава завершается образованием щелочи (ПАВ), действие которой также является положительным фактором улучшения фильтрационной способности зоны близ трещины. Происходит полное обезвоживание порового пространства, образующийся атомарный и молекулярный водород активизирует процессы диффузии, повышение температуры в поровом пространстве, приводит к снижению вязкости АСПО и повышению химической активности углеводородного и органического растворителей.

Таким образом, предварительная обработка наносuspензией существенным образом улучшает проницаемость зоны вблизи трещины, что благоприятно влияет на повышение эффективности обработки в целом, снижение скин-фактора, увеличение производительности (дебита) скважины.

При смешивании второй смеси горюче-окислительного и гидрореагирующего составов с первой смесью горюче-окислительного и гидрореагирующего составов в разогретой зоне вблизи трещины инициируется ряд химических экзотермических реакций с активным генерированием газов  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $NO_2$ ,  $NH_3$ ,  $N_2O_5$  и повышением температуры до  $250-370^\circ C$ , достаточной для горячекислотной обработки ПЗП и частичного гидрокрекинга АСПО.

Генерируемый в ходе (экзотермического) термохимического процесса водород существенно улучшает проницаемость коллектора и способствует фильтрации химически активных компонентов (реакций горюче-окислительных и гидрореагирующих составов) с разложением минеральной части пласта и кольматантами. На высокотемпературной стадии процесса в условиях высоких давлений, в присутствии атомарного и молекулярного водорода и катализаторов реализуется процесс гидрокрекинга.

#### Список использованных источников:

1. Жданов, С. А. Опыт применения методов увеличения нефтеотдачи пластов в России / С. А. Жданов. - Текст: непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2008, – №1. – С. 58.
2. Гидроразрыв пласта как способ разработки низкопроницаемых коллекторов / С.И. Кудряшов [и др.]. - Текст: непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2005. – № 3. – С. 80.

3. Меликбеков, А. С. Теория и практика гидравлического разрыва пласта : учебник / А. С. Меликбеков – Москва : Недра, 1967. – 141 с. - Текст: непосредственный.

4. Потенциал технологии закрепления проппанта для повышения эффективности гидроразрыва пласта / О. В. Акимов [и др.]. - Текст: непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2008. – №12 – С. 31–33.

Научный руководитель: Леонтьев Д.С., ассистент

УДК 622.245.7

### WELL CONTROL USING VOLUMETRIC METHOD

Naji G.A.A.<sup>1</sup>, Ali G. H.<sup>2</sup>, Fadhel A. A.<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.

<sup>2</sup>Университет Киркука, Ирак, г. Киркук.

#### Abstract

The control of the formation pressure; either by ensuring that the borehole pressure is greater than the formation pressure known as (primary control) or by closing BOP valves at surface known as (Secondary control); is generally referred to as keeping the pressure in the well under control.

Well-control means methods used to minimize the potential for the well to flow or kick and to maintain control of the well in the event of flow or a kick. Well-control applies to drilling, well-completion, well-work over, abandonment, and well-servicing operations.

The volumetric method is mostly used in work over and production operations. It is a means of allowing the gas to migrate to surface under control. To allow the bubble to expand the casing pressure is held constant for a given volume of mud bled off. This operation is repeated, holding an ever-increasing casing pressure until the gas reaches the surface (Holding Bottom Hole Pressure constant).

Lubricate & Bleed Also known as Lubrication, it is used when kick fluid reaches the wellhead. It is considered a continuation of the Volumetric Method.

Key word: Well control; Volumetric method; Work over; Secondary control; Bore hole pressure.

#### Introduction

The control of the formation pressure; either by ensuring that the borehole pressure is greater than the formation pressure known as (primary control) or by closing BOP valves at surface known as (Secondary control); is generally The purpose of well control is to ensure that fluid (oil, gas or water) does not flow in an uncontrolled way from the formation being drilled, into the borehole and eventually to surface. This flow will occur if the pressure in the pore space of the formation being drilled (formation pressure) is greater than the hydrostatic pressure exerted by the column of mud in the wellbore (bore hole pressure). It is

essential that the borehole pressure, due to the column of fluid, exceeds the formation pressure at all times during drilling. As the well reach to the artificial lift stage, pumps are installed in the well; therefore, a frequent process of work over interventions is required to maintain the oil production from the formations. Prior to make any intervention the well must be dead, unless none of the work over activity can be conducted. At this point many methods of non-conventional methods to retrieve the primary well control are rise.

#### Objectives

1. Review the procedure of Volumetric, Lubricate & Bleed.
2. Calculate Volume of mud to be bled of during Lubrication.
3. Obtain a curve to monitor pressures in the well.
4. Modelling and Results

X is a virtual well on (DRILLSIM 5000) with the following data:

Annulus Capacity: 0.0489 bbl/ft

Mud Density: 10 lb/gal

Problem: Pump Failure

Kick Type: Gas Kick

Well Depth: 5632 ft

Shoe Depth: 3950 ft

Volumetric Method - Handling

1. Shut the well in and record the initial shut-in casing pressure SICP and initial shut-in drill pipe pressure SIDP.

From (DS 5000) we recorded: SICP = 670 psi, SIDP = 575 psi.

2. Allow the casing pressure to increase by approximately 100 psi (P1) above the original shut-in pressure for safety factor. The safety factor is used because the pressure will always fluctuate a little depending on the man at the choke, so by using a safety factor we make certain that the bottom hole pressure does not drop below the formation pressure so further influx is taken into the wellbore.

$$P2 = SICP + P1$$

$$P2 = 670 + 100 = 770 \text{ psi}$$

3. Allow a new pressure increase 50-100 psi (P3), but do not exceed the fracture pressure at the casing shoe. This pressure is called working range and will determine the amount of fluid in the well bore that represents this pressure.

$$P4 = P2 + P3$$

$$P4 = 770 + 100 = 870 \text{ psi}$$

4. Calculate the migration distance, corresponding to (P3).

$$GMD = P3/MWG$$

$$GMD = 100/0.52 = 192.3 \text{ ft}$$

5. Calculate the volume of fluid corresponding to the pressure increase, i.e. volume to bleed off (Vm).

$$V_m = Cap. \times GMD = (Cap. \times P3)/MWG$$

$$V_m = 0.0489 \times 192.3 = 9.4 \text{ bbl}$$

6. As the annulus pressure increases above (P4) bleed of the calculated volume (Vm) gradually maintaining the pressure (P4) at the choke.

7. After having bleed off the calculated (Vm), let the pressure build up to (P5):  $P5 = P4 + P3$ ;  $P5 = 870 + 100 = 970$  psi.

8. Repeat step 6 and 7 until casing pressure stabilizes as the gas reaches the surface.

When the gas reaches the surface, the gage will read a pressure of 3670 psi and we will have bled off a total of 272.6 bbl of mud.

8. As gas is bled out of the hole the bottom hole pressure will decrease. Additional fluid should be pumped (lubricated) back into the well bore to maintain a constant bottom hole pressure to prevent an additional kick.

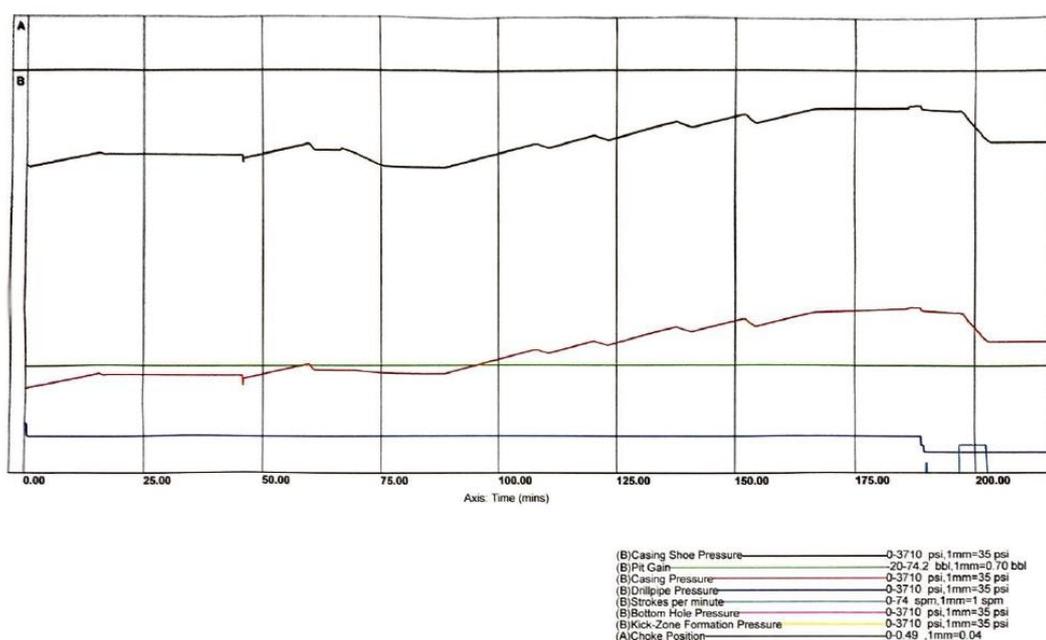


Figure 1 – Pressure Behaviors from (DS 5000)

After we finished the modelling, we got the figure shown above from (DS 5000) which shows the various pressure behaviors throughout the procedure.

### Lubrication Technique

This method is used to reduce the casing pressure when gas is at the surface so that another operation such as stripping or snubbing can be performed.

1. Calculate the hydrostatic pressure, which will be exerted by a certain volume of drilling fluid in the annulus. If we use the same working range as before the volume will be the same.

2. Slowly pump the given volume of fluid into annulus through the kill line. Allow the fluid to "fall" through the gas (by Density Differences). Low yield point fluids are preferable. A small pressure increase ( $\Delta P$ ) may occur due to compression of the gas bubble.

3. Bleed gas from annulus until the surface pressure is reduced by an amount equal to the hydrostatic pressure of the fluid pumped in. Do not bleed off drilling fluid. If the annulus pressure increases during "pumping in" procedure, the amount of this increase ( $\Delta P$ ) should be bled off in addition to the pressure bled for hydrostatic pressure increase. If drilling fluid starts coming back shut-in the choke and wait for the gas to percolate to the surface before continuing to bleed off.

4. Repeat this procedure until all gas has been bled off or the desired surface pressure reached.

#### Conclusions

1. The data collected shows that the well X has started to flow during pulling out of the hole.

2. Volumetric method was used to control the well and strip tubing back to the bottom.

3. Surface pressure increases and may cause blow out due to exceeding of wellhead pressure.

4. Surface pressure controlled by increasing hydrostatic pressure.

5. Strip back completely to the bottom and circulate using a kill mud weight until the well is controlled and operated back to normal.

#### References:

1. Aberdeen Drilling Schools & Well Control Training Centre, (2002): Well Control for the Rig-site Drilling Team. – URL: [https://www.thewellacademy.com/events/categories/iwcf-courses/?gclid=EAIaIQobChMI6bvujvCC5wIVhrUYCh2bgAi4EAAYASAAEgJXBPD\\_BwE](https://www.thewellacademy.com/events/categories/iwcf-courses/?gclid=EAIaIQobChMI6bvujvCC5wIVhrUYCh2bgAi4EAAYASAAEgJXBPD_BwE) . -Text : electronic.

2. Egyptian Drilling Company, (EDC): OGS Training Centre – Basic Well Control Training Manual. – URL: [https://www.thewellacademy.com/events/categories/iwcf-courses/?gclid=EAIaIQobChMIqPLYxPCC5wIVQ6MYCh1LOg0PEAAYASA AEgLnDPD\\_BwE/](https://www.thewellacademy.com/events/categories/iwcf-courses/?gclid=EAIaIQobChMIqPLYxPCC5wIVQ6MYCh1LOg0PEAAYASA AEgLnDPD_BwE/) - Text : electronic.

3. Worthington, P. F. The evolution of shaly-sand concepts in reservoir evaluation / P. F. Worthington/ - Hussain Rabia: Oil Well Drilling Engineering – Principles and Practice.. The Log Analyst, 1985. - Direct text.

4. Hussain, Rabia Well Engineering and Construction, 2001. - URL: <http://petrolibrary.ru/hussain-rabia-well-engineering-i-construction.html/> - Text : electronic.

5. Robert D. Grace, Bob Cudd, Richard S. Carden, and Jerald L. Shursen, (1994): Advanced Blowout & Well Control.- URL: <https://www.slideshare.net/Caoquangtrinh/advanced-blowout-and-well-control-robert-d-grace> - Text : electronic.

6. Pål Skalle, (2011): Pressure Control During Oil Well Drilling. Interactive petrophysics software user manual, version 3.5, 2008. – URL: <https://www.thuvienso.bvu.edu.vn/bitstream/TVDHBRVT>. - Text : electronic.

УДК 622.06

## **FISHBONES WELL DRILLING TECHNOLOGY**

Nikulina Y. V.,

Industrial university of Tyumen, Tyumen

The article describes an innovative horizontal well drilling technology, namely, Fishbones, which owes its name to the similarity between the well structure and the fishbones.

Nowadays only an insignificant amount of undeveloped oil and gas fields can be referred to as having a simple geological structure. Horizontal drilling is widely used to obtain the maximum hydrocarbon inflows in the fields, which, by their geological structure are considered challenging due to tectonic faults, local changes in lithology, etc.

Horizontal drilling also incorporates a comparatively new Norwegian Fishbones Drilling technology. It offers a specific well structure, where numerous branch boreholes – often called pins – come from the main horizontal wellbore. According to the drilling objectives, pins can be drilled both within the same geological object and in other adjacent areas. The length of a pin cannot surpass 12 m.

Like hydraulic fracturing, Fishbones Well Drilling technology aims at increasing well productivity and enhancing the reservoir fluid inflow. It provides an effective approach to solving such problems as low recovery rate and high drilling cost. Fishbone-shaped wells, with multilateral wellbores and increased reservoir drainage area, improve the single well production rate, in comparison with conventional horizontal wells.

Fishbones Well Drilling technology enables a substantially extended coverage of oil-saturated areas of the reservoir, as well as an efficient connection between multilayered deposits separated by low permeability interlayers, thus reducing the economic risks in heterogeneity stratum. The technology was successfully tested in the field, while applied for reservoirs of various lithological compositions, namely, carbonate, sand and crystalline basement rocks. In spite of the fact that drilling such wells is more challenging, it is much less costly than drilling separate wells of an identical purpose. In addition to this, the technology has proved to be more ecologically friendly, the volumes of process fluid used being decreased and, thus, requiring no recycling [1].

Therefore, we may state the following implementation advantages of Fishbones Well Drilling technology:

1) The well drilling and engineering costs can be reduced, such as drilling operation, rig transportation, rig up, rig down, casing, cementing, drilling fluid,

waste mud, etc. Drilling differently directed multilateral wellbores results in intensifying the reservoir fluid extraction without expensive well drilling operations. Moreover, the cost of surface oil production and transportation can be decreased.

2) Reserves can be re-estimated and their volumes can increase. Oilfields, which were previously estimated as small and economically unprofitable, are being put into operation due to applying this cost-reducing technology.

3) The control of the coverage can be enhanced for the oilfield in operation. With a relatively small amount of drilling operations, Fishbones Well Drilling technology allows to considerably extend the coverage of oil-saturated reservoir areas [2].

Fishbones Well Drilling technology exerts an obvious positive influence on the environmental and economic aspects of drilling.

In Russia the technology under consideration is being applied by *Gazprom Neft*, which demonstrated how it could be applied offshore. To enhance oil production in Prirazlomnoye oilfield, *Gazprom Neft Shelf* drilled one of the most challenging wells on the Arctic shelf [2].

Moreover, according to the 2016 data, the described technology was tested on four wells of Vostochno-Messoyakhskoye oilfield, which is located in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug and constitutes the northernmost onshore oilfield in Russia, where production is currently ongoing. Applying this innovative technology resulted in greater drilling efficiency, together with eliminating several technological limitations in the field development. The fishbone construction allowed each of the laterals to be directed at separate reservoirs. The total length of all wells drilled stands at more than ten kilometers, where over six kilometers comprises length of the lateral wellbores. Fishbones Well Drilling technology resulted in a 40-percent increase in the initial oil flow rate in comparison with conventional horizontal wells [3], thus having become an integral part of the company's technology strategy, etc.

The optimization process of fishbone-shaped wells and the well path of the main wellbore are identical to traditional horizontal wells, while the planning of the former is more complex. The essential engineering problems concern the optimization of the number, length and angle of the laterals, the offset from the main wellbore and the distance between the laterals.

#### References:

1. Norwegianamerican. – URL: <http://www.norwegianamerican.com/business/fishbones-sucks-the-marrow-fromwells/>. - Text : electronic.

2. Ivanitskiy, A. V. Fishbones Drilling Technology / A.V. Ivanitskiy // *Alleya Nauki*, 2018. – № 2 (18). – p. 2-4. - Text : electronic.

3. Neftegaz.ru. – URL: <https://neftegaz.ru/news/drill/216605-fishbone-messoyakhaneftegaz-oproboval-novuyu-tekhnologiyu-bureniya-gorizontalnykh-skvazhin-ne-trebuyu/> - Text : electronic.

Научный руководитель: Кудряшова С.Б.

## **ОБ ИЗОЛЯЦИИ КОНУСОВ ПОДОШВЕННЫХ ВОД В ГАЗОДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИНАХ**

Сабурова Е.А., Цыцельская В.А., Рамих С.С., Золотухин Н.В.,  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

При разработке газовых месторождений, особенно на завершающей стадии, по мере снижения пластового давления в газонасыщенные пласты внедряются подошвенные воды. Сначала к забою скважины они подтягиваются в виде конуса, а затем через перфорационные отверстия начинают поступать в скважину. Жидкость начинает скапливаться на забое, при этом скорости газового потока становится недостаточно для её выноса на устье скважины. Именно поэтому вода постепенно поднимается по стволу и, перекрывая интервал перфорации, ограничивает поступление газа из скважины. Таким образом, это приводит к уменьшению дебита газа и постепенному задавливанию скважины. Также, движение жидкости из продуктивного пласта к забою скважины влечет за собой ускорение разрушения пласта и образование на забое песчаной пробки, которая перекрывает интервал перфорации скважины и препятствует выходу газа из пласта [1].

Одним из основных методов по предотвращению образования конусов подошвенных вод на газовых и газоконденсатных месторождениях является проведение водоизоляционных работ. Осуществляется ограничение водопритока путем установки экранов по мере внедрения воды в пласт или изменения фазовой проницаемости коллектора с её ухудшением проницаемости для водонасыщенных участков.

Так на данный момент закачка цементных растворов для установки искусственных водонепроницаемых экранов не дает существенного эффекта в связи с отсутствием возможности создания водоизоляционного экрана большой протяженности по радиусу от оси скважины, т.к. за его пределами вода способна обойти экран и обводнение скважины будет продолжаться. И, как следствие, при дальнейшей разработке газового месторождения в течение некоторого времени после установки водоизоляционного экрана вода продолжит поступать к забою, что потребует повторной установки экрана и дальнейшего перфорирования, а соответственно, и спуска дополнительного оборудования, что приводит к дополнительным затратам. При том не исключено, что при повторной перфорации нарушается герметичность цементного камня. Это приводит к образованию трещин и дальнейшему поступлению подошвенной воды через них [2].

Альтернативным и перспективным способом изоляции газодобывающих скважин является применение селективных методов, т.к.

состав для водоизоляции, закачиваемый во всю перфорированную часть пласта, поступает практически только в водонасыщенную часть и образует тампонажную массу, снижая фильтрационные свойства только данной части и не ухудшая проницаемость газопроводящих зон и пропластков. Также, существуют составы, которые при попадании в продуктивную часть пласта легко удаляются потоком газа, что существенно облегчает восстановление проницаемости данной части и дальнейшую добычу углеводорода [3].

Широкий выбор материалов позволяет легко изменять и подбирать необходимые технологии обработки призабойных зон скважин с различными свойствами. Но при этом селективные методы отличаются сложностью закрепления реагентов и при их использовании необходимо следить за тем, чтобы они не вымывались.

Использование селективных методов как способов по изоляции конусов подошвенных вод в газодобывающих скважинах в последнее время получает все большее распространение, т.к. они обладают меньшим количеством недостатков по сравнению с установкой искусственных водоизоляционных экранов с закачкой цементного раствора. Селективность методов позволяет быстрее изолировать скважину, не ухудшает фильтрационные свойства продуктивных пластов и имеет больший радиус распространения, нежели при применении неселективных методов, что исключает возможность воды обойти экран и продолжить поступать на забой скважины. Именно поэтому использование данных технологий имеет положительный опыт в практическом использовании.

#### Список использованных источников

2. Клещенко, И. И. Теория и практика ремонтно-изоляционных работ в нефтяных и газовых скважинах: учебное пособие / И. И. Клещенко, Г. П. Зозуля, А. К. Ягафаров. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2010. – 344 с. – Текст: непосредственный.

3. Селективные методы ограничения водопритока [Сайт] // Платформа для публикаций Pandia– URL: <https://pandia.ru/text/79/150/90969.php>. - Текст: электронный.

4. Реестр интеллектуальной собственности [Сайт] //– URL: <https://FindPatent.ru>. - Текст: электронный.

Научный руководитель: Леонтьев Д.С., ассистент

## **ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ С ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫМИ ЗАПАСАМИ НЕФТИ**

Солодянкина М. А., Песцов С. А., Новиков А. М., Нику Д. А., Ысаков К. А.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Авторами предлагается технология добычи трудноизвлекаемых запасов нефти, включающая бурение нагнетательной скважины, которая вскрывает продуктивного горизонта с трудноизвлекаемыми запасами нефтью, а также горизонт с высокотемпературными термальными водами, расположенным по геологическому разрезу ниже продуктивного горизонта. После этого проводят комплекс работ по заканчиванию скважины (а точнее осуществляют спуск и цементирование обсадной колонны, перфорирование скважины в интервале горизонта с термальными водами).

Далее в интервал продуктивного горизонта на бурильных трубах проводится спуск компоновки для радиального бурения (радиальная перфорация). Производят разбуривание эксплуатационной колонны, цементного камня с образованием в продуктивном пласте радиального канала большой протяженности.

После образования первого радиального ответвления осуществляют поворот направляющей компоновки в той же плоскости на 45 градусов и проводят аналогичные операции по проводке следующего радиального ответвления, далее аналогичные операции по проводке последующих радиальных ответвлений проводят после поворота направляющей компоновки на следующие 45 градусов.

После проведения операций по бурению радиальных каналов в одной плоскости продуктивного горизонта, проводят бурение радиальных каналов ниже этой плоскости, но в толщине продуктивного горизонта по аналогичным операциям, описанным выше. При необходимости радиальные каналы обсаживаются (к примеру, если применять технологию компании «Перфобур»).

После извлечения компоновки в скважину спускают колонну НКТ со струйным насосом, пакера механического действия, циркуляционного клапана, пакера упорного, скважинных камер с клапанами для закачки воды, пакера упорного, два обратных клапана, аварийного разъединителя, температурного компенсатора.

Такая скважина работает следующим образом.

Скважину запускают в эксплуатацию струйным насосом для добычи термальных вод из горизонта. Добываемая вода поступает по колонне НКТ и за счет того, что в компоновке предусмотрены обратные клапаны прокачивается в продуктивный горизонт через скважинные камеры и

проходит в горизонт через радиальные каналы, что позволяет воде из горизонта, обладающей высокой температурой, проникать в глубь продуктивного пласта.

#### Список использованных источников

1. Пат. 183771 РФ. E21В 33/122 (2006.01), E21В 43/24 (2006.01). Оборудование нагнетательной скважины для одновременной добычи термальных вод и закачки их в пласт с трудноизвлекаемой нефтью .-№ 2017147081, заяв. 29.12.2017; Опубликовано: 02.10.2018 Бюл. № 28: /Д.С. Леонтьев,Е.В. Пасынков А. Г., Клещенко И.И. и др. ; патентобладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тюменский индустриальный университет". – Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Леонтьев Д.С., ассистент

УДК 622.245

### **ДОБАВКИ К ТАМПОНАЖНЫМ РАСТВОРАМ ДЛЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ СКВАЖИН С ПОВЫШЕННЫМИ ПЛАСТОВЫМИ ДАВЛЕНИЯМИ И ТЕМПЕРАТУРАМИ**

Фролов С.Ю., Рожков С.Ю., Рожкова О.В.,  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Цементный камень на основе портландцемента, как известно, при повышенных температурах и давлениях, теряет свою прочность, поэтому для крепления скважин в осложненных условиях используют тампонажные композиции с различными минеральными добавками, однако, все добавки различаются по своим свойствам, поэтому их исследования и анализ являются достаточно актуальным вопросом.

К добавкам для создания термостойчивого тампонажного материала и обеспечения качественного цементирования обсадных колонн глубин более 3000 м относят микросферы, кварцевый песок, микрокремнезем, золунос, доменный шлак и проч.

Все добавки для цементирования скважин с высокими давлениями и температурами имеют как достоинства, так и недостатки, это приводит к необходимости использования и внедрения каких-либо других добавок в тампонажный цемент для качественного крепления высокотемпературных и глубоких скважин.

Характеристики минеральных добавок представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики минеральных добавок

	Фактор прочности	Размер частиц, Мкм	Удельная поверхность	Пуццолановая активность
Портландцемент	1,0	1-100	2800-3500	
Микрокремнезём	1,8-2,0	≤1,0	≥15000	85-98%
Доменный шлак	0,9	≤50	4900-5200	≥55%
Кремнистая зола – унос	0,8-1,0	1-100	1500-3000	≥70%
Основная зола – унос	0,5-0,7	1-100	1500-3000	≥50%

Из представленной информации можно сделать вывод, что доменный шлак обладает наилучшими характеристиками, по сравнению с другими минеральными добавками. На основании полученных выводов принято решение о дальнейшем исследовании молотого доменного шлака.

Исследования проводились на образцах цементного камня 50х50 мм при повышенных температурах (до 200 °С) и 40х40х160 мм при нормальных температурах (до 90 °С), образцы получены из цементного теста нормальной плотности (1650-1850 кг/м<sup>3</sup>), твердели в среде, представленной технической водой по режиму: подъем температуры до максимального предела (75, 90, 120, 150, 200 °С) в течение двух часов, выдержка в данной температуре в течение 24, 48, 72 часов, 10 и 28 суток.

Молотый доменный шлак вводился в количестве: 20 %, 40 %, 50 %, 70 %, от массы клинкера, представленной ПЦТ–I–G–CC-1, сухая смесь тщательно перемешивалась. В таблице 2 представлена сравнительная характеристика тампонажных составов и камня с добавлением доменного шлака и условий его твердения.

Таблица 2 – Результаты лабораторных испытаний влияния добавки доменного шлака

№	Состав смеси, мас.%		Условия твердения		Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность на изгиб (2/28 суток), МПа	Нач.сх в.ч-мин.
	ПЦТ I-G	Шлак доменный	Т, 0С	Р, МПа			
3	80	20	75	10	1740	10,5/10,6	3-00
			90	10	1740	12,9/11,8	2-50
			120	30	1740	9,9/9,8	2-20
			150	50	1740	10,3/9,1	2-00
			200	70	1740	7,4/7,0	2-25
5	60	40	75	10	1740	16,2	3-45
			90	10	1740	20,1	2-45
			120	30	1740	12	1-50
			150	50	1740	9,7	1-30
			200	70	1740	12,1	2-45
6	50	50	75	10	1730	9,9	4-00
			90	10	1730	12	3-20
			120	30	1730	12,9	2-05
			150	50	1730	19	1-25
			200	70	1730	37,5	2-00
8	30	70	75	10	1750	9,3	4-30
			90	10	1750	9	4-00
			120	30	1750	21,3	2-25
			150	50	1750	15,6	1-55
			200	70	1750	42,0	1-45

Таким образом, можно сделать вывод, что использовать гранулированный шлак в качестве клинкера тампонажного раствора эффективно и достаточно целесообразно. Шлак рекомендуется использовать совместно с портландцементом и его содержание не должно быть менее 50 %. При этом ожидается улучшение следующих параметров цементного раствора: увеличение реакционной способности с повышением показателей водонепроницаемости, адгезии; коррозионно-термо- и трещиностойкости за счет уплотнения и упрочнения структуры; понижением усадочной деформации, вызванной явлениями контракции [2].

Список использованных источников:

1. Пахарев, А. В. Пористость и проницаемость облегчённых тампонажных растворов / А. В. Пахарев. – Текст: непосредственный // Известия Томского политехнического университета, 2014. – Т.1 – с. 173-176.
2. Овчинников, В. П. Шлакопортландцементный тампонажный материал для крепления высокотемпературных скважин / В. П. Овчинников, Н. А. Аксенова, О. В. Рожкова, Т. А. Харитоновна, В. А. Федоровская. – Текст: непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ, 2016. - № 1. - С.61-67.

Научный руководитель: Овчинников В.П., д.т.н., профессор

УДК 622.24

**ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТЫКОВ ПО  
КЛАССИФИКАЦИИ ТАМЛ ДЛЯ МНОГОСТВОЛЬНЫХ СКВАЖИН**

Шалапин Д.В., Бакирова А.Д.,

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На сегодняшний день строительство многоствольных скважин на месторождениях, на которых существует возможность одновременно-раздельной эксплуатации нескольких нефтегазонасыщенных пластов, является одной из лучших технологий для максимально полного извлечения углеводородного сырья. Данная технология позволяет более полно охватить разрабатываемые объекты, что позволяет снизить объемы бурения и количество отходов в сравнении с разработкой одиночными скважинами. С 1990-х годов ситуация изменилась с началом разведки и освоения месторождений на шельфе арктических морей. На шельфовых и морских месторождениях стоимость бурения чрезвычайно высока, что требовало поиска более экономичных решений для строительства скважин, таким образом новый виток развития получили многоствольные и многозабойные скважины.

Как известно, первопроходцами данной технологии бурения были советские (1953 год, Башкортостан) и американские инженеры. Так, технология многоствольного бурения шла по пути совершенствования технологий зарезки дополнительных боковых стволов и обустройства стыков материнский ствол – ответвление.

В данный момент времени существует классификация по обустройству мест соединений бокового и материнского стволов – ТАМЛ, в которой отображены основные типы стыков, применяемые на практике. Самые распространённые технологические решения такие, как Level 3 и Level 4 по ТАМЛ (рис. 1), требуют от персонала высокой квалификации, а применяемое оборудование для соединения существенно увеличивает

стоимость крепления скважин, что ограничивает строительство многоствольных скважин [1].

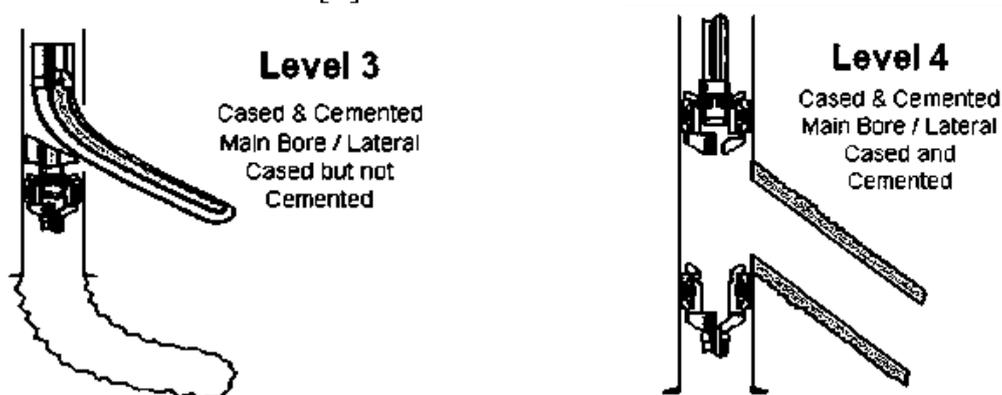


Рисунок 1 – Типы стыков Level 3 и Level 4 по классификации TAML

Упрощение технологии и уменьшение стоимости сооружения стыков в перспективе должны привести к более широкому распространению многоствольных скважин, что в будущем позволит повысить вовлеченность разрозненных залежей нефти и газа на мелких месторождениях. Также это приведет к уменьшениям затрат на обустройство устьев скважин, что особенно актуально на шельфовых и морских месторождениях.

В пример успешного бурения многоствольных скважин можно привести скважины на севере Пермского края, на месторождениях которого в верхней части разреза находятся промышленные запасы калиевых солей, что ограничивает строительство большого числа скважин. Поэтому на месторождении им. Архангельского из пяти добывающих скважин были вырезаны дополнительные стволы из материнской колонны с использованием стыка Level 4 по классификации TAML [2]. Итогами стали:

- 1) 100 % успешность проводки и вырезки бокового ствола;
- 2) Выбранный стык позволил закончить скважины как наклонным стволом, так и стволом с горизонтальным окончанием при сохранении герметичности;
- 3) Возможность одновременно-раздельной эксплуатации продуктивного пласта.

Недостатками технологии являются чрезмерно высокая цена иностранного оборудования и его физический дефицит, что может при аварии остановить процесс строительства скважины на продолжительный срок. Все это ограничивает применение многоствольных скважин.

В перспективе для отечественной промышленности необходимо разработать собственные системы обустройства стыков для снижения стоимости, а также пересмотреть предложенные западными специалистами технологии стыков с целью применения концептуально новых решений.

Список использованных источников:

1. Обеспечение безаварийной проводки горизонтальных боковых стволов в интервалах залегания неустойчивых пород / Д. Л. Бакиров [и др.]. - Текст: непосредственный // Нефтяное хозяйство. - 2011. - № 8. - С. 46 – 49.
2. Технология бурения глубоких скважин: учебное пособие для вузов / М. Р. Мавлютов, Л. А. Алексеев, К. И. Вдовин [и др.]. - Москва: Академия, 2003. – 287 с. - Текст: непосредственный.

Научный руководитель: Кузнецов В.Г., д.т.н., профессор

*Научное издание*

**МАТЕРИАЛЫ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
МОЛОДЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ИМ. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА**

*В авторской редакции*

Подписано в печать 29.01.2020. Формат 60х90 1/16. Усл. печ. л. 19,93.  
Тираж 500 экз. Заказ № 1829.

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.