

АСТ

АРХИТЕКТУРА СТРОИТЕЛЬСТВО ТРАНСПОРТ

ARCHITECTURE • CONSTRUCTION • TRANSPORT



№1 (95)
2021

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ, КОЛЛЕГИ!

Вы держите в руках издание нового формата – научно-информационный журнал «Архитектура, строительство, транспорт». И прежде чем предоставить читателю возможность ознакомиться с содержанием, скажем несколько слов о его замысле и концепции.

Мы живем в удивительное время, когда наука перестала ассоциироваться только с теоретическими, отвлеченными от нашей жизни знаниями. Напротив, она вошла во все сферы деятельности человека, и именно эта повсеместная интеграция натолкнула нас на мысль объединить под одной обложкой материалы теоретического и практического характера по различным отраслям наук, направленные на общие и частные проблемы архитектуры, строительства и транспорта в России и за рубежом. Такой формат предполагает участие в издании журнала ученых, преподавателей, студентов, а также представителей бизнеса и государственных структур, работающих в области архитектуры, строительства и транспорта.

Издание рассматриваем как открытый международный форум, широкую трибуну, с которой можно демонстрировать самые передовые, новаторские идеи, предлагать смелые, отличные от общепризнанных трактовки понятий, по-новому осмысливать давно существующие, равно как и анализировать и объяснять лишь недавно выявленные феномены. С нетерпением ожидаем от наших авторов не только глубоких теоретических исследований, но и практических, научно обоснованных, конструктивных предложений и решений. Издание первого номера журнала в Год науки и технологий знаково и будет способствовать его успешному продвижению в информационном пространстве идей, исследований, технологий.

В заключение позвольте выразить искреннюю благодарность всем членам редакционной коллегии за отзывчивость и согласие принять участие в издании журнала. От нашей слаженной, энергичной и кропотливой работы зависит, станет ли журнал одним из ведущих периодических изданий страны и международных баз цитирования. В этой связи приглашаем всех к диалогу, выдвижению и обсуждению различных инициатив, к участию в творческом процессе, который постараемся реализовать на страницах журнала. Заверяем Вас: мнение каждого автора, предложенные идеи, пути к их воплощению будут услышаны и приняты во внимание.



Главный редактор журнала,
доктор физико-математических наук,
профессор Т. В. Мальцева

Научно-информационный журнал «Архитектура, строительство, транспорт» посвящен рассмотрению широкого круга вопросов теоретического и практического характера, направленных на решение проблем в области архитектуры, строительства и транспорта. Цель журнала – создать доступное информационно-коммуникационное пространство для обсуждения новых знаний, подходов в данных сферах и внедрения научных и технических достижений в практику.

Журнал выходит 4 раза в год

Наименование и содержание рубрик журнала соответствуют отраслям науки и группам специальностей научных работников Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени.

- 05.02.07 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки)
- 05.02.08 Технология машиностроения (технические науки)
- 05.02.13 Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)
- 05.05.04 Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины (технические науки)
- 05.16.09 Материаловедение (по отраслям)
- 05.22.10 Эксплуатация автомобильного транспорта (технические науки)
- 05.23.01 Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки)
- 05.23.02 Основания и фундаменты, подземные сооружения (технические науки)
- 05.23.03 Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (технические науки)
- 05.23.04 Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов (технические науки)
- 05.23.05 Строительные материалы и изделия (технические науки)
- 05.23.11 Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей (технические науки)
- 05.23.17 Строительная механика (технические науки)
- 05.23.20 Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия (архитектура, технические науки, искусствоведение)
- 05.23.21 Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности (архитектура, технические науки)

The scientific and information journal «Architecture, Construction, Transport» addresses a wide range of theoretical and practical issues aimed at solving problems of architecture, construction, and transport. The purpose of the journal is to create an accessible information and communication space for discussing new knowledge and approaches in these areas and introducing scientific and technical achievements into practice.

The journal is published 4 times a year

The name and content of the journal sections correspond to the branches of science and groups of specialties of scientific workers according to the Nomenclature of Scientific Workers' Specialties for which academic degrees are awarded.

- 05.02.07 Technology and equipment for mechanical, physical and technical processing (engineering sciences)
- 05.02.08 Machine-building technology (engineering sciences)
- 05.02.13 Machines aggregates and processes (by industry)
- 05.05.04 Road, construction and lifting and transportation machines (engineering sciences)
- 05.16.09 Materials science (by industry)
- 05.22.10 Operation of motor transport (engineering sciences)
- 05.23.01 Construction structures, buildings and facilities (engineering sciences)
- 05.23.02 Bases and foundations, underground structures (engineering sciences)
- 05.23.03 Heat supply, ventilation, air conditioning, gas supply and illumination (engineering sciences)
- 05.23.04 Water supply sewerage, construction systems for water resources protection (engineering sciences)
- 05.23.05 Construction materials and products (engineering sciences)
- 05.23.11 Design and construction of roads, subways, airfields, bridges and transport tunnels (engineering sciences)
- 05.23.17 Structural mechanics (engineering sciences)
- 05.23.20 Theory and history of architecture, restoration and reconstruction of historical and architectural heritage (architecture, engineering sciences, art history)
- 05.23.21 Architecture of buildings and structures. Creative conceptions of architectural activity (architecture, engineering sciences)

Учредители журнала

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (издатель) Главное управление строительства Тюменской области

Редакционная коллегия

Мальцева Татьяна Владимировна, д. ф.-м. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень – **главный редактор**

Барсуков Владимир Георгиевич, д. т. н., доцент, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Гродно (Республика Беларусь)

Бартоломей Леонид Адольфович, д. т. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Бородинец Анатолий Викторович, д. т. н., профессор, Рижский технический университет, Рига (Латвия)

Ватин Николай Иванович, д. т. н., профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург

Волков Андрей Анатольевич, д. т. н., профессор, член-корреспондент РААСН, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва

Грдич Зоран, д. т. н., профессор, Нишский университет, Ниш (Сербия)

Захаров Николай Степанович, д. т. н., профессор, действительный член Академии транспорта РФ, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Ковенский Илья Моисеевич, д. т. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Мамян Заруи Генриховна, кандидат архитектуры, Национальный университет архитектуры и строительства Армении, Ереван (Армения)

Миронов Виктор Владимирович, д. т. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Мерданов Шахбуба Магомедкеримович, д. т. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Овчинников Игорь Георгиевич, д. т. н., профессор, действительный член Академии транспорта РФ, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь

Панфилов Александр Владимирович, кандидат архитектуры, доцент, Департамент строительства, архитектуры и земельных отношений Администрации города Салехарда, Салехард

Райчик Марлена, д. т. н., профессор, Ченстоховский технологический университет, Ченстохова (Польша)

Соколов Владимир Григорьевич, д. т. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Тарасенко Александр Алексеевич, д. т. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Ци Чэнчжи, д. ф.-м. н., профессор, Пекинский университет гражданского строительства и архитектуры, Пекин (Китай)

Чекардовский Михаил Николаевич, д. т. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Редакционный совет

Набоков Александр Валерьевич, к. т. н., доцент, директор Строительного института, Тюменский индустриальный университет – **председатель**

Перевалов Павел Анатольевич, начальник Главного управления строительства Тюменской области

Кучерявый Алексей Александрович, директор ГАУ Тюменской области «Управление государственной экспертизы проектной документации»

Малышкин Александр Петрович, к. т. н., доцент, Тюменский индустриальный университет

Нанака Виктор Николаевич, первый заместитель директора АО «ЮТЭК региональные сети»

Бабийчук Михаил Владимирович, председатель Правления СРО Союз «Строители ЯНАО»

Табанакоев Андрей Владимирович, председатель Тюменского отделения Союза архитекторов России

Воронцов Вячеслав Викторович, к. т. н., доцент, директор Департамента образования Администрации города Тюмени

Редакция

Маслова Евгения Анатольевна – редактор
Николаева Юлия Юрьевна – редактор
Николюк Светлана Анатольевна – дизайнер

Адрес редакции

625001, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2,
Тюменский индустриальный университет, к. 117
Телефон (3452) 28-37-50, e-mail: ast@tyuiu.ru

Journal Founders

FSBEI HE «Industrial University of Tyumen» (publisher) General Administration of Construction of the Tyumen region

Editorial Board

Tatyana V. Maltseva, D. Sc. in Physics and Mathematics, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen – **editor-in-chief**

Vladimir G. Barsukov, D. Sc. in Engineering, Associate Professor, Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno (Republic of Belarus)

Leonid A. Bartolomey, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Anatoliy V. Borodinec, D. Sc. Engineering, Professor, Riga Technical University, Riga (Latvia)

Nikolay I. Vatin, D. Sc. in Engineering, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg

Andrey A. Volkov, D. Sc. in Engineering, Professor, Corresponding Member of the RAACS, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow

Zoran Grdić, D. Sc. in Engineering, professor, University of Niš, Niš (Serbia)

Nikolay S. Zakharov, D. Sc. in Engineering, Professor, Full Member of the Academy of Transport of Russian Federation, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Ilya M. Kovenskiy, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Zarui G. Mamyan, C. Sc. in Architecture, National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan (Armenia)

Viktor V. Mironov, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Shakhbuba M. Merdanov, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Igor G. Ovchinnikov, D. Sc. in Engineering, Professor, Full Member of the Academy of Transport of Russian Federation, Perm National Research Polytechnic University, Perm;

Alexander V. Panfilov, C. Sc. in Architecture, Associate Professor, Department of Construction, Architecture and Land Relations of the Administration of Salekhard, Salekhard

Marlena Rajchik, D. Sc. in Engineering, Professor, Czestochowa University of Technology, Czestochowa (Poland)

Vladimir G. Sokolov, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Alexander A. Tarasenko, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Chengzhi Qi, D. Sc. in Physics and Mathematics, Professor, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing (China)

Mikhail N. Chekardovskiy, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Editorial Council

Alexander V. Nabokov, C. Sc. in Engineering, Associate Professor, Director of the Construction Institute, Industrial University of Tyumen – **Chairman**

Pavel A. Perevalov, Head of the General Administration of Construction of the Tyumen region

Alexey A. Kucheryavy, Director of the State Autonomous Institution of the Tyumen Region "Department of State Expertise of Project Documentation"

Alexander P. Malyshkin, C. Sc. in Engineering, Associate Professor, Industrial University of Tyumen

Viktor N. Nanaka, First Deputy Director of "UTEK-RS" JSC

Mikhail V. Babychuk, Chairman of the Board of the SRO Soyuz "Stroiteley YaNAO"

Andrey V. Tabanakov, Chairman of the Tyumen Branch of the Union of Architects of Russia

Vyacheslav V. Vorontsov, C. Sc. in Engineering, Associate Professor, Director of the Department of Education of the Administration of Tyumen

Edition

Evgeniya A. Maslova – editor

Yuliya Yu. Nikolaeva – editor

Svetlana A. Nikolyuk – designer

Editorial office

625001, r. Tyumen, 2 Lunacharskogo St.,
Industrial University of Tyumen, office 117
Phone (3452) 28-37-50, e-mail: ast@tyuiu.ru

Содержание

Архитектура

А. И. Клименко, О. С. Порошин, А. Н. Федоров, А. Б. Храмцов

Мировой и отечественный опыт проектирования причальных сооружений 6

Строительство

Е. Р. Трефилина, И. А. Трефилин

Строительство зданий и сооружений на двухфазных упругих основаниях 20

О. Л. Уманская, Н. А. Кривчун

Разработка методики оптимального проектирования композитной пластины в условиях колебаний 30

Г. А. Зимакова, В. А. Солонина, М. П. Зелиг

Высокоэффективные бетоны с применением комплексных добавок и местных сырьевых ресурсов 38

А. Г. Жулин, А. Х. Аминова, Л. В. Белова

Определение количества расходуемой воды различными водопотребителями жилого сектора 47

М. А. Мелин, Н. Л. Бреус

Совершенствование способов ведения исполнительной документации в строительной организации 58

Транспорт

Ш. М. Мерданов, Г. Г. Закирзаков, И. В. Кукарских

Комплекс машин и оборудования для благоустройства береговой линии водоемов с переработкой отложений 64

Д. О. Алекин, Д. М. Вохмин

Применение системы slide out в мобильной станции технического обслуживания легкового автотранспорта для увеличения габаритных размеров 71

И. П. Попов

Начало движения составного транспортно-технологического средства с упругими сцепками 79

Информация для авторов

Правила подготовки рукописи (на русском языке) 88

Правила подготовки рукописи (на английском языке) 90

Люди, события, факты

Закон о комплексном развитии территорий. Первые шаги (интервью с В. С. Киселевым) 92

И. А. Спиридонов

Стройки без строителей? Взгляд на кадровый вопрос 94

В. В. Крылов

Города-спутники на втором объездном кольце Тюмени.

Альтернативный путь развития растущего города 98

Положение о XX конкурсе «На лучшее достижение

в строительной отрасли Тюменской области за 2020 год» 102

Contents

Architecture

A. I. Klimenko, O. S. Poroshin, A. N. Fedorov, A. B. Khramtsov

World and domestic experience in the design of mooring facilities 6

Construction

E. R. Trefilina, I. A. Trefilin

Construction of buildings and structures on two-phase elastic bases 20

O. L. Umanskaya, N. A. Krivchun

Development of an optimal design methodology of a composite plate
under vibration 30

G. A. Zimakova, V. A. Solonina, M. P. Zelig

High performance concrete with complex additives
and local raw materials 38

A. G. Zhulin, A. Kh. Aminova, L. V. Belova

Determination of the amount of water consumed by various
water users of the residential sector 47

M. A. Melin, N. L. Breus

Improvement of methods of maintaining executive documentation
in a construction organization 58

Transport

Sh. M. Merdanov, G. G. Zakirzakov, I. V. Kukarskikh

Complex of machines and equipment for improvement
of the shoreline of water bodies with sediment processing 64

D. O. Alekin, D. M. Vokhmin

Application of the slide out system in a mobile maintenance
station for light vehicles to increase overall dimensions 71

I. P. Popov

The beginning of movement of a composite vehicle
and technological vehicle with elastic couplings 79

Instructions for Authors

Manuscript preparation guidelines (In Russian) 88

Manuscript preparation guidelines (In English) 90

People, Events, Facts

The law on integrated development of territories. The first steps (*interview with V. S. Kiselev*) 92

I. A. Spiridonov

Construction sites without construction workers? Professional viewpoint about personnel issue 94

V. V. Krylov

Satellite towns at second beltway of Tyumen.
An alternative way of developing a growing city 98

Regulation of the 20th contest «For the best achievement
in the construction Industry of the Tyumen region in 2020» 102

МИРОВОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

А. И. Клименко, О. С. Порошин, А. Н. Федоров, А. Б. Храмцов
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

WORLD AND DOMESTIC EXPERIENCE IN THE DESIGN OF MOORING FACILITIES

Alexander I. Klimenko, Oleg S. Poroshin, Andrey N. Fedorov, Alexander B. Khramtsov
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. Рассмотрен опыт проектирования причальных сооружений в России и других странах. Дана типология причальных сооружений (причалы, пристани, речные вокзалы) и раскрыты их характеристики. На конкретных примерах показаны решения функциональных вопросов эксплуатации и конструирования причальных сооружений. Установлено, что большая часть действующих речных вокзалов в крупных городах России построена в советское время по типовым проектам, без учета местной специфики, что не соответствует современным требованиям. Анализ мирового опыта показал, что такие сооружения можно органично интегрировать в существующий ландшафт, придав им статус объекта многофункционального общественного назначения.

Ключевые слова: проектирование причальных сооружений, порт, причал, пристань, речной вокзал, инфраструктура, водный туризм

Abstract. The experience of the design of berthing facilities in Russia and other countries is considered. A typology of mooring structures (piers, marinas, river stations) is given and their characteristics are disclosed. Specific examples show solutions to functional issues of operation and design of berthing facilities. It was established that most of the existing river stations in large cities of Russia were built in Soviet times according to standard projects, without taking into account local specifics, which does not meet modern requirements. An analysis of world experience showed that such structures can be organically integrated into the existing landscape, giving them the status of an object of multifunctional public purpose.

Key words: design of berthing facilities, jetty marina, river station, infrastructure, water tourism

Введение

Проектирование причальных сооружений – сложный и многозадачный процесс. Он включает в себя анализ существующей ситуации: градостроительного, транспортного каркаса и функционального зонирования; исследование мирового опыта и выработки соответствующих рекомендаций по его применению; решение задач по созданию благоприятной среды. Наиболее острой является проблема сохранения архитектурного наследия и ценного ландшафта, поэтому причальные сооружения должны гармонично сочетаться с существующей застройкой, сохранять дух места, подчеркивать уникальность каждого населенного пункта, его путь историко-культурного развития. При проектировании нужно учитывать и высотность окружающих объектов [1].

Необходимо создать привлекательные для туристов речные остановочные пункты, наполнить их всеми необходимыми функциями, развить инфраструктуру, пробудить интерес к истории населенного пункта. Привлечение туристического потока позволит улучшить инфраструктуру и привлечь дополнительные финансовые ресурсы для развития территории, обратить внимание на существующие проблемы и решить их.

Объект и методы исследования

Объектом исследования в данной работе являются причальные сооружения, их типы, характеристики и практика проектирования в России и за рубежом. В процессе изучения применялся комплекс методов познания: анализ, синтез и обобщение, исторический, логический и сравнительный методы, методы стилистического анализа и визуализации.

Результаты

Система причальных сооружений должна отвечать современным требованиям общества: иметь высокий уровень комфорта, развитую сеть обслуживания, создавать такие условия, чтобы туристам было интересно совершать речные и пешие путешествия, узнавать что-то новое. Постройки на воде и вдоль рек формируют речные фасады городов, создают их архитектурный облик и тем самым влияют на восприятие населенных пунктов. Причальные сооружения городов и поселений должны отражать особенности исторического развития, местного ландшафта и архитектуры. Мосты, речные вокзалы, причалы и пристани представляют собой важное звено для связи суши с водой, являются необходимым элементом транспортной инфраструктуры.

Причальные сооружения в зависимости от функции делятся на причалы, пристани и речные вокзалы (рис. 1) и включают в себя комплекс сооружений, необходимых для швартовки судов, стоянки во время погрузо-разгрузочных работ, посадки и высадки пассажиров и других портовых операций. Различают пассажирские, грузовые, военные и ремонтные причальные сооружения. В зависимости от назначения в состав входят административные постройки, грузовые механизмы, швартовые устройства, склады, помещения касс и залов ожидания [2].

Речной вокзал – это сооружение, необходимое для комплексного обслуживания речного транспорта и пассажиров. По вместимости речные вокзалы делятся на малые (25-300 пассажиров), средние (300-700), большие (700-1500) и крупные (1500 и более). Основными частями речного вокзала являются само здание вокзала и перроны (причалы).



Рис. 1. Типология причальных сооружений

АРХИТЕКТУРА

По своим функциям речной вокзал примерно соответствует железнодорожному и автобусному вокзалам, поэтому в нем находятся те же основные помещения: залы ожидания и касс, зоны питания и торговли. В речном вокзале должны быть предусмотрены все условия для комфортного пребывания пассажиров, их ожидания и отдыха.

Помещения вокзалов подразделяются на операционные (вестибюль, кассовый зал, помещения приема, выдачи и хранения багажа), помещения ожидания и культурно-бытового обслуживания пассажиров (зал ожидания, комнаты длительного пребывания пассажиров, камеры хранения ручной клади, буфеты, кафе, рестораны, санитарно-гигиенические помещения), административно-служебные и подсобные помещения (помещения руководства и дежурных по вокзалу, медпункт, складские, технические, а также бытовые помещения персонала)¹.

Вокзал является частью вокзального комплекса, в который входят все функционально и композиционно взаимосвязанные между собой здания, сооружения и устройства для обслуживания пассажиров и проведения билетных, багажных и других операций.

При проектировании должны быть решены функциональные вопросы будущей эксплуатации объекта, обеспечения его пожарной безопасности², а также конструктивные вопросы, регламентированные строительными нормами и правилами, в частности, связанные с устойчивостью здания, возведенного на берегу, затопляемом или размываемом ледоходом или паводковыми водами^{3,4}.

Размеры и конфигурация перронов речных вокзалов определяются количеством и типом причалов, а также количеством и типом одновременно обрабатываемых судов [3].

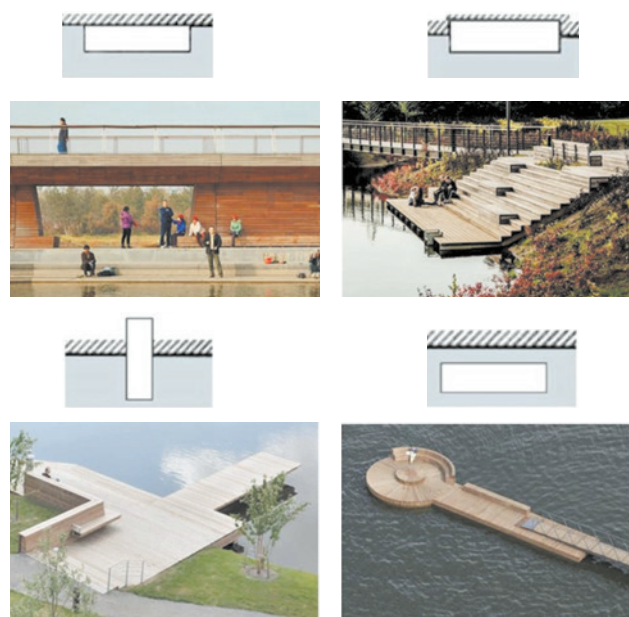


Рис. 2. Типология причалов

Пристань – место для кратковременной стоянки судов. Предназначается для посадки и высадки пассажиров, приема и выдачи груза. Пристань оборудована средствами, необходимыми для выполнения ее функций. Может представлять собой капитальное здание или павильон облегченного типа.

Минимум функций пристани обусловлен тем, что она является местом кратковременного пребывания пассажиров, поэтому необходимы лишь помещения для билетных и багажных операций, залы ожидания и уборные. Пристани обычно имеют 1–2 причала и делятся на постоянные и плавучие, к последним относятся баржа, дебаркадер и понтон.

Причал – специально оборудованное место у берега для швартовки судов, которое обладает минимальными функциями (рис. 2). Причалы делятся на пирсы, набережные (причальные стенки), плавучие и рейдовые причалы [4].

¹СНиП 2-85-80. Ч. 2. Нормы проектирования. Гл. 85. Вокзалы. – Москва : Стройиздат, 1982. – 12 с. – Текст : непосредственный.

²Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018) : принят Государственной думой 4 июля 2008 года : одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 года. – Москва : Проспект, 2018. – Текст : непосредственный.

³СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – Взамен СНиП 2.07.01-89; Введ. 2011-06-17. – Москва : Изд-во стандартов, 1989. – 16 с. – Текст : непосредственный.

⁴СП 356.1325800.2017 Конструкции каркасные железобетонные сборные многоэтажных зданий. Правила проектирования. – Москва : Изд-во стандартов, 2017. – Текст : непосредственный.

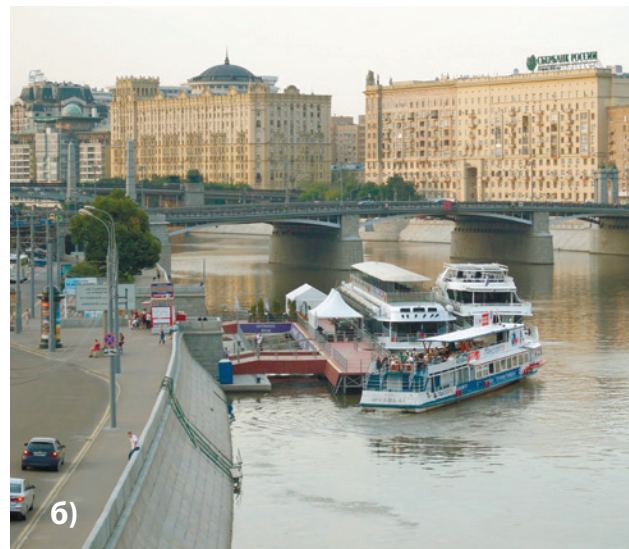


Фото: teplohod.ru

Рис. 3. Причал: а) Парк Горького, Москва; б) Киевский вокзал, Москва



Фото: geosaching.ru

Рис. 4. Дебаркадер: а) Тобольск; б) Рыбинск

Сооружения речных вокзалов и пристаней должны создавать композицию из функционально и композиционно связанных зданий и сооружений, предназначенных для проведения билетных, багажных и других операций. Состав и площадь помещений речного вокзала рассчитываются по вместимости человек⁵.

В России большинство речных вокзалов относится к постройкам советских времен. Крупные речные вокзалы находятся в городах с развитой сетью речного транспорта, например, в Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Волгограде, Ростове-на-Дону (рис. 3).

На промежуточных станциях и в небольших городах чаще всего используются дебаркадеры или простые причалы для швартовки судов (рис. 4). Причалы обладают лишь минимальными функциями и служат только для посадки и высадки пассажиров.

Дебаркадер – здание на воде, состоящее из основания и надстройки. Приречные дебаркадеры – в основном пристани, причалы, спасательные станции, реже гостиницы, рестораны и жилье [4]. Сложность использования дебаркадеров заключается в сезонности. В зимнее время их нужно либо отгонять, либо принимать меры для защиты

⁵СНиП 2-85-80. Ч. 2. Нормы проектирования. Гл. 85. Вокзалы. – Москва : Стройиздат, 1982. – 12 с. – Текст : непосредственный.

фото: archdaily.com



Рис. 5. Проект пирса, Австралия, 2018 г.

конструкции основания. Дебаркадеры в России преимущественно представляют собой типовые непримечательные проекты, не отражающие дух места.

Общественный пассажирский и экскурсионный речной транспорт развит в основном в крупных городах. Общая доля перевозок речным транспортом очень низка из-за сезонности и небольшой скорости передвижения, которая не может конкурировать с автомобилем. Поэтому пассажирские суда в наши дни используются в основном для перевозки туристов (речные круизы).

Основными центрами речного туризма в России являются: Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород и Самара. В этих городах базируется круизный флот.

В Тюмени речной порт (городская пристань) был сооружен в конце XIX в. До этого в городе действовали небольшие частные причалы для приемки и отправки грузов по реке Туре [5]. В настоящее время в городе ведется обустройство ее левого берега.

Круизный туризм стал стабильным сегментом рынка, поэтому и в малых городах открываются новые маршруты для привлечения туристов [6].

фото: archdaily.com

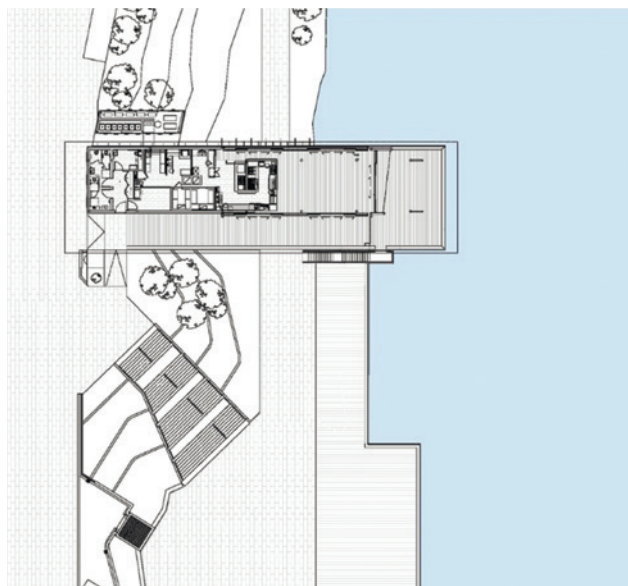


Рис. 6. Структура пирса в Австралии, 2018 г.

Мировой опыт показывает, что причальные сооружения можно органично интегрировать в окружающий ландшафт и создавать многофункциональные общественные пространства. В качестве примера можно привести проект пирса в Австралии (рис. 5).

На ранее заброшенной территории осуществили благоустройство и возвели постройки, которые органично вписались в окружающий ландшафт и явились отражением исторического прошлого места, связанного с ранее существовавшими промышленным районом и заводом.

На территории расположены парк, причал, детские площадки, террасы и места для отдыха [7]. У павильона на нижнем уровне обустроена общественная площадка, а на верхнем располагается ресторан, где подают блюда из местных морепродуктов. Лифт обеспечивает легкий доступ к верхней или нижней террасам (рис. 6).

Другой пример – причал Фальгоса в Португалии, расположенный в месте всемирного наследия ЮНЕСКО, известном своими пейзажами, поэтому важной задачей было вписать архитектуру объекта в природную среду (рис. 7, 8).

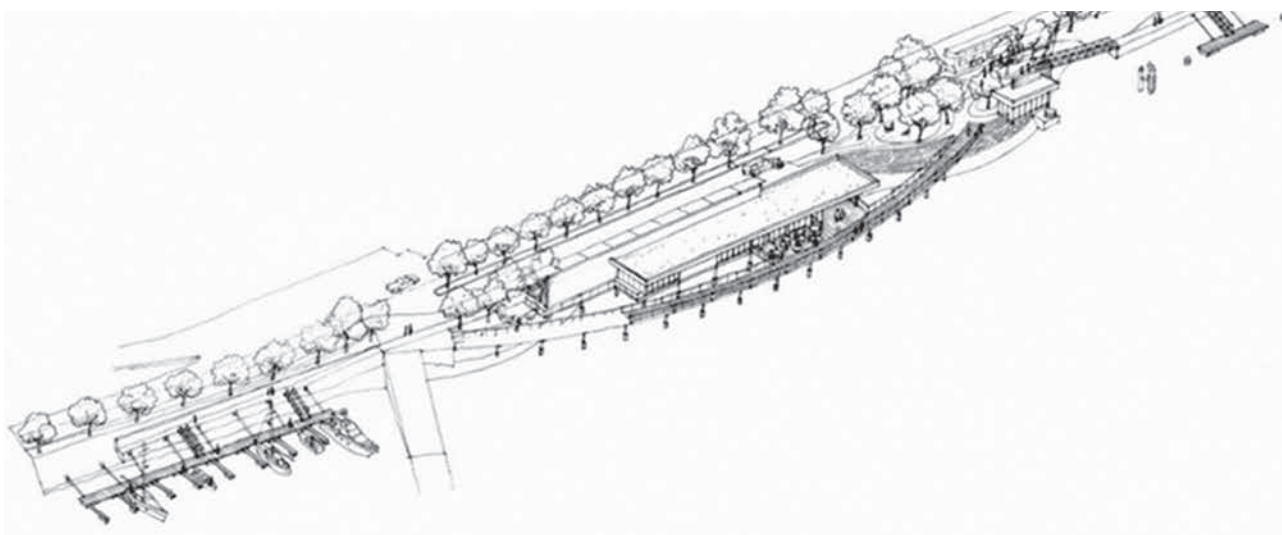


Рис. 7. Проект набережной и причала, Португалия, 2012 г.



Фото: ru.maps.me

Рис. 8. Набережная и причал, Португалия, 2012 г.



Рис. 9. Пирс 15, США, 2012 г.

Проект предусматривал создание причала, туристической зоны и пляжа. На территории туристической зоны находятся два здания: ресторан, оборудованный вспомогательной инфраструктурой для набережной, и туристический информационный центр.

Постройки связывает дорожка, которая является частью пешеходного маршрута. Она располагается над водой, поэтому позволяет беспрепятственно наслаждаться живописным пейзажем.

Здание является частью берега. Зеленая крыша, множество террас и ступеней объединяют пространство. Поскольку архитектура интегрирована в ландшафт, используются естественные материалы: бетон, стекло, дерево и камень.

Пирс 15 – общественное пространство на Манхэттене, имеющее непосредственную связь с водой (рис. 9). Со стороны набережной пирс начинается большой общественной зоной. Два стеклянных объема предназначены под кафе и музей. Между зданиями находится сад.

Интересна отделка нижней части второго яруса. Она состоит из ярко-красных пластиковых панелей, изогнутых так, что напоминают киль корабля.

Китайский проект гребного клуба является отличным примером того, как причальное сооружение может гармонично вписываться в окружающую природу (рис. 10). Все его благоустройство нацелено на максимальное сохранение естественного ландшафта, существующей растительности, кустарников и деревьев. Объект расположен в Парке Века, самом большом парке водно-болотных угодий в центре Шанхая [7]. Проходящая в этом месте река подходит для гребного спорта.

На участке находится небольшой павильон, в котором проходят тренировки, рядом – открытый пирс шириной 4 метра (рис. 11). Прямо в лесу расположены навесы для лодок. Чтобы избежать масштабной вырубki и пересадки, их разместили на существующих открытых пространствах, подходящих для этого.

Чтобы уменьшить влияние на окружающую среду, было использовано специальное мощение: деревянные плитки – только на пути ко входу в здание, остальные дорожки представляют собой решетку из нержавеющей стали. Это не мешает расти низкорослым растениям и оставляет место для передвижения мелких животных.



Рис. 10. Гребной клуб, Китай, 2017 г.



фото: archdaily.com

Рис. 11. Гребной клуб (вид сверху), Китай 2017 г.



Рис. 12. Парк университета Умео, Дания, 2012 г.



Рис. 13. Общий вид Парка Вестре-фьорд, Дания, 2017 г.



Рис. 14. Парк Вестре-фьорд, Дания, 2017 г.

фото: archdaily.com

Парк университета Умео в Копенгагене является одновременно и местом отдыха для студентов, и местом проведения учебных занятий. В парке находится пруд, который оборудован не имеющими ограждений мостиками-причалами, что позволяет добиться эффекта максимального слияния с природой (рис. 12). Материалы использованы только природные – дерево и камень.

Принципы, заложенные в парке кампуса, могли бы найти применение на участках вдоль реки, где не используются системы крупных причалов.

Идея проекта парка Вестре-фьорд в Дании заключается в поощрении прямого контакта с природой, что обеспечивается путем связи суши и воды [7]. Территория проектирования является самым большим ландшафтным парком в Дании. Вода, поля, леса и луга создают условия для новых впечатлений, связанных как с природой, так и с городом (рис. 13).

Парк предлагает множество видов физической активности, чему способствует многофункциональная строительная конструкция, которая одновременно является и крытым павильоном (рис. 14). Архитекторы нашли баланс между природным ландшафтом, запланированными функциональными зонами и водными пространствами.

За счет используемых материалов объект вписывается в ландшафт, силуэтно повторяет окружающую холмистую местность. Здание разделено на несколько павильонов с различными функциями. В них расположены пространства для отдыха, пункты питания, детские зоны и технические помещения.

Набережная Хорнсберг является лауреатом шведской ландшафтной премии. В этом парке вода и суша образуют изогнутую береговую линию. В летние дни парк становится оазисом для посетителей и используется как место для пикников и плавания. Вдоль набережной расположено несколько зон отдыха (рис. 15) [7].

Также в парке есть открытые многофункциональные пространства, границами которых являются деревья. Набережная делится на четыре части. На западе находится пристань с деревянными причалами, выступающими в акваторию озера на различную длину. Три длинных плавучих



фото: archdaily.com

Рис. 15. Набережная Хорнсберг, Швеция, 2012 г.



Рис. 16. Набережная, Польша, 2014 г.

причала создают ощущение парения над водой. Разница в уровне воды и берега образует лестницу, на которой можно сидеть. С этого места открывается вид на водную гладь.

Проект набережной озера Папроканы в Польше является образцом необычного функционального благоустройства. Набережная – место, где местные жители часто проводят время. Рядом находится база отдыха со множеством развлекательных и спортивных аттракционов.

Это еще один проект, направленный на выявление ценностей ландшафта территории и расширение рекреационного пространства города.

Основой набережной является деревянная тропа, идущая вдоль берега, выходящая на некоторых участках за его пределы. Сетка-гамак, натянутая над водой в отверстиях конструкции набережной, предназначена для отдыха посетителей [8]. Специально разработанные скамейки можно использовать в качестве трибун для соревнований по водным видам спорта, организуемых на озере (рис. 16).

Чтобы подчеркнуть естественный характер местности, используются в основном натуральные материалы. Часть построек была специ-

ально покрыта землей и засажена травой. Для отделки променада, скамеек и перил использовалась древесина.

Примером органичного использования деревянных конструкций в архитектуре и умелого их сочетания с современными материалами является проект общественного центра японского архитектора Кенго Кума (рис. 17).

Данный общественный центр включает в себя магазин, кафе и театр. Все помещения объединены одной большой крышей. Есть благоустроенная парковая зона для прогулок и тихого отдыха. Объект находится на территории, известной своими термальными источниками. В своем проекте архитектор применил строительные и ремесленные техники, которыми славится регион.

В мире существует множество аналогов проектирования причальных сооружений – от небольших причалов до крупных вокзальных комплексов. Сегодня в России идет активная разработка проектов по реновации и обустройству набережных. В частности, работы по проектированию причальных сооружений ведутся на набережных Уфы, Казани, Юрьевца и ряда других поволжских городов, также готовятся к ренова-



фото: boty.archdaily.com

Рис. 17. Общественный центр, Япония, 2018 г.

ции набережные северных городов – Когалыма, Нижневартовска и некоторых других. Весь этот опыт важно изучить, понять отрицательные и положительные аспекты, сделать выводы.

Выводы

Анализ мирового и отечественного опыта показывает, что причальные сооружения должны отвечать всем современным требованиям, органично вписываться в окружающую среду и существующую застройку, формировать образ

и силуэт местности. Речные остановки должны быть насыщены различными функциями, являться точкой притяжения для туристов, раскрывать историю места и отражать дух времени. Рассмотрение причальных сооружений позволило разделить их на три типа: причал, пристань и речной вокзал. Причал – самый небольшой прибрежный пункт, он обладает лишь минимальными функциями. Состоит из причальных сооружений и дома зрителя. Пристань вмещает больше людей, имеет большее количество функций. Состоит из

причальных сооружений и небольшого здания речного вокзала, имеющего зону ожидания, зону касс, администрацию и уборные. Речной вокзал – более крупный объект, предназначенный для комплексного обслуживания пассажиров и работы с погрузкой и выгрузкой багажа. Таким образом, для эффективного использования речно-

го транспорта и развития водного туризма важно развивать сети пассажирских причальных сооружений, повышать уровень комфорта пребывания в этих местах и сервисного обслуживания. Это позволит восстановить связи с историко-архитектурными комплексами по течению рек, создать привлекательные для туристов маршруты.

Библиографический список

1. Гельфонд, А. Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений / А. Л. Гельфонд. – Москва : Архитектура-С, 2007. – 278 с. – Текст : непосредственный.
2. Ионов, Б. В. Архитектура речных вокзалов и павильонов / Б. В. Ионов. – Москва : Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1951. – 107 с. – Текст : непосредственный.
3. Смирнов, Г. Н. Порты и портовые сооружения / Г. Н. Смирнов, В. В. Аристархов, С. Н. Левачев [и др.]. – Москва : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2003. – 463 с. – Текст : непосредственный.
4. Чернов, М. И. Словарь морских и речных терминов : в 2-х т. Т. 2 / под общ. ред. М. И. Чернова. – Москва : Речной транспорт, 1956. – 285 с. – Текст : непосредственный.
5. Речкин, М. А. История Тюменского речного порта / М. А. Речкин. – Текст : электронный // Studylib. – URL : <https://studylib.ru/doc/983648/istoriya-tyumenskogo-rechnogo-porta-rechkin-maksim-andreevich> (дата обращения 31.01.2021).
6. Глазычев, В. Л. Урбанистика / В. Л. Глазычев. – Москва : Европа, 2008. – 219 с. – Текст : непосредственный.
7. ArchDaily : [сайт]. – URL : <https://www.archdaily.com> (дата обращения : 13.01.2021). – Текст : электронный.
8. AWX2 blog : [сайт]. – URL : <http://www.blog.awx2.pl> (дата обращения : 16.01.2021). – Текст : электронный.

References

1. Gelfond, A. L. (2007). Arkhitekturnoe proektirovanie obshchestvennykh zdaniy i sooruzheniy. Moscow, Arkhitektura-S Publ., 278 p. (In Russian).
2. Ionov, B. V. (1951). Arkhitektura rechnykh vokzalov i pavil'onov. Moscow, Gosudarstvennoe izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu i arkhitekture Publ., 107 p. (In Russian).
3. Smirnov, G.N., Aristarkhov V.V., Levachev S.N., Sidorova A.G., & Korchagin E.A. (2003). Porty i portovye sooruzheniya. Moscow, ASV Publ., 463 p. (In Russian).
4. Chernov, M. I. (1956). Slovar' morskikh i rechnykh terminov. Tom 2. Moscow, Rechnoy transport Publ., 285 p. (In Russian).
5. Glazychev, V. L. (2008). Urbanistika. Moscow, Evropa Publ., 219 p. (In Russian).
6. Rechkin, M. A. Istoriya Tyumenskogo rechnogo porta/ (In Russian). Available at: <https://studylib.ru/doc/983648/istoriya-tyumenskogo-rechnogo-porta-rechkin-maksim-andreevich/>. (accessed 23.06.2020).
7. ArchDaily. (In English). Available at: <https://www.archdaily.com> (accessed 13.01.2021).
8. AWX2 Blog. (In English). Available at: <http://www.blog.awx2.pl> (accessed 16.01.2021).

Сведения об авторах:

Клименко Александр Иванович, доцент, заведующий кафедрой дизайна архитектурной среды, Тюменский индустриальный университет, e-mail: klimenkoai@tyuiu.ru

Порошин Олег Сергеевич, к. т. н., доцент кафедры строительного производства, Тюменский индустриальный университет, e-mail: poroshinos@tyuiu.ru

Федоров Андрей Николаевич, доцент кафедры дизайна архитектурной среды, Тюменский индустриальный университет, e-mail: fedorovan@tyuiu.ru

Храмцов Александр Борисович, к. и. н., доцент кафедры дизайна архитектурной среды, Тюменский индустриальный университет, e-mail: hramtsovab@tyuiu.ru

Information about the Authors:

Alexander I. Klimenko, Associate Professor, Head at the Department of Architectural Environment Design, Industrial University of Tyumen, e-mail: klimenkoai@tyuiu.ru

Oleg S. Poroshin, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Construction Production, Industrial University of Tyumen, e-mail: poroshinos@tyuiu.ru

Andrey N. Fedorov, Associate Professor at the Department of Architectural Environment Design, Industrial University of Tyumen, e-mail: fedorovan@tyuiu.ru

Alexander B. Khramtsov, Candidate of History, Associate Professor at the Department of Architectural Environment Design, Industrial University of Tyumen, e-mail: hramtsovab@tyuiu.ru

Для цитирования: Мировой и отечественный опыт проектирования причальных сооружений / А. И. Клименко, О. С. Порошин, А. Н. Федоров, А. Б. Храмцов. – Текст : непосредственный / Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 1. – С. 6–19.

For citation: Klimenko, A. I., Poroshin, O. S., Fedorov, A. N., & Khramtsov, A. B. (2021). World and domestic experience in the design of mooring facilities. *Arkhitektura, stroitel'stvo, transport* [Architecture, construction, transport], (1), pp. 6-19. (In Russian).

СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ДВУХФАЗНЫХ УПРУГИХ ОСНОВАНИЯХ

Е. Р. Трефилина¹, И. А. Трефилин²

¹Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES ON TWO-PHASE ELASTIC BASES

Elena R. Trefilina¹, Ivan A. Trefilin²

¹University of Tyumen, Tyumen, Russia

²Saint Petersburg University, Saint Petersburg, Russia

Аннотация. Полученное на базе кинематической модели фундаментальное решение Буссинеска для двухфазного полупространства применено для расчета напряженно-деформированного состояния основания после процесса консолидации. Представлены результаты для двух равномерных нагрузок, распределенных по круглой или прямоугольной площадкам, расстояние между которыми может изменяться. Решение проиллюстрировано графиками, показывающими влияние жидкой фазы на поле напряжений и перемещения твердой фазы.

Ключевые слова: двухфазный, основание, грунт, модель, консолидация, напряженно-деформированное состояние

Abstract. The fundamental Boussinesq solution for a two-phase half-space obtained based on a kinematic model is used to calculate the stress-strain state of the base after the consolidation process. The results are presented for two uniform loads distributed over a circular or rectangular platform, the distance between which can vary. The solution is illustrated by graphs showing the effect of the liquid phase on the stress field and the displacement of the solid phase.

Key words: two-phase, base, ground, model, consolidation, stress-strain state

Введение

К слабым грунтам следует относить легко деформирующиеся, сильно сжимаемые грунты с низкой несущей способностью, требующие при осуществлении на них строительных работ проведения специальных инженерных мероприятий

по усилению конструкций зданий, понижающих их чувствительность к неравномерным просадкам грунта, увеличению несущей способности грунтов. К естественным слабым грунтам следует относить грунты, соответствующие субаквальным отложениям различного происхождения,

а именно: торфяно-болотные отложения (торф, заторфованные грунты); озерно-морские отложения (илы, солончаки и др.); аллювиально-делювиальные отложения (недоплетенные водонасыщенные глины с остатками растительности, засоленные грунты). К слабым грунтам антропогенного происхождения относят различные намывные и насыпные грунты, грунты культурного слоя [1].

Югу Тюменской области присущи слабые грунты, которые значительно распространены по ее территории. Наиболее характерными слабыми грунтами являются торфы и различные заторфованные грунты, также стоит отметить сапропели озерного и речного (старичного) происхождения, солончаки и солонцы, свойственные юго-востоку региона.

В соответствии с картой четвертичных отложений [2] и ландшафтной картой юга Тюменской об-

ласти построена карта-схема распространения слабых грунтов на территории области (рис. 1).

Согласно полученным данным, слабые грунты распространены повсеместно, в особенности в северных районах области (Уватском, Тобольском, Вагайском), что связано с их заболоченностью. Также характерными территориями распространения слабых грунтов являются поймы крупных рек, таких как Тура, Тобол, Иртыш, Ишим. Это связано со значительными размерами пойм этих рек и большим количеством старичных озер. Так, например, центральная часть Ялуторовского и Ярковского районов расположена в пойме Тобола, что затрудняет не только строительство, но и ведение любой хозяйственной деятельности. Изучение взаимодействия грунта с трубопроводом, дорогой или фундаментом является актуальным, представляет как практический, так и теоретический интерес.

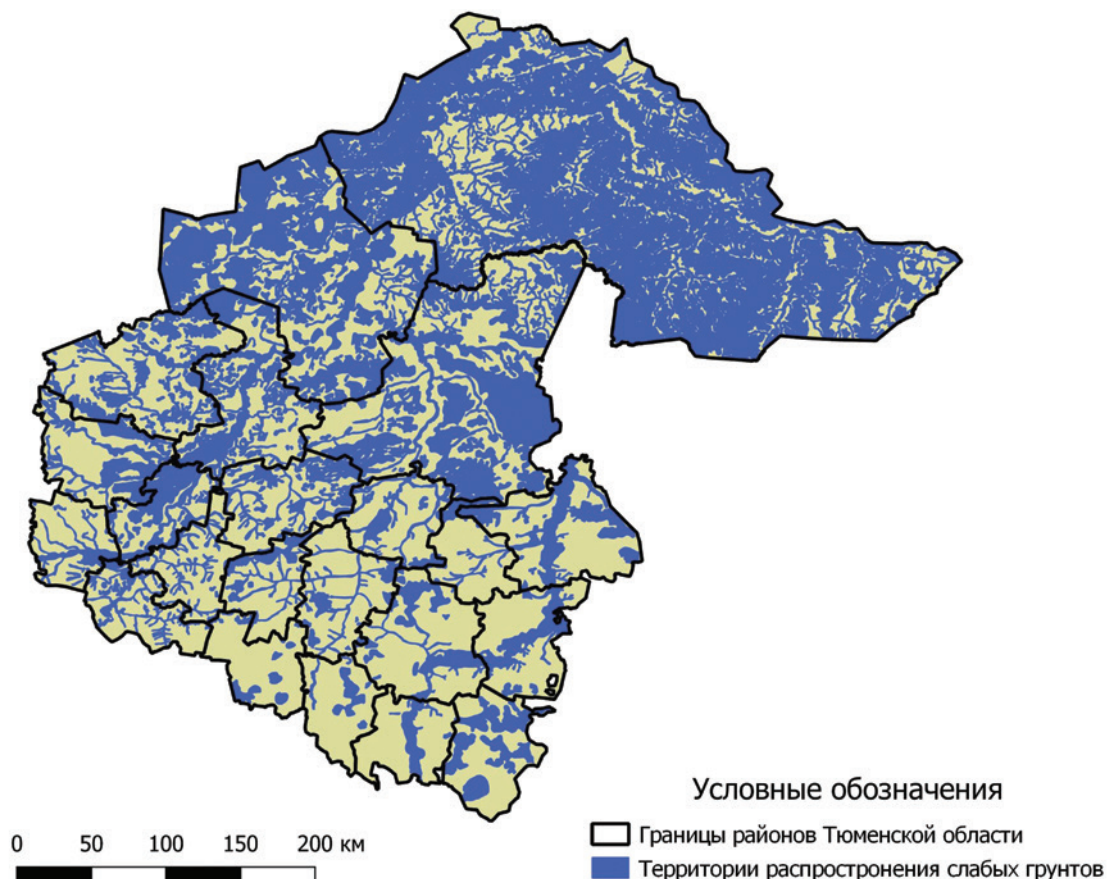


Рис. 1. Карта-схема распространения слабых грунтов на юге Тюменской области

Основной несущей фазой двухфазного грунта является твердая фаза. Под несущей способностью жидкой фазы понимается восприятие части внешней нагрузки при стабилизированном во времени состоянии. Натурные и лабораторные исследования напряженно-деформированного состояния и консолидации обводненных оснований [3–6] показали, что при удалении от дневной поверхности на метр и более поровая жидкость принимает на себя часть нагрузки. Остаточные давления в жидкости достигают до 50 % от общего напряжения, вызванного нагрузкой, равномерно распределенной на дневной поверхности. Процесс фильтрационной консолидации, начиная с некоторого времени, практически отсутствует. Математическое описание остаточного порового давления в жидкой фазе впервые было сделано профессором Л. Е. Мальцевым для одномерного случая. Обобщение на случай трех измерений и дальнейшее развитие кинематической модели привели к тому, что математический аппарат, используемый в теории упругости, с соответствующими двухфазной среде модификациями можно применить при расчете упругого двухфазного полупространства, полуплоскости и т. д. В статье выполнен расчет основания по кинематической модели, описанной в монографии [7], представлен анализ остаточного давления в жидкой фазе и его влияния на работу грунта.

В механике грунтов известна задача Буссинеска о действии сосредоточенной силы F на упругое полупространство, решение которой обобщим на двухфазный грунт. Нормальные напряжения раскладываем на сумму напряжений в твердой (индекс s) и жидкой (индекс l) фазах, касательные напряжения в поровой жидкости считаются равными нулю. Приведем уравнения равновесия (1) и Сен-Венана (2) в сферических координатах для определения напряжений [8]:

$$\frac{\partial(\sigma_{sR} - \sigma_{lR})}{\partial R} + \frac{1}{R \sin \theta} \frac{1}{R} \frac{\partial \tau_{\varphi R}}{\partial \varphi} + \frac{1}{R} \frac{\partial \tau_{R\theta}}{\partial \theta} + \frac{2(\sigma_{sR} - \sigma_{lR}) - (\sigma_{s\varphi} - \sigma_{l\varphi}) - (\sigma_{s\theta} - \sigma_{l\theta}) + \tau_{R\theta} \operatorname{ctg} \theta}{R} = 0,$$

$$\frac{\partial \tau_{R\varphi}}{\partial R} + \frac{1}{R \sin \theta} \frac{1}{R} \frac{\partial (\sigma_{s\varphi} - \sigma_{l\varphi})}{\partial \varphi} + \frac{1}{R} \frac{\partial \tau_{\varphi\theta}}{\partial \theta} + \frac{3\tau_{R\varphi} + 2\tau_{\varphi\theta} \operatorname{ctg} \theta}{R} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \tau_{R\theta}}{\partial R} + \frac{1}{R \sin \theta} \frac{1}{R} \frac{\partial \tau_{\theta\varphi}}{\partial \varphi} + \frac{1}{R} \frac{\partial (\sigma_{s\theta} - \sigma_{l\theta})}{\partial \theta} + \frac{(\sigma_{s\theta} - \sigma_{l\theta}) - (\sigma_{s\varphi} - \sigma_{l\varphi}) \operatorname{ctg} \theta + 3\tau_{R\theta}}{R} = 0,$$

$$\nabla^2 (\sigma_{sR} - \sigma_{lR} + (\sigma_{s\theta} - \sigma_{l\theta}) + (\sigma_{s\varphi} - \sigma_{l\varphi})) = 0, \quad (2)$$

$$(\sigma_{s\theta} - \sigma_{l\theta}) = -(\sigma_{s\varphi} - \sigma_{l\varphi}), \quad \tau_{\theta\varphi} = 0, \quad \tau_{R\theta} = 0.$$

Граничные условия зададим на полусферах: S_1 малого (p) и S_2 большого (L) радиусов. По поверхности S_1 зададим радиальными напряжениями σ_{sR} внешнюю нагрузку F , на S_2 – перемещения u_{sR} равными нулю:

$$\sigma_{sR} \Big|_{S_1} = -\frac{3F \cos \theta}{2\pi \rho^2}, \quad u_{sR} \Big|_{S_2} = 0.$$

Квазиодномерное напряженное состояние позволяет применить к решению Буссинеска разложение на две фазы:

$$\sigma_R = \sigma_{sR} - \sigma_{lR},$$

отвечающее одномерной кинематической модели в упругом варианте, то есть

$$\sigma_{sR} - \sigma_{lR} = -\frac{3F}{2\pi} \cdot \frac{\cos \theta}{R^2}. \quad (3)$$

Знак «минус» в уравнении статического равновесия (3) показывает, что положительными считаются растягивающие напряжения в скелете и сжимающие в поровой жидкости.

Кроме того, для описания стабилизированного состояния грунта используем геометрические уравнения Коши, закон Гука:

$$\varepsilon_{sR} = \frac{\partial u_{sR}}{\partial R}, \quad \varepsilon_{lR} = \frac{\partial u_{lR}}{\partial R};$$

$$\varepsilon_{sR} = \frac{1}{E_{sR}} \cdot \sigma_{sR} \text{ или } \sigma_{sR} = E_s \cdot \frac{\partial u_{sR}}{\partial R}, (4)$$

уравнение взаимодействия твердой и жидкой фаз (предложенное Л. Е. Мальцевым):

$$\varepsilon_{sR} = -\aleph \varepsilon_{lR}. (5)$$

Знак «минус» в уравнении используется потому, что относительная радиальная деформация ε_{sR} является отрицательной (сжатие), в то время как относительная деформация ε_{lR} , наоборот, является положительной, так как перемещения u_{lR} частиц воды от зоны повышенного давления к зоне нулевого давления (на полусфере малого радиуса) приводят к увеличению длины столбика жидкости, выделенного вдоль радиуса R .

Для жидкой фазы запишем физический постулат (предложенный Л. Е. Мальцевым):

$$\varepsilon_{lR} = \frac{h}{E_{lR}} \cdot \frac{\partial \sigma_{lR}}{\partial R}. (6)$$

Физическое уравнение описывает поведение поровой воды в двухфазном основании: перемещения ее частиц u_{lR} весьма малы ($|\varepsilon_{lR}| < 0,01$), и поровая жидкость является практически неподвижной. Особенность уравнения заключается в том, что относительная деформация ε_{lR} вызывается перепадом напряжения, а не самим напряжением, как в твердой фазе.

Механические E_s (МПа), E_l (МПа) и геометрические $h(m)$, \aleph параметры модели определяются из эксперимента [9].

Запишем уравнение (3) через перемещение с использованием уравнений кинематической модели. Получим дифференциальное уравнение для перемещений частицы скелета u_{sR} :

$$\frac{\partial u_{sR}}{\partial R} + a^2 u_{sR} = -\frac{3F \cdot \cos \theta}{2\pi E_s} \cdot \frac{1}{R^2} - a^2 c(\theta),$$

$$a^2 = \frac{E_l}{E_s \cdot \aleph \cdot h} \left(\frac{1}{m} \right).$$

Из формулы видно, что все параметры модели входят в положительный параметр a^2 (1/м).

В работе [9] приведены вывод и решение этого уравнения. Окончательные расчетные формулы имеют вид:

$$u_{sR} = \frac{3F \cos \theta}{2\pi E_s} \cdot \left(\begin{array}{l} e^{-a^2 L} \cdot \int \frac{L e^{a^2 R}}{\rho R^2} dR - \\ - e^{-a^2 R} \cdot \int \frac{R e^{a^2 R}}{\rho R^2} dR \end{array} \right),$$

$$\rho \leq R \leq L,$$

$$\sigma_{lR} = \frac{3F \cos \theta}{2\pi} \cdot a^2 \cdot$$

$$\cdot e^{-a^2 R} \cdot \int \frac{R e^{a^2 R}}{\rho R^2} dR,$$

$$\sigma_{sR} = -\frac{3F \cos \theta}{2\pi} \cdot$$

$$\cdot \left(\frac{1}{R^2} - a^2 \cdot e^{-a^2 R} \cdot \int \frac{R e^{a^2 R}}{\rho R^2} dR \right).$$

Переход от сферических координат к цилиндрическим координатам (θ, r, z) проведен известным способом [8]. В результате получены формулы для напряжений в скелете и поровой жидкости. Приведем некоторые из них:

$$\sigma_{sz} = -\frac{3F}{2\pi} \cdot$$

$$\cdot \left(\frac{1}{R^2} - a^2 \cdot e^{-a^2 R} \cdot \int \frac{R e^{a^2 R}}{\rho R^2} dR \right) \cdot \left(\frac{z}{R} \right)^3,$$

$$\sigma_{lz} = \frac{3F}{2\pi} \left(\frac{z}{R} \right)^3 \cdot a^2 \cdot$$

$$\cdot e^{-a^2 R} \cdot \int \frac{R e^{a^2 R}}{\rho R^2} dR. (7)$$

Подставив уравнения Коши, закон Гука и уравнение взаимодействия жидкой и твердой фаз, получим формулы для перемещений:

$$u_s = \frac{F(1+\nu)}{2\pi E_s} \left(\frac{1}{R^2} - a^2 e^{-a^2 R} \int_{\rho}^R \frac{e^{a^2 R}}{R^2} dR \right) \cdot \left(\frac{zr}{R} - \frac{(1-2\nu)Rr}{R+z} \right), \quad (8)$$

$$w_s \approx \frac{F}{2\pi E_s} \left(\frac{2(1-\nu^2)}{R} + \frac{z^2(1+\nu)}{R^3} - a^2 \left(\frac{3+\nu(1-2\nu)}{2} \ln \frac{R^2}{L^2} + \frac{3(1+\nu)}{2} \frac{R^2 - z^2}{R^2} \right) \right), \quad (9)$$

$$u_l = -\frac{F(1+\nu)}{2\pi E_s \mathfrak{N}_x} \left(\frac{1}{R^2} - a^2 e^{-a^2 R} \int_{\rho}^R \frac{e^{a^2 R}}{R^2} dR \right) \cdot \left(\frac{zr}{R} - \frac{(1-2\nu)Rr}{R+z} \right), \quad (10)$$

$$w_l \approx -\frac{F}{2\pi E_s \mathfrak{N}_z} \left(\frac{2(1-\nu^2)}{R} + \frac{z^2(1+\nu)}{R^3} - a^2 \left(\frac{3+\nu(1-2\nu)}{2} \ln \frac{R^2}{L^2} + \frac{3(1+\nu)}{2} \frac{R^2 - z^2}{R^2} \right) \right)$$

Далее, используя уравнения (7)–(10), исследуем напряжения и перемещения основания под влиянием нагрузки, равномерно распределенной по прямоугольной дневной площадке основания (рис. 2).

Рассмотрим элементарную площадку с размерами $d\xi$, $d\eta$. Нагрузка, действующая на нее, равна $dF = qd\xi d\eta$. Для определения полной нагрузки проинтегрируем сначала по ξ в пределах $-l$ до l , а затем по η в пределах от $-b$ до b . Переменная величина R определяется по формуле:

$$R = \sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 + z^2}.$$

Приведем для примера выражение горизонтальных перемещений:

$$u_s = \frac{F(1+\nu)}{2\pi E_s} \int_{-b-l}^b \int_{-l}^l \left(\frac{1}{R^2} - a^2 e^{-a^2 R} \int_{\rho}^R \frac{e^{a^2 R}}{R^2} dR \right) \cdot \left(\frac{zr}{R} - \frac{(1-2\nu)Rr}{R+z} \right) d\xi d\eta.$$

На рис. 3 представлены графики перемещений при разных значениях координаты z и значения $a^2 = 0,1$.

Анализ графиков показывает, что вертикальные перемещения скелета грунта на оси симметрии ($z = 2$ м) меньше на 30 %, горизонтальные перемещения – меньше на 40 %. Это объясняется разгружающим влиянием поровой воды.

Изменение напряжений (в долях от нагрузки q) представлено на рис. 4.

На глубине $z = 5$ м напряжение σ_{lz} составляет половину от суммарного напряжения σ_z , найденного без учета влияния жидкой фазы. При $z = 3$ м наибольшее значение σ_{lz} составляет 30 % от суммарного напряжения.

Рассмотрим нагрузку, равномерно распределенную по кругу $R = l$.

На элементарной площадке площадью $\rho d\varphi d\rho$ действует нагрузка $dF = q\rho d\varphi d\rho$. Интегрируя по переменной φ в пределах 0 до 2π и по ρ в пределах от 0 до l , получим полную нагрузку, действующую в пределах круга. Запишем радиус R :

$$R = \sqrt{\rho^2 + b^2 + z^2 - 2b\rho \cos \varphi}.$$

На рис. 5 изображены изменения напряжений в твердой фазе σ_{sz} и суммарные напряжения σ_z для некоторых видов загрузки: $a^2 = 0,04$ (1/м).

Из графиков следует, что при загрузке дневной поверхности по кругу напряжения в скелете σ_{sz} затухают быстрее, чем при загрузке по прямоугольной площадке. На графике в показано изменение напряжений для случая квадратной площадки и сильно вытянутой с соотношением сторон 1:10, то есть практически решена задача Фламана с позиции пространственной задачи. Скорость затухания напряжения выше при решении пространственной задачи.

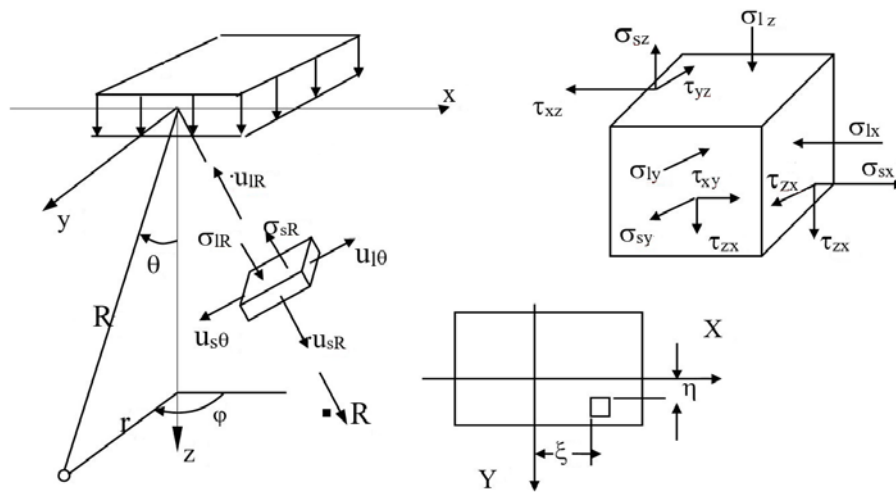


Рис. 2. Напряженно-деформированное состояние двухфазного полупространства

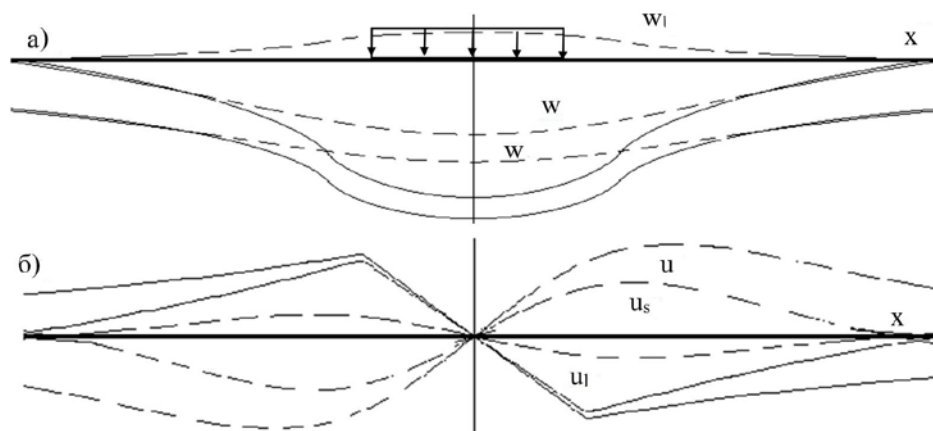


Рис. 3. Графики перемещений вертикальных (а) и горизонтальных (б) при $z=0$ (—) и $z=2$ (---) по известному решению (u, w) и по предлагаемому разложению (u_s, u_1, w_s, w_1)

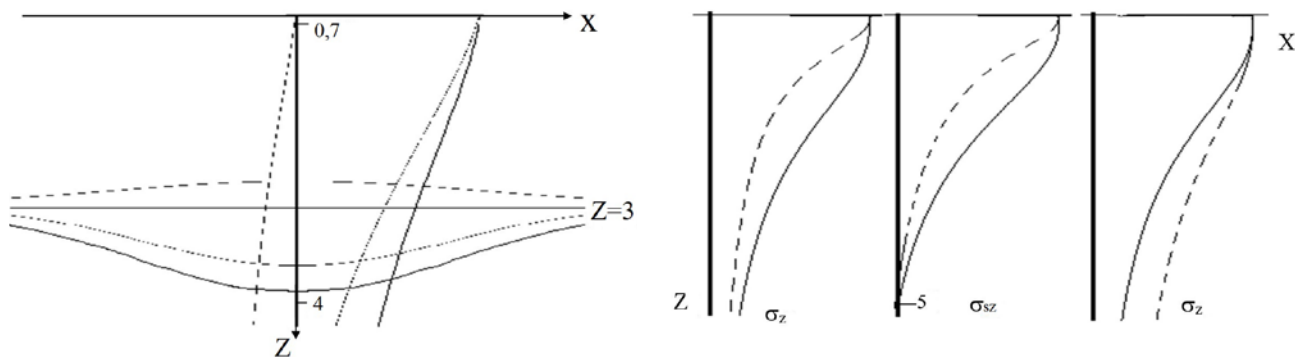


Рис. 5. Графики вертикальных напряжений по глубине для нагрузки, распределенной: по круглой (---) (а) и прямоугольной (—) (б) площадкам с равной площадью; по прямоугольной площадке (в). Соотношение сторон 1:1 (—) и 1:10 (---)

Рис. 4. Напряжения σ_z (—) $\sigma_{s,z}$, $\sigma_{l,z}$ на глубине $z=3$ м

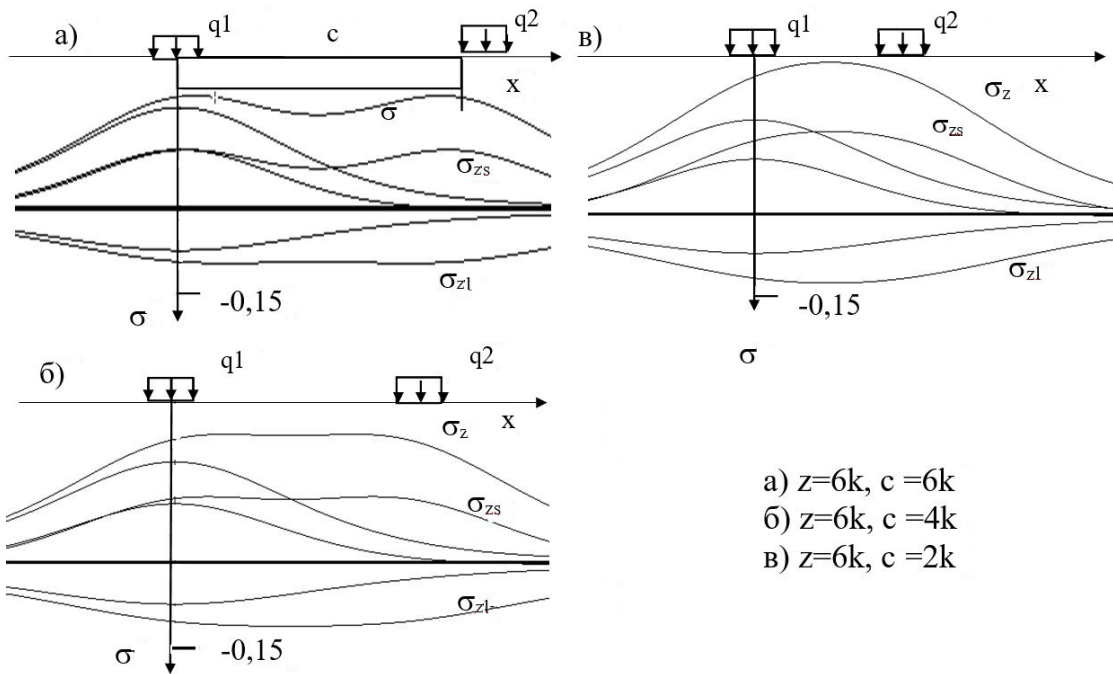


Рис. 6. Напряжения от расположения объектов: в скелете σ_{zs} (а), в жидкой фазе σ_{zl} (б), по Буссинеску σ_z (в)

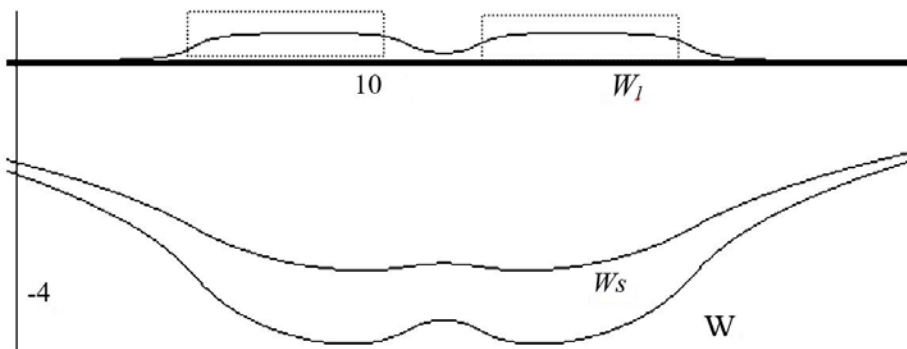


Рис. 7. Вертикальные перемещения точек в сечении $z = 0,5$ м

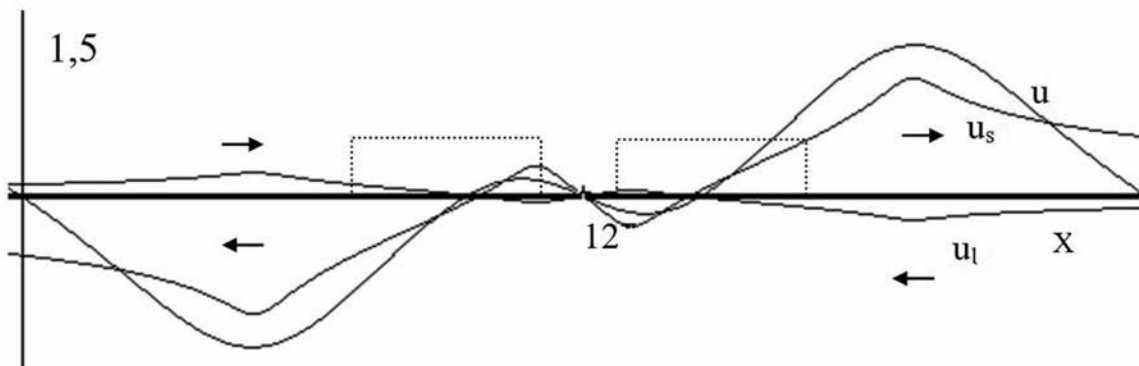


Рис. 8. Горизонтальные перемещения точек в сечении $z = 0,5$ м

Разгружающий вклад жидкой фазы заключается в следующем: на глубине $z = 5$ м напряжение σ_{lz} составляет половину от суммарного напряжения σ_z , найденного без учета влияния жидкой фазы. Вертикальные перемещения скелета грунта уменьшились на 30 %, горизонтальные – на 40 %.

При строительстве объектов важно учитывать их влияние на другие объекты. Авторами проанализировано взаимовлияние двух объектов в двумерном и трехмерном случаях. Согласно принципу суперпозиции, нагрузку q представим в виде суммы q_1 и q_2 .

В случае пространственной задачи приведем графики нормальных вертикальных напряжений при данных: $q_1 = q_2 = 1$, $\alpha^2 = 0,004$ (1/м) (рис. 6).

Введем некоторый коэффициент пропорциональности k и сравним напряжения на краю первого объекта при $z = bk$. При расстоянии между объектами $c = 6k$ $\sigma_{sz} = 0,1$, $\sigma_{lz} = -0,1$; при $c = 4k$ $\sigma_{sz} = 0,12$, $\sigma_{lz} = -0,11$; при $c = 2k$ $\sigma_{sz} = 0,15$, $\sigma_{lz} = -0,13$.

Видно, что два объекта действуют как один при расстояниях c между объектами: для жидкой фазы – $c = 4k$, для твердой – $c = 2k$. Влияние двух объектов на напряженное состояние грунтового основания, проявляющееся в вертикальных напряжениях в поровой воде, значительно при

больших расстояниях между объектами. Стоит отметить, что качественные расхождения с однофазовой моделью получены при определении осадок частиц скелета грунта, это связано с тем, что отличие напряжений в скелете грунта, найденных в рамках новой модели, и напряжений грунта, найденных по классической упругой модели, получается 50 % ($z = bk$).

Графики перемещений от действия двух объектов представлены на рис. 7, 8.

Выводы

Сравнивая новое решение с решением по классической модели (задача Фламана), можно констатировать снижение осадок скелета с учетом несущей способности жидкой фазы примерно на 25 %.

Анализируя график горизонтальных перемещений точек, можно сделать вывод: твердые частицы перемещаются от загруженных участков, а частицы жидкой фазы, наоборот, к загруженным участкам, где поровое давление принято за ноль.

Полученные аналитические решения удовлетворительно описывают экспериментальные данные и не противоречат теоретическим исследованиям других авторов [10–15].

Библиографический список

1. Рубинштейн, А. Я. Инженерно-геологические изыскания для строительства на слабых грунтах / А. Я. Рубинштейн, Ф. С. Канаев. – Москва : Стройиздат, 1984. – 108 с. – Текст : непосредственный.
2. Новая карта четвертичных отложений масштаба 1:2 500 000 территории Российской Федерации / А. С. Застрожных, В. К. Шкатова, Е. А. Минина [и др.]. – Текст : непосредственный // Материалы VII Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. – Апатиты, 2011. – Т. 1. – С. 209–211.
3. Экспериментальное исследование нагруженного основания из водонасыщенного армированного суглинка / В. Ф. Бай, А. В. Набоков, В. В. Воронцов, А. Н. Краев. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2008. – № 1. – С. 102–104.
4. Воронцов, В. В. Результаты лабораторных испытаний макрообразца водонасыщенного торфа с имитацией удаления от дневной поверхности / В. В. Воронцов, В. П. Овчинников, А. В. Куликов. – Текст : непосредственный // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 5. – С. 150–154.
5. Твердохлеб, С. А. Результаты лабораторного исследования консолидации слабого водонасыщенного глинистого макрообразца, удаленного от дневной поверхности / С. А. Твердохлеб, В. В. Воронцов. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы архитектуры, строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири : материалы Международной научно-практической конференции. – Тюмень, 2015. – С. 64–72.

6. Экспериментальные исследования работы слабого глинистого основания, армированного геотекстильным материалом под действием полосовой нагрузки / В. В. Воронцов, В. М. Чикишев, Ю. В. Огороднова, А. С. Липихин. – Текст : непосредственный // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 3. – С. 88–93.
7. Мальцева, Т. В. Математическая теория водонасыщенного грунта / Т. В. Мальцева. – Тюмень : Вектор бук, 2012. – 240 с. – Текст : непосредственный.
8. Безухов, Н. И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести / Н. И. Безухов. – Москва : Высшая школа, 1968. – 512 с. – Текст : непосредственный.
9. Мальцев, Л. Е. Кинематическая модель грунта и биоматериалов / Л. Е. Мальцев, В. Ф. Бай, Т. В. Мальцева. – Санкт-Петербург : Стройиздат, 2002. – 336 с. – Текст : непосредственный.
10. Мальцева, Т. В. Исследование воздействия криволинейного участка трубопровода на водонасыщенное основание / Т. В. Мальцева, С. М. Дорофеев, Т. В. Салтанова. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2012. – № 1. – С. 59–63.
11. Теоретические предпосылки расчета песчаных армированных массивов в слабых глинистых грунтах / В. Ф. Бай, Т. В. Мальцева, А. В. Набоков [и др.]. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2011. – № 1. – С. 102–106.
12. Расчет деформированного состояния вязкоупругого водонасыщенного основания / Т. В. Мальцева, А. В. Набоков, В. В. Воронцов [и др.]. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2010. – № 4. – С. 94–99.
13. Мальцева, Т. В. Моделирование двухфазного тела с учетом несущей способности жидкой фазы / Т. В. Мальцева, Е. Р. Трефилина. – Текст : непосредственный // Математическое моделирование. – 2004. – Т. 16. – № 11. – С. 47–57.
14. Определение перемещений армирующего элемента песчаного цилиндра / Л. Е. Мальцев, Т. В. Мальцева, А. В. Минаева, А. В. Набоков. – Текст : непосредственный // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 2. – С. 234–238.
15. Мальцева, Т. В. Применение песчаных армированных свай при строительстве малоэтажных зданий / Т. В. Мальцева, А. В. Набоков, А. В. Черных – Текст : непосредственный // Вестник Тюменского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 2. – С. 34–39.

References

1. Rubinshtejn, A. Ya., & Kanaev, F. S. (1984). Inzhenerno-geologicheskie izyskaniya dlya stroitel'stva na slabyx gruntakh. Moscow, Stroyizdat Publ., 108 p. (In Russian).
2. Zastrozhnov, A. S., Shkatova, V. K., Minina, E. A., Tarnogradsky, V. D., Krutkina, O. N., Krasotkin, S. I., & Gusev, E. A. (2011). New quaternary map of Russia in the scale 1:2 500 000. Materialy VII Vserossiyskogo soveshchaniya po izucheniyu chetvertichnogo perioda, September 12-17. Apatity, pp. 209-211. (In Russian).
3. Bai, V. F., Nabokov, A. V., Vorontsov, V. V., & Kraev, A. N. (2008). Experimental study of the stressed foundation from the water saturated reinforced loamy soil. Oil and Gas Studies, (1), pp. 102-104. (In Russian).
4. Voroncov, V. V., Ovchinnikov, V. P., & Kulikov, A. V. (2014). Laboratory study results macro-sample of water saturated peat with simulated remote from day surface. Scientific and Technical Volga region Bulletin, (5), pp. 150-154. (In Russian).
5. Tverdokhleby, S. A., & Voroncov, V. V. (2015). Rezul'taty laboratornogo issledovaniya konsolidatsii slabogo vodonasyshchennogo glinistogo makroobraztza udalennogo ot dnevnoy poverkhnosti. Aktual'nye problemy arkhitektury, stroitel'stva, ekologii i energosberezheniya v usloviyakh Zapadnoy Sibiri: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, April 23. Tyumen, Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering Publ., pp. 64-72. (In Russian).

-
6. Vorontsov, V. V., Chikishev, V. M., Ogorodnova, J. V., & Lipikhin, A. S. (2014). Experimental studies for weak clayey soil reinforced with geotextile materials under strip loading. *Scientific and Technical Volga region Bulletin*, (3), pp. 88-93. (In Russian).
 7. Maltseva, T. V. (2012). *Matematicheskaya teoriya vodonasyshchennogo grunta*. Tyumen, Vektor buk Publ., 240 p. (In Russian).
 8. Bezukhov, N. I. (1968). *Osnovy teorii uprugosti, plastichnosti i polzuchesti*. Moscow, Vysshaya Shkola Publ., 512 p. (In Russian).
 9. Maltsev, L. Ye., Bai, V. F., & Maltseva, T. V. (2002). *Kinematicheskaya model' grunta i biomaterialov*. St. Petersburg, Stroyizdat SPb. Publ., 336 p. (In Russian).
 10. Maltseva, T. V., Dorofeev, S. M., & Saltanova, T. V. (2012). Study of the pipeline curved section impact on the water saturated foundation. *Oil and Gas Studies*, (1), pp. 59-63. (In Russian).
 11. Bai, V. F., Maltseva, T. V., Nabokov, A. V., Vorontsov, V. V., & Minaeva, A. V. (2011). Teoreticheskie predposylki rascheta peschanykh armirovannykh massivov v slabykh glinistykh gruntakh. *Oil and Gas Studies*, (1), pp. 102-106. (In Russian).
 12. Maltseva, T. V., Nabokov, A. V., Vorontsov, V. V., Kryzhanivska, T. V., & Minaeva, A. V. (2010). Raschet deformirovannogo sostoyaniya vyazkouprugogo vodonasyshchennogo osnovaniya. *Oil and Gas Studies*, (4), pp. 94-99. (In Russian).
 13. Maltseva, T. V., & Trefilina, E. R. (2004). Modeling of the two-phase body with account of carrying abilities of the fluid phase. *Mathematical Models and Computer Simulations*, 16(11), pp. 47-57. (In Russian).
 14. Maltsev, L. E., Maltseva, T. V., Minayeva, A. V., & Nabokov, A. V. (2012). Definition of displacement reinforcing element sandy cylinder. *Scientific and Technical Volga region Bulletin*, (2), pp. 234-238. (In Russian).
 15. Maltseva, T. V., Nabokov, A. V., & Chernykh, A. V. (2015). Reinforced sand piles for low-rise buildings. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*, (2), pp. 34-39. (In Russian).

Сведения об авторах

Трефилина Елена Рудольфовна, к. ф.-м. н., доцент кафедры программной и системной инженерии, Тюменский государственный университет, e-mail: e.r.trefilina@utmn.ru

Трефилин Иван Андреевич, магистрант кафедры картографии и геоинформатики Санкт-Петербургского государственного университета, e-mail: ivan.trefilin@yandex.ru

Information about the authors

Elena R. Trefilina, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Department of Software and System Engineering, University of Tyumen, e-mail: e.r.trefilina@utmn.ru

Ivan A. Trefilin, Master's student at the Department of Cartography and Geoinformatics, Saint Petersburg University, e-mail: ivan.trefilin@yandex.ru

Для цитирования: Трефилина, Е. Р. Строительство зданий и сооружений на двухфазных упругих основаниях / Е. Р. Трефилина, И. А. Трефилин. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 1. – С. 20–29.

For citation: Trefilina, E. R., & Trefilin, I. A. (2021). Construction of buildings and structures on two-phase elastic bases. *Arkhitektura, stroitel'stvo, transport* [Architecture, construction, transport], (1), pp. 20-29. (In Russian).

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПОЗИТНОЙ ПЛАСТИНЫ В УСЛОВИЯХ КОЛЕБАНИЙ

О. Л. Уманская, Н. А. Кривчун
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

DEVELOPMENT OF AN OPTIMAL DESIGN METHODOLOGY OF A COMPOSITE PLATE UNDER VIBRATION

Olga L. Umanskaya, Natalia A. Krivchun
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В теории оптимального проектирования рассматриваются задачи, в которых надо определить условия работы конструкций, внутренние свойства их материала, формы и размеры, которые принимают максимальные или минимальные значения выбранной характеристики конструкции.

В данной работе рассматриваются конструкции, образованные из пространственно-волоконистых композитов. Приводятся три этапа оптимизации. Выбираются целевая функция, управляющая функция и ограничения. Рассматривается несколько вариантов граничных условий. Получено дифференциальное уравнение колебаний ортотропной пластины в перемещениях.

Ключевые слова: композитные материалы, целевая функция, оптимальное проектирование, пространственно-волоконистые композиты, ортотропная пластина

Abstract. In the theory of optimal design, problems are considered in which it is necessary to determine the working conditions of structures, the internal properties of the material of structures, shapes and sizes that take the maximum or minimum values of the selected design characteristic.

This paper deals with structures formed from spatial fiber composites. Three stages of optimization are given. The target function, control function, and limitations are selected. Several options for boundary conditions are considered. The differential equation of vibrations of an orthotropic plate in displacements is obtained.

Key words: composite materials, objective function, optimal design, spatially fibrous composites, orthotropic plate

Введение

При проектировании механических конструкций необходимо учитывать не только большое количество различного рода ограничений (к основным можно отнести ограничения на прочность, жесткость, виброустойчивость), но и назначение используемой конструкции. В зависимости от этого определяется целевая функция, которая обуславливает качество проектирования [1].

Наиболее часто применяемой функцией является общая стоимость изготовления конструкции, включающая затраты на материал.

В теории оптимального проектирования рассматриваются задачи, в которых надо определить условия работы, внутренние свойства материала конструкций, формы и размеры, которые принимают максимальные или минимальные значения выбранной характеристики конструкции. Теорию оптимального проектирования отличает широкое разнообразие постановок задач. Это объясняется тем, что и уравнения, определяющие нагружение и деформирование конструкции, и требования, предъявляемые к ее механическим характеристикам, существенно отличаются при рассмотрении различных типов конструкции (балок, колонн, пластин, оболочек), реологических свойств (упругости, пластичности, ползучести), внешних воздействий (поверхностных и объемных сил, статических и динамических нагрузок, тепловых воздействий), видов управляющих переменных (формы конструкции, распределения физических свойств по конструкции), предположения о степени полноты информации о виде внешних воздействий и способах закрепления конструкции. Точность модели и исходных данных также влияет на постановку задач.

На постановку задач оптимального проектирования оказывают существенное влияние: выбор моделей управляющих функций, функционалов, определенных на функциях состояния (фазовые переменные) и управляющих, выбор одного функционала, подлежащего оптимизации, и системы ограничений, накладываемых на управляющие переменные, функции состояния и рассматриваемые функционалы [2].

Рассматриваются конструкции, образованные из пространственно-волоконистых композитов. Конструктивными элементами пространственной системы являются стержни, пластинки, оболочки. Каждый отдельный элемент характеризуется приведенными (эквивалентными) жесткостями: мембранными, изгибными, крутильными, смешанными. На конструкцию действуют статические, распределенные и сосредоточенные нагрузки.

Объект и методы исследования

В данной статье исходными данными являются: композитная пластина, габаритные размеры, акустическая нагрузка. Композиционная пластина заменяется на однородную, анизотропную, с переменной жесткостью пластину и эквивалентную по прочности, динамическим параметрам. Процесс оптимизации производится в три этапа (рис. 1).

На первом этапе выбирается целевая функция, задается управляющая функция и накладываются ограничения. В качестве целевой функции принят минимум веса пластины – $P_{min} = (a, b, h, Y)$. Функция веса зависит от геометрических характеристик и структуры материала. Задача оптимизации заключается в отыскании управляющей функции, доставляющей минимум веса и удовлетворяющей ограничениям.

Управляющей функцией принимается приведенная цилиндрическая жесткость – $D_{yпр} = D_0 \cdot f(x, y)$, входящая в дифференциальное уравнение колебаний и управляющая частотой колебаний.

Ограничениями являются:

- условие усталостной прочности;
- исключение резонансной частоты;
- габаритные размеры пластины.

На втором этапе определяется приведенная цилиндрическая жесткость для волокнистого композитного материала $D_0 = (E_f, \nu_f, h)$ и управляющая функция для цилиндрической жесткости –

$$f(x, y) = f\left(\frac{M_x}{M_x^{\max}}, \frac{M_y}{M_y^{\max}}\right).$$

Для определения приведенной цилиндрической жесткости из пластины выделяется эле-

мент. Рассматривается цилиндрический изгиб выделенного элемента и составляется условие равновесия его по аналогии с изотропной пластиной, из которого получаем приведенную цилиндрическую жесткость. Управляющая функция позволяет от сложной системы перейти к однородной при условии, что они будут эквивалентны по прочности и динамическим параметрам. Для определения управляющей функции $F_{упр} = f(x, y)$ нам требуется рассчитать изгибающие моменты.

Для этого рассматриваем задачу жестко заземленной (шарнирно опертой), равномерно нагруженной прямоугольной пластинки.

На третьем этапе составляется и решается дифференциальное уравнение колебаний анизотропной пластины. Затем производится проверка ограничений.

Если ограничения выполняются, то процесс оптимизации заканчивается, а если не выполняются, то мы возвращаемся ко второму этапу.

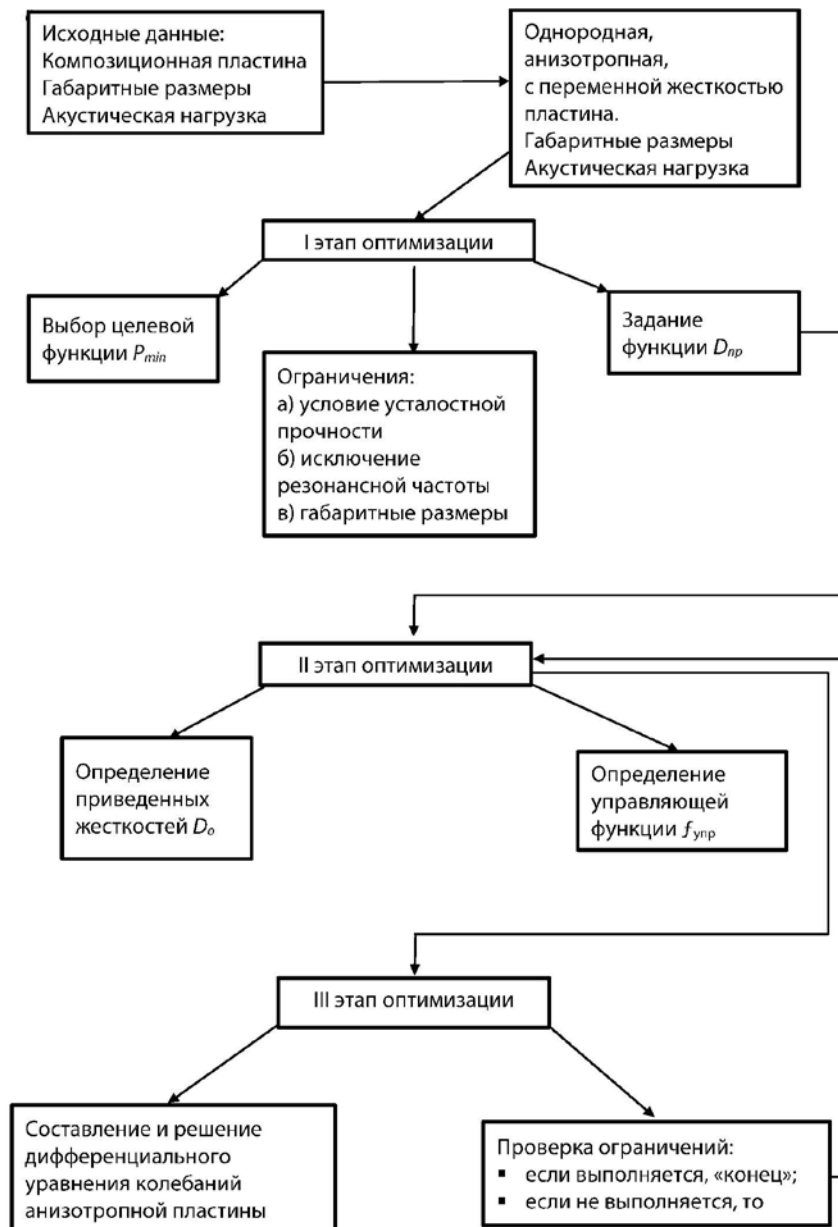


Рис. 1. Этапы оптимизации

Результаты

Рассмотрим основные уравнения теории упругости анизотропного [3] (в частности ортотропного) тела, находящегося под действием каких-либо сил, вызывающих деформацию материала. Поместим тело в декартовую систему координат [4]. Перемещения, которые получит каждая точка M , принадлежащая телу, запишутся:

$$\begin{aligned} u_x &= u_x(x, y, z), \\ u_y &= u_y(x, y, z), \\ u_z &= u_z(x, y, z). \end{aligned} \quad (1)$$

Деформированное состояние сплошного тела в окрестности точки M характеризуется шестью составляющими деформациями, которые связаны с перемещениями u_x, u_y, u_z :

$$\begin{aligned} e_x &= \frac{du_x}{dx}, & e_{yz} &= \frac{du_y}{dz} + \frac{du_z}{dy}, \\ e_y &= \frac{du_y}{dy}, & e_{zx} &= \frac{du_z}{dx} + \frac{du_x}{dz}, \\ e_z &= \frac{du_z}{dz}, & e_{xy} &= \frac{du_x}{dy} + \frac{du_y}{dx}. \end{aligned} \quad (2)$$

Для тела, находящегося в равновесии, дифференциальные уравнения равновесия в координатах X, Y, Z имеют вид: [4]

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + P_x &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} + P_y &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + P_z &= 0, \end{aligned} \quad (3)$$

где $P_x = P_x(x, y, z)$, $P_y = P_y(x, y, z)$, $P_z = P_z(x, y, z)$ – проекция объемной силы, отнесенной к единице объема, на направления, соответственно, x, y, z . Подставив в правые части уравнений (3) инерционные члены:

$$p \frac{\partial^2 u_x}{\partial t^2}, p \frac{\partial^2 u_y}{\partial t^2}, p \frac{\partial^2 u_z}{\partial t^2}, \quad (4)$$

где ρ – плотность материала, t – время, получим дифференциальные уравнения движения сплошной среды в декартовой системе координат x, y, z .

При малых деформациях считается справедливым обобщенный закон Гука [5, 6]. Для однородного упругого тела его можно записать следующим образом:

$$\begin{aligned} e_x &= a_{11}\sigma_x + a_{12}\sigma_y + a_{13}\sigma_z + \\ &+ a_{14}\tau_{yz} + a_{15}\tau_{xz} + a_{16}\tau_{xy}, \\ e_y &= a_{12}\sigma_x + a_{22}\sigma_y + \dots \dots \dots + a_{26}\tau_{xy}, \\ e_{xy} &= a_{16}\sigma_x + a_{26}\sigma_y + \dots \dots \dots + a_{66}\tau_{xy}. \end{aligned} \quad (5)$$

Проинтегрировав каждое из уравнений равновесия (3) при отсутствии объемных сил по z в пределах от $z = -l/2h$ до $z = l/2h$ и далее умножив первые два уравнения системы (3) и проинтегрировав результат по z в тех же пределах, получим пять дифференциальных уравнений равновесия пластинки, написанных относительно восьми внутренних усилий $M_x, M_y, H, T_x, T_y, S, N_x, N_y$:

$$\frac{\partial T_x}{\partial x} + \frac{\partial S}{\partial y} = -X_2, \quad (6)$$

$$\frac{\partial T_y}{\partial y} + \frac{\partial S}{\partial x} = -Y_2, \quad (7)$$

$$\frac{\partial N_x}{\partial x} + \frac{\partial N_y}{\partial y} = -Z_2, \quad (8)$$

$$\frac{\partial M_x}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial y} = N_x - hX_1, \quad (9)$$

$$\frac{\partial M_y}{\partial y} + \frac{\partial H}{\partial x} = N_y - hY_1. \quad (10)$$

При получении уравнений (6)–(10) были использованы и условия на поверхности.

Как известно [7, 8], однородные граничные условия в случае трехмерной задачи теории толстой плиты в условиях некоторой идеализации закрепления края данного конструктивного элемента (в частности, шарнирного опирания или жесткой заделки [9]), реально осуществляемого

на практике, условно формируются следующим образом:

а) свободный край:

$$\sigma_x = 0, \quad \tau_{xz} = 0, \quad \tau_{xy} = 0; \quad (11)$$

б) шарнирно опертый край:

$$\sigma_x = 0, \quad \tau_{xy} = 0, \quad u_z = 0; \quad (12)$$

или

$$\sigma_x = 0, \quad u_y = 0, \quad u_z = 0;$$

в) жестко заделанный край:

$$\begin{aligned} u_x = 0, \quad u_y = 0, \quad u_z = 0; \\ u_x = 0, \quad \tau_{xy} = 0, \quad u_z = 0. \end{aligned} \quad (13)$$

Наряду с однородными граничными условиями могут быть и неоднородные граничные условия. Для примера рассмотрим три варианта неоднородных граничных условий [10]:

а) нагруженный край:

$$\begin{aligned} T_x = T_x^*, \quad M_x = M_x^*, \quad N_x = N_x^*, \\ S = S^*, \quad H = H^*, \end{aligned} \quad (14)$$

где $T_x^* \dots, H^*$ – усилия, приложенные к рассматриваемому краю; в частном случае некоторые из них могут быть равны нулю;

б) шарнирно опертый край, нагруженный силами и моментами:

$$\begin{aligned} T_x = T_x^*, \quad M_x = M_x^*, \quad w = 0, \\ S = S^*, \quad H = H^*; \end{aligned} \quad (15)$$

в) смещенный край:

$$\begin{aligned} u + a_{55}K_1^+(z_0)\varphi + a_{45}K_2^+(z_0)\psi + \\ + \frac{z_0^2}{2h}(a_{55}X_2 + a_{45}Y_2) = \frac{u^+ + u^-}{2}, \\ v + a_{44}K_2^+(z_0)\psi + a_{45}K_1^+(z_0)\varphi + \\ + \frac{z_0^2}{2h}(a_{45}X_2 + a_{44}Y_2) = \frac{v^+ + v^-}{2}, \\ w = w^*, \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} -\frac{\partial w}{\partial x} + a_{55}\frac{K_1(z_0)}{2z_0}\varphi + a_{45}\frac{K_2(z_0)}{2z_0}\psi + \\ + (a_{55}X_1 + a_{45}Y_1) = \frac{u^+ + u^-}{2z_0}, \\ -\frac{\partial w}{\partial y} + a_{44}\frac{K_2^-(z_0)}{2z_0}\varphi + \\ + (a_{45}X_1 + a_{44}Y_1) = \frac{v^+ + v^-}{2z_0}, \end{aligned}$$

где w^* – заданное нормальное перемещение края, u^+, u^-, v^+, v^- – заданные тангенциальные перемещения края, соответствующие $z = \pm z_0$.

Рассмотрим дифференциальное уравнение колебаний ортотропной пластины. Выделим статическую сторону пластины переменной толщины из ортотропного материала, находящегося под действием статической нагрузки, нормальной к середине плоскости.

Выделим из пластины элемент с размерами dx, dy и толщиной h . Действующие погонные усилия и моменты связаны с напряжениями следующими соотношениями.

Перерезывающие силы и касательные напряжения:

$$Q_x = \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{zx} dx, \quad Q_y = \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{zy} dz. \quad (17)$$

Изгибающие моменты и нормальные напряжения:

$$M_x = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_x z dz, \quad M_y = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_y z dz. \quad (18)$$

Крутящие моменты:

$$M_{xy} = M_{yx} = \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{xy} z dz = \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{yz} z dz. \quad (19)$$

Для жесткой пластины при действии только нагрузки q , нормальной к срединной поверхности, можно получить следующие уравнения равновесия:

$$\frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} + q = 0, \quad (20)$$

$$\frac{\partial M_{xy}}{\partial x} - \frac{\partial M_y}{\partial y} + Q_y = 0, \quad (21)$$

$$\frac{\partial M_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial M_x}{\partial x} - Q_y = 0. \quad (22)$$

Исключая Q_x , Q_y и учитывая, что $M_{xy} = M_{yx}$, получаем одно уравнение:

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} - 2 \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} + \frac{ph \partial^2 w}{\partial t^2} = -q. \quad (23)$$

Внутренние усилия в ортотропной пластине выражаются через перемещения и упругие постоянные:

$$M_x = -D_1 \left(\frac{\partial^2 w_x}{\partial x^2} + \mu_2 \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right), \quad (24)$$

$$M_y = -D_2 \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \mu_1 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right), \quad (25)$$

$$M_{xy} = -\frac{Gh^3}{12} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}, \quad (26)$$

$$Q_x = -\frac{\partial}{\partial x} \left(D_1 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + D_3 \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right), \quad (27)$$

$$Q_y = -\frac{\partial}{\partial y} \left(D_3 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + D_2 \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right). \quad (28)$$

Для ортотропной пластины с учетом зависимостей (24)–(28) получаем дифференциальное уравнение колебаний в перемещениях:

$$D_1 \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2D_3 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_2 \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} + \frac{ph \partial^2 w}{\partial t^2} = q, \quad (29)$$

где D_1 и D_2 – изгибные жесткости по главным направлениям; D_3 – крутильная жесткость; данные величины определяются по формулам:

$$D_1 = \frac{E_1 h^3}{12(1 - \mu_1 \mu_2)}, D_2 = \frac{E_2 h^3}{12(1 - \mu_1 \mu_2)} \quad (30)$$

$$D_3 = \frac{Gh^3}{12}.$$

Вывод

Представленные дифференциальные уравнения позволяют решать, в отличие от существующих моделей, задачи изгиба анизотропных пластин при одновременном учете влияния колебаний на напряженно-деформированное состояние конструкции. Тот факт, что дифференциальные уравнения имеют высокий порядок, позволяет учитывать сложные и разнообразные кинематические и статические условия закрепления слоев оболочки.

Библиографический список

1. Пульпинский, Я. С. Математическое моделирование оболочек вращения сложных форм : специальность 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» : диссертация на соискание степени кандидата технических наук / Я. С. Пульпинский ; Пензенский государственный университет. – Пенза, 2006. – 141 с. – Текст : непосредственный.
2. Холькин, С. А. Решение конструктивно нелинейных задач строительной механики адаптационными методами : специальность 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» : диссертация на соискание степени кандидата технических наук / А. С. Холькин ; Пензенский государственный университет. – Пенза, 2002. – 121 с. – Текст : непосредственный.
3. Новожилов, В. В. Теория упругости / В. В. Новожилов. – Ленинград : Судпромгиз, 1985. – 370 с. – Текст : непосредственный.
4. Батырев, К. Г. Вариант оценки пределов применимости технической теории анизотропных пластин : специальность 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела» : диссертация на соискание степени кандидата физико-математических наук / К. Г. Батырев ; Тульский государственный университет. – Тула, 2002. – 121 с. – Текст : непосредственный.
5. Лехницкий, С. Г. Теория упругости анизотропного тела / С. Г. Лехницкий. – Москва : Гостехиздат, 1977. – 415 с. – Текст : непосредственный.

6. Рабинович, А. Л. Об упругих постоянных и прочности анизотропных материалов / А. Л. Рабинович. – Текст : непосредственный // Труды ЦАГИ / Министерство авиационной промышленности Союза ССР. Центр. аэрогидродинам. ин-т им. проф. Н. Е. Жуковского : № 582. – Москва, 1946. – с. 55.
7. Лурье, А. И. Пространственные задачи теории упругости / А. И. Лурье. – Москва : Гостехиздат, 1955. – 491 с. – Текст : непосредственный.
8. Гольденвейзер, А. Л. Теория упругих тонких оболочек / А. Л. Гольденвейзер. – Москва : Наука, 1976. – 512 с. – Текст : непосредственный.
9. Васидзу, К. Вариационные методы в теории упругости и пластичности / К. Васидзу. – Москва : Наука, 1988. – 556 с. – Текст : непосредственный.
10. Канович, М. З. Сопrotivление композиционных материалов / М. З. Канович, Н. Н. Трофимов. – Москва : Мир, 2004. – 504 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Pul'pinskiy, Ya. S. (2006). Matematicheskoe modelirovanie obolochek vrashcheniya slozhnykh form. Diss. ... kand. tekhn. nauk. Penza, 140 p. (In Russian).
2. Khol'kin, S. A. (2002). Reshenie konstruktivno nelineynykh zadach stroitel'noy mekhaniki adaptatsionnymi metodami. Diss. ... kand. tekhn. nauk. Penza, 144 p. (In Russian).
3. Novozhilov, V. V. (1985). Teoriya uprugosti. Leningrad, Sudpromgiz Publ., 370 p. (In Russian).
4. Batyrev K. G. (2002). Variant otsenki predelov primenimosti tekhnicheskoy teorii ani-zotropnykh plastin. Diss. ... kand. ph.-m. nauk. Tula, 121 p. (In Russian).
5. Lekhnitskiy, S. G. (1977). Teoriya uprugosti anizotropnogo tela. Moskow, Gostekhizdat Publ., 415 p. (In Russian).
6. Rabinovich, A. L. (1946). Ob uprugikh postoyannykh i prochnosti anizotropnykh materialov. Moskow, Byuro novoy tekhniki Publ., 55 p. (In Russian).
7. Lur'e, A. I. (1955). Prostranstvennye zadachi teorii uprugosti. Moskow, Gostekhizdat Publ., 491 p. (In Russian).
8. Gol'denveyzer, A. L. (1976). Teoriya uprugikh tonkikh obolochek. Moskow, Nauka Publ., 512 p. (In Russian).
9. Vasidzu, K. (1987). Variatsionnye metody v teorii uprugosti i plastichnosti. Moskow, Mir Publ., 542 p. (In Russian).
10. Kanovich, M. Z., & Trofimov, N. N. (2004). Soprotivlenie kompozitsionnykh materialov. Moskow, Mir Publ., 504 p. (In Russian).

Сведения об авторах:

Уманская Ольга Леонидовна, к. т. н., доцент кафедры прикладной механики, Тюменский индустриальный университет, e-mail: umanskayaol@tyuiu.ru

Кривчун Наталья Аркадьевна, к. т. н., доцент кафедры прикладной механики, Тюменский индустриальный университет, e-mail: krivhunna@tyuiu.ru

Information about the authors

Olga L. Umanskaya, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Applied Mechanics, Industrial University of Tyumen, e-mail: umanskayaol@tyuiu.ru

Natalia A. Krivchun, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Applied Mechanics, Industrial University of Tyumen, e-mail: krivhunna@tyuiu.ru

Для цитирования: Уманская, О. Л. Разработка методики оптимального проектирования композитной пластины в условиях колебаний / О. Л. Уманская, Н. А. Кривчун. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 1. – С. 30–36.

For citation: Umanskaya, O. L., & Krivchun, N. A. (2021). Development of an optimal design methodology of a composite plate under vibration. Arkhitektura, stroitel'stvo, transport [Architecture, construction, transport], (1), pp. 30-36. (In Russian).

СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

- 72 часа обучения
- удостоверение о повышении квалификации
- заочная форма с применением дистанционных технологий

+7 (3452) 68-14-79
iddo@tyuiu.ru
ddo.tyuiu.ru



ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ БЕТОНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСНЫХ ДОБАВОК И МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

Г. А. Зимакова, В. А. Солонина, М. П. Зелиг
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

HIGH-PERFORMANCE CONCRETE WITH COMPLEX ADDITIVES AND LOCAL RAW MATERIALS

Galina A. Zimakova, Valentina A. Solonina, Marina P. Zelig
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В настоящей статье отражены особенности современных бетонов, показаны перспективы развития. Приведены экспериментальные данные по получению бетонов прочностью до 70 МПа, отличающиеся тем, что наряду с добавками химической природы в них применены местные алевропелитовые породы ишимской свиты юга Тюменской области. В статье анализируются физико-механические свойства цемента и бетона и делается вывод, что комплекс модифицирующих компонентов позволяет, не увеличивая расход цемента, обеспечить повышение механических характеристик бетона на 30-40 %.

Ключевые слова: высокоэффективные бетоны, тонкодисперсный минеральный компонент, алевропелитовая порода, дисперсность, цементные композиты

Abstract. This article presents the features of modern concrete, shows the development prospects. Experimental data of concrete production with a strength of up to 70 MPa are presented, characterized in that along with chemical additives local aleuropelite rocks of the Ishim suite in the south of the Tyumen region are used. The physical and mechanical properties of cement and concrete are analyzed in the article and conclude that the complex of modifying components allows without increasing the cement consumption to increase the mechanical characteristics of concrete by 30-40 %.

Key words: high-performance concrete, finely dispersed mineral component, aleuropelite rock, dispersion, cement composites

Введение

В 21 веке строительное материаловедение как прикладная наука при решении химико-технологических задач регулирования структуры, процессов и свойств вяжущих материалов и бетонов на их основе, керамических и силикатных

материалов, композитов на основе полимеров и других искусственных конгломератов использует целый арсенал исследовательских средств и методов фундаментальных наук. В результате на основе системно-структурного анализа созданы материалы, обладающие рядом уникальных

своих свойств, общим достижением, объединяющим все разработки, является получение и внедрение в практику материалов, изделий и конструкций повышенной долговечности и высокой несущей способности для строительных систем зданий и сооружений. Успехи в развитии нанотехнологий, называемых «молекулярной нанотехнологией», представлены новыми и беспрецедентными данными о цементах, бетонах и защитно-декоративных покрытиях, причем некоторые из них ставят в тупик традиционное мышление [1, 2]. Приемы манипулирования структурой на наномасштабном уровне позволили создать многофункциональные вяжущие и бетоны с высокими механическими характеристиками и такими свойствами, как низкое удельное электросопротивление, сенсорная способность, самозалечивание, высокая пластичность и самоконтроль трещин, способность к самоочищению [3–6].

Словарь терминов и понятий по бетонам достаточно ограничен, так, согласно ГОСТ 25192-2012, высокофункциональными называют бетоны, соответствующие специальным требованиям к функциональности, которые не могут быть достигнуты путем использования традиционных компонентов, методов смешивания, укладки, ухода и твердения. Американский институт бетона определяет высокоэффективный бетон так – отвечает особым требованиям к эксплуатационным характеристикам и однородности, которые не всегда могут быть достигнуты обычным способом с использованием только традиционных материалов и методов смешивания, укладки и твердения. Классификация высокоэффективных бетонов, связанная с прочностью, такова:

Compressive strength (MPa)	50	75	100	125	150
High-performance class	I	II	III	IV	V

Для определения вида цемента, бетонов и других строительных материалов, наделенных функциональностью, используют дополнительные термины: «умные» или «smart materials», «сверхэффективные», «нанобетон» и другие. В ряде случаев идет заимствование терминов, иногда исследователи употребляют понятия, наполняя их собственным содержанием. Отличитель-

ными чертами «умных» материалов являются их дополнительные функциональные возможности, которые выходят за пределы свойств, определяющихся структурой материала [7].

Бетоны нового поколения со значительным набором функций в российской и международной практике обозначают: high-performance concrete (высокофункциональные бетоны); smart materials concrete («умные» бетоны); self-regulated concrete (саморегулируемые бетоны); self compacting concrete (самоуплотняющиеся бетоны); self healing concrete (самозалечивающиеся бетоны); self cleaning concrete (самоочищающиеся бетоны); self sensing concrete (самодиагностирующиеся бетоны).

Из ряда высокофункциональных следует выделить самоочищающиеся бетоны и покрытия, их применение крайне актуально при производстве работ по сохранению объектов исторического наследия [8], а также зданий и сооружений, определяющих архитектурный облик города. В качестве примера рассмотрим бетон, содержащий нано-TiO₂, действие которого заключается в инициации фотокаталитической деструкции целого ряда загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах транспортных средств и предприятий, т.е. за счет ряда фотокаталитических процессов происходит окисление целого ряда вредных соединений, и материалы, содержащие фотокатализатор, сохраняют свой первоначальный цвет. Опыт применения TX Argс цементов фирмы Italcementi Group, при производстве которых вводится нано-TiO₂, в европейской практике показал, что кроме очистки поверхности наблюдается эффект некоторого повышения прочности цемента, следовательно, такие поверхности менее подвержены разрушению под влиянием окружающей среды.

В настоящее время успехи в области строительных наноматериалов и нанобетонов не являются системными [6, 9], применение нанотехнологий в промышленных масштабах ограничено и в основном связано с производством продукции особого назначения. Прогресс, достигнутый в области минеральных вяжущих веществ [10, 11], более значим, это касается знаний по физико-хи-

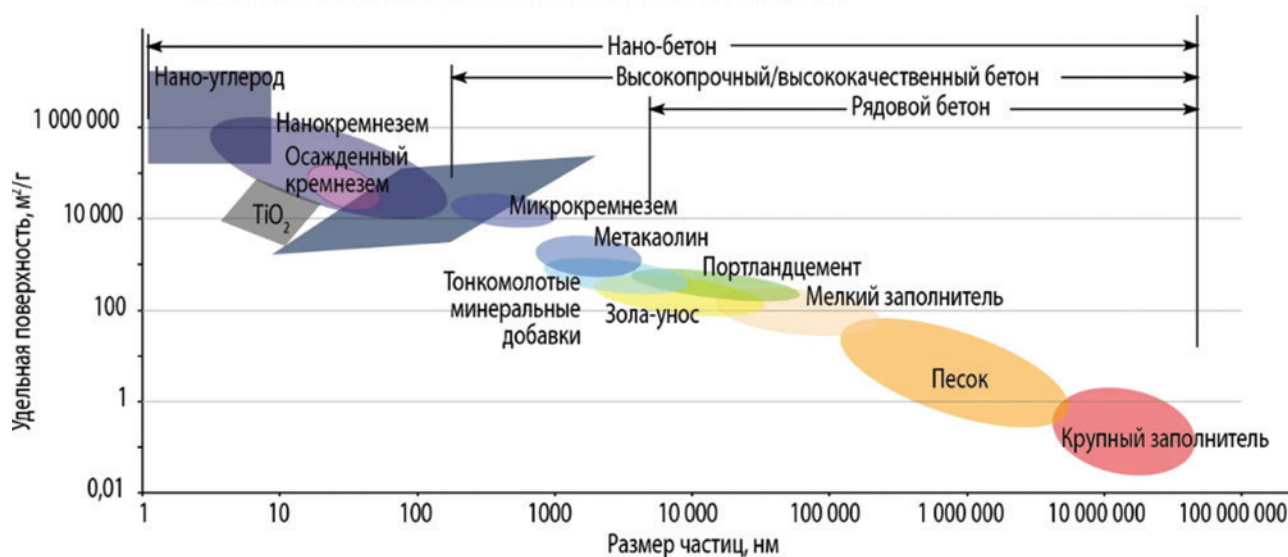


Рис. 1. Размер частиц и удельная поверхность компонентов бетона [11]

мическим процессам и механизмам разрушения. Доказано, что относительно низкие дозировки нанодобавок (менее 1 мас. %) достаточны для двух-трехкратного улучшения свойств наноконструктивов, однако коммерциализация нанотехнологий зависит от возможности производства нанодобавок в достаточных объемах и с приемлемой себестоимостью.

Использование высокофункциональных бетонов в традиционном строительстве также ограничено за счет высоких технологических требований, предъявляемых к материалам, конструированию состава, приготовлению, укладке, уплотнению смеси и уходу за твердеющим бетоном. Однако они незаменимы, если требуется обеспечить повышенные эксплуатационно-технические характеристики, например, при возведении высотных зданий, перекрытий большепролетных зданий, туннелей, мостов, для устройства дорожных покрытий и т.д. [12]. Уровень развития строительной науки и техники как в российской, так и международной практике демонстрируется именно на объектах и сооружениях, возведенных с применением высокофункциональных бетонов.

В стратегии производства современных бетонов и конструкций на их основе следует применить достижения в области бетоноведения

для получения бетонов, востребованных в массовом строительстве (классов В30-50). При выборе минерального сырья и добавок необходимо обратить внимание на технико-экономические показатели, т.е. совершенствование технических характеристик бетонов должно отражать решение полного комплекса технико-экономических показателей при строительстве и эксплуатации объектов. В настоящее время составы бетонных и растворных смесей разрабатываются с применением 6-8 компонентов. Дополнительно вводятся добавки химической и минеральной природы [13-16], при этом размерность минеральных компонентов лежит в области менее 100 мкм для высокопрочных бетонов (рис. 1).

Однако повышение количества компонентов требует решения целого ряда организационно-технических вопросов и, безусловно, приводит к удорожанию бетона. Для получения микроразмерных порошков необходимо производить помол минеральных (кварцевый песок, цеолитсодержащие породы, известняк) или техногенных (шлаки, золы) материалов. Общеизвестно, что помол является высокочрезвычайно затратной технологической операцией.

В данной статье рассматриваются вопросы получения бетонов с применением низких дозировок модифицирующих добавок и нетра-

диционного природного минерального сырья размерностью от 5 до 35 мкм, месторождения которого расположены на юге Тюменской области.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнены с применением портландцемента ЦЕМ I 42,5 ОАО «Сухоложскцемент», суперпластификатора на базе нового поколения поликарбоксилатных эфиров – HeroCrete C, гидрофобизатора – триэтаноламина (ТЭА), компонента пуццоланового действия – аморфного кремнезема (АК), алевропелитовой породы (АПП) ишимской свиты юга Тюменской области. Залежи данной породы диагностируются в больших объемах, месторождения представляют единую свиту мощностью до 20 м.

Исследования проведены с применением комплекса физико-химических методов с последовательным изучением образцов на различных масштабных уровнях. Химический состав основных гидратных образований установлен методом рентгеновского анализа. При исследовании цементных паст реологические свойства поддерживались на постоянном уровне. Влияние компонентов оценивалось по изменению водопотребности. Для характеристик плотности и прочности в различные сроки твердения использовались стандартные методики.

Результаты

По данным химического анализа установлено, что основными компонентами алевропелитовой породы являются SiO_2 (71,4-81,0 %) и Al_2O_3 (11,3-14,8 %). Содержание Na_2O , K_2O , Fe_2O_3 , MgO – от 1 до 3 %, Cl находится ниже предела определения. По результатам рентгенофазового анализа установлено, что преобладающими минералами породы являются кварц, натриево-калиевые полевые шпаты. Основную массу породы составляют частицы до 50 мкм, содержание зерен размером до 15 мкм – 40,0 %, до 30 мкм – 88,0 % (рис. 2 а). Зерна в основном имеют окатанную форму (рис. 2 б). В естественном залегании влажность породы не превышает 3-5 %.

Аморфный кремнезем – продукт химического синтеза, апробирован в дозировках 0,5-1,5 % в соответствии с установленным индексом пуццолановой активности (табл. 1).

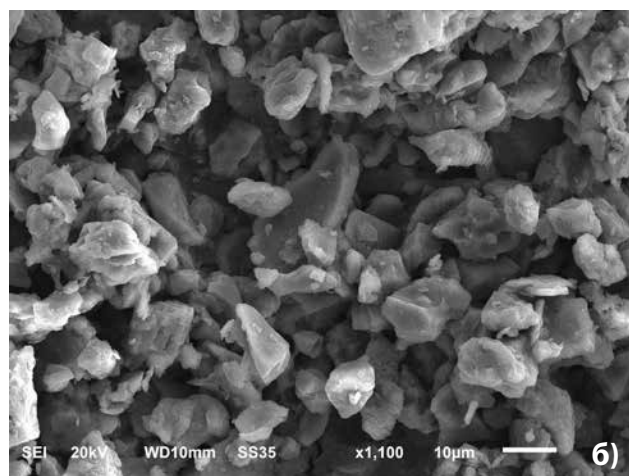
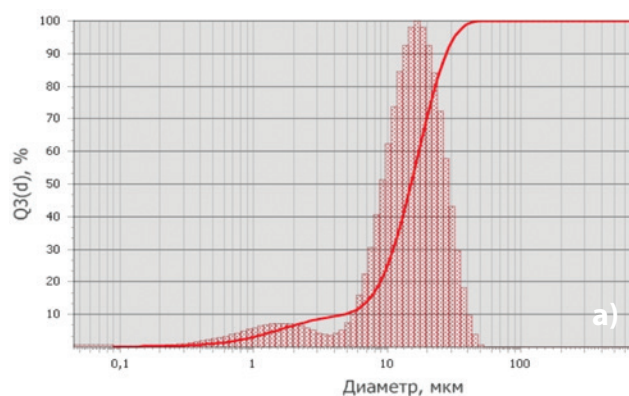


Рис. 2. Гранулометрический состав (а) и форма зерен (б) алевропелитовой породы

Таблица 1

Рецептура составов цементных паст

№ состава	Минеральный компонент, %		В/Ц, %
	АПП	АК	
1	–	–	25
2	15	–	30
3	20	–	31
4	25	–	31
5	–	0,5	23
6	–	1,0	23
7	–	1,5	24
8	20	0,5	26

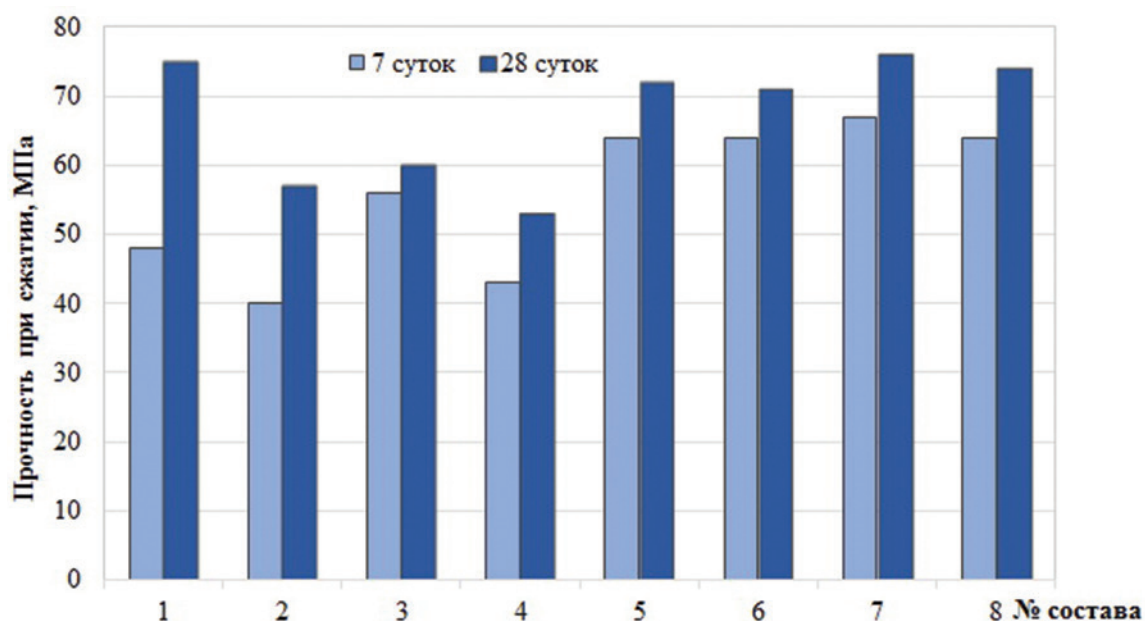


Рис. 3. Прочность цементного камня

Таблица 2

Составы бетонной смеси

№ состава	Ц, %	В/Ц, %	АПП, %	АК, %
1	100	0,5	–	–
2	80	0,53	20	–
3	100	0,51	–	0,5
4	80	0,55	20	0,5
5*	80	0,36	20	0,5

Примечание: * в состав бетонной смеси введена пластифицирующая добавка и ТЭА

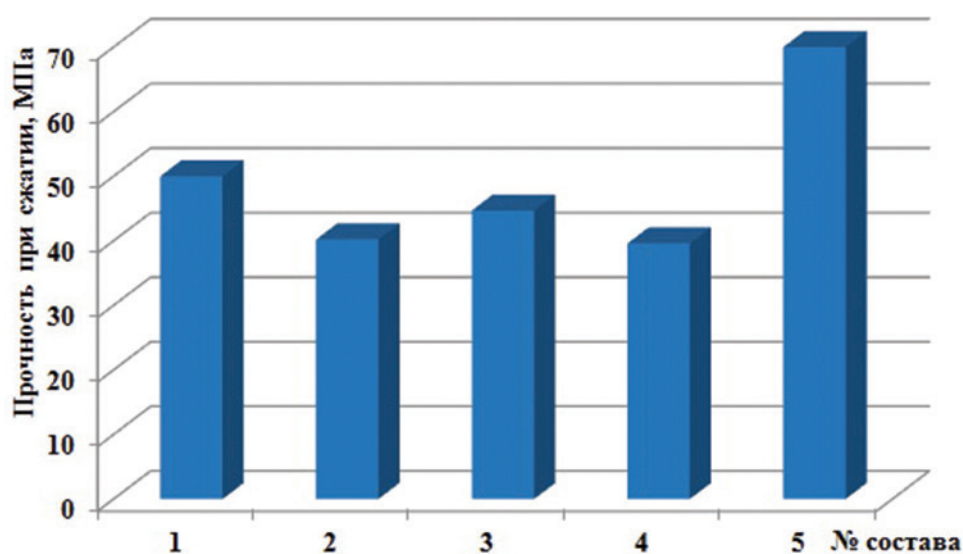


Рис. 4. Прочностные показатели бетона

При совместном введении алевропелитовой породы (20 %) и аморфного кремнезема (0,5 %) возможно обеспечить замену части портландцемента без снижения прочностных показателей цементного камня (рис. 3).

По результатам рентгенофазового анализа установлено, что основными структурообразующими гидратами являются гидросиликаты ксо-нотлито-тоберморитового ряда.

Установленное соотношение тонкодисперсных минеральных компонентов было апробировано в составах бетонной смеси (табл. 2).

Для оптимизации структуры бетона и реотехнологических свойств бетонной смеси в исследовании использован крупный заполнитель – гранитный щебень с размером зерен 5-7,5-10 мм. Доля песка (заполнитель бетона) в общем объеме заполнителей в исследуемых составах составляла 0,33-0,35. Прочность при сжатии бетонных образцов определялась в возрасте 28 суток (рис. 4).

Для определения водонепроницаемости и прочности были изготовлены образцы-цилиндры и испытаны в возрасте 180 суток. Марка по водонепроницаемости была установлена методом воздухопроницаемости на приборе Агама. Прочность при растяжении образцов была определена методом раскалывания, и был получен класс бетона на растяжение Bt14 (рис. 5).

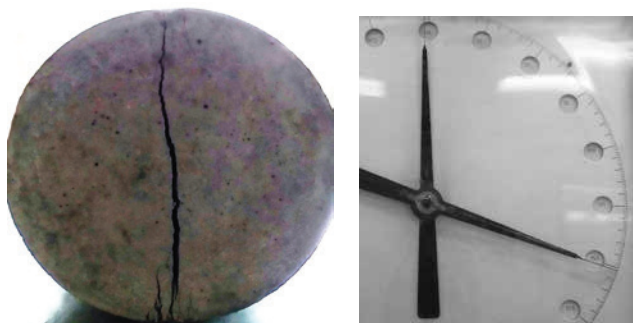


Рис. 5. Испытание цилиндра методом раскалывания

При рассмотрении механизмов повышения прочности наполненных цементных систем особое внимание было уделено изучению процессов структурообразования, обеспечивающих в конечном итоге прочность твердеющих композитов. Выявлено, что основная масса гидросиликатных фаз представлена пластинчатыми,

игольчатыми и волокнистыми новообразованиями, которые образуют радиально-лучистые, параллельно-волокнистые сращения. Внутрифазовая перекристаллизация этих фаз протекает медленно вследствие сравнительно низкой дисперсности первично образующихся кристаллов в низкоосновных гидросиликатах. Структура бетона и морфологические особенности гидратных фаз способствовали повышению прочности бетонного композита на растяжение, достигнутые значения прочности на растяжение при разрыве составили 14-16 МПа.

Изменение поровой структуры с переходом в условно замкнутую связано с рядом физико-химических процессов, протекающих с участием аморфного кремнезема с высоким индексом пуццолановой активности, пониженным до $V/C=0,34$ водосодержанием системы, за счет применения эффективной пластифицирующей добавки, полнотой гидратационных процессов и оптимальной плотности бетона. Управление структурой бетона позволило повысить водонепроницаемость до значений, отвечающих марке W18. Апробация введения ТЭА в состав бетонной смеси в дозировках 0.01-0.02 мас. % показала, что можно снизить капиллярные процессы при контакте бетона с водой и другими жидкими средами, толщина смачиваемого бетона составила 2-3 мм.

Выводы

При применении тонкодисперсных минеральных добавок кварц-полевошпатовой природы, залегающих в форме алевропелитов и в сочетании с суперпластификатором, пуццолановой добавкой и гидрофобизатором можно достичь синергетического эффекта за счет физико-химических процессов взаимодействия и получения фрактальных структур композитов повышенной прочности как при сжатии, так и при растяжении.

Сочетание пластифицирующего, гидрофобного и уплотняющего эффектов позволило повысить водонепроницаемость до высоких пороговых значений W18. Рациональность использования природных сырьевых материалов заключается в том, что в данном случае не требуется специальная технология подготовки и получения материалов ультрадисперсного диапазона.

Библиографический список

1. Influence of nano-SiO₂ addition on properties of hardened cement paste as compared with silica fume / Y. Qing, Z. Zenan, K. Deyu, C. Rongshen. – DOI 10.1016/J.CONBUILDMAT.2005.09.001. – Direct text // Construct Build Mater. – 2007. – № 21(3). – P. 539–545.
2. Баженов, Ю. М. Конструирование структур современных бетонов: определяющие принципы и технологические платформы / Ю. М. Баженов, Е. М. Чернышов, Д. Н. Коротких. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2014. – № 3. – С. 6–14.
3. A comparative study on the pozzolanic activity between nano-SiO₂ and silica fume / Y. Qing, Z. Zenan, S. Li, C. Rongshen. – Direct text // Wuhan Univ Technol – Mater Sci Ed. – 2006. – № 21(3). – P. 153–157. – Available at : <https://doi.org/10.1007/BF02840907>.
4. Investigations on the preparation and mechanical properties of the nano-alumina reinforced cement composite / Z. Li, H. Wang, S. He [et al.]. – DOI 10.1016/j.matlet.2005.08.061. – Direct text // Mater Lett – 2006. – № 60(3). – P. 356–359.
5. Scrivener, K. L. Innovation in use and research on cementitious material / K. L. Scrivener, R. J. Kirkpatrick. – Direct text // Cement Concrete Research. – 2008. – № 38(2). P. 128–136. – Available at : <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2007.09.025>.
6. Калашников, В. И. Эволюция развития составов и изменение прочности бетонов. Бетоны настоящего и будущего. Часть 1. Изменение составов и прочности бетонов / В. И. Калашников. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2016. – № 1–2. – С. 96–103.
7. Кокцинская, Е. М. «Умные» материалы и их применение (обзор) / Е. М. Кокцинская. – Текст : непосредственный // Видеонаука. – 2016. – №1(1). – С. 3–19.
8. TiO₂ nanocoatings for architectural heritage: Self-cleaning treatments on historical stone surfaces / G. B. Goffredo, E. Quagliarini, F. Bondioli, P. Munafo. – Direct text // Journal of Nanoengineering and Nanosystems. – 2014. – Vol.228. – №1. – P.2–10. – Available at : <https://doi.org/10.1177/1740349913506421>.
9. Санчез, Ф. Нанотехнологии в производстве бетонов / Ф. Санчез, К. Соболев. – Текст : непосредственный // Вестник ТГАСУ. – 2013. – № 3. – С. 262–281.
10. Яглов, В. Н. Наночастицы в бетоне / В. Н. Яглов, Г. А. Бурак, А. А. Меженцев – Текст : непосредственный // Строительная наука и техника. – 2012. – № 1. – С. 21–30.
11. Соболев, К. Современные достижения нанотехнологии в области цемента и бетона / К. Соболев. – Текст : непосредственный // Цемент и его применение. – 2016. – № 4. – С. 96–100.
12. Кирсанова, А. А. Высокофункциональные тяжелые бетоны нормального твердения / А. А. Кирсанова, Л. Я. Крамар, А. А. Рузавин. – Текст : непосредственный // Архитектура, градостроительство и дизайн. – 2017. – № 15. – С. 32–38.
13. Роль дисперсных наполнителей в бетонах нового поколения / В. И. Калашников, О. В. Суздальцев, Г. П. Дрянин, Г. П. Сехспоян. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Строительство. – 2014. – № 7. – С. 11–21.
14. Каприелов, С. С. Общие закономерности формирования структуры цементного камня и бетона с добавкой ультрадисперсных материалов / С. С. Каприелов. – Текст : непосредственный // Бетон и железобетон. – 1995. – № 4. – С. 16–20.
15. Zimakova, G. A. Strengthening of concrete composites using polycarboxylate and aluminosilicate materials / G. A. Zimakova, E. A. Kasper, O. S. Bochkareva. – Direct text // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2019. – T. 1116. – P. 316–328. – Available at : https://doi.org/10.1007/978-3-030-37919-3_31.
16. Толстой, А. Д. Высокопрочные бетоны на композиционных вяжущих с применением техногенного сырья / А. Д. Толстой, В. С. Лесовик, К. Ю. Новиков. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2016. – № 2. – С. 174–180.

References

1. Qing, Y., Zenan, Z., Deyu, K., & Rongshen, C. (2007). Influence of nano-SiO₂ addition on properties of hardened cement paste as compared with silica fume. *Construct Build Mater*, 21(3), pp. 539-545. (In English). DOI:10.1016/J.CONBUILDMAT.2005.09.001
2. Bazhenov, Yu. M., Chernishov, E. M., & Korotkikh, D. N. (2014). Structure design of modern concrete: key principles and technological basis. *Stroitel'nye Materialy (Construction Materials)*, (3), pp. 6-14. (In Russian).
3. Qing, Y., Zenan, Z., Li, S., & Rongshen, C. (2006). A comparative study on the pozzolanic activity between nano-SiO₂ and silica fume. *Wuhan Univ Technol – Mater Sci Ed*, 21(3), pp. 153-157. (In English). Available at: <https://doi.org/10.1007/BF02840907>
4. Li, Z. Wang, H., He, S., Lu, Y., & Wang, M. (2006). Investigations on the preparation and mechanical properties of the nano-alumina reinforced cement composite. *Mater Lett*, 60(3), pp. 356-359. (In English). DOI: 10.1016/j.matlet.2005.08.061
5. Scrivener, K. L. & Kirkpatrick, R. J. (2008). Innovation in use and research on cementitious material. *Cem Concr Res*, 38(2), pp. 128-136. (In English). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2007.09.025>
6. Kalashnikov, V. A. (2016). Evolution of development of concretes compositions and change in concrete strength. concretes of present and future. Part 1. Change in compositions and strength of concretes. *Stroitel'nye Materialy (Construction Materials)*, (1-2), pp. 96-103. (In Russian).
7. Koktsinskaya, E. M. (2016). Smart materials and its application. *Videonauka*, 1(1), pp. 3-19. (In Russian).
8. Goffredo, G. B, Quagliarini, E., Bondioli, F., & Munafo, P. (2014). TiO₂ nanocoatings for architectural heritage: Self-cleaning treatments on historical stone surfaces. *Journal of Nanoengineering and Nanosystems*, 228 (1), pp. 2-10. (In English). Available at: <https://doi.org/10.1177/1740349913506421>
9. Sanchez, F., & Sobolev, K. (2013). Nanotekhnologii v proizvodstve betonov. Obzor. *Vestnik of Tomsk state university of architecture and building*, (3), pp. 262-281. (In Russian).
10. Yaglov, V. N., Burak, G. A., & Mezgentsev, A. A. (2012). Nanoparticles in a concrete. *Stroitel'naya nauka i tekhnika*, (1), pp. 21-30. (In Russian).
11. Sobolev, K. (2016). Modern developments in nanotechnology and nanoengineering of cement and concrete. *Cement and its application*, (4), pp. 96-100. (In Russian).
12. Kirsanova, A. A., Kramar, L. Ya., & Ruzavin, A. A. (2017). High-functional heavy concrete normal solids. *Architecture, urbanism & design*, (15), pp. 32-38. (In Russian).
13. Kalashnikov, V. I., Suzdaltsev, O. V., Dryanin, R. A., & Sekhposyan, G. P. (2014). The role of dispersed and fine-grained filler in concrete of new generation. *News of higher educational institutions. Construction*, (7), pp. 11-21. (In Russian).
14. Kaprielov, S. S. (1995). Obshchie zakonomernosti formirovaniya struktury tsementnogo kamnya i betona s dobavkoy ul'tradispersnykh materialov. *Beton i zhelezobeton*, (4), pp. 16-20. (In Russian).
15. Zimakova, G. A., Kasper, E. A., & Bochkareva, O. S. (2019). Strengthening of concrete composites using polycarboxylate and aluminosilicate materials. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, (1116), pp. 316-328. (In English). Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-37919-3_31
16. Tolstoj, A. D., Lesovik, V. S., & Novikov, K. Iu. (2016). High endurance concretes on composite bindings with the use of man-made raw materials. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost*, (2), pp. 174-180. (In Russian).

Сведения об авторах

Зимакова Галина Александровна, к. т. н., доцент, заведующая кафедрой строительных материалов, Тюменский индустриальный университет, e-mail: zimakovaga@tyuiu.ru

Солонина Валентина Анатольевна, к. т. н., доцент кафедры строительных материалов, Тюменский индустриальный университет, e-mail: soloninava@tyuiu.ru

Зелиг Марина Петровна, старший преподаватель кафедры строительных материалов, Тюменский индустриальный университет, e-mail: zeligmp@tyuiu.ru

Information about the authors

Galina A. Zimakova, Candidate of Engineering, Associate Professor, Head at the Department of Building Materials, Industrial University of Tyumen, e-mail: zimakovaga@tyuiu.ru

Valentina A. Solonina, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Building Materials, Industrial University of Tyumen, e-mail: soloninava@tyuiu.ru

Marina P. Zelig, Senior Lecturer at the Department of Building Materials, Industrial University of Tyumen, e-mail: zeligmp@tyuiu.ru

Для цитирования: Зимакова, Г. А. Высокоэффективные бетоны с применением комплексных добавок и местных сырьевых ресурсов / Г. А. Зимакова, В. А. Солонина, М. П. Зелиг. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 1. – С. 38–46.

For citation: Zimakova, G. A., Solonina, V. A., & Zelig, M. P. (2021). High-performance concrete with complex additives and local raw materials. *Arkhitektura, stroitel'stvo, transport* [Architecture, construction, transport], (1), pp. 38-46. (In Russian).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА РАСХОДУЕМОЙ ВОДЫ РАЗЛИЧНЫМИ ВОДОПОТРЕБИТЕЛЯМИ ЖИЛОГО СЕКТОРА

А. Г. Жулин, А. Х. Аминова, Л. В. Белова
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

DETERMINATION OF THE AMOUNT OF WATER CONSUMED BY VARIOUS WATER USERS OF THE RESIDENTIAL SECTOR

Alexander G. Zhulin, Alexandra Kh. Aminova, Larisa V. Belova
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В последние годы в мире водопотребление населения снижается, объясняется это повышением стоимости воды и наличием расходомеров в квартирах. В настоящее время в России фактические расходы на одного жителя ниже установленных нормативных значений. Факторов, влияющих на расход воды, указывается до 15 наименований, таковыми, в частности, являются плотность проживающих в квартире и их положение в обществе.

В представленной работе приведены результаты измерения расходов воды в квартирах с различным числом жителей и разного возраста, отмечаются отклонения от рекомендуемых значений для расчета внутренних водопроводных сетей. По результатам фактических измерений водопотребления для различного числа жителей приведены значения суточных расходов воды за разные периоды наблюдения (день, неделя, месяц, год). Средняя суточная норма расхода воды на 1 жителя в рассматриваемых квартирах составила 74 дм³/сут-чел.

Abstract. In recent years, the world has seen a decline in the consumption of water by its population. This is due to the increase in the cost of water and the installation of water meters in apartments. Currently, in Russia, the actual water consumption per inhabitant is lower than the established standards. Factors affecting water consumption are up to 15 items, such as the density of residents in the apartment and their position in society.

The paper presents the measurement of water consumption in apartments with a different number of inhabitants, looking at the inhabitants of different ages. Deviations from the recommended values for the calculation of internal water supply networks are noted. Based on actual water consumption measurements for various inhabitants, daily water consumption values for various observation periods (day, week, month, year) are given. The average daily rate of water consumption per 1 resident in the apartments under consideration was 74 liters/per inhabitant/day.

Ключевые слова: неравномерность водопотребления, графики потребления воды, суточный расход воды на одного жителя, норма водопотребления

Key words: non-uniformity water consumption, water consumption graphs, daily water consumption per resident, water consumption rate

Введение

В настоящее время в России фактические суточные расходы воды на одного жителя ниже установленных нормативных значений. Отклонение реального водопотребления от нормативного непосредственно в жилом фонде в ряде случаев при проектировании внутренних систем дает завышенные затраты при их строительстве и монтаже [1].

При расчете и конструировании внутренних инженерных сетей величинами, определяющими диаметры трубопроводной системы, являются максимальные секундные расходы воды, которые в ряде случаев завышены. Величина расчетного расхода санитарно-технического прибора относительно стабильна, так как она принимается по возможному расходу истечения для стандартной водоразборной арматуры [2]. Значения коэффициентов неравномерности зависят от уклада жизни, состава семьи и других условий. В обобщенном виде и в настоящий период они не имеют обоснования, поэтому некоторыми авторами предлагается при гидравлическом расчете и проектировании в качестве первичного элемента инженерных систем принимать квартиру в целом, а не отдельные водоразборные приборы, установленные в ней [3, 4].

Ранее мы отметили [5], что при определении часовых расходов жителями квартир в литературе не фиксировались часы отсутствия водопотребления холодной воды, и только для горячей воды был представлен график с отсутствием потребления в ночные часы [6]. Отсутствие часов с нулевыми расходами объясняется наличием утечек, которые связывают с количеством жителей в доме: чем их больше, тем выше вероятность утечек. В этом случае к водопотреблению относятся утечки, но включение в графики водопотребления воды нецелевого назначения и утечек, как среднеоцененных до 25 % [7], в настоящее время некорректно, так как современная арма-

тура достаточно надежно защищает от утечек, а наличие квартирных счетчиков (расходомеров) тем более заставляет потребителей устранять отмеченные явления.

Необходимость определения достоверности расхода потребляемой воды связана с возможностью сокрытия потерь воды на утечки при завышении нормы и ведет к увеличению материалоёмкости систем; занижение нормы водопотребления приводит к перебоям в подаче воды и нарушению гидравлического режима [7]. Для селитебной зоны установить заранее абсолютно точное значение расхода воды на любой момент времени невозможно [8].

Так как расчетное значение расхода для определения параметров системы увязывается с режимом водопотребления, а он носит случайный характер, то в инженерных расчетах приходится принимать вероятность значения величины потребления воды коэффициентами часовой неравномерности, иллюстрирующими максимальные и минимальные отклонения от средних значений. В настоящее время в связи с массовой установкой приборов учета воды, использованием экономичной бытовой техники и введением двухтарифного расчета платы за электроэнергию режимы потребления воды изменились [8, 9].

Коэффициенты неравномерности выявляются на основе графиков водопотребления реальных объектов. Чем больше графиков водопотребления аналогичных объектов, тем будут ближе к реальности коэффициенты неравномерности водопотребления. При этом принимается допущение, что изменение водопотребления в течение часа незначительно, что позволяет перейти от непрерывных графиков к ступенчатым [10].

Большинство проведенных исследований по внутренним водопроводным сетям зданий в основном связано с выявлением коэффициентов неравномерности водопотребления и определением (на самом деле – назначением) величины

утечек. Однако, учитывая, что основным показателем для расчета внутренних систем водоснабжения и водоотведения является максимальный часовой расход на одного жителя, проведены соответствующие измерения в ряде квартир с различным числом жителей.

Причиной, обуславливающей проведение исследования по определению фактических расходов, приходящихся на различных водопотребителей жилого сектора, являются некоторые разногласия между нормативными и реально измеряемыми значениями.

При расчете водопотребления жилых зданий в состав суммарного расхода входят расходы, относящиеся к жильцам, – полезный, слив, нерациональный. Они фиксируются расходомерами с дополнительным учетом расхода на обслуживание внеквартирных (домовых) помещений: подъезда, коридора, лестничных площадок, лестниц, лифта (расходы на самом деле незначительны).

Процент слива воды в квартирах в основном обусловлен схемой горячего водоснабжения: при циркуляционной схеме количество слива будет равняться объему воды от стояка до наиболее удаленного санитарно-технического прибора (величина не будет значительной). При отсутствии циркуляции величина сливов во многом зависит от социального положения жителей и будет значительной при начале отбора на верхних этажах. Объединять утечки и нерациональные расходы со сливом не совсем правомерно, нерациональный расход и слив расходомерами учитываются и фиксируются как водопотребление.

Выявление максимального часового расхода воды на одного жителя представляется необходимым, так как от его значения зависит гидравлический расчет внутренней водопроводной сети, который в настоящее время осуществляется по среднему удельному расходу, что нельзя признать целесообразным.

Средний удельный расход воды относится ко всему населенному объекту, включая его инфраструктуру и предприятия, и является основной величиной при проектировании всей системы водоснабжения (водозабор, водоочистка, подача в водопроводную сеть).

Цели исследования:

- выявление количественного расхода воды в квартирах обычных водопользователей различного социального положения;
- определение максимальных коэффициентов часовой неравномерности для объектов исследования;
- проведение сравнительного анализа данных по водопотреблению одного жителя в зависимости от количественного состава семьи.

Измерения проводились на счетчиках, прошедших госповерку, полученная информация представлена в графиках, отражающих режимы водопотребления в различные временные периоды.

Исследования представляют интерес, так как позволяют уточнить гидравлические расчеты и снизить затраты на строительство и монтаж внутреннего водопровода.

Объект и методы исследования

Рассматривались квартиры, оборудованные счетчиками по холодной и горячей воде, в которых периодически с различной дискретностью по времени отмечались показания по потреблению воды: для квартиры с 1, 2, 3 жителями – через 1 час; для квартир с числом жителей – 1, 2, 3, 4, 7 человек – с дискретностью в 1 сутки, неделю, месяц и по сезонам года. Измерения осуществлены для квартир с 1 жителем – пенсионер и служащий, в составе других семей имеются дети, пенсионеры.

Квартиры с 4 и 7 жителями оборудованы посудомоечными и стиральными машинами. С детьми в возрасте до 5 лет максимальные расходы пришлось на две стирки в день.

Среднесуточное водопотребление жителями определялось по формуле:

$$q_{cp} = \Delta Q \cdot 1000 / T \cdot U, \text{ л/сут} \cdot \text{чел.},$$

где ΔQ – разность показаний счетчика за принятый период, м³;

T – период между отсчетами показаний расходомера;

U – число жителей в квартире, чел.

Коэффициент часовой неравномерности определялся по формуле:

$$K_{ч_{г(в)}} = \frac{Q_{ч_{г(в)}} \cdot 24}{Q_{сут_{г(в)}}}$$

где $Q_{ч_{г(в)}}$ – максимальный часовой расход горячей (холодной) воды, $дм^3/ч$;

$Q_{сут_{г(в)}}$ – суммарный суточный расход горячей (холодной) воды за сутки, $дм^3/ч$.

Результаты и обсуждения

По результатам проведенных измерений построены ступенчатые графики водопотребления для различных составов семей. Сравнительные данные по максимальным часовым и суточным расходам воды, а также максимальным коэффициентам часовой неравномерности приведены в табличной форме.

Для семьи из трех человек графики водопотребления для будних и выходных дней приведены на рис. 1, 2, а значения коэффициентов часовой неравномерности в табл. 1.

Для семьи с пенсионером (два человека) ступенчатый график водопотребления приведен на рис. 3, 4. Максимальный часовой расход холодной воды – $48 дм^3$ – зафиксирован с 13 до 14 часов в воскресный день, максимальный коэффициент часовой неравномерности по холодной воде $K_{max}^c = 7,94$. Максимальное часовое потребление горячей воды в этот день составило $9 дм^3$ и отмечалось с 13 до 14 часов, максимальный коэффициент часовой неравномерности для горячей воды $K_{max}^h = 6,54$, общий максимальный коэффициент часовой неравномерности водопотребления составил $K_{max}^{tot} = 6,60$.

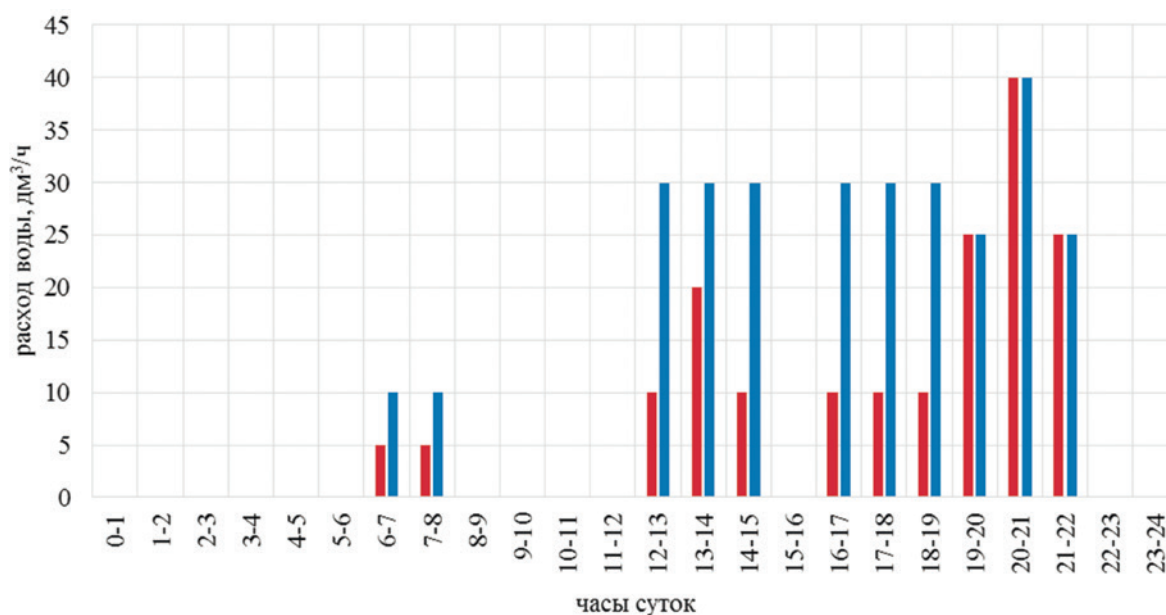


Рис. 1. Водопотребление семьи из трех человек в субботу: ■ – холодная вода, ■ – горячая вода

Таблица 1

Параметры водопотребления для семьи из трех человек

Наименование системы	Режим водопотребления – выходной день				Режим водопотребления – будний день			
	Суточный расход, $дм^3/сут$	Максимальный часовой расход, $дм^3/ч$	K_{max}^c K_{max}^h	K_{max}^{tot}	Суточный расход, $дм^3/сут$	Максимальный часовой расход воды, $дм^3/ч$	K_{max}^c K_{max}^h	K_{max}^{tot}
Холодная вода	290	40 Час 20-21	3,31	4,17	190	50 Час 20-21	6,0	5,14
Горячая вода	170	40 Час 20-21	5,64		80	10 Час 20-21	3,0	

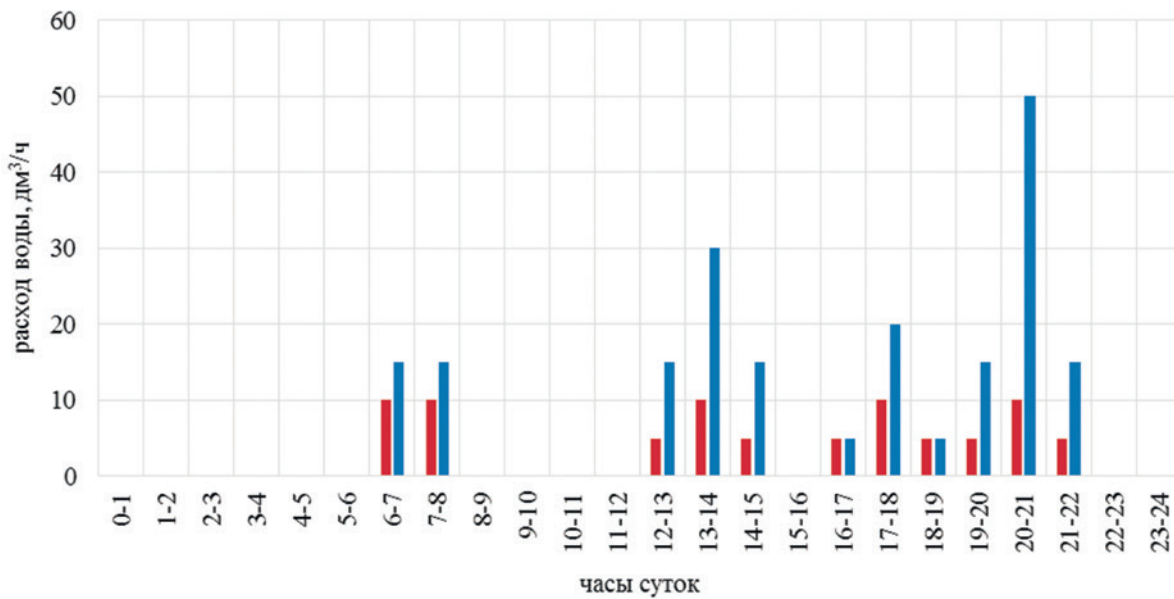


Рис. 2. Водопотребление семьи из трех человек в будний день:
■ – холодная вода, ■ – горячая вода

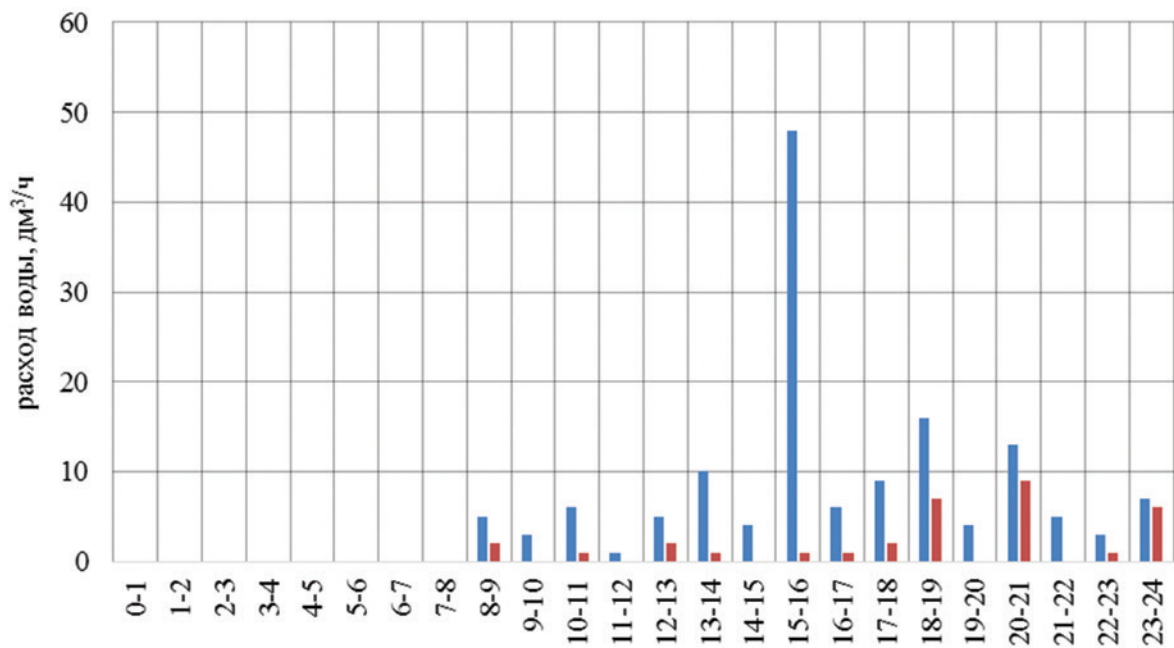


Рис. 3. Водопотребление семьи из двух человек с пенсионером в выходной день:
■ – холодная вода, ■ – горячая вода

Для семьи из четырех человек расход воды в течение недели представлен на рис. 5. Максимальное суточное водопотребление на одного жителя в понедельник составило 89 дм³/сут, в

воскресенье – 85 дм³/сут, минимальное водопотребление – 42 дм³/сут – отмечалось в среду и четверг (расходы обобщены за две недели).

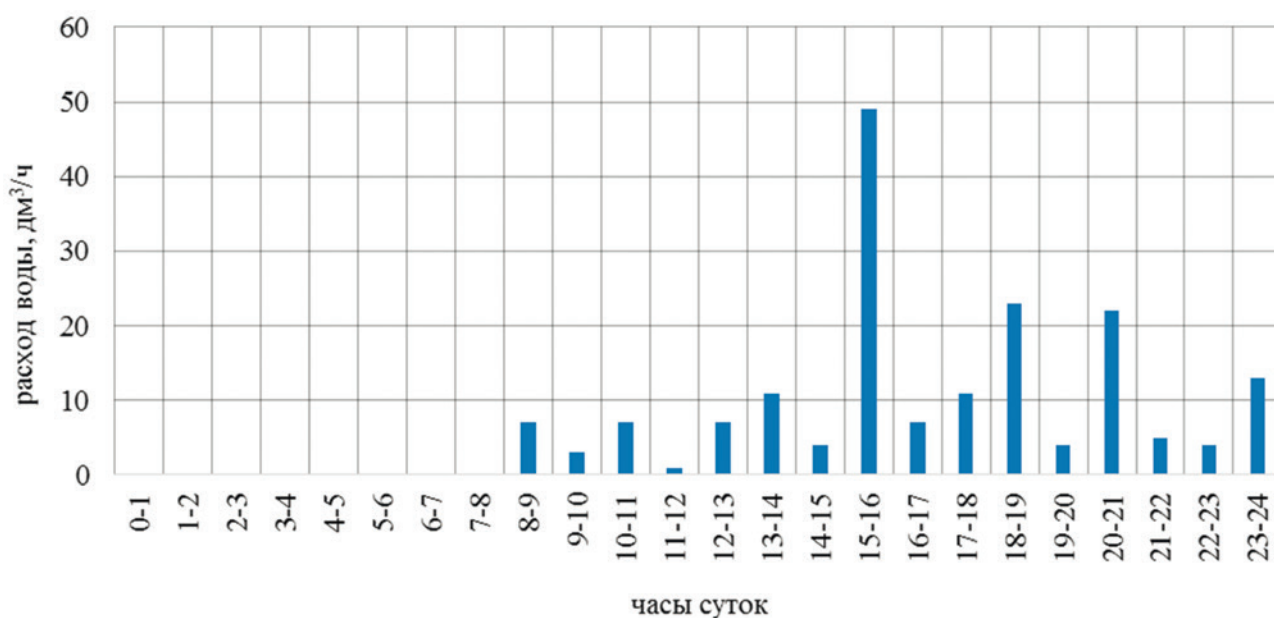


Рис. 4. Общее водопотребление (холодной и горячей воды) для семьи с пенсионером

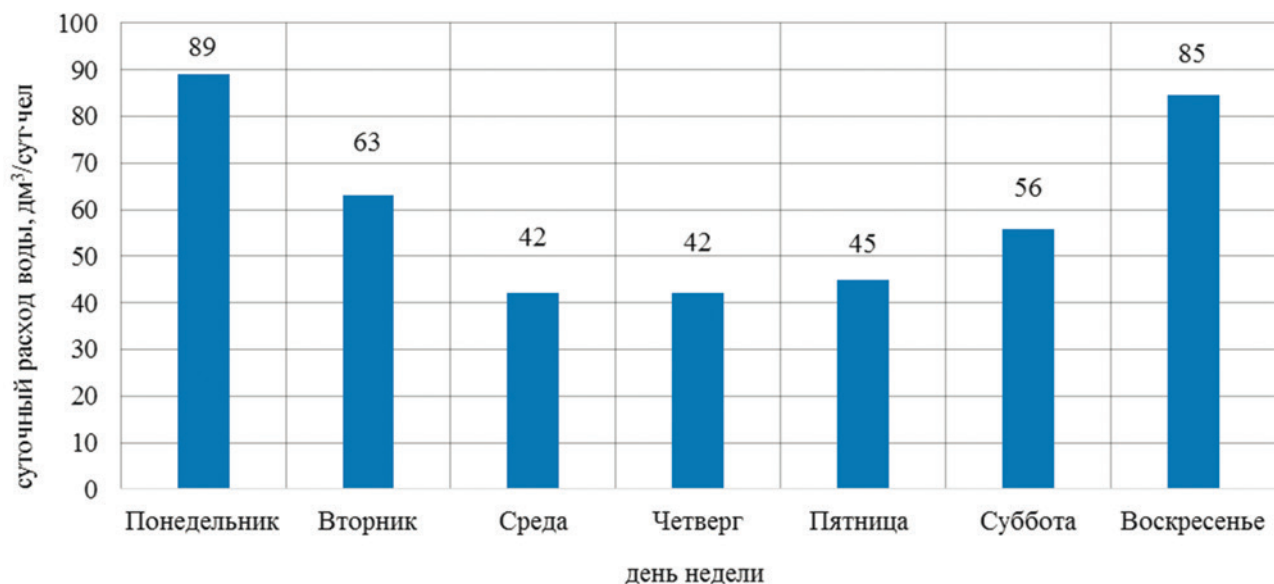


Рис. 5. Потребление воды на одного жителя в семье из четырех человек (двое детей, один до пяти лет) – среднее за две недели

Для семьи из семи человек (пятеро детей, двое до пяти лет) расход воды в течение недели представлен на рис. 6. Максимальное суточное водопотребление на одного жителя в среду составило 107 дм³/сут, минимальное водопотребление

составило 57 дм³/сут в воскресенье (расходы обобщены за две недели).

График водопотребления за один день (будний и выходной) для семьи из трех человек представлен на рис. 7.

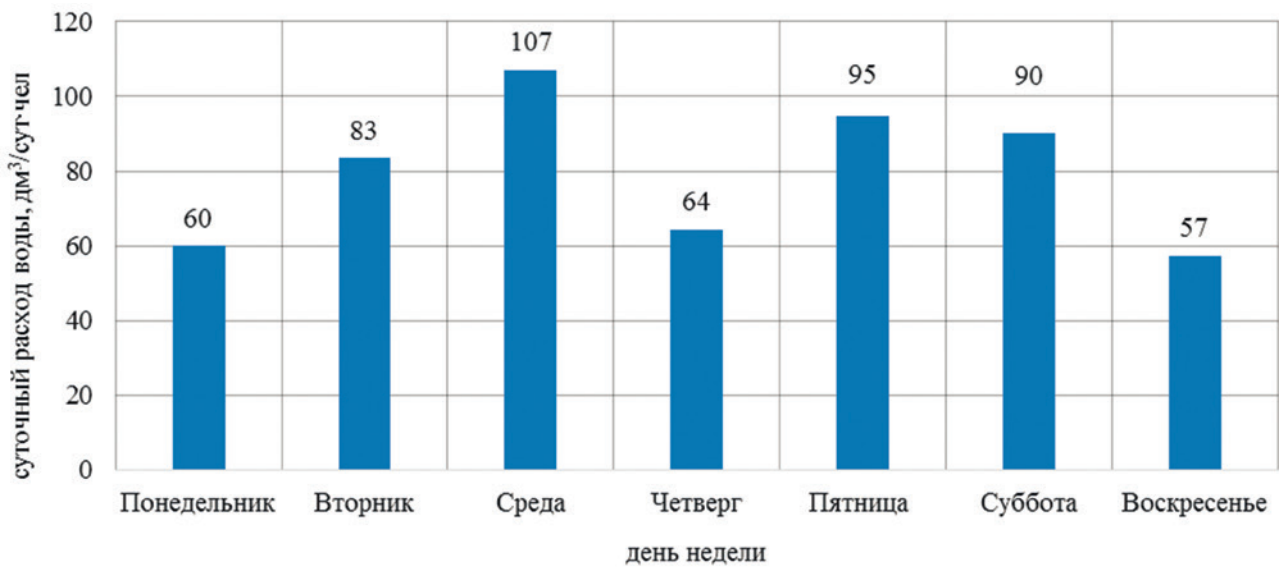


Рис. 6. Потребление воды на одного жителя в семье из семи человек (пятеро детей, двое до пяти лет) – среднее за две недели

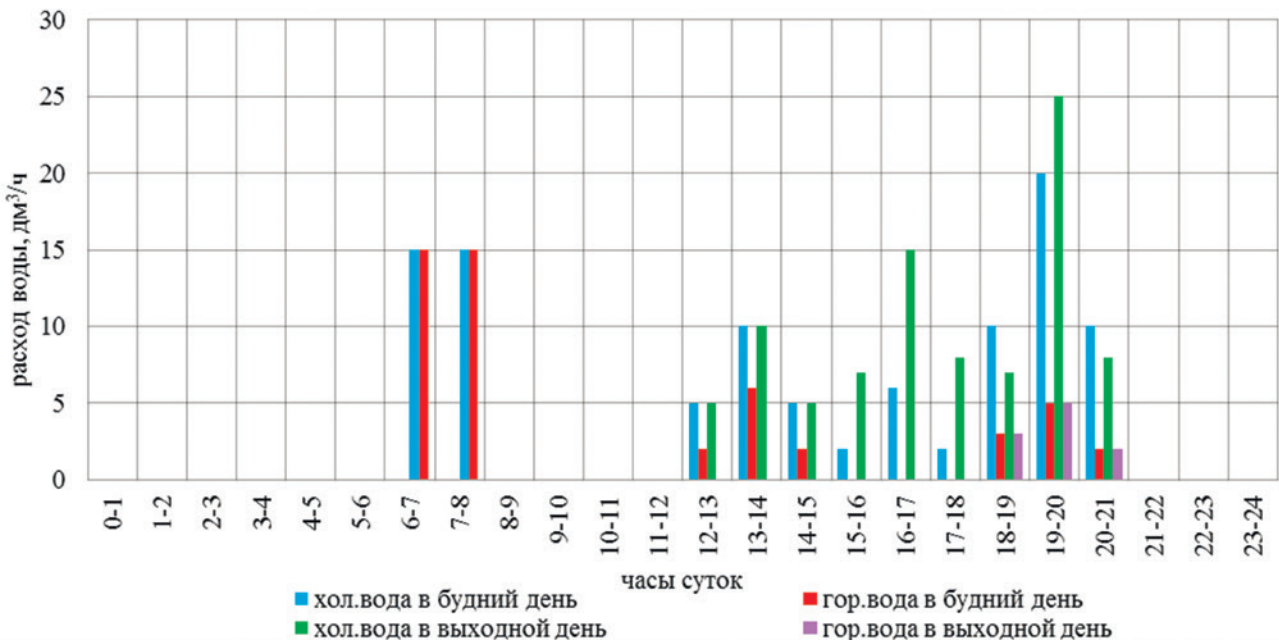


Рис. 7. Часовые расходы воды семьи из трех человек в будний и выходной день

Для семьи из трех человек сравнительный график суточного водопотребления для различных сезонов года (зима и лето) представлен на

рис. 8. Общий коэффициент часовой неравномерности для зимнего сезона составил 6,66, для летнего – 4,50.

СТРОИТЕЛЬСТВО

Водопотребление, приходящееся на семью из трех человек, по сезонам года – на рис. 9, расход воды на одного человека представлен на рис. 10.

Обобщенные данные среднего водопотребления жильцами квартир с разным числом жителей (одного человека, двух, трех, четырех

и семи человек) представлены на рис. 11.

Исходя из полученных значений водопотребления различных семей, возможно рассчитать среднюю норму расхода воды, приходящуюся на одного жителя, по результатам исследований она составила 74,2 дм³/сут-чел.

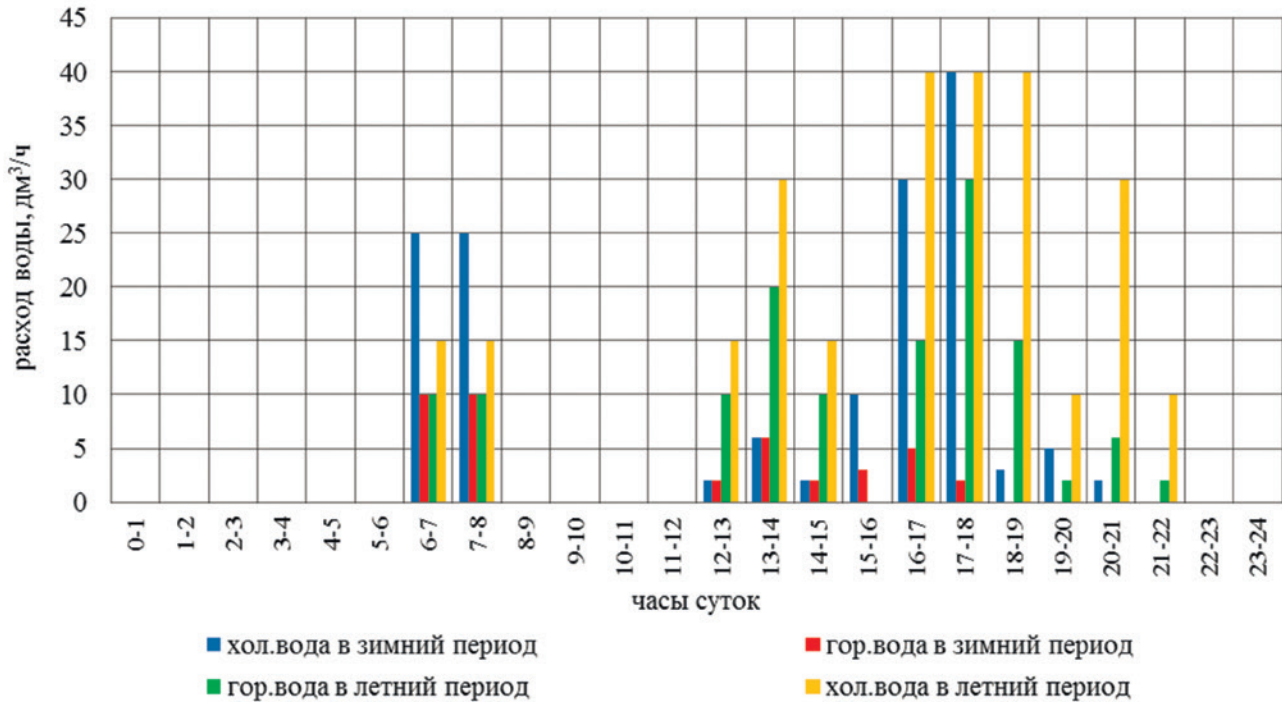


Рис. 8. Сравнительные часовые расходы воды для семьи из трех человек по сезонам года

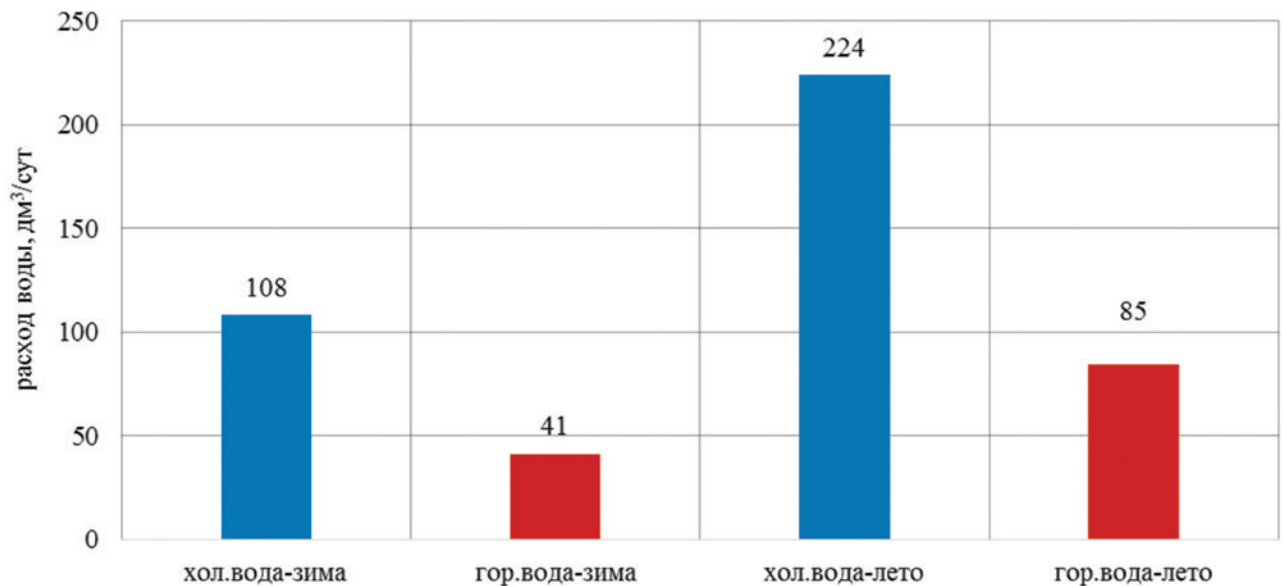


Рис. 9. Сравнительное водопотребление для семьи из трех человек по сезонам года

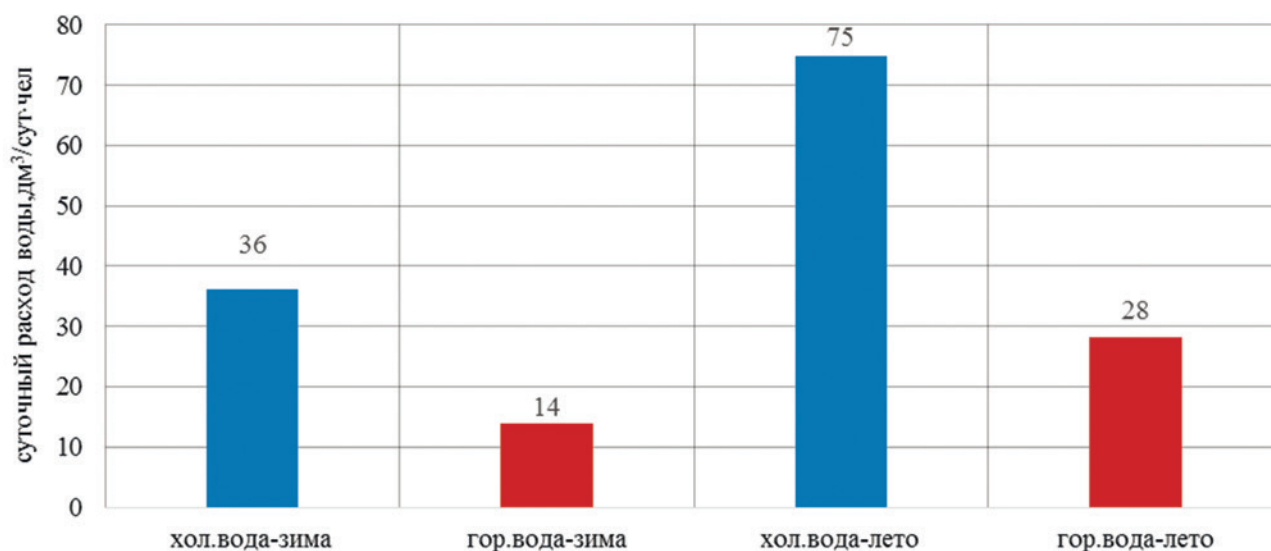


Рис. 10. Сравнительное водопотребление на одного человека по сезонам года (семья из трех человек)

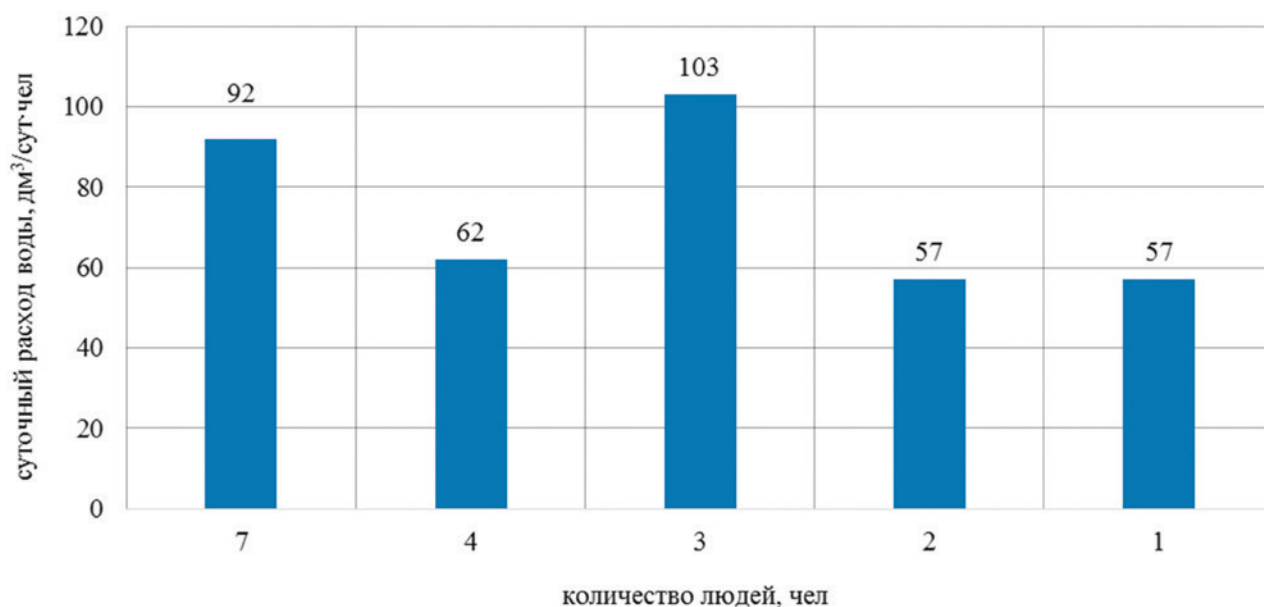


Рис. 11. Норма расхода воды для одного жителя при различном количественном составе семей (1, 2, 3, 4 и 7 человек)

Максимумы и минимумы суточных и часовых расходов воды для семей с различным количественным составом не совпадают во временных промежутках (это объясняется различием социального положения и уклада жизни), что учитывается при гидравлическом расчете внутренних санитарно-технических систем введением вероятности действия приборов.

Выводы

- Проведены экспериментальные исследования по выявлению среднесуточного фактического расхода воды на одного человека в зависимости от числа жителей в квартире и их социального положения.
- Неравномерность водопотребления в течение суток характеризуется коэффициентами

- часовой неравномерности, по результатам исследований составила от 3,0 до 7,94.
- Часовая норма расхода воды на одного жителя зафиксирована для семьи из двух человек – от 24,5 до 2,0 л/ч.чел., для семьи из трех человек – от 26,7 до 3,33 л/ч.чел. для конкретного дня. Зафиксирована следующая зависимость – с увеличением периода усреднения и количества рассматриваемых жителей уменьшается значение $q_{hr,u}^{tot}$, что объясняет значение, рекомендованное СП 30.13330 и равное $q_{hr,u}^{tot} = 11,6$ л/ч.чел., полученное для жилого дома в целом.
 - Расход воды на одного человека в сутки для семьи из семи человек, включая детей, имеет наибольшие колебания расходов в течение недели и равен 26–129 л/сут.чел., при среднем за неделю 93 л/сут.чел.
 - Средняя норма расхода воды на одного жителя по результатам исследований составила 74 дм³/сут.чел., что меньше рекомендуемой СП 30.13330 к расчету внутренних водопроводных сетей значения и равной

$$q_{hr,u}^{tot} = 180\text{--}210 \text{ л/сут.чел.}$$

Библиографический список

1. Исследование зависимости водопотребления Москвы от температуры наружного воздуха / Е. В. Шушкевич, Р. И. Бастрыкин, Е. В. Алешина [и др.]. – Текст : непосредственный // Водоснабжение и санитарная техника. – 2011. – № 3. – С. 23–26.
2. Кедров, В. С. Санитарно-техническое оборудование зданий : учебник для вузов / В. С. Кедров, Е. Н. Ловцов. – 2-е изд. – Москва : ООО «БАСТЕТ», 2008. – 480 с. – Текст : непосредственный.
3. Стрелков, А. К. Расчет гидравлических режимов работы внутренних систем водоснабжения в многоквартирных домах / А. К. Стрелков, Ю. Н. Зотов, И. Ю. Михайлова. – Текст : непосредственный // Водоснабжение и санитарная техника. – 2014. – № 8. – С. 15–20.
4. Стрелков, А. К. О совершенствовании СП 30.13330.2016 «Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85» (в порядке обсуждения) / А. К. Стрелков, Ю. Н. Зотов, И. Ю. Михайлова. – Текст : непосредственный // Водоснабжение и санитарная техника. – 2020. – № 3. – С. 28–32.
5. Аминова, А. Х. Коэффициент расхода воды для семьи из трех человек / А. Х. Аминова, А. Г. Жулин. – Текст : непосредственный // Современные проблемы земельно-имущественных отношений, урбанизации территории и формирования комфортной городской среды : сборник статей Международной научно-практической конференции ; отв. редакторы О. В. Сидоренко, Л. А. Филимонова. – Тюмень : ТИУ, 2020. – Т. II. – С. 457–462.
6. Повышение эффективности работы систем горячего водоснабжения / И. Н. Чистяков, М. М. Грудзинский, В. И. Ливчак [и др.]. – Москва : Стройиздат, 1988. – 314 с. – Текст : непосредственный.
7. Исаев, В. Н. Анализ методик определения расходов во внутреннем водопроводе / В. Н. Исаев, М. Г. Мхитарян. – Текст : электронный // «АВОК» – общество инженеров: Сантехника. – 2003. – № 5. – URL : https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2234 (дата обращения: 08.02.21).
8. Ивановский, В. С. Система сбора данных и закономерности неравномерного потребления воды в сети жилого городка / В. С. Ивановский, В. А. Обвинцев, С. В. Саркисов. – Текст : непосредственный // Труды Военно-космической академии имени А. Ф. Можайского. – 2016. – Вып. 652. – С. 167–172.
9. Игнатчик, В. С. Исследование коэффициентов часовой неравномерности водопотребления / В. С. Игнатчик, С. В. Саркисов, В. А. Обвинцев. – Текст : непосредственный // Вода и экология: проблемы и решения. – 2017. – № 2. – С. 27–39.
10. Журба, М. Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений : учебное пособие / М. Г. Журба, Л. И. Соколов, Ж. М. Говорова. – 2-е изд. – Москва : АСВ, 2003. – Т. 2. – 288 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Shushkevich, E. V., Bastrykin, R. I., Aleshina, E. V., Korchagin, K. A., & Geraskina, I. Yu. (2011). Analysis of dependence of water consumption in Moscow on outside-air temperature. *Water Supply and Sanitary Technique*, (3), pp. 23-26. (In Russian).
2. Kedrov, V. S., & Lovtsov, E. N. (2008). *Sanitarno-tekhnicheskoe oborudovanie zdaniy*. 2th edition. Moscow, Izdatel'skiy dom «BASTET» Publ., 480 p. (In Russian).
3. Strelkov, A. K., Zotov, Yu. N., & Mikhailova, I. Yu. (2014). Calculation of hydraulic operation mode of in-door plumbing systems in tenement houses. *Water Supply and Sanitary Technique*, (8), pp. 15-20. (In Russian).
4. Strelkov, A. K., Zotov, Yu. N., & Mikhailova, I. Yu. (2020). On improving code of rules (cr) 30.13330.2016 «Water supply and drains of buildings. Revised edition of snip 2.04.01-85*» (for the discussion). *Water Supply and Sanitary Technique*, (3), pp. 28-32. (In Russian).
5. Aminova, A. Kh., & Zhulin, A. G. (2020). Koeffitsient raskhoda vody dlya sem'i iz trekh chelovek. *Sovremennye problemy zemel'no-imushchestvennykh otnosheniy, urbanizatsii territorii i formirovaniya komfortnoy gorodskoy sredy: sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Tom II. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., pp. 457-462. (In Russian).
6. Chistyakov, I. N., Grudzinskiy, M. M., Livcha, V. I., Pokrovskaya, I. B. & Prokhorov, E. I. (1988). *Povyshenie effektivnosti raboty sistem goryachego vodosnabzheniya*. Moscow, Stroyizdat Publ., 314 p. (In Russian).
7. Isaev, V. N., & Mkhitarian, M. G. (2003). Analiz metodik opredeleniya raskhodov vo vnu-trennem vodoprovode. «AVOK» – obshchestvo inzhenerov: *Santekhnika*, (5), pp. 6-12. (In Russian). Available at: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2234 (accessed 08.02.2021).
8. Ivanovsky, V. S., Obvintsev, V. A., & Sarkisov, S. V. (2016). Sistema sbora dannykh i za-konomernosti neravnomernogo potrebleniya vody v seti zhilogo gorodka. *Proceedings of the Mozhaisky Military Space Academy*, (652), pp. 167-172. (In Russian).
9. Ignatchik, V. S., Sarkisov, S. V., & Obvintsev, V. A. (2017). Issledovanie koeffitsientov chasovoy neravnomernosti vodopotrebleniya. *Water and Ecology*, (2), pp. 27-39. (In Russian).
10. Zhurba, M. G., Sokolov, L. I., & Govorova, Zh.M. (2003). *Vodosnabzhenie. Proektirovanie sistem i sooruzheniy*. 2th edition. Tom 2. Moscow, ASV Publ., 288 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Жулин Александр Гаврилович, к. т. н., доцент кафедры водоснабжения и водоотведения, Тюменский индустриальный университет, e-mail: zhulinag@tyuiu.ru

Аминова Александра Хаптулаевна, магистрант кафедры водоснабжения и водоотведения, Тюменский индустриальный университет

Белова Лариса Владимировна, к. т. н., доцент кафедры водоснабжения и водоотведения, Тюменский индустриальный университет

Information about the authors

Alexander G. Zhulin, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Water Supply and Sanitation, Industrial University of Tyumen, e-mail: zhulinag@tyuiu.ru

Alexandra Kh. Aminova, Master's Student at the Department of Water Supply and Sanitation, Industrial University of Tyumen

Larisa V. Belova, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Water Supply and Sanitation, Industrial University of Tyumen

Для цитирования: Жулин, А. Г. Определение количества расходуемой воды различными водопотребителями жилого сектора / А. Г. Жулин, А. Х. Аминова, Л. В. Белова. – Текст : непосредственный // *Архитектура, строительство, транспорт*. – 2021. – № 1. – С. 47–57.

For citation: Zhulin, A. G., Aminova, A. Kh., & Belova, L. V. (2021). Determination of the amount of water consumed by various water users of the residential sector. *Arkhitektura, stroitel'stvo, transport* [Architecture, construction, transport], (1), pp. 47-57. (In Russian).

УДК 69.009

05.23.11 Проектирование и строительство дорог,
метрополитенов, аэродромов, мостов
и транспортных тоннелей (технические науки)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ВЕДЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

М. А. Мелин, Н. Л. Бреус

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

IMPROVEMENT OF METHODS OF MAINTAINING EXECUTIVE DOCUMENTATION IN A CONSTRUCTION ORGANIZATION

Mikhail A. Melin, Natalia L. Breus

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. Грамотное ведение исполнительной документации обеспечивает успешную реализацию проектов строительства. В статье показана необходимость перевода исполнительной документации в электронный формат, описаны преимущества этого перехода. Проведен анализ некоторых программных продуктов, на основе которых в дальнейшем планируется создание универсальной системы, обладающей лучшими функциональными возможностями имеющихся программ и включающей новые инструменты.

Ключевые слова: исполнительная документация, цифровизация, документооборот, программные комплексы, автоматизация

Abstract. Competent management of executive documentation ensures the successful implementation of construction projects. The need to translate executive documentation into electronic format and the degree of implementation of this process at the moment are shown. The article provides an analysis of some software products, based on which it is planned to create the universal system in the future, that has the best functionality of the existing programs and includes new tools.

Key words: executive documentation, digitalization, document flow, software packages, automation

Введение

В современном строительстве исполнительная документация является неотъемлемой частью строительного процесса. Комплект исполнительной документации подтверждает факт выполнения работ организацией-подрядчиком и ее право на получение оплаты за оказанные услуги [1].

Грамотное ведение исполнительной документации обеспечивает успешную реализацию проектов строительства. К сожалению, во время осуществления этого важного процесса многие специализированные отделы сталкиваются с различными трудностями.

Проблемы, возникающие при традиционном ведении документооборота, в последнее время –

не редкость. Существует большая вероятность забыть присвоить или же присвоить ошибочный номер тому или иному документу, не занести его в реестр, а также подшить к пакету документов не подписанный исполнителем документ.

Помимо этого, требуется обеспечить наличие необходимых экземпляров как у компании, так и у контрагентов, а для этого нужно осуществить их перевозку и дальнейшее хранение.

Если же у организации несколько строительных объектов, то значительные материальные и временные затраты неизбежны, также высока вероятность ошибочного заполнения документов и их утери.

В настоящее время ведение документации хоть и осуществляется с помощью таких компьютерных программ, как Excel и Word, все равно имеет место быть многократное заполнение повторяющейся информации, пусть и в электронном виде [2].

В целом при ведении исполнительной документации выявляются следующие проблемы:

- значительные затраты на бумажные материалы, печать и архивирование документов;
- многократное заполнение повторяющейся информации;
- ошибки при составлении исполнительной документации;
- существенные временные и материальные затраты, связанные с необходимостью передачи документации на проверку и обратного получения для устранения замечаний.

Объект исследования

Исполнительная документация представляет собой текстовые и графические материалы, отражающие фактическое исполнение проектных решений и фактическое положение объектов капитального строительства и их элементов в процессе строительства, реконструкции, капи-

тального ремонта объектов капитального строительства по мере завершения определенных в проектной документации работ¹.

В состав исполнительной документации входят:

1. Акты:
 - освидетельствования работ,
 - освидетельствования скрытых работ,
 - испытаний,
 - освидетельствования ответственных конструкций,
 - приема-передачи.
2. Исполнительные геодезические схемы и чертежи.
3. Журналы:
 - общий журнал работ,
 - авторского надзора,
 - учета выполненных работ,
 - специальные,
 - входного контроля качества строительных материалов и конструкций.
4. Документы, удостоверяющие качество используемых материалов, конструкций, изделий и оборудования:
 - сертификаты соответствия,
 - приложения к сертификатам соответствия,
 - паспорта,
 - сертификаты качества,
 - протоколы испытаний.
5. Общая документация:
 - рабочий проект на строительство объекта с надписями о соответствии выполненных в натуре работ по этому проекту (с учетом внесенных изменений, сделанными лицами, ответственными за производство строительномонтажных работ),
 - другие документы, отражающие фактическое исполнение проектных решений на усмотрение участников строительства с учетом специфики объекта,

¹ РД-11-02-2006. Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения : Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору [принят 26 дек. 2006 г.]. – Техэксперт : [сайт]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/902023790>.

-
- техническая документация предприятий-изготовителей,
 - документация на утилизацию строительных отходов,
 - результаты экспертиз, обследований, лабораторных и иных испытаний выполненных работ, проведенных в процессе строительного контроля,
 - документы, подтверждающие проведение контроля качества применяемых строительных материалов (изделий).

Исполнительная документация представляет собой большое количество различных документов, требующих контроля, архивирования, соблюдения сроков и согласования. Осуществить это помогают специализированные программные комплексы.

Экспериментальная часть

Процесс перехода на электронный документооборот еще не завершен, так как необходимо учесть очень много факторов и нюансов, тем не менее, на сегодняшний день создано несколько программных продуктов, отличающихся по определенным критериям и функциональным возможностям. В табл. 1 представлен их сравнительный анализ.

В конечном итоге авторами планируется усовершенствование универсальной электронной системы MStroy, предназначенной для управления строительными проектами, сочетающей в себе достоинства проанализированных программ и обладающей новыми функциями, необходимыми для повышения эффективности процесса создания и ведения исполнительной документации в электронном виде.

Результаты

Каждая из данных программ обладает своими достоинствами, позволяющими облегчить ведение исполнительной документации в цифровом формате.

Возможность создавать справочники, в которых хранятся данные обо всех участниках строительства, позволяет избежать многократного заполнения повторяющейся информации. При создании актов освидетельствования работ информацию об участниках строительства, строительном объекте и ответственных лицах удобно брать из единого хранилища, а при продолжительной работе с отдельным объектом эти данные заполняются автоматически при создании нового акта.

Единый архив документации позволяет исключить материальные затраты на хранение бумажных экземпляров. Структурированная система также способствует быстрому поиску необходимого документа.

Представленные программные комплексы помогают следить за актуальностью документов. При истечении срока сертификата качества или приближении к дате сдачи актов пользователь будет уведомлен об этом.

Немаловажной функцией является наличие мобильного доступа к системе электронного документооборота. Это существенно ускоряет процесс внесения данных, а также повышает удобство получения информации всеми участниками строительства.

Согласно СТО ССК УрСиб 05-2020², в случае ведения исполнительной документации участниками строительства в электронном виде документы подписываются усиленной квалифицированной электронной подписью по соглашению между участниками электронного взаимодействия. Это значительно сокращает сроки подписания актов освидетельствования выполненных работ и способствует более быстрому получению денежных средств подрядчиком.

Наглядное отображение ситуации на объекте осуществляется при помощи связи с BIM-моделью объекта. Это способствует более точному и менее трудозатратному подсчету объемов работ.

² СТО ССК УрСиб 05-2020. Организация строительного производства : стандарт организации Союз строительных компаний Урала и Сибири : дата введения 25.06.2020. – Челябинск : ССК УрСиб, 2020. – 79 с.

Сравнительный анализ программных продуктов

Критерий	«АЛТИУС – Исполнительная документация» [3]	СКИД[4]	КСИДСтрой [5]	Адепт: Исполнительная документация [6]	HARDROLLER [7]	MStroy [8]
Создание и использование справочников	+	+	+	+	+	+
Законодательно установленные формы печати	+	+	+	+	+	+
Отслеживание сроков подготовки актов	+	+	-	-	-	+
Комментарии к документам	+	+	-	+	-	+
Отслеживание сроков действия сертификатов качества	+	-	+	+	+	+
Импорт из ГРАНД-Сметы	+	-	-	+	-	+
Разделение учетных записей по ролям	+	+	+	+	-	+
Использование электронной цифровой подписи	-	+	-	+	+	+
Связь с BIM-моделью	-	+	-	-	-	+
Наличие графического интерфейса для ввода информации	+	-	-	-	-	+
Отслеживание расчета за выполненные работы	+	-	-	+	-	+
Импорт выполненных объемов работ	+	-	-	+	-	+
Архивирование документации	+	+	+	+	+	+
Отслеживание графика производства работ	-	+	-	-	-	+
Использование видеокамер для осуществления строительного контроля	-	+	-	-	-	+
Наличие мобильной версии	-	+	+	+	-	+

Выводы

Таким образом, использование современных программных комплексов позволяет вывести процесс ведения исполнительной документации

на совершенно новый уровень, обеспечив строительные проекты качественным документооборотом при значительном снижении необходимых трудовых, временных и материальных ресурсов.

Библиографический список

1. Летчфорд, А. Н. Исполнительная документация в строительстве : Справочное пособие / А. Н. Летчфорд, В. А. Шинкевич. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургское отделение Общероссийского общественного фонда «Центр качества строительства», 2015. – 259 с. – Текст : непосредственный.
2. Важная роль интегрированных программ для ведения исполнительной документации на строительном рынке / Г. С. Городнюк, А. Е. Мамаев, В. А. Свинцицкий, А. А. Сердюкова – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 2-3. – С. 28–32.
3. Исполнительная документация // АЛТИУС. Системы управления строительством : [сайт]. – URL : http://www.altius.ru/program/ispolnitelnaya-dokumentaciya/?utm=source_stroykalife (дата обращения: 10.12.2020). – Текст : электронный.
4. СКИД : [сайт]. – URL : <https://скид.рус/> (дата обращения: 10.12.2020). – Текст : электронный.
5. Сервис для ведения исполнительной документации // КСИДСтрой : [сайт]. – URL : <https://ksidstroy.ru/> (дата обращения: 10.12.2020). – Текст : электронный.
6. Адепт: Исполнительная документация // Адепт : [сайт]. – URL : https://gk-adept.ru/programmy/adept_ispolnitelnaya_dokumentaciya/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=%7badept_ispdoc%7d&utm_content=8994246122&utm_term=%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%25 (дата обращения: 10.12.2020). – Текст : электронный.
7. Формируйте исполнительную документацию автоматически // HARDROLLER : [сайт]. – URL : <https://hardroller.ru/> (дата обращения: 10.12.2020). – Текст : электронный.
8. Программный комплекс MStroy // MStroy : [сайт]. – URL : <https://www.mstroy.tech/> (дата обращения: 10.12.2020). – Текст : электронный.

References

1. Letchford, A. N., & Shinkevich, V. A. (2015). Ispolnitel'naya dokumentatsiya v stroitel'stve. St. Petersburg, SPb otdelenie OOF TsKS Publ., 259 p. (In Russian).
2. Gorodnyuk, G. S., Mamaev, A. E., Svintsitskiy, V. A., & Serdyukova A. A. (2016). Vazhnaya rol' integrirovannykh programm dlya vedeniya ispolnitel'noy dokumentatsii na stroitel'nom rynke. Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk, 2-3, pp. 28-32. (In Russian).
3. ALTIUS. Ispolnitel'naya dokumentatsiya. (In Russian). Available at: http://www.altius.ru/program/ispolnitelnaya-dokumentaciya/?utm=source_stroykalife. (Accessed 10.12.2020).
4. Stroitel'nyy kontrol' i dokumentooborot. (In Russian). Available at: <https://скид.рус/>. (Accessed 10.12.2020).
5. Servis dlya vedeniya ispolnitel'noy dokumentatsii. (In Russian). Available at: <https://ksidstroy.ru/>. (Accessed 10.12.2020).
6. Adept. Ispolnitel'naya dokumentatsiya. (In Russian). Available at: https://gk-adept.ru/programmy/adept_ispolnitelnaya_dokumentaciya/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=%7badept_ispdoc%7d&utm_content=8994246122&utm_term=%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%25. (Accessed 10.12.2020).

-
7. Hardroller. (In Russian). Available at: <https://hardroller.ru/>. (Accessed 10.12.2020).
 8. MStroy. (In Russian). Available at: <https://www.mstroy.tech/>. (Accessed 10.12.2020).

Сведения об авторах

Мелин Михаил Алексеевич, магистр базовой кафедры АО «Мостострой-11», Тюменский индустриальный университет, e-mail: snailynx@yandex.ru

Бреус Наталья Леонидовна, к. э. н., и. о. заведующего базовой кафедрой АО «Мостострой-11», Тюменский индустриальный университет, заместитель генерального директора АО «Мостострой-11», e-mail: natalya.breus@ms11.ru

Information about the authors

Mikhail A. Melin, Master's Student at the Base Department JSC «Mostostroy-11», Industrial University of Tyumen, e-mail: snailynx@yandex.ru

Natalia L. Breus, Candidate of Economic, Acting Head at the Base Department JSC «Mostostroy-11», Industrial University of Tyumen, Deputy General Director JSC «Mostostroy-11», e-mail: natalya.breus@ms11.ru

Для цитирования: Мелин, М. А. Совершенствование способов ведения исполнительной документации в строительной организации / М. А. Мелин, Н. Л. Бреус. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 1. – С. 58–63.

For citation: Melin, M. A., & Breus, N. L. (2021). Improvement of methods of maintaining executive documentation in a construction organization. *Arkhitektura, stroitel'stvo, transport* [Architecture, construction, transport], (1), pp. 58-63. (In Russian).

КОМПЛЕКС МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ БЛАГОУСТРОЙСТВА БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ ВОДОЕМОВ С ПЕРЕРАБОТКОЙ ОТЛОЖЕНИЙ

Ш. М. Мерданов, Г. Г. Закирзаков, И. В. Кукарских
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

COMPLEX OF MACHINES AND EQUIPMENT FOR IMPROVEMENT OF THE SHORELINE OF WATER BODIES WITH SEDIMENT PROCESSING

Shakhbuba M. Merdanov, Godil G. Zakirzakov, Ilia V. Kukarskikh
Industrial university of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В статье рассмотрены главные на сегодняшний день проблемы деградации водоемов (естественного происхождения и вызванные жизнедеятельностью человека). Проведен анализ существующих способов очистки водоемов и подобраны методы по благоустройству их береговой линии. Выработаны предложения по созданию комплекса машин и оборудования для очистки их от загрязнений и попутной переработки отложений, добытых со дна.

Ключевые слова: водоем, методы очистки, донные отложения, механизированный комплекс

Введение

Вода является одним из главных элементов натурального ландшафта и способна украсить любой участок. Водоемы бывают как природного (пруды, озера), так и искусственного (водохранилища, карьеры, бассейны) происхождения. Их назначение самое разнообразное: они могут выполнять декоративную функцию, быть приспособлены для занятий спортом, купания, их можно

Abstract. In this article, methods were selected for the improvement of the coastline of water bodies. The main problems associated with water bodies degradation are considered today. The analysis of the existing methods of their cleaning is carried out, proposals for the creation of a complex of machines and equipment for their cleaning from pollution and associated processing of sediments that are extracted directly from the bottom are developed.

Key words: reservoir, treatment methods, bottom sediments, mechanized complex

использовать для разведения и ловли рыбы и т.д. Однако только объекты с чистой водой способны радовать глаз и приносить пользу, в ином случае они могут стать недостатком любой местности. Застойная вода привлекает ненужных насекомых, а жаркая погода провоцирует размножение в ней бактерий, грибов и водорослей.

Водоем – это сбалансированная экосистема с природными механизмами очищения, которые,

однако, часто нарушаются в результате деятельности человека, деградации объекта и накопления в нем органики. Важно помогать водоему вовремя избавляться от этих негативных факторов: чем больше воды, растений в нем, чем интенсивнее движение воды, тем проще ему справляться с различными загрязнениями и сохранять баланс. Чаще всего поддержание чистоты невозможно без человеческого участия, поэтому очистка дна от ила является очень важным мероприятием по поддержанию баланса водоема.

В последние годы все более пристальное внимание уделяется жилищному строительству. Но если раньше стояла задача сдать как можно больше квадратных метров жилья, то теперь вектор строительства повернулся в сторону создания комфортных условий для жизни. Застройка жилых кварталов ведется комплексно с акцентом на ландшафтный дизайн придомовых территорий. В зону внимания попадают и водоемы, на берегах которых строятся новые микрорайоны. Тем не менее, вопросы подготовки береговой линии объектов для их безопасного использования и эстетического восприятия новоселами все еще упускаются из вида.

Однако формирование красивой набережной – это только один из вопросов обустройства водоемов. Как известно, эти объекты являются источниками пресной воды. Если в мегаполисах и больших городах вопрос водоснабжения решается за счет подземных водозаборов, то в небольших поселках и деревнях, в которых живет значительная часть населения нашей страны, они остаются единственными источниками пресной воды, используемой для бытовых нужд [1].

Еще одна проблема, которую можно отнести к числу глобальных, – нехватка питьевой воды. Каждый год на земном шаре человечество расходует 3300-3500 км³ воды. Большая часть (около 70 %) идет на нужды сельского хозяйства. Без воды не может обходиться ни одна отрасль промышленности, она необходима для обеспечения бытовых потребностей населения. Однако результатом хозяйственной деятельности человека является большое количество загрязненных сточных вод.

Стремительный рост населения уже привел к тому, что в некоторых регионах земного шара пресной воды стало не хватать. Но это только полбеда – загрязнение гидросферы может лишить нас и этих весьма ограниченных запасов. Уже сегодня значительная часть водных ресурсов на планете загрязнена. Каждый год человечество производит около 400 млрд т отходов, большая часть из которых попадает в реки, моря и океаны. Природа способна самовосстанавливаться, но и у нее есть свои пределы [2].

Еще одно назначение водоемов – судоходство. Данная отрасль с каждым годом приходит в упадок из-за непроходимых водных участков, появление которых вызвано цветением воды и накоплением мусора. Россия имеет самую распространенную и обширную водную транспортную сеть, но уже есть все предпосылки к тому, чтобы упустить это достояние. Водные объекты остаются судоходными до тех пор, пока их глубины и ширины достаточно для прохождения водного транспорта и нет таких препятствий, как деревья, скалы и др. [3].

Основное преимущество водного транспорта – дешевизна перевозки, особенно по магистральным путям. Передвижение единицы груза на судах требует мощности в шесть-семь раз, а при перемещении леса – в десятки раз меньше, чем при перевозке по железным путям. Стоимость содержания 1 км водного пути во много раз дешевле железнодорожного.

Более того, водоемы являются естественными ареалами существования огромного разнообразия рыб и других живых организмов, традиционно употребляемых в пищу. Из-за их деградации уменьшаются популяции рыбы. Например, в Тюменской области и Тюмени в частности, исчезают такие виды, как стерлядь, золотой карась, нельма.

Проблемы есть и с муксуном, и с осетром. Условия для их воспроизводства заметно ухудшаются [4].

Старение водоемов – естественный процесс. В результате постепенного заиливания и заторфовывания они превращаются в болота, что делает их непригодными для использования.

К естественным причинам гибели можно отнести:

- чрезмерное количество вредных микроэлементов и бактерий, которые уменьшают должный уровень кислорода;
- излишнее количество в воде продуктов жизнедеятельности водной фауны. Наличие в воде данных веществ вызывает бурную реакцию, которая провоцирует зарастание водоема;
- скопление большого количества донного осадка, переходящего в заболачиваемость, приводящую к крайней степени гибели объекта.

В настоящее время этот процесс значительно ускоряется за счет загрязнения водоемов бытовыми и промышленными отходами [5].

Развитие промышленности обуславливает массовое строительство предприятий химической, тяжелой, энергетической и многих других отраслей, некоторые из производств возводятся вблизи береговой линии, что связано с потребностью в чистой воде, необходимой для обеспечения технологических процессов предприятий. Тратится большое количество водных ресурсов, вследствие чего нарушается баланс, погибает флора и фауна, водоем начинает цвести и все быстрее преобразовываться в болото.

Пух, листья, ветки, а также полиэтиленовые пакеты относятся к механическим загрязнениям. Этот мусор, оказавшийся на поверхности, впоследствии тонет, и через некоторое время начинается процесс расщепления загрязнений. Первым сигналом того, что водоем пора очищать, служит появление жирной пленки на поверхности, а также неприятного запаха.

Загрязнение происходит и в том случае, когда среди остальных видов растений выделяется один, цветение которого сопровождается неприятным запахом. Повышенное газообразование также необходимо устранять. Нередко встречается химическое загрязнение, связанное с попаданием в воду нефтепродуктов.

Еще одна проблема, угрожающая состоянию водных объектов, – осадки, которые долгие годы скапливаются на дне. Растения и организмы,

обитающие на болотах, в зарастающих водоемах, озерах со слабопроточной водой, со временем погибают, образуя биомассу, которая с каждым годом все более наслаивается друг на друга и, соответственно, прессуется. Таким образом, в условиях повышенной влажности и недостатка воздуха из не полностью разложившихся остатков болотных растений, мхов и донного ила – сапропеля – образуется торф. Процесс разложения не может пройти полностью из-за недостатка кислорода, свободному доступу которого препятствует вода.

О полезности торфа и сапропеля говорят высокое содержание в них углерода (до 60 %) и низкие показатели азота (до 3 %). Торфо-сапропелевые отложения вполне можно использовать в сельском хозяйстве в качестве удобрения природного происхождения и без инородных химических добавок [6]. Так, за 2019 год, по данным Департамента ТЭК и недропользования, по югу Тюменской области насчитывалось порядка 390 813 м³ сапропеля и 4 352 791 тыс. т торфа, которые могут быть применены по назначению в разных сферах деятельности.

На данный момент целенаправленной добычей донного сырья занимается ограниченное количество организаций, причем преимущественно кустарными способами [6]. При эпизодических очистках водоемов все сырье, добытое со дна, утилизируется за ненадобностью.

Результаты/обсуждение

В данной статье рассматривается вопрос благоустройства береговых линий с попутной переработкой донных отложений при использовании оптимально подобранного оборудования.

На основе анализа существующих разрозненных методов борьбы с деградацией водоемов была разработана комплексная технология, включающая все стадии их очистки. Опишем поэтапно данный процесс.

Прежде чем приступать к работе, необходимо подготовить местность, очистить ее от зарослей камышей, травы и габаритного мусора, мешающего проходу техники для дальнейшей очистки. Уборку территории предлагается осуществлять

ручным способом, а для подводных работ привлекать дайверов и водолазов со специальным оборудованием. После всех мероприятий наступает этап непосредственной очистки водоема [7], которая может осуществляться различными способами.

Механический метод очистки представляет собой очистку местности от плавающего мусора с использованием фильтрующего устройства. Принцип действия заключается в том, что вода с помощью насоса будет проходить через фильтрующие устройства, а весь излишний мусор задерживаться в фильтре. Наиболее эффективным будет использование земснарядов с установленным на них оборудованием.

Физико-химическим способом после механической очистки следует провести процедуру аэрации с помощью подводных аспираторов, которые способны насытить воду кислородом, так как недостаток кислорода может спровоцировать дефицит организмов в водоеме, и процесс гибели водоема продолжится.

Биологический метод очищения воды подразумевает использование прибора с микроорганизмами, который помещается под воду. Анаэробные и аэробные бактерии не несут вреда человеку, проживающим в воде рыбам и растительности. В процессе их деятельности нормализуется биологический фон водоема. Все вредоносные организмы гибнут благодаря внесенным бактериям.

Химический способ очистки применим для водной среды, для поддержания баланса химических веществ. Данный метод характеризуется использованием химического реагента, который восстанавливает кислотность среды или насыщает воду кислородом [8].

Самое важное, что применение методов очистки должно проводиться комплексно. Все этапы предлагается механизировать путем создания комплекса машин и агрегатов. Сначала рекомендуется использовать механический способ. Если дно водоема не освободить от мусора, механических загрязнений и большого количества ила, все оставшиеся способы очистки принесут лишь временный эффект. Впрочем, иногда механического способа достаточно, чтобы вос-

становить природные процессы самоочистки.

После применения всех методов по очистке водоемов начинается процесс извлечения донных осадков [9].

В настоящее время данные работы проводятся разрозненно, без разработки единого плана по оздоровлению водоема, осуществляются подручными, неприспособленными для этого средствами, имеющими низкую производительность.

Комплексную очистку предлагается производить гидромеханизированным способом с помощью земснаряда (1), оснащенного насосом. Все сырье по трубопроводу доставляется на берег непосредственно в отстойник (2) для дальнейшей транспортировки в помещение со всем необходимым оборудованием по переработке. Для транспортировки оптимальным вариантом был взят грузовой автомобиль с вращающимся барабаном (3), предназначенным для поддержания однородной массы сырья (рис. 1).

Комплекс оборудования для переработки отложений включает: два шнековых конвейера, специально разработанную для обезвоживания торфосапропелевых осадков сушилку с вращающимся барабаном, вибросито, фасовочный бункер.

Комплекс машин для переработки илистых осадков представлен на рис. 2. Принцип его действия заключается в следующем: выгрузка прибывшего материала на шнековый конвейер (2), впоследствии все сырье перемещается в верхнюю часть приемника сушилки. Попавшему прямоком в барабан (3) с производительностью 3 т/час сырьем необходимо пройти от пункта приема до зоны выгрузки за 360 секунд. Длина барабана – 4 000 мм. Дойдя до зоны выгрузки, сырье падает на шнековый конвейер (2), проходя путь до вибросита (4), под воздействием которого материал отсеивается от прилипших со дна илородных частиц: камней, растений, ракушек и т. д., далее основная масса напрямую попадает в фасовочный бункер (5).

В дальнейшем уже полностью готовое сырье из бункера упаковывается в мешки из полиэтилена, что предотвращает попадание солнечного света и появление нежелательных микроорганизмов.

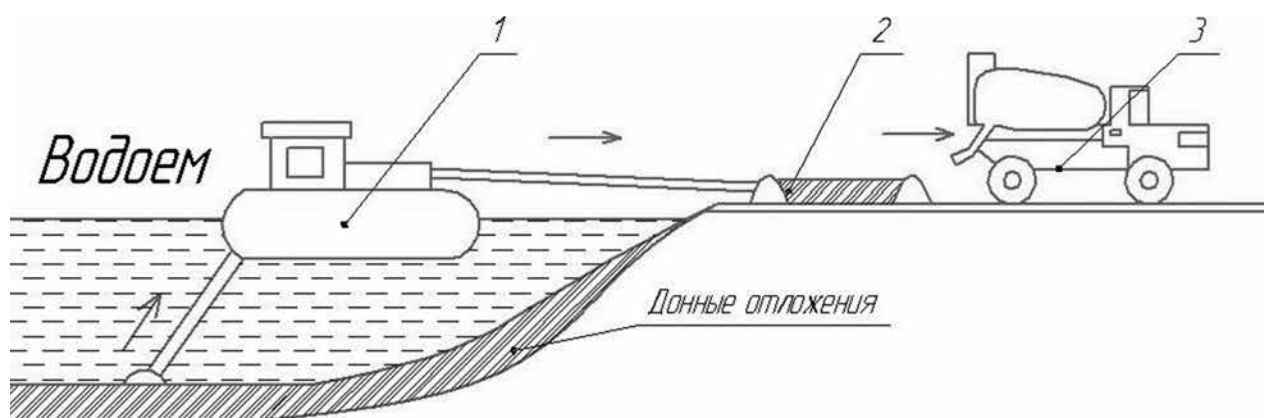


Рис. 1. Задействованные агрегаты по добыче донных отложений

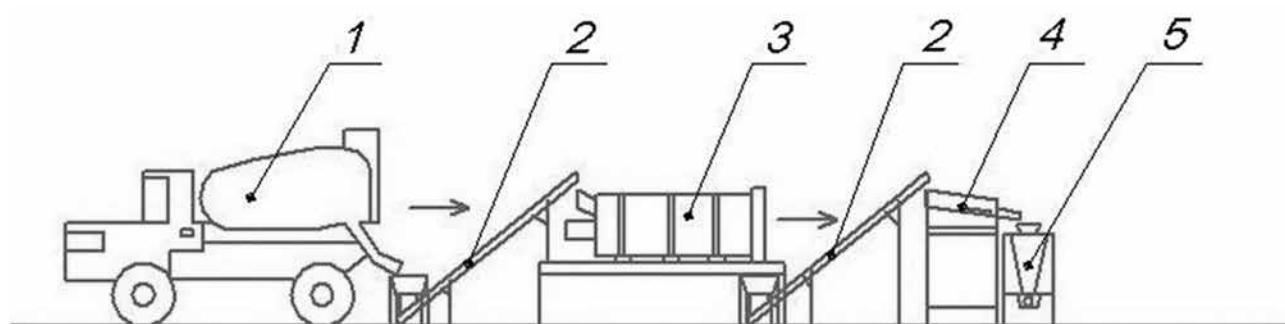


Рис. 2. Комплекс машин по переработке илистых осадков

Выводы

Результатом всей проделанной работы по извлечению донных осадков со дна водоема и дальнейшей переработки является сырье, которое может применяться в разных сферах в зависимости от типа, определяемого по его месторасположению [10].

Все предлагаемые мероприятия по благоустройству береговых линий водоемов нацелены на преодоление одной из общемировых проблем. Ее решение может быть обеспечено комплексом эффективных мер по созданию условий для улучшения экологической обстановки и обеспечению сопротивляемости среды агрес-

сивному воздействию, рационального, безвредного использования земельных и водных ресурсов, а также придания им новых показателей, которые повышают ценность природной среды [11].

В настоящее время закончена работа над комплексной технологией по очистке водоемов и решается задача проектирования новых и модернизации существующих комплексов машин и оборудования, а также определения их рабочих параметров с целью создания высокопроизводительного механизированного комплекса для «лечения» деградирующих водоемов по разработанной технологии.

Библиографический список

1. Геология и геохимия горючих ископаемых : учебник для студентов вузов. Часть 2. Твердые горючие ископаемые / М. В. Голицын, А. М. Голицын, Н. В. Пронина [и др.] ; под ред. В. И. Вялова. – Москва : Книжный дом «Университет», 2012. – 236 с. – Текст : непосредственный.
2. Штин, С. М. Озерные сапропели и их комплексное освоение / С. М. Штин, И. М. Ялтанец. – Москва : Издательство Московского государственного горного университета, 2005. – 374 с. – Текст : непосредственный.

-
3. Мазуркин, П. М. Определение экологического состояния речной воды по обобщенному показателю загрязненности / П. М. Мазуркин, А. М. Сибатуллина. – Текст : непосредственный // Водное хозяйство России : проблемы, технологии, управление. – 2008. – № 1. – С. 37–47.
 4. Мазуркин, П. М. Динамика загрязненности речной воды / П. М. Мазуркин, А. М. Сибатуллина. – Текст : непосредственный // Экология и промышленность России. – 2009. – № 2. – С. 48–52.
 5. Ларионов, В. Г. Водные ресурсы и их роль в продовольственной системе России / В. Г. Ларионов. – Текст : непосредственный // Будущее продовольственной системы России (в оценках экспертного сообщества) : сборник. – Москва. – 2014. – С. 119–129.
 6. Водные ресурсы и ландшафтно-усадебная урбанизация территорий России в XXI веке : сборник докладов 17 Международной научно-практической конференции ; под. ред. Г. А. Щербакова, О. В. Сидоренко, С. Н. Гашева [и др.]. – Тюмень : ТюмГАСУ, 2015. – Т. 1. – 316 с. – Текст : непосредственный.
 7. Щедрин, В. Н. Водные ресурсы – главный фактор развития орошаемого земледелия в России / В. Н. Щедрин, Г. А. Сенчуков, В. Д. Гостищев. – Текст : непосредственный // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 2. – С. 17–19.
 8. Журба, М. Г. Биотехнология предварительной очистки поверхностных вод / М. Г. Журба, А. Н. Квартенко. – Текст : непосредственный // Экология и промышленность России. – 2007. – № 4. – С. 27–32.
 9. Федотов, В. И. География России. Водные ресурсы и хозяйство / В. И. Федотов. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2015. – № 2. – С. 73–107.
 10. Осипова, Л. Б. Водные ресурсы Тюменской области : состояние, проблемы, перспективы / Л. Б. Осипова, В. М. Костырина. – Текст : непосредственный // Земля, вода, климат Сибири и Арктики в XXI веке: проблемы и решения : сборник докладов Международной научно-практической конференции; ТюмГАСУ, 21 марта 2014 г. – Тюмень : ТюмГАСУ, 2014. – С. 241–244.
 11. Наземные транспортно-технологические комплексы и средства : учебное пособие / Ш. М. Мерданов, А. А. Серебренников, Д. В. Райшев, А. В. Яркин ; под общей ред. Ш. М. Мерданова. – Тюмень : ТИУ, 2019. – 324 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Golitsyn, M. V., Golitsyn, A. M., Pronina, N. V., Makarova, E. Yu., & Bogomolov, A. Kh. (2012). Geologiya i geokhimiya goryuchikh iskopaemykh. Chast' 2. Tverdye goryuchie iskopaemye. Moscow, Knizhnyy dom «Universitet» Publ., 236 p. (In Russian).
2. Shtin, S. M., & Yaltanets, V. S. (2005). Ozernye sapropeli i ikh kompleksnoe osvoenie. Moscow, Izdatel'stvo Moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta Publ., 374 p. (In Russian).
3. Mazurkin, P. M., & Sibagatullina, A. M. (2008). Determination of the river water ecological status by the summarized index of pollution degree. Water sector of Russia: problems, technologies, management, (1), pp. 37-47. (In Russian).
4. Mazurkin, P. M., & Sibagatullina, A. M. (2009). Dinamika zagryaznennosti rechnoy vody. Ekologia i promyshlennost Rossii (Ecology and Industry of Russia), (2), pp. 48-52. (In Russian).
5. Larionov, V. G. (2014). Vodnye resursy i ikh rol' v prodovol'stvennoy sisteme Rossii. Budushchee prodovol'stvennoy sistemy Rossii (v otsenkakh ekspertnogo soobshchestva). Sbornik. Moscow, pp. 119–129. (In Russian).
6. Scherbakov, G. A., Sidorenko, O. V., Gashev, S. N., Pogorelova, S. D., Maksimova, S. V., & Khramtsov, A. B. (Eds.). (2015). Vodnye resursy i landshaftno-usadebnaya urbanizatsiya territoriy Rossii v XXI veke. Tom. 1. Tyumen, Tyumen State Architectural University Publ., 316 p. (In Russian).

7. Shchedrin, V. N., Senchukov, G. A., & Gostishchev, V. D. (2014). Water resources – the main factor of the irrigated agriculture development in Russia. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo*, (2), pp. 17-19. (In Russian).
8. Zhurba, M. G., & Kvartenko, A. N. (2007). Biotekhnologiya predvaritel'noy ochistki poverkhnostnykh vod. *Ekologiya i promyshlennost Rossii (Ecology and Industry of Russia)*, (4), pp. 27-32. (In Russian).
9. Fedotov, V. I. (2015). Geography of Russia. Water resources and economy. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*, (2), pp. 73-107. (In Russian).
10. Osipova, L. B. & Kostyrina, V. M. (2014). Water resources in Tyumen region: state, challenges, prospects. *Zemlya, voda, klimat Sibiri i Arktiki v KhKhI veke: problemy i resheniya : sbornik dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, March 21. Tyumen, Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering Publ., pp. 241-244. (In Russian).
11. Merdanov, Sh. M., Serebrennikov, A. A., Rayshev, D. V., & Yarkin, A. V. (2019). Nazemnye transportno-tekhnologicheskie komplekсы i sredstva. Tyumen, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education « Industrial University of Tyumen» Publ., 324 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Мерданов Шахбуба Магомедкеримович, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой транспортных и технологических систем, Тюменский индустриальный университет, e-mail: merdanovsm@tyuiu.ru

Закирзаков Годиль Газизьянович, к. т. н., доцент кафедры транспортных и технологических систем, Тюменский индустриальный университет, e-mail: zakir2811@mail.ru

Кукарских Илья Викторович, студент кафедры транспортных и технологических систем, Тюменский индустриальный университет, e-mail: kukarskih-2007@rambler.ru

Information about the authors

Shakhbuba M. Merdanov, Doctor of Engineering, Professor, Head at the Department of Transport and Technological Systems, Industrial University of Tyumen, e-mail: merdanovsm@tyuiu.ru

Godil G. Zakirzakov, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Transport and Technological Systems, Industrial University of Tyumen, e-mail: zakir2811@mail.ru

Ilya V. Kukarskikh, Student at the Department of Transport and Technological Systems, Industrial University of Tyumen, e-mail: kukarskih-2007@rambler.ru

Для цитирования: Мерданов, Ш. М. Комплекс машин и оборудования для благоустройства береговой линии водоемов с переработкой отложений / Ш. М. Мерданов, Г. Г. Закирзаков, И. В. Кукарских. – Текст : непосредственный // *Архитектура, строительство, транспорт*. – 2021. – № 1. – С. 64–70.

For citation: Merdanov, S. M., Zakirzakov, G. G., & Kukarskikh, I. V. (2021). Complex of machines and equipment for improvement of the shoreline of water bodies with sediment processing. *Arkhitektura, stroitel'stvo, transport [Architecture, construction, transport]*, (1), pp. 64-70. (In Russian).

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ SLIDE OUT В МОБИЛЬНОЙ СТАНЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛЕГКОВОГО АВТОТРАНСПОРТА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ГАБАРИТНЫХ РАЗМЕРОВ

Д. О. Алекин, Д. М. Вохмин
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

APPLICATION OF THE SLIDE OUT SYSTEM IN A MOBILE MAINTENANCE STATION FOR LIGHT VEHICLES TO INCREASE OVERALL DIMENSIONS

Danila O. Alekin, Dmitriy M. Vokhmin
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В работе описаны главные достоинства и недостатки мобильных станций технического обслуживания автомобилей, в том числе малые габариты, и определены пути для их устранения. В качестве одного из решений была предложена и смоделирована система slide out, рассчитаны нагрузки на ее выдвигаемые части, определены габаритные размеры внутренних площадей до и после применения системы.

Ключевые слова: модуль, мобильная станция, автомобили, станция технического обслуживания

Abstract. The paper describes the main advantages and disadvantages of mobile service stations and identifies ways of solving them. As one of such solutions, the slide out system was modeled, the loads on its sliding parts were calculated, and the overall internal dimensions of the areas were determined before and after the system was used.

Key words: module, mobile station, cars, service station

Введение

Мобильные станции в области автосервиса нашли широкое применение. Встречаются СТО в виде быстровозводимых модульных зданий, в которых возможно предоставление комплексного спектра автосервисных услуг. В свою очередь небольшие мобильные СТО на колесах являются специализированными (например, занимаются

мобильным шиномонтажом) и не имеют возможности предлагать большое количество услуг [1].

Быстровозводимые модульные здания практически ничем не отличаются от капитальных зданий автосервисов: они аналогичным образом подключены к коммуникациям, схожи по внутренним размерам, после установки привязаны к определенному участку и не подлежат пере-

носу. Разница лишь в том, что возведение их на готовую поверхность составляет от трех до пяти дней.

Передвижные мобильные автосервисы отличаются от стандартных станций тем, что их всегда можно переместить на другое место [2]. Данная возможность позволяет обслуживать большое количество автомобилей и все время обновлять клиентскую базу. Стоимость такого модуля ниже затрат на возведение аналогичного здания. В связи с тем, что такие станции в основном узкоспециализированы, высокопрофессиональный персонал для проведения сложных видов работ не требуется, а обучение новых сотрудников происходит в короткие сроки [3].

Главным недостатком мобильных станций на колесах являются их внутренние размеры.

Небольшие габариты обусловлены рядом причин:

1. Большое количество передвижных мобильных станций располагается на раме какого-либо транспортного средства, конструктивные особенности которого не позволяют обслуживать автомобиль внутри кузова [4].
2. Ширина дорожного покрытия. Большая ширина передвижной станции автоматически сказывается на ее возможности передвигаться по дорогам общего пользования.
3. Большая высота станции также препятствует движению по дорогам общего пользования, так как затрудняет проезд под мостами и линиями электропередач.
4. Небольшие габариты въездов во дворы тоже принимаются во внимание.

Ввиду малых размеров станции обслуживание транспорта происходит не внутри, а за ее пределами. Например, все мобильные шиномонтажи проводят работы на открытой местности. Однако в случае морозов или другой ненастной погоды обслуживание транспорта затрудняется или вообще становится невозможным. Кроме того, габариты мобильной станции не позволяют размещать в ней большое количество оборудования.

Обслуживанию транспорта внутри станции также мешает ее грузоподъемность. Если в обычной станции работы проводятся на бетонном

покрытии, то при обслуживании в передвижной станции нагрузка приходится на пол модуля, который для этого не приспособлен [5].

Небольшим недостатком для работодателя является то, что для передвижения такой станции один из работников должен иметь водительское удостоверение [6].

Постановка задачи

Основной задачей работы является создание модели мобильной станции, которая позволила бы устранить такой недостаток современных мобильных станций технического обслуживания, как невозможность размещения обслуживаемого автомобиля вместе с оборудованием и персоналом внутри станции.

Объект исследования – мобильные станции технического обслуживания автотранспорта.

Предметом исследования является процесс увеличения внутреннего рабочего пространства модуля мобильной станции.

Методы исследования: анализ существующих технологических систем увеличения внутреннего пространства модулей, построение модели системы увеличения пространства, исследование и замеры технологических параметров примененной модели.

Экспериментальная часть

За основу модели модуля мобильной станции был взят каркас морского контейнера с габаритами 6×2,5×3 м, так как данный каркас имеет высокую грузоподъемность (от 16 до 22 т), и есть возможность установить его на специализированный прицеп с низкой погрузочной платформой. Это позволит заезжать обслуживаемому автомобилю внутрь станции, а в случае необходимости данный прицеп можно подсоединять к легковому автомобилю для перевозки.

Тем не менее, для размещения внутри мобильного СТО автомобиля, соответствующего оборудования и персонала таких размеров модуля недостаточно, так как средние габариты легковых автомобилей составляют 4,2-4,5 м в длину и 1,5-1,7 м в ширину. Если разместить автомобиль внутри модуля, то места для расположения обо-

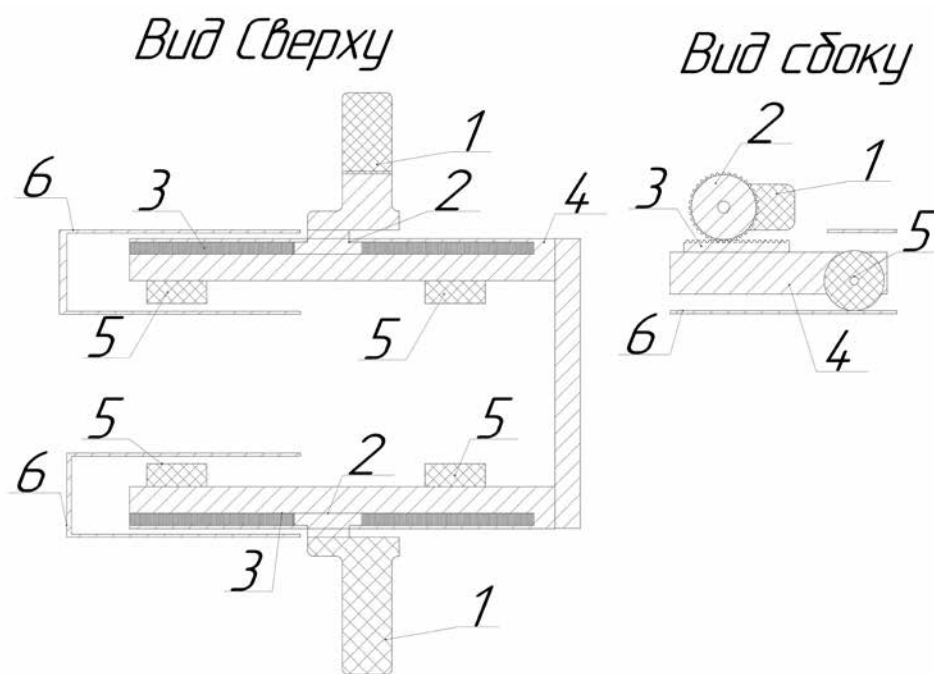


Рис. 1. Система slide out

рудования будет недостаточно, а слесарь, который загонит автомобиль на станцию, не сможет открыть дверь и выйти из обслуживаемого автомобиля [7].

Методом аналогии было выявлено, что производители домов на колесах для увеличения внутреннего пространства применяют систему slide out. Главная ее особенность состоит в том, что боковые стенки дома установлены на специальных слайдах и имеют возможность выдвигаться наружу, увеличивая тем самым внутреннее пространство дома на колесах. Строение таких стен напоминает обыкновенную выдвижную тумбочку. Также на выдвижных стенах обычно располагается громоздкая, тяжелая техника и мебель. Данная система раскладывается только во время стоянки, при движении она собирается и не препятствует перемещению автодома по дорогам общего пользования.

На рис. 1 представлена схема работы системы slide out [8].

Принцип работы данной системы заключается в том, что два электродвигателя (1), установленные на разных сторонах рамы, придают движение шестерням (2). Шестерни, в свою очередь,

имеют зацепление с зубчатыми рейками (3) и придают им движение. Рейки же соединены на профильной трубе (4), к которой крепится подвижная стенка. Для наилучшего движения в системе применены роликовые колеса (5), которые имеют соединение с трубой (4). Труба (6) служит каналом для движения слайдов системы (элементов 3, 4, 5).

Рабочим приводом данных систем помимо электродвигателя может быть гидропривод или ручной привод. Принцип действия системы slide out с ручным приводом заключается в том, что движение зубчатой рейки приводит не шестерня с электродвигателем, а кривой шток, который имеет на одной стороне ручку для вращения, а на другой – зубчатый конец. Работу данной системы с ручным приводом осуществляет человек, вращая шток с помощью ручки, а зубчатый конец толкает зубчатую рейку. Данная система не позволяет приводить в движение слишком большие и тяжелые выдвижные стенки модуля, так как сил человека для этого не хватает.

Конструкцию системы slide out с гидроприводом отличает от других то, что в ней отсутствует полное зубчатое соединение шестерни с зуб-

чатой рейкой. Движение стенок производится с помощью гидропривода, который состоит из гидроцилиндра, жидкости и штока. Жидкость, добавленная в гидроцилиндр, вытесняет шток, который имеет соединение с выдвижными стенками, и при вытеснении его жидкостью в гидроцилиндре он приводит в движение стенки. Данная система позволяет перемещать большие и тяжелые выдвижные стенки с оборудованием, но она имеет ряд недостатков, которые не позволяют ее применять для мобильных станций техобслуживания. Рабочим органом данной системы является жидкость, которая в холодное время года имеет свойство расширяться. Это может привести к неконтролируемому раскрытию стенок или повреждению всей системы. Также данная система нуждается в частом техническом обслуживании, так как для работы необходимо сохранить ее герметичность.

Система *slide out* с электроприводом для мобильной станции должна быть вмонтирована в пол и потолок модуля. Обычно она монтируется сразу в каркас, что позволяет сохранить незначительные габариты. Также должны быть дополнительные слайды, которые схожи с основной системой *slide out*. Но в них отсутствуют электродвигатель с шестерней и зубчатые рейки. Дополнительные слайды позволяют более устойчиво, равномерно и плавно раскрываться сторонам раздвижных стенок модуля.

Оборудование для обслуживания автомобилей должно располагаться на боковых раздвижных стенках мобильного модуля, это позволит не только увеличить внутреннее пространство, но и снизить нагрузку на пол стенок. Также появляется возможность обслуживать автомобиль с открытыми дверями.

При перевозке мобильного модуля стенки будут складываться вместе с оборудованием, что позволит перевозить данную мобильную станцию по дорогам общего пользования, так как не будет превышения габаритов перевозимых грузов прицепом (до 2,5 м по ширине) [9]. На рис. 2 указан каркас модуля с раскрытой системой *slide out*, на котором видны возможные дополнительные габариты рабочего пространства для модуля.

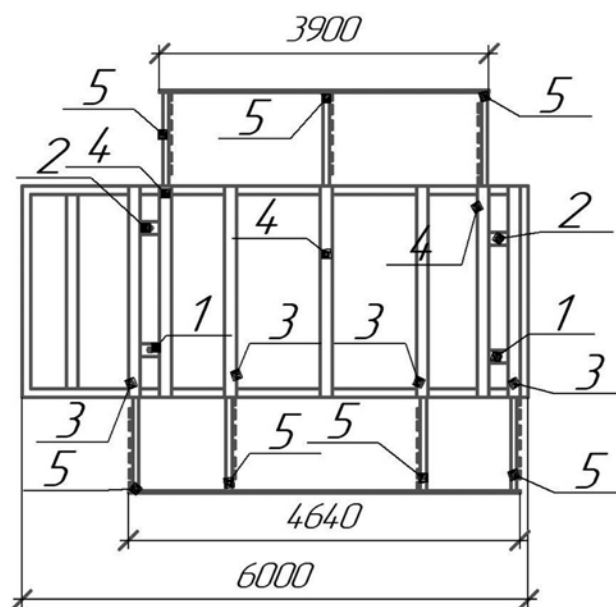


Рис. 2. Каркас пола модуля с выдвинутой системой *slide out*:

- 1) электродвигатели левой выдвижной стенки модуля;
- 2) электродвигатели правой выдвижной стенки;
- 3) внешняя труба левой выдвижной стенки;
- 4) внешняя труба правой выдвижной стенки;
- 5) выдвижные слайды

Так как вся нагрузка данной системы приходится на роликовые колеса, то для расчета нагрузки и расстояния между ними были предложены следующие формулы:

$$F_1 = 0,5 \cdot \left(P \cdot \frac{A}{i} - P_T \right), \quad (1)$$

$$F_2 = F_1 + P + P_T; \quad (2)$$

$$I = \frac{P \cdot A}{2 \cdot F_1 + P_T}, \quad (3)$$

где P – общий вес откатной створки (стенки), H ;
 P_T – предполагаемый вес нагрузки на край створки (стенки), H ;
 F_1 – нагрузка, действующая на роликовое колесо, $H \cdot м$ (реакционная);
 F_2 – нагрузка, действующая на роликовое колесо, $H \cdot м$ (весовая);

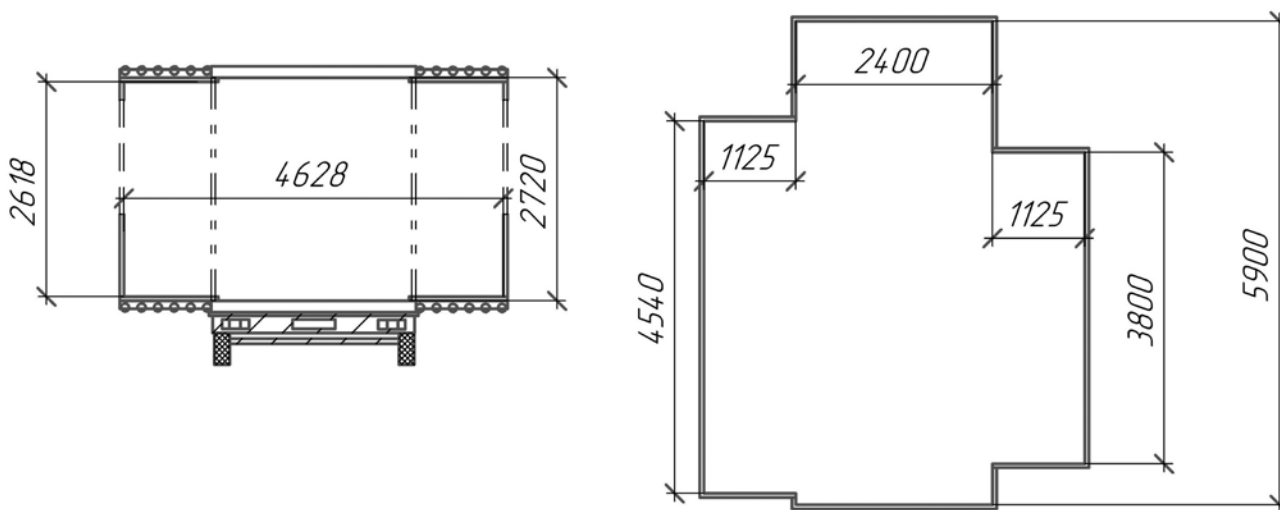


Рис. 3. Габаритные размеры мобильного модуля на передвижном прицепе

l – минимальное расчетное расстояние между роликовыми колесами, м;
 A – расстояние, на которое выдвигается створка (стенка) за пределы пола модуля, м;
 i – длина роликового колеса, м.

Для расчета длины выдвижной трубы принята формула:

$$L = a + l + A, \quad (4)$$

где L – полная длина выдвижной трубы, м;
 a – технологический выступ;
 A – длина внешней трубы системы slide out, м.

Расчет количества роликовых колес для слайдов системы выражен формулой:

$$K = \frac{L}{I + i} \cdot n, \quad (5)$$

где L – полная длина выдвижной трубы, м;
 l – минимальное расстояние между роликовыми колесами, м;
 i – длина роликового колеса;
 n – количество слайдов.

Для перевозки данного модуля был подобран прицеп фирмы «Техно-Моторс» с подкатной тележкой. Рама данного прицепа имеет динамическую грузоподъемность 3,5 т, статическую – до 5 тонн. На рис. 3 указаны внутренние и внешние габариты проектируемого модуля. Применение данного прицепа дает возможность обслуживать

внутри модуля автомобиль с раскрытыми стенками, так как большая часть нагрузки от оборудования будет приходиться на систему slide out [10].

Результаты/обсуждение

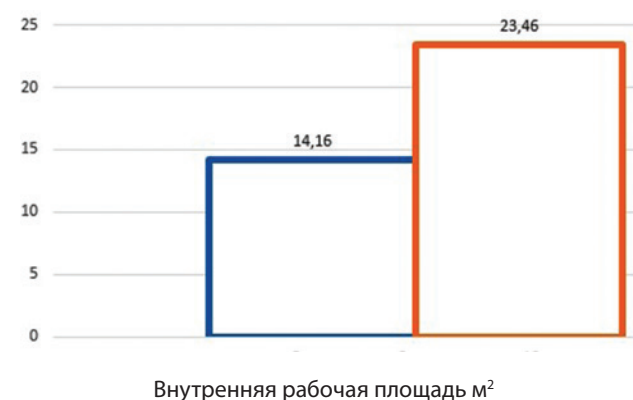
Применение системы slide out дает возможность увеличить внутреннее пространство модуля. Например, базовые внутренние габариты модуля составляли 2,8 м в высоту, 2,4 м в ширину и 5,9 м в длину, следовательно, внутренняя площадь модуля составляет 14,16 м². В табл. 1 представлены изменения площади и объема модуля.

Таблица 1

Площадь и объем модуля до и после применения системы slide out

Наименование параметра	Значение параметра до	Значение параметра после	Общие изменения
Площадь внутреннего пространства	14,16 м ²	23,46 м ²	9,3 м ²
Объем внутреннего пространства	39,65 м ³	62,8 м ³	23,15 м ³

После применения системы длина основного отсека составила 5,9 м, ширина – 2,33 м, высота – 2,72 м. Габариты левой стенки: длина – 4,6 м, ши-



Внутренняя рабочая площадь м²
 ■ Площадь модуля до применения системы slide out;
 ■ Площадь модуля после применения системы slide out

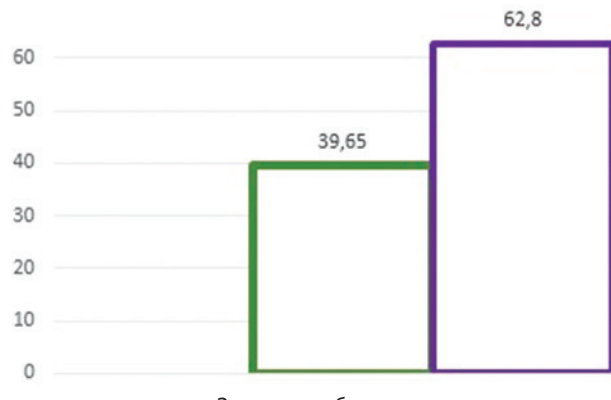
Рис. 4. Диаграмма изменения внутренней площади внутри мобильной станции

рина – 1,149 м, высота – 2,618 м. Габариты правой стенки: длина – 3,85 м, ширина – 1,149 м, высота – 2,618 м. Благодаря дополнительным стенкам удалось увеличить рабочее пространство с 14,16 до 23,46 м² площади. На рис. 4 изображена диаграмма изменения площади модуля.

Применение системы slide out позволило увеличить внутреннюю площадь на 9,3 м², что составляет 65,68 % от начальной площади модуля. Этого достаточно, чтобы разместить оборудование для обслуживания автомобиля. Также удалось снизить нагрузку на раму модуля и прицепа во время обслуживания. Помимо этого, изменился объем модуля, который до применения системы составлял 39,65 м³, а после применения 62,8 м³, что указано на рис. 5.

Выводы:

1. С целью увеличения внутренних габаритов мобильных станций обслуживания была



Значение объемов
 ■ Объем модуля до применения системы slide out;
 ■ Объем модуля с системой slide out

Рис. 5. Диаграмма изменения внутреннего объема

проанализирована система slide out, благодаря применению которой стало возможно размещение внутри мобильных станций обслуживаемого автомобиля и оборудования. В сложенном виде станцию можно перемещать по дорогам общего пользования, так как ее габариты не превышают нормируемых.

2. Спроектирована модель мобильной станции технического обслуживания с системой slide out, показано, насколько возросли внутренние габариты мобильной станции обслуживания.
3. Предложены формулы для определения нагрузки на ролики системы slide out и длины выдвижной трубы.
4. В процентном соотношении определены результаты увеличения внутренних габаритов мобильного модуля для технического обслуживания легкового автотранспорта.

Библиографический список

1. Волгин, В. В. Мобильный автосервис : практическое пособие / В. В. Волгин. – Москва : Дашков и К, 2016. – 200 с. – Текст : непосредственный.
2. Ременцова, А. Н. Системы, технологии и организация услуг в автомобильном сервисе : учеб.-методическое пособие / А. Н. Ременцова, Ю. Н. Фролова. – Москва : Академия, 2013. – 482 с. – Текст : непосредственный.
3. Власов, В. М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учеб.-методическое пособие / В. М. Власов, С. В. Жанказиев, С. М. Круглов. – Москва : Академия, 2017. – 429 с. – Текст : непосредственный.

-
4. Пехальский, А. П. Устройство, техническое обслуживание, ремонт автомобилей : учеб.-методическое пособие / А. П. Пехальский, И. А. Пехальский, А. С. Амиров. – Санкт-Петербург : Кронус, 2020. – 310 с. – Текст : непосредственный.
 5. Беднарский, В. В. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / В. В. Беднарский. – Москва : Феникс, 2007. – 457 с. – Текст : непосредственный.
 6. Ханников, А. А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / А. А. Ханников. – Минск : Современная школа, 2007. – 384 с. – Текст : непосредственный.
 7. Епишкин, В. Е. Проектирование станций технического обслуживания : учеб.-методическое пособие / В. Е. Епишкин, А. П. Каранченцев, В. Г. Остапец. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 284 с. – Текст : непосредственный.
 8. Коробейников, А. В. Ремонт автомобилей / А. В. Коробейников. – Москва : Феникс, 2004. – 288 с. – Текст : непосредственный.
 9. Туревский, В. С. Техническое обслуживание автомобилей / В. С. Туревский. – Екатеринбург : Форум, 2013. – 256 с. – Текст : непосредственный.
 10. Савосин, С. А. Советы автомеханика: техобслуживание, диагностика, ремонт / С. А. Савосин. – Санкт-Петербург : БХВ, 2011. – 192 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Volgin, V. V. (2016). Mobil'nyy avtoservis: Prakticheskoe posobie. Moscow, Dashkov i K Publ., 200 p. (In Russian).
2. Rementsov, A.N., Frolov, Yu. N., Voronov, V. P., Zeichenko, V. A., Kon'kov, V. A., Moroz, S. M.,... Zimanov, L. L. (2013). Sistemy, tekhnologii i organizatsiya uslug v avtomobil'nom servise. Moscow, Academia Publ., 482 p. (In Russian).
3. Vlasov, V. M., Zhankaziev, S. V., & Kruglov, S. M. (2017). Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont avtomobiley. Moscow, Academia Publ., 429 p. (In Russian).
4. Bednarskiy, V. V. (2007). Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont avtomobiley. Moscow, Feniks Publ., 457 p. (In Russian).
5. Khannikov, A. A. (2007). Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont legkovogo avtomobilya. Minsk, Sovremennaya shkola Publ., 384 p. (In Russian).
6. Pekhal'skiy, A. P., Izmaylov, A. P., Amirov, A. S., & Pekhal'skiy, I. A. (2020). Ustroystvo, tekhnicheskoe obsluzhivanie, remont avtomobiley. St. Petersburg, Kronus Publ., 310 p. (In Russian).
7. Epishkin, V. E., Karachentsev, A. P., & Ostapets, V. G. (2008). Proektirovanie stantsiy tekhnicheskogo obsluzhivaniya avtomobiley. Togliatti, TGU Publ., 284 p. (In Russian).
8. Korobeynikov, A. V. (2004). Remont avtomobiley. Teoreticheskiy kurs. Rostov-on-Don, Feniks Publ., 288 p. (In Russian).
9. Turevskiy, I. S. (2013). Tekhnicheskoe obsluzhivanie avtomobiley Moscow, ID FORUM, NITs INFRA-M Publ., 256 p. (In Russian).
10. Savosin, S. A. (2011) Sovety avtomekhanika: tekhnicheskoe obsluzhivanie, diagnostika, remont. St. Petersburg, BKhV Publ., 192 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Алекин Данила Олегович, магистрант кафедры сервиса автомобилей и технологических машин, Тюменский индустриальный университет, e-mail: 243732354132@mail.ru

Information about the authors

Danila O. Alekin, Master's Student at the Department of Service of Cars and Technological Machines, Industrial University of Tyumen, e-mail: 243732354132@mail.ru

Вохмин Дмитрий Михайлович, к. т. н., доцент кафедры сервиса автомобилей и технологических машин, Тюменский индустриальный университет, e-mail: vohmindm@tyuiu.ru

Dmitriy M. Vokhmin, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Service of Cars and Technological Machines, Industrial University of Tyumen, e-mail: vohmindm@tyuiu.ru

Для цитирования: Алекин, Д. О. Применение системы slide out в мобильной станции технического обслуживания легкового автотранспорта для увеличения габаритных размеров / Д. О. Алекин, Д. М. Вохмин. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 1. – С. 71–78.

For citation: Alekin, D. O., & Vokhmin, D. M. (2021). Application of the slide out system in a mobile maintenance station for light vehicles to increase overall dimensions. Arkhitektura, stroitel'stvo, transport [Architecture, construction, transport], (1), pp. 71-78. (In Russian).

НАЧАЛО ДВИЖЕНИЯ СОСТАВНОГО ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СРЕДСТВА С УПРУГИМИ СЦЕПКАМИ

И. П. Попов
Курганский государственный университет, Курган, Россия

THE BEGINNING OF MOVEMENT OF A COMPOSITE VEHICLE AND TECHNOLOGICAL VEHICLE WITH ELASTIC COUPLINGS

Igor P. Popov
Kurgan State University, Kurgan, Russia

Аннотация. Режим трогания для составного транспортно-технологического средства является наиболее тяжелым. Целью работы является построение математической модели «легкого» трогания составного транспортно-технологического средства с упругими сцепками. Смягчение режима по существу обуславливается заменой одновременного трогания секций на поочередное. Для исключения продольных колебаний составного транспортно-технологического средства после достижения максимального растяжения сцепки следует механически блокировать возможность ее гармонического сжатия.

Ключевые слова: ускорение, энергия, масса, секция, тягач, прицепной агрегат, колебания, демпфер

Abstract. The starting mode for a composite transport and technological vehicle is the most difficult. The aim of the work is to build a mathematical model of "easy" starting of a composite transport and technological vehicle with elastic couplings. The softening of the starting mode is essentially due to the replacement of the simultaneous starting of the sections with alternate ones. To exclude longitudinal vibrations of the composite transport and technological means, after reaching the maximum tension of the coupling, the possibility of its harmonic compression should be mechanically blocked.

Key words: acceleration, energy, mass, section, tractor, trailed unit, vibrations, damper

Введение

Сила трения покоя значительно превосходит силу трения движения. Это приводит к тому, что режим трогания для составного транспортно-

технологического средства является наиболее тяжелым [1–3].

Целью работы является построение математической модели «легкого» трогания составного

транспортно-технологического средства с упругими сцепками.

Объект и методы исследования

Расчет механической системы в составе массивных тягача, прицепных агрегатов и упругих сцепок является достаточно громоздким [4]. Для его минимизации принимаются следующие допущения: сила F , развиваемая тягачом, – величина постоянная; массы тягача и прицепных агрегатов равны между собой и составляют m .

Используются методы теоретической механики.

Результаты

Тягач и один прицепной агрегат

Уравнение сил, приложенных к тягачу, имеет вид:

$$F = m \frac{d^2 x_1}{dt^2} + k(x_1 - x_2), \quad (1)$$

где x_1, x_2 – перемещение, соответственно, тягача и прицепного агрегата, k – коэффициент упругости сцепки.

Силы, приложенные к прицепному агрегату, удовлетворяют уравнению:

$$0 = m \frac{d^2 x_2}{dt^2} - k(x_1 - x_2).$$

Из последнего уравнения следует, что

$$x_1 = \frac{m}{k} \frac{d^2 x_2}{dt^2} + x_2. \quad (2)$$

Подстановка этого выражения в (1) дает:

$$\begin{aligned} F &= \frac{m^2}{k} \frac{d^4 x_2}{dt^4} + m \frac{d^2 x_2}{dt^2} + m \frac{d^2 x_2}{dt^2} + \\ &+ kx_2 - kx_2 = \frac{m^2}{k} \frac{d^4 x_2}{dt^4} + 2m \frac{d^2 x_2}{dt^2}. \end{aligned} \quad (3)$$

Пусть
$$\frac{d^2 x_2}{dt^2} = z. \quad (4)$$

Тогда (3) запишется в виде:

$$z'' + 2 \frac{k}{m} z = \frac{kF}{m^2}. \quad (5)$$

Характеристическое уравнение

$$r^2 + 2 \frac{k}{m} = 0.$$

Его корни равны

$$r_{1,2} = \pm i \sqrt{2 \frac{k}{m}}.$$

Общее решение соответствующего однородного уравнения:

$$z_1 = C_1 \cos \sqrt{2 \frac{k}{m}} t + C_2 \sin \sqrt{2 \frac{k}{m}} t.$$

Частное решение в соответствии с (5) имеет вид:

$$z_2 = A.$$

Подстановка его в (5) дает

$$2 \frac{k}{m} A = \frac{kF}{m^2},$$

откуда

$$A = \frac{F}{2m}.$$

Общее решение уравнения (5) находится как

$$z = z_1 + z_2 = C_1 \cos \sqrt{2 \frac{k}{m}} t + C_2 \sin \sqrt{2 \frac{k}{m}} t + \frac{F}{2m}.$$

В момент времени $t = 0$ сцепка не деформирована, следовательно, на прицепной агрегат сила не действует, и величина (4) равна нулю. Поэтому для $t = 0$ последнее выражение примет вид:

$$z(0) = 0 = C_1 \cos \sqrt{2 \frac{k}{m}} 0 + C_2 \sin \sqrt{2 \frac{k}{m}} 0 + \frac{F}{2m},$$

откуда

$$C_1 = -\frac{F}{2m}.$$

С учетом этого

$$z = -\frac{F}{2m} \cos \sqrt{2\frac{k}{m}}t + C_2 \sin \sqrt{2\frac{k}{m}}t + \frac{F}{2m}, \quad (6)$$

В соответствии с (4)

$$\begin{aligned} v_2 &= \int z dt = -\frac{F}{2m} \sqrt{\frac{m}{2k}} \sin \sqrt{2\frac{k}{m}}t - \\ &- C_2 \sqrt{\frac{m}{2k}} \cos \sqrt{2\frac{k}{m}}t + \frac{F}{2m}t + C_3, \\ x_2 &= \int v_2 dt = \frac{F}{4k} \cos \sqrt{2\frac{k}{m}}t - \\ &- C_2 \frac{m}{2k} \sin \sqrt{2\frac{k}{m}}t + \frac{F}{4m}t^2 + C_3t + C_4. \end{aligned} \quad (7)$$

С учетом (2), (4), (6) и (7)

$$\begin{aligned} x_1 &= -\frac{F}{2k} \cos \sqrt{2\frac{k}{m}}t + C_2 \frac{m}{k} \sin \sqrt{2\frac{k}{m}}t + \frac{F}{2k} + \\ &+ \frac{F}{4k} \cos \sqrt{2\frac{k}{m}}t - C_2 \frac{m}{2k} \sin \sqrt{2\frac{k}{m}}t + \frac{F}{4m}t^2 + C_3t + C_4, \\ v_1 &= \frac{dx_1}{dt} = \frac{F}{2k} \sqrt{2\frac{k}{m}} \sin \sqrt{2\frac{k}{m}}t + C_2 \sqrt{2\frac{k}{m}} \frac{m}{k} \cos \sqrt{2\frac{k}{m}}t - \\ &- \frac{F}{4k} \sqrt{2\frac{k}{m}} \sin \sqrt{2\frac{k}{m}}t - C_2 \sqrt{2\frac{k}{m}} \frac{m}{2k} \cos \sqrt{2\frac{k}{m}}t + \frac{F}{2m}t + C_3, \\ a_1 &= \frac{dv_1}{dt} = \frac{F}{2k} 2\frac{k}{m} \cos \sqrt{2\frac{k}{m}}t - \\ &- C_2 2\frac{k}{m} \frac{m}{k} \sin \sqrt{2\frac{k}{m}}t - \frac{F}{4k} 2\frac{k}{m} \cos \sqrt{2\frac{k}{m}}t + \\ &+ C_2 2\frac{k}{m} \frac{m}{2k} \sin \sqrt{2\frac{k}{m}}t + \frac{F}{2m}. \\ x_2(0) &= 0 = \frac{F}{4k} \cos \sqrt{2\frac{k}{m}}0 - \\ &- C_2 \frac{m}{2k} \sin \sqrt{2\frac{k}{m}}0 + \frac{F}{4m}0^2 + C_30 + C_4, \end{aligned}$$

$$\frac{F}{4k} + C_4 = 0,$$

$$C_4 = -\frac{F}{4k}.$$

$$v_2(0) = 0 = -C_2 \sqrt{\frac{m}{2k}} + C_3,$$

$$v_1(0) = 0 = C_2 \sqrt{2\frac{k}{m}} \frac{m}{k} -$$

$$-C_2 \sqrt{2\frac{k}{m}} \frac{m}{2k} + C_3 = C_2 \sqrt{2\frac{k}{m}} \frac{m}{2k} + C_3,$$

$$\begin{cases} -C_2 \sqrt{\frac{m}{2k}} + C_3 = 0 \\ C_2 \sqrt{\frac{m}{2k}} + C_3 = 0 \end{cases}, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0.$$

Окончательное решение:

$$x_1 = -\frac{F}{4k} \cos \sqrt{2\frac{k}{m}}t + \frac{F}{4m}t^2 + \frac{F}{4k},$$

$$x_2 = \frac{F}{4k} \cos \sqrt{2\frac{k}{m}}t + \frac{F}{4m}t^2 - \frac{F}{4k},$$

$$v_1 = \frac{F}{2\sqrt{2km}} \sin \sqrt{2\frac{k}{m}}t + \frac{F}{2m}t,$$

$$v_2 = -\frac{F}{2\sqrt{2km}} \sin \sqrt{2\frac{k}{m}}t + \frac{F}{2m}t,$$

$$a_1 = \frac{F}{2m} \cos \sqrt{2\frac{k}{m}}t + \frac{F}{2m},$$

$$a_2 = -\frac{F}{2m} \cos \sqrt{2\frac{k}{m}}t + \frac{F}{2m}.$$

Характерный отрезок времени τ_2 (индекс «₂» означает количество составных частей составного транспортно-технологического средства) для

рассматриваемого случая определяется из условия максимального растяжения упругой сцепки. При этом

$$a_1(\tau_2) - \frac{F}{2m} = 0 \quad \text{или} \quad \frac{F}{2m} \cos \sqrt{\frac{2k}{m}} \tau_2 = 0,$$

$$\sqrt{\frac{2k}{m}} \tau_2 = \frac{\pi}{2},$$

$$\tau_2 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{2k}}.$$

За время τ_2 тягач пройдет расстояние

$$x_1(\tau_2) = -\frac{F}{4k} \cos \sqrt{\frac{2k}{m}} \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{2k}} +$$

$$+ \frac{F}{4m} \frac{\pi^2}{4} \frac{m}{2k} + \frac{F}{4k} = \frac{F\pi^2}{32k} + \frac{F}{4k}$$

и разовьет скорость

$$v_1(\tau_2) = \frac{F}{2\sqrt{2km}} \sin \sqrt{\frac{2k}{m}} \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{2k}} +$$

$$+ \frac{F}{2m} \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{2k}} = \frac{F}{2\sqrt{2km}} + \frac{F\pi}{4\sqrt{2km}}.$$

Уместно сравнить эти показатели с соответствующими величинами для недеформируемого составного транспортно-технологического средства.

$$a = \frac{F}{2m}, \quad v = \frac{F}{2m} t, \quad x = \frac{F}{4m} t^2,$$

$$x(\tau_2) = \frac{F}{4m} \frac{\pi^2}{4} \frac{m}{2k} = \frac{F\pi^2}{32k},$$

$$v(\tau_2) = \frac{F}{2m} \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{2k}} = \frac{F\pi}{4\sqrt{2km}}.$$

$$\frac{x_1(\tau_2)}{x(\tau_2)} = \frac{F\pi^2/(32k) + F/(4k)}{F\pi^2/(32k)} = 1 + \frac{32}{4\pi^2} \approx 1,81,$$

$$\frac{v_1(\tau_2)}{v(\tau_2)} = \frac{F/(2\sqrt{2km}) + F\pi/(4\sqrt{2km})}{F\pi/(4\sqrt{2km})} = 1 + \frac{2}{\pi} \approx 1,64.$$

Отношение для кинетических энергий тягача составляет

$$\frac{E_1(\tau_2)}{E(\tau_2)} = 2,69.$$

Полученные соотношения наглядно демонстрируют, что трогание составного транспортно-технологического средства с упругими сцепками значительно легче, чем недеформируемого.

Тягач и два прицепных агрегата

Уравнения сил, приложенных, соответственно, к тягачу и прицепным агрегатам, имеют вид:

$$F = m \frac{d^2 x_1}{dt^2} + k(x_1 - x_2), \quad (8)$$

$$k(x_1 - x_2) = m \frac{d^2 x_2}{dt^2} + k(x_2 - x_3), \quad (9)$$

$$k(x_2 - x_3) = m \frac{d^2 x_3}{dt^2}.$$

Из последнего уравнения следует

$$x_2 = \frac{m}{k} \frac{d^2 x_3}{dt^2} + x_3. \quad (10)$$

Производная этого выражения равна

$$\frac{d^2 x_2}{dt^2} = \frac{m}{k} \frac{d^4 x_3}{dt^4} + \frac{d^2 x_3}{dt^2}.$$

Подстановка последних двух выражений в (9) дает

$$x_1 = \frac{m}{k} \frac{d^2 x_2}{dt^2} + 2x_2 - x_3 =$$

$$= \frac{m^2}{k^2} \frac{d^4 x_3}{dt^4} + \frac{m}{k} \frac{d^2 x_3}{dt^2} + 2 \frac{m}{k} \frac{d^2 x_3}{dt^2} + 2x_3 - x_3 =$$

$$= \frac{m^2}{k^2} \frac{d^4 x_3}{dt^4} + 3 \frac{m}{k} \frac{d^2 x_3}{dt^2} + x_3. \quad (11)$$

Производная этого выражения равна

$$\frac{d^2 x_1}{dt^2} = \frac{m^2}{k^2} \frac{d^6 x_3}{dt^6} + 3 \frac{m}{k} \frac{d^4 x_3}{dt^4} + \frac{d^2 x_3}{dt^2}.$$

Подстановка полученных выражений в (8) дает

$$\begin{aligned} \frac{F}{k} &= \frac{m^3}{k^3} \frac{d^6 x_3}{dt^6} + 3 \frac{m^2}{k^2} \frac{d^4 x_3}{dt^4} + \frac{m}{k} \frac{d^2 x_3}{dt^2} + \\ &+ \frac{m^2}{k^2} \frac{d^4 x_3}{dt^4} + 3 \frac{m}{k} \frac{d^2 x_3}{dt^2} + x_3 - \frac{m}{k} \frac{d^2 x_3}{dt^2} - x_3 = \\ &= \frac{m^3}{k^3} \frac{d^6 x_3}{dt^6} + 4 \frac{m^2}{k^2} \frac{d^4 x_3}{dt^4} + 3 \frac{m}{k} \frac{d^2 x_3}{dt^2}, \\ \frac{d^6 x_3}{dt^6} + 4 \frac{k}{m} \frac{d^4 x_3}{dt^4} + 3 \frac{k^2}{m^2} \frac{d^2 x_3}{dt^2} &= \frac{k^2 F}{m^3}. \end{aligned} \quad (12)$$

Пусть

$$\frac{d^2 x_3}{dt^2} = z. \quad (13)$$

Тогда (12) запишется в виде:

$$z''' + 4 \frac{k}{m} z'' + 3 \frac{k^2}{m^2} z = \frac{k^2 F}{m^3}. \quad (14)$$

Характеристическое уравнение:

$$\begin{aligned} r^4 + 4 \frac{k}{m} r^2 + 3 \frac{k^2}{m^2} &= 0. \\ r_{1,2}^2 = -2 \frac{k}{m} \pm \frac{k}{m} &=, \quad r_1^2 = -3 \frac{k}{m}, \quad r_2^2 = -\frac{k}{m}, \\ r_{1,2} &= \pm i \sqrt{3 \frac{k}{m}}, \quad r_{3,4} = \pm i \sqrt{\frac{k}{m}}. \end{aligned}$$

Общее решение соответствующего однородного уравнения

$$\begin{aligned} z_1 &= C_1 \cos \sqrt{3 \frac{k}{m}} t + C_2 \sin \sqrt{3 \frac{k}{m}} t + \\ &+ C_3 \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t + C_4 \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t. \end{aligned}$$

Частное решение имеет вид:

$$z_2 = A.$$

Подстановка его в (14) дает:

$$3 \frac{k^2}{m^2} A = \frac{k^2 F}{m^3}, \quad A = \frac{F}{3m}.$$

Общее решение находится как

$$\begin{aligned} z &= z_1 + z_2 = C_1 \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} t + C_2 \sin \sqrt{\frac{3k}{m}} t + \\ &+ C_3 \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t + C_4 \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t + \frac{F}{3m}. \end{aligned} \quad (15)$$

В соответствии с (13)

$$\begin{aligned} v_3 &= \int z dt = C_1 \sqrt{\frac{m}{3k}} \sin \sqrt{\frac{3k}{m}} t - C_2 \sqrt{\frac{m}{3k}} \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} t + \\ &+ C_3 \sqrt{\frac{m}{k}} \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t - C_4 \sqrt{\frac{m}{k}} \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t + \frac{F}{3m} t + C_5, \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} x_3 &= \int v_3 dt = -C_1 \frac{m}{3k} \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} t - C_2 \frac{m}{3k} \sin \sqrt{\frac{3k}{m}} t - \\ &- C_3 \frac{m}{k} \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t - C_4 \frac{m}{k} \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t + \frac{F}{6m} t^2 + C_5 t + C_6. \end{aligned} \quad (17)$$

С учетом (10), (13), (15) и (17)

$$\begin{aligned} x_2 &= \frac{m}{k} C_1 \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} t + \frac{m}{k} C_2 \sin \sqrt{\frac{3k}{m}} t + \frac{m}{k} C_3 \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t + \\ &+ \frac{m}{k} C_4 \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t + \frac{m}{k} \frac{F}{3m} - C_1 \frac{m}{3k} \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} t - C_2 \frac{m}{3k} \sin \sqrt{\frac{3k}{m}} t - \\ &- C_3 \frac{m}{k} \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t - C_4 \frac{m}{k} \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t + \frac{F}{6m} t^2 + C_5 t + C_6 = \\ &= \frac{2m}{3k} C_1 \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} t + \frac{2m}{3k} C_2 \sin \sqrt{\frac{3k}{m}} t + \\ &+ \frac{F}{3k} + \frac{F}{6m} t^2 + C_5 t + C_6, \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} v_2 &= \frac{dx_2}{dt} = -\frac{2m}{3k} \sqrt{\frac{3k}{m}} C_1 \sin \sqrt{\frac{3k}{m}} t + \\ &+ \frac{2m}{3k} \sqrt{\frac{3k}{m}} C_2 \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} t + \frac{F}{3m} t + C_5 = \end{aligned} \quad (19)$$

$$= -\frac{2}{3} \sqrt{\frac{3m}{k}} C_1 \sin \sqrt{\frac{3k}{m}} t + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{3m}{k}} C_2 \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} t + \frac{F}{3m} t + C_5,$$

$$a_2 = \frac{dv_2}{dt} = -2C_1 \cos \sqrt{\frac{3k}{m}}t - 2C_2 \sin \sqrt{\frac{3k}{m}}t + \frac{F}{3m}. \quad (20)$$

С учетом (11), (20), (18) и (17)

$$\begin{aligned} x_1 = & -2C_1 \frac{m}{k} \cos \sqrt{\frac{3k}{m}}t - 2C_2 \frac{m}{k} \sin \sqrt{\frac{3k}{m}}t + \frac{F}{3m} \frac{m}{k} + \\ & + 2 \frac{2m}{3k} C_1 \cos \sqrt{\frac{3k}{m}}t + 2 \frac{2m}{3k} C_2 \sin \sqrt{\frac{3k}{m}}t + \\ & + \frac{2F}{3k} + \frac{2F}{6m} t^2 + 2C_5 t + 2C_6 + \\ & + C_1 \frac{m}{3k} \cos \sqrt{\frac{3k}{m}}t + C_2 \frac{m}{3k} \sin \sqrt{\frac{3k}{m}}t + \\ & + C_3 \frac{m}{k} \cos \sqrt{\frac{k}{m}}t + C_4 \frac{m}{k} \sin \sqrt{\frac{k}{m}}t - \frac{F}{6m} t^2 - C_5 t - C_6 = \\ = & -C_1 \frac{m}{3k} \cos \sqrt{\frac{3k}{m}}t - C_2 \frac{m}{3k} \sin \sqrt{\frac{3k}{m}}t + C_3 \frac{m}{k} \cos \sqrt{\frac{k}{m}}t + \\ & + C_4 \frac{m}{k} \sin \sqrt{\frac{k}{m}}t + \frac{F}{k} + \frac{F}{6m} t^2 + C_5 t + C_6, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_1 = \frac{dx_1}{dt} = & C_1 \sqrt{\frac{m}{3k}} \sin \sqrt{\frac{3k}{m}}t - C_2 \sqrt{\frac{m}{3k}} \cos \sqrt{\frac{3k}{m}}t - \\ & - C_3 \sqrt{\frac{m}{k}} \sin \sqrt{\frac{k}{m}}t + C_4 \sqrt{\frac{m}{k}} \cos \sqrt{\frac{k}{m}}t + \frac{F}{3m} t + C_5. \quad (21) \end{aligned}$$

$$a_1 = C_1 \cos \sqrt{\frac{3k}{m}}t - C_3 \cos \sqrt{\frac{k}{m}}t + \frac{F}{3m}.$$

В соответствии с (20)

$$a_2(0) = -2C_1 + \frac{F}{3m} = 0, \quad C_1 = \frac{F}{6m}.$$

В соответствии с (15)

$$z(0) = 0 = \frac{F}{6m} + C_3 + \frac{F}{3m}, \quad C_3 = -\frac{F}{2m}.$$

В соответствии с (18)

$$x_2(0) = \frac{2m}{3k} C_1 + \frac{F}{3k} + C_6 = 0,$$

$$\frac{F}{9k} + \frac{F}{3k} + C_6 = 0, \quad C_6 = -\frac{4F}{9k}.$$

В соответствии с (21), (16) и (19)

$$v_1(0) = -C_2 \sqrt{\frac{m}{3k}} + C_4 \sqrt{\frac{m}{k}} + C_5 = 0,$$

$$v_3(0) = -C_2 \sqrt{\frac{m}{3k}} - C_4 \sqrt{\frac{m}{k}} + C_5 = 0, \quad C_4 = 0,$$

$$v_2(0) = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{3m}{k}} C_2 + C_5 = 0, \quad C_2 = 0, \quad C_5 = 0.$$

Окончательное решение:

$$x_1 = -\frac{F}{18k} \cos \sqrt{\frac{3k}{m}}t - \frac{F}{2k} \cos \sqrt{\frac{k}{m}}t + \frac{F}{6m} t^2 + \frac{5F}{9k},$$

$$x_2 = \frac{F}{9k} \cos \sqrt{\frac{3k}{m}}t + \frac{F}{6m} t^2 - \frac{F}{9k},$$

$$x_3 = -\frac{F}{18k} \cos \sqrt{\frac{3k}{m}}t + \frac{F}{2k} \cos \sqrt{\frac{k}{m}}t + \frac{F}{6m} t^2 - \frac{4F}{9k},$$

$$v_1 = \frac{F}{6\sqrt{3km}} \sin \sqrt{\frac{3k}{m}}t + \frac{F}{2\sqrt{km}} \sin \sqrt{\frac{k}{m}}t + \frac{F}{3m} t,$$

$$v_2 = -\frac{F}{3\sqrt{3km}} \sin \sqrt{\frac{3k}{m}}t + \frac{F}{3m} t,$$

$$v_3 = \frac{F}{6\sqrt{3km}} \sin \sqrt{\frac{3k}{m}}t - \frac{F}{2\sqrt{km}} \sin \sqrt{\frac{k}{m}}t + \frac{F}{3m} t,$$

$$a_1 = \frac{F}{6m} \cos \sqrt{\frac{3k}{m}}t + \frac{F}{2m} \cos \sqrt{\frac{k}{m}}t + \frac{F}{3m},$$

$$a_2 = -\frac{F}{3m} \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} t + \frac{F}{3m},$$

$$a_3 = \frac{F}{6m} \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} t - \frac{F}{2m} \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t + \frac{F}{3m}.$$

Характерный отрезок времени τ_3 для рассматриваемого случая определяется из условия максимального растяжения упругой сцепки. При этом

$$a_1(\tau_3) - \frac{F}{3m} = 0$$

или

$$\frac{F}{6m} \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} \tau_3 + \frac{F}{2m} \cos \sqrt{\frac{k}{m}} \tau_3 = 0,$$

$$\frac{1}{3} \cos \sqrt{3} \sqrt{\frac{k}{m}} \tau_3 + \cos \sqrt{\frac{k}{m}} \tau_3 = 0.$$

Решение последнего уравнения имеет вид:

$$\sqrt{\frac{k}{m}} \tau_3 = 0,427\pi,$$

$$\tau_3 = 0,427\pi \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

За время τ_3 тягач пройдет расстояние

$$x_1(\tau_3) = -\frac{F}{18k} \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot 0,427\pi \sqrt{\frac{m}{k}} - \frac{F}{2k} \cos \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot 0,427\pi \sqrt{\frac{m}{k}} + \frac{F}{6m} \left(0,427\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \right)^2 + \frac{5F}{9k} =$$

$$= \frac{F}{k} \left[-\frac{1}{18} \cos \sqrt{3} \cdot 0,427\pi - \frac{1}{2} \cos 0,427\pi + \frac{1}{6} (0,427\pi)^2 + \frac{5}{9} \right] =$$

$$= \frac{F}{k} \left[-\frac{1}{18} \cos \sqrt{3} \cdot 0,427\pi - \frac{1}{2} \cos 0,427\pi + \frac{1}{6} (0,427\pi)^2 + \frac{5}{9} \right] = 0,78 \frac{F}{k}$$

и разовьет скорость

$$v_1(\tau_3) = \frac{F}{6\sqrt{3km}} \sin \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot 0,427\pi \sqrt{\frac{m}{k}} + \frac{F}{2\sqrt{km}} \sin \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot 0,427\pi \sqrt{\frac{m}{k}} + \frac{F}{3m} \cdot 0,427\pi \sqrt{\frac{m}{k}} =$$

$$= \frac{F}{\sqrt{km}} \left(\frac{1}{6\sqrt{3}} \sin \sqrt{3} \cdot 0,427\pi + \frac{1}{2} \sin 0,427\pi + \frac{1}{3} \cdot 0,427\pi \right) = \frac{F}{\sqrt{km}}.$$

Уместно сравнить эти показатели с соответствующими величинами для недеформируемого составного транспортно-технологического средства

$$a = \frac{F}{3m}, \quad v = \frac{F}{3m} t, \quad x = \frac{F}{6m} t^2,$$

$$x(\tau_3) = \frac{F}{6m} \left(0,427\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \right)^2 = 0,3 \frac{F}{k},$$

$$v(\tau_3) = \frac{F}{3m} \cdot 0,427\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 0,45 \frac{F}{\sqrt{mk}}.$$

$$\frac{x_1(\tau_3)}{x(\tau_3)} = 2,6, \quad \frac{v_1(\tau_3)}{v(\tau_3)} = 2,22.$$

Отношение для кинетических энергий тягача составляет

$$\frac{E_1(\tau_3)}{E(\tau_3)} = 4,93.$$

Обсуждение

Применение упруго деформируемых сцепок решает проблему трогания тяжелого составного транспортно-технологического средства [5–8].

В таблицу 1 сведены перемещения, скорости и кинетические энергии тягача для моментов максимального растяжения упругой сцепки, отнесенные к соответствующим параметрам недеформируемого составного транспортно-технологического средства.

Таблица 1

**Приведенные перемещения,
скорости и кинетические
энергии тягача**

Количество секций составного транспортно-технологического средства	$\frac{x_1(\tau)}{x(\tau)}$	$\frac{v_1(\tau)}{v(\tau)}$	$\frac{E_1(\tau)}{E(\tau)}$
2	1,81	1,64	2,69
3	2,6	2,22	4,93

Полученные соотношения наглядно демонстрируют, что трогание составного транспортно-технологического средства с упругими сцепками значительно легче, чем недеформируемого. При этом, чем больше число прицепных агрегатов, тем больше преимущество первого над вторым.

Выводы

Смягчение режима трогания составного транспортно-технологического средства по существу обуславливается заменой одновременного трогания секций на поочередное. Выше этот процесс описан для инерционных сил. Применительно к силе трения покоя механизм будет подобным, т.е. преодолевается не вся сила трения покоя одновременно, а поочередно преодолеваются ее малые части.

Полученные выражения для перемещений, скоростей и ускорений тягача и прицепных агрегатов имеют гармонические составляющие [9]. Для исключения продольных колебаний [10] составного транспортно-технологического средства после достижения максимального растяжения сцепки следует механически блокировать возможность ее гармонического сжатия с последующей выборкой упругой деформации, например, с использованием демпфирующих устройств.

Библиографический список

1. Бабаева, Ю. А. Проблемы транспортировки грузов в условиях Крайнего Севера / Ю. А. Бабаева, М. В. Волкова. – Текст : непосредственный // Транспорт и машиностроение Западной Сибири. – 2019. – № 1. – С. 6–11.
2. Петельская, С. Г. Потеря проходимости машины / С. Г. Петельская. – Текст : непосредственный // Транспорт и машиностроение Западной Сибири. – 2019. – № 1. – С. 35–40.
3. Попов, И. П. Компенсация пиковых нагрузок транспортно-технологических машин / И. П. Попов. – Текст : непосредственный // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Серия «Машиностроение». – 2020. – № 3 (132). – С. 85–93.
4. Петельская, С. Г. Анализ моделей, описывающих динамику машины / С. Г. Петельская. – Текст : непосредственный // Транспорт и машиностроение Западной Сибири. – 2020. – № 1. – С. 24–28.
5. Коптилов, В. И. О нормах расхода топлива на буксировку автоприцепов / В. И. Коптилов. – Текст : непосредственный // Интерстроймех-2005 : сборник трудов международной научно-технической конференции. – 2005. – С. 29–33.
6. Модернизация специального оборудования средств эвакуации для буксировки неисправной автомобильной техники / В. М. Юзик, В. П. Капустин, С. И. Князев, А. Д. Чернокоз. – Текст : непосредственный // Современные научно-практические решения XXI века. Материалы международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 163–168.
7. Семенов, А. Г. Рекомендации по буксировке наземного транспортного средства с управляемой подвеской на слабонесущих участках местности / А. Г. Семенов. – Текст : непосредственный // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2020. – Т. 1. – С. 118–121.
8. Носков, Н. Н. Основные оценочные характеристики движения машин по местности вне дорог / Н. Н. Носков, В. К. Зыкова. – Текст : непосредственный // Транспорт и машиностроение Западной Сибири. – 2019. – № 2. – С. 26–30.

-
9. Popov, I. P. Free harmonic oscillations in systems with homogeneous elements / I. P. Popov. – DOI: 10.1016/j.jappmathmech.2012.09.005. – Text : electronic // Journal of Applied Mathematics and Mechanics. – 2012. – Vol. 76. – Iss. 4. – P. 393–395.
 10. Popov, I. P. Application of the Symbolic (Complex) Method to Study Near-Resonance Phenomena / I. P. Popov. – DOI: 10.3103/S1052618820120122. – Text : electronic // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2020. – Vol. 49. – No. 12. – P. 1053–1063.

References

1. Babayeva, Yu. A., & Volkova, M. V. (2019). Problems of cargo transportation in the far north. *Transport i mashinostroenie Zapadnoy Sibiri*, (1), pp. 6-11. (In Russian).
2. Petelskaya, S. G. (2019). Oss of flotation ability of the machine. *Transport i mashinostroenie Zapadnoy Sibiri*, (1), pp. 35-40. (In Russian).
3. Popov, I. P. (2020). Peak load balancing for engineering vehicles. *Herald of The Bauman Moscow State Technical University. Series mechanical engineering*, 3(132), pp. 85-93. (In Russian).
4. Petelskaya, S. G. (2020). Analysis of models describing car dynamics. *Transport i mashinostroenie Zapadnoy Sibiri*, (1), pp. 24-28. (In Russian).
5. Kopotilov, V. I. (2005). O normakh raskhoda topliva na buksirovku avtopritsepov. *Interstroymekh-2005. Sbornik trudov mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*, May 17-20. Tyumen, FSBEI HE Industrial University of Tyumen Publ., pp. 29-33. (In Russian).
6. Juzik, V. M., Kapustin, V. P., Knyazev, S. I., & Chernokoz, A. D. (2016). Modernizatsiya spetsial'nogo oborudovaniya sredstv evakuatsii dlya buksirovki neispravnoy avtomobil'noy tekhniki. *Sovremennye nauchno-prakticheskie resheniya XXI veka. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Voronezh, FSBEI HE Voronezh SAU Publ., pp. 163-168. (In Russian).
7. Semenov, A. G. (2020). Rekomendatsii po buksirovke nazemnogo transportnogo sredstva s upravlyaemoy podveskoy na slabonesushchikh uchastkakh mestnosti. *Modernizatsiya i nauchnye issledovaniya v transportnom komplekse*, (1), pp. 118-121. (In Russian).
8. Noskov, N. N., & Zykova, V. K. (2019). The main estimated characteristics of the movement of cars on the terrain off the roads. *Transport i mashinostroenie Zapadnoy Sibiri*, (2), pp. 26-30. (In Russian).
9. Popov, I. P. (2012). Free harmonic oscillations in systems with homogeneous elements. *Journal of Applied Mathematics and Mechanics*, 4(76), pp. 393-395. (In English). DOI: 10.1016/j.jappmathmech.2012.09.005
10. Popov, I. P. (2020). Application of the Symbolic (Complex) Method to Study Near-Resonance Phenomena. *Journal of Machinery Manufacture and Reliability*, 12 (49), pp. 1053-1063. (In English). DOI: 10.3103/S1052618820120122.

Сведения об авторе

Попов Игорь Павлович, ст. преподаватель кафедры технологии машиностроения, металлорежущих станков и инструментов, Курганский государственный университет, e-mail: ip.popow@yandex.ru

Information about the autor

Igor P. Popov, Senior Lecturer at the Department of Engineering Technology, Machine Tools and Instruments, Kurgan State University, e-mail: ip.popow@yandex.ru

Для цитирования: Попов, И. П. Начало движения составного транспортно-технологического средства с упругими сцепками / И. П. Попов. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 1. – С. 79–87.

For citation: Popov, I. P. (2021). The beginning of movement of a composite vehicle and Technological vehicle with elastic couplings. *Arkhitektura, stroitel'stvo, transport [Architecture, construction, transport]*, (1), pp. 79-87. (In Russian).

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ РУКОПИСИ

1. К предоставляемой рукописи должны быть приложены следующие документы:
 - сопроводительное письмо автора на имя главного редактора журнала, подтверждающее, что статья нигде ранее не была опубликована;
 - экспертное заключение организации, откуда исходит рукопись, о возможности открытого опубликования.

В случае принятия положительного решения о публикации рукописи в журнале автор должен предоставить в редакцию подписанный вариант рукописи (или ее скан).

2. Все поступающие в редакцию журнала рукописи статьи проходят проверку на наличие заимствований. Статьи, содержащие менее 75 % оригинального текста, в журнале не публикуются (проверка уникальности текста осуществляется без учета метаданных и библиографического списка).

3. Рукописи, соответствующие тематике журнала, проходят процедуру двойного слепого рецензирования с целью их экспертной оценки. Рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов. Рецензии хранятся в редакции в течение 5 лет.

4. Технические требования к тексту.

Формат файлов для текста – Microsoft Word (*.docx). Название файла должно включать фамилию и инициалы автора статьи (например: Иванов_ИИ.docx) Статьи, содержащие формулы, помимо word-файла необходимо продублировать pdf-файлом во избежание искажения формул, которые следует набирать в MathType 4.0 Equation.

Объем статьи – не менее 5 и не более 15 страниц (не включая библиографический список). Размер шрифта 12 пт (Times New Roman), межстрочный интервал одинарный, абзац 0,5 см. Поля страниц: верхнее 20 мм, нижнее 20 мм, левое 20 мм, правое 20 мм.

Все графические объекты должны быть предоставлены отдельными файлами: один рисунок – один файл графического формата. Растровые рисунки (фото) предоставляются в формате JPG с разрешением не менее 300 dpi. Каждый рисунок должен быть помещен в текст и сопровождаться нумерованной подрисуночной подписью. Ссылки на рисунки в тексте обязательны.

Таблицы следует помещать в текст статьи, они должны иметь нумерацию, заголовок и четко обозначенные графы, удобные и понятные для чтения. Ссылки на таблицы в тексте обязательны.

Объем иллюстративных материалов (таблиц и графических материалов) не должен превышать 1/3 общего объема рукописи.

Библиографический список (не менее 10 источников) должен содержать ссылки на актуальные научные работы отечественных и зарубежных специалистов. Объем самоцитирования – не более 30 % от общего числа ссылок.

Нумерация использованных источников в списке дается в порядке последовательности ссылок. На все источники должны быть ссылки в тексте статьи в квадратных скобках. В списке не должно быть «неавторизованных» источников (СП, СНИПов, ГОСТов и т.п.) – на них ссылки даются непосредственно в тексте статьи.

Библиографический список на русском языке должен быть оформлен согласно ГОСТ Р 7.0.100–2018.

5. Рукопись статьи должна включать:

- индекс УДК;
- название статьи на русском языке;
- инициалы и фамилию автора на русском языке (если авторов несколько, они работают в разных организациях, то после фамилии ставится верхний индекс (1, 2 и т.д.), соответствующий организа-

ции, откуда исходит рукопись, указанной ниже под тем же номером, следом необходимо указать город и страну. Если автор один или все авторы работают в одной организации, то индексы не ставятся);

- аннотация на русском языке (общий объем аннотации – не более 500 знаков);
 - ключевые слова на русском языке (до 10 слов и (или) словосочетаний);
- Пункты 2–5 необходимо продублировать ниже на английском языке*
- основной текст статьи на языке оригинала;
 - библиографический список на русском языке;
 - сведения об авторах (Information about the authors): полные Ф.И.О., должность, ученая степень, звание, место работы, телефон, e-mail – на русском и английском языках.

6. Структура основного текста статьи должна включать следующие рубрики, согласно стандарту IMRAD: введение, объект и методы исследования, экспериментальная часть/постановка эксперимента, результаты, обсуждение, выводы, приложения.

- **Введение.** Включает актуальность исследования, обзор литературы по теме исследования, постановку проблемы, формулирование цели и задач исследования.
- **Объект и методы исследования.** Данный раздел включает детальное описание методов и схемы экспериментов/наблюдений, позволяющих воспроизвести их результаты, пользуясь только текстом статьи; материалы, приборы, оборудование и другие условия проведения экспериментов/наблюдений.
- **Экспериментальная часть/постановка эксперимента.** Необязательный раздел. Может включать подробную информацию о стадиях реализации эксперимента, включающую графические материалы для наиболее полного раскрытия методики и условий проведения опытов.
- **Результаты.** Результаты рекомендуется представлять преимущественно в виде таблиц, графиков и иных наглядных формах. Этот раздел включает анализ полученных результатов, их интерпретацию, сравнение с результатами других авторов.
- **Обсуждение.** Содержит интерпретацию полученных результатов исследования; ограничения исследования и обобщения его результатов; предложения по практическому применению; предложения по направлению будущих исследований.
- **Выводы.** Подводятся итоги научного исследования. Заключение содержит выводы, кратко формулирующие основные научные результаты статьи. Выводы должны логически соответствовать поставленным в начале статьи задачам, содержать краткие итоги разделов статьи без повторения формулировок, приведенных в них.
- **Приложения.** Необязательный раздел. Может включать информацию о грантовой поддержке, при которой было реализовано исследование, а также содержать благодарности в адрес других ученых и/или предприятий, оказавших содействие в реализации исследования.

7. Рукопись, допущенная к публикации, проходит принятый редакцией процесс допечатной подготовки, включающий редактирование, корректуру, верстку.

8. Исправленные статьи авторам не предоставляются. Рукописи, не удовлетворяющие перечисленным требованиям, к рассмотрению не принимаются и авторам не возвращаются.

9. Плата за опубликование рукописей **не взимается.**

Перепечатка материалов или их фрагментов возможна только с письменного разрешения редакции. Ссылка на научно-информационный журнал «Архитектура, строительство, транспорт» **обязательна!**

MANUSCRIPT PREPARATION GUIDELINES

1. The following documents must be attached to the submitted manuscript:

- a cover letter from the author addressed to the editor-in-chief of the journal, confirming that the article has not been published anywhere else;
- expert evaluation of the organization where the manuscript comes from on the possibility of open publication.

If a positive decision is made to publish the manuscript in the journal, the author must submit to the editor a signed version of the manuscript (or its scan).

2. All manuscripts submitted to the journal are checked for plagiarism. Articles containing less than 75% of the original text are not accepted for publication in the journal (verification of the uniqueness of the text is carried out without taking into account metadata and bibliographic list).

3. Manuscripts corresponding to the subject matter of the journal undergo a double-blind peer review procedure for the purpose of their expert evaluation. The reviewers are recognized experts in the subject matter of the reviewed material. The reviews are kept in the editorial office for 5 years.

4. Article format requirements

The file format for the text is Microsoft Word (* .docx). The file name must include the surname and initials of the author of the article (for example Ivanov_AA.doc) Articles containing formulas, in addition to the word file, must be duplicated with a pdf file in order to avoid distorting the formulas that should be typed in MathType 4.0 Equation.

The article should be no less than 5 and no more than 15 pages (not including the reference list). Use 12 pt Times New Roman, single line spacing, paragraph 0.5 cm. Page margins: top 20 mm, bottom 20 mm, left 20 mm, right 20 mm.

All graphic objects must be submitted in separate files: one figure – one graphic format file. Raster images (photos) are submitted in JPG format with a resolution of at least 300 dpi. Each figure should be placed in the text and accompanied by a numbered figure caption. References to figures in the text are required.

Tables should be placed in the text of the article, they should have a numbering, heading and clearly marked columns, convenient and easy to read. References to tables in the text are required.

The volume of illustrative materials (tables and graphic materials) should not exceed 1/3 of the total volume of the manuscript.

The list of references (at least 10 sources) should contain links to current scientific works of national and foreign specialists. Self-citations should not exceed 30 % of the total number of links.

The numbering of the sources used in the list is given in the order of the sequence of references. All sources should be referenced in the text of the article in square brackets. The list should not contain "unauthorized" sources (SP, SNIps, GOSTs, etc.) – links to them are given directly in the text of the article.

The list of references in Russian must be drawn up in accordance with GOST R 7.0.100–2018 (in English – with APA 6th Edition).

5. The manuscript of the article should include:

- UDC index;
- title of the article;
- initials and surname of the author (if there are several authors, and they work in different organizations, then a superscript (1, 2, etc.) is put after the surname, corresponding to the organization which the

manuscript comes from, indicated below under the same number, followed by the city and country. If there is one author or all authors work in one organization, then the superscripts are not used);

- abstract (no more than 500 characters);
- key words (up to 10 words and (or) phrases);
- main text of the article in the original language;
- references;
- information about the authors: full name, position, academic degree, title, place of work, telephone, e-mail.

6. The structure of the main body of the article should include the following sections, according to the IMRAD structure: introduction, object and methods of research, experimental part/experiment, results, discussion, conclusions, applications.

- **Introduction.** It includes the relevance of the research, literature review on the research topic, problem statement, formulation of the goal and objectives of the research.
- **Object and methods** of research. This section includes a detailed description of the methods and schemes of experiments/observations that make it possible to reproduce their results using only the text of the article, as well as materials, devices, equipment, and other conditions for conducting experiments/observations.
- **Experimental part/experiment.** It is an optional section. It may include detailed information about the stages of the experiment, including graphic materials for the most complete disclosure of the methodology and conditions of the experiment.
- **Results.** It is recommended to present the results mainly in the form of tables, graphs, and other visual forms. This section includes the analysis of the results obtained, their interpretation, comparison with the results of other authors.
- **Discussion.** It contains the interpretation of the obtained research results, limitations of research and generalization of its results, suggestions for practical application, suggestions for future research.
- **Conclusions.** Here the results of the research are summed up. Conclusions summarize the main scientific results of the article. Conclusions should logically correspond to the objectives set at the beginning of the article, contain brief summaries of the sections of the article without repeating the formulations given in them.
- **Applications.** It is an optional section. It may include information about grant support under which the research was carried out, and also gratitude to other scientists and/or enterprises who contributed to the implementation of the research.

7. The manuscript, admitted for publication, goes through the prepress process adopted by the editors, including editing, proofreading, and layout.

8. Corrected articles will not be provided to authors. Manuscripts that do not meet the listed requirements will not be accepted for consideration and will not be returned to authors.

9. There is no fee for the publication of manuscripts.

Reprinting of materials or their fragments is possible only with the written permission of the publisher.

A link to the scientific and reference journal "Архитектура, строител'ство, транспорт" ["Architecture, Construction, Transport"] **is required!**

ЗАКОН О КОМПЛЕКСНОМ РАЗВИТИИ ТЕРРИТОРИЙ ПЕРВЫЕ ШАГИ

The law on integrated development of territories The first steps

В конце 2020 года в третьем чтении был принят закон о комплексном развитии территорий. Теперь субъекты Федерации в целях улучшения жилищных условий граждан, развития городской среды могут реализовывать мероприятия по сносу и реконструкции многоквартирных домов, индивидуальных домов и привлекать к их реализации застройщиков-инвесторов. Эксперты надеются, что данная мера позволит серьезно продвинуться в решении проблемы аварийного и ветхого жилья в стране и повлиять на неравномерность расселения жителей на городской территории.

По мнению вице-преьера РФ Марата Хуснуллина, данный закон – самый важный из тех, что принимались для развития жилищного строительства за последние десятилетия. В числе первых городов, которые начнут отрабатывать механизм комплексного развития территорий в 2021 году, – Москва, Казань, Новосибирск, Кемерово и Тюмень.

Более подробно о новом законе и тех шагах, которые необходимо предпринять регионам, чтобы он заработал в полную силу, мы попросили рассказать начальника управления жилищной политики Главного управления строительства Тюменской области Валерия Киселева.

– До недавнего времени все вопросы развития территорий, на которых расположены ветхие и аварийные дома, были достаточно слабо урегулированы. Так, вопрос строительства стандартного жилья решался в рамках комплексного освоения территорий, предусмотренного нормами Градостроительного кодекса. Вопрос расселения аварийного жилищного фонда с участием инвесторов и дальнейшей застройки высвободившихся участков – был урегулирован другими положениями этого кодекса, предусматриваю-



В. С. Киселев,
начальник управления
жилищной политики
ГУС ТО

щими развитие застроенных территорий. Сейчас все эти инструменты объединили. В этом смысле закон современный, актуальный, и он призван прежде всего унифицировать все процедуры по управлению городской средой, прописать четкие и понятные правила развития окружающего пространства. Тюменская область в числе прочих регионов принимала участие в его обсуждении и поддержала законопроект.

По сути, данный документ дал регионам, муниципальным образованиям право принимать решения по развитию территорий и, соответственно, по расселению на них аварийных домов, жилья с высокой степенью износа или построенного в прошлом столетии в период индустриального домостроения по типовым проектам, а также домов, не имеющих централизованных инженерных сетей, домов, капитальный ремонт которых экономически не оправдан, находящихся в ограниченно работоспособном техническом состоянии. Он дал инструментарий по вовлечению в жилищное строительство так называемых промышленных зон, территорий с объектами самовольного строительства, иными словами,

земель, которые раньше невозможно было вовлечь по разным процедурным вопросам.

И самое важное – закон позволил подключать к процессу обновления жилищного фонда застройщиков. Если говорить о Тюменской области, то наиболее инвестиционно привлекательные площадки у нас находятся, конечно же, в Тюмени. Мы наметили несколько таких территорий, которые могли бы быть вовлечены в комплексную застройку. Это территории в центральной и заречной частях города, в районе Лесобазы.

Тюмень, где места для экономического маневра у застройщиков больше, безусловно, будет пилотом в данном проекте, потому что здесь развитый рынок жилья и высокий спрос на него. Это важно, потому что застройщику, который планирует войти в проект и принять на себя дополнительные расходы по расселению, строительству новых домов, необходимо понимать, насколько данный проект рентабелен и за счет чего в будущем окупятся его расходы. Во многом решение инвестора будет зависеть от локации территории, коммуникаций, количества людей, которых необходимо расселить и многих других нюансов. Нужно понимать, что это будет не точечная застройка, а целый комплекс жилых домов, объектов социального назначения, дорог, скверов и т.д.

Но. Прежде, чем закон начнет работать, регионам необходимо с учетом своего социально-экономического, пространственного развития серьезно «донастроить» свою нормативно-правовую базу. Например, в Тюменской области для этого потребуются принятие порядка 15 документов, определяющих в том числе конкретные критерии для домов, которые могут быть расселены.

К слову, закон не является императивной нормой, и регионы сами принимают решение, применять его или нет, и если применять, то только с учетом своей, региональной, специфики.

Следующий шаг – практическая реализация закона. Определение конкретной территории, на которой его можно было бы апробировать, проработка вопроса с застройщиком, готового зайти на эту территорию, и, самое главное, выход на собственников жилья, проживающих здесь. Без их положительного решения мы не сможем дви-

гаться дальше. По закону реализация программы возможна только в том случае, если не меньше 2/3 собственников жилья согласятся на компенсацию или равноценную смену жилья. Если люди выскажутся против, то никаких дальнейших шагов по данной территории предприниматься не будет. Закон о комплексном развитии территорий в первую очередь принят в интересах жителей.

Что касается дальнейшего участия горожан в судьбе территорий, то конкретные проекты решений по развитию территорий до официального принятия будут опубликованы, и все заинтересованные лица смогут с ними ознакомиться и высказать свои пожелания.

Регионам предстоит проработать вопросы и с коммерческой недвижимостью, располагающейся на данной территории. Субъекты РФ имеют возможность прописать отдельные случаи, когда то или иное имущество не будет подлежать изъятию, или оно будет изыматься примерно в том же порядке, что и жилье. Отдельно будут рассматриваться вопросы объектов культурного наследия и многие другие. Поэтому повторяю – закон не предусматривает одного алгоритма комплексного развития территорий для всех регионов, в нем прописано немало нюансов, и от субъекта к субъекту решения будут отличаться.

С нашими застройщиками мы неоднократно встречались – в законе, который позволяет привлекать в жилищное строительство интересные с точки зрения расположения и их инвестиционной привлекательности территории, они заинтересованы и в целом готовы участвовать в проектах. Самым важным станет достижение компромисса с жильцами, которые могли бы войти в программу. Необходимо соблюсти права граждан, услышать их мнение и прийти к общему решению.

Если взглянуть на опыт реновации в Москве, а по сути, не углубляясь в юридические тонкости, мы говорим о реновации, то по сведениям московских коллег, в столице есть случаи, когда люди судились с властями как раз по причине того, что их дом не был включен в программу. Посмотрим, как закон будет реализовываться в Тюменской области. Это вопрос ближайшей перспективы.

СТРОЙКИ БЕЗ СТРОИТЕЛЕЙ?

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ВЗГЛЯД НА КАДРОВЫЙ ВОПРОС

Construction sites without construction workers?

Viewpoint about personnel issue

И. А. Спиридонов, президент Союза строителей Тюменской области



Пришло то время, когда количество и качество кадров стало самой большой проблемой строительных компаний, а значит, появилась надежда, что на реальную подготовку специалистов, да и на репутацию самой отрасли обратят внимание ее руководители, а также руководители строительных организаций и ректоры профильных вузов.

В Россию, по данным МВД, из-за пандемии не вернулось 1,5 млн мигрантов, работавших на наших стройках. Наибольший отток кадров отмечен среди разнорабочих, штукатуров, каменщиков и бетонщиков. Решение данного вопроса очевидно – нужно открыть границы со странами и наладить въезд мигрантов-строителей. Минстрой договорился с Минтрудом, МВД и Роспотребнадзором о завозе рабочей силы из Узбекистана, Таджикистана, Украины. Решено упростить въезд в страну для гастрабайтеров и передать их на поруки строительным компаниям, которые, в свою очередь, должны устроить рабочих, заклю-

чить с ними трудовой договор, предоставить место для проживания.

Вынужденное сокращение числа мигрантов поставило руководителей строительных компаний перед крайне неприятным фактом: россиянам их стройки и их зарплаты совершенно неинтересны. Уверенность в том, что иностранные рабочие заняли все вакансии и вытеснили трудолюбивый русский народ со строительных площадок, оказалась лишь мифом – люди предпочитают идти на биржу труда, а не на курсы каменщика или сварщика, и даже повысившаяся вдвое зарплата их не привлекает. Причина – тяжелый труд, мало изменившийся с прошлого века и крайне низкий социальный статус профессии. Очевидно, что люди ищут места с более цивилизованными условиями труда.

Самые востребованные вакансии в регионе – их почти четверть – специалисты по продажам. Соискателей на данную должность – всего 14 %. Сложнее ситуация в строительной отрасли. На 18 % вакансий – всего 6 % соискателей.

Еще один интересный факт – строительство по производительности труда, по расчету выработки на 1 человека в месяц, находится на самом последнем месте среди других отраслей экономики.

Как видим, дело не в занятых рабочих местах, а в нежелании работать на стройке в принципе. Видимо, нужно возвращаться к истокам и доказывать молодежи, что строитель – это звучит гордо, и, конечно, денежно. Вот почему Союз строителей Тюменской области совместно с Тюменским индустриальным университетом в октябре 2020 года на площадке строительного института от-

крыли выставочную экспозицию, посвященную развитию строительного комплекса Тюменской области. Одна из задач музея – проведение различных профориентационных мероприятий для школьников и студентов. Это важно, так как кадры нужно растить со школьной скамьи. Мы надеемся, что экспозиция музея и грамотно проведенные экскурсии смогут заразить школьников и студентов строительной романтикой, и кто-то из ребят обязательно захочет связать свою судьбу со строительной отраслью. В планах – пополнение музея новыми современными и интересными экспонатами. Для этого при Союзе строителей образован комитет по созданию музея истории строительной отрасли региона, который возглавляет директор представительства АО «ТСМ» в Тюмени В. Н. Кузнецов.

Можно еще предложить ряд мер, которые могли бы направить молодежь в строительные вузы и колледжи. Например, принимать туда в приоритетном порядке победителей отраслевых конкурсов. Однако как бы ни были хороши и полезны конкурсы, только их проведением обеспечить стройки кадрами не получится, и – самое главное! – невозможно понять всю глубину этой проблемы, поскольку достоверной статистики по кадровому составу строительной отрасли, просто не существует. С погрешностью до

нескольких десятков тысяч, конечно, можно посчитать, сколько людей занято в строительстве и смежных отраслях в России (это около 6 млн человек), какова их средняя зарплата (она равна 42 тыс. рублей), можно даже узнать, сколько несчастных случаев происходит на стройках (почти 1500 за год). Такой же учет мы ведем среди компаний, входящих в Союз строителей Тюменской области. Так, например, по итогам прошлого года эти данные составляли 21,5 тыс. человек, 51 тыс. рублей и 31 несчастный случай соответственно.

Однако нигде нет информации, сколько на объектах работает каменщиков, бетонщиков и прочих рабочих, какое у них образование и каков их профессиональный уровень. Такими данными не располагает ни Росстат, ни Департамент по труду и занятости населения, ни Главное управление строительства Тюменской области. А значит, неясно, сколько и каких рабочих нужно готовить в тех же колледжах и институтах.

У нас и программы развития строительной отрасли Тюменской области на перспективу нет. Имеется стратегия социально-экономического развития Тюменской области до 2030 года, утвержденная год назад, в которой 210 листов и всего четыре абзаца, посвященных строительству и сфере ЖКХ.



*Экспозиция "Строители – призвание навсегда..."
в музее Тюменского индустриального университета*

ЛЮДИ, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

Однако оглянемся назад. В 2004 году было подписано постановление Администрации Тюменской области «Об организации предоставления начального профессионального и среднего профессионального образования в Тюменской области» для определения объектов и структуры государственных заказов на подготовку рабочих и специалистов образовательным учреждениям начального и среднего профессионального образования Тюменской области. Начиная с 2005-го по 2015 год Департамент труда и занятости населения привлекал Союз строителей с целью определения объема и структуры госзакупок на подготовку рабочих кадров и специалистов, востребованных региональным рынком труда. Мы на каждую специальность из 46 знали потребность. Впоследствии нас почему-то перестали привлекать к составлению прогноза по количеству рабочих.

В 2010-м рабочей группой, состоящей из специалистов государственного и нефтегазового (ныне – индустриального) университетов была разработана Концепция развития профессионального образования Тюменской области до 2020 года, которая была одобрена Советом ректоров вузов Тюменской области.

Кстати, если говорить о наших выпускниках строительных специальностей, то каждый год учебные заведения выпускают порядка 1,5 тыс. специалистов (это 3 % от занятых в отрасли, каковых 50 тыс. человек). Сколько из них доходит до стройки, неизвестно. Одних призывают в армию, другие продолжают учиться, а третьи и вовсе уходят из профессии, не найдя себе место по специальности. Между тем ежегодно из отрасли, по нашим данным, выбывает порядка 37,5 тыс. человек, т. е. в 25 раз больше.

В масштабах страны, по данным Минстроя РФ, до стройки доходит не более 25 % выпускников. Поэтому, чтобы решить эту острую проблему, нужно в первую очередь руководителям отрасли и строительных организаций посмотреть на себя со стороны и понять, почему эта профессия стала настолько непрестижной.

Еще одна проблема касается подготовки инженерных кадров. Болонская система, и мы не

раз об этом говорили, не позволяет подготовить грамотных специалистов. Через четыре года из вузов выходят недоинженеры, которых нужно всему учить. Почему такая колоссальная разница между четырьмя и пятью годами обучения, остается загадкой. Дело, видимо, в образовательных программах, а не в количестве учебных часов. Тогда строительной отрасли необходимо обозначить конкретные требования к уровню подготовки выпускаемых учебными заведениями специалистов. Отраслевая наука, дипломы, диссертации должны быть реальными и нужными.

Да и с профессиональным уровнем инженерного состава, который работает много лет на стройках, тоже далеко не все в порядке. Надо прямо сказать, что повышение квалификации последние 20 лет больше похоже на массовую покупку «корочек на предъявителя».

Внутренние требования к специалистам выдвигают лишь немногие строительные компании, среди них – АО «Мострострой-11», Тюменская домостроительная компания, Завод «ЖБИ-3», Винзилинский завод керамзитового гравия. На большинстве же строек работают инженеры среднего звена, которые не могут подтвердить соответствие своих знаний реалиям сегодняшнего времени.

То же самое относится и к проектно-изыскательским организациям. Как отметил на последнем Совете Российского союза строителей президент НОПРИЗ М. М. Посохин, часто даже нельзя установить, кто проектировал объект и есть ли у этого проектировщика соответствующее образование.

Все профессиональное сообщество, Российский союз строителей, НОСТРОЙ и НОПРИЗ видят необходимость во введении независимой оценки квалификаций – сначала специалистов, внесенных в Национальный реестр и отвечающих за организацию строительства, а затем и всех остальных инженеров и рабочих. Без этой меры поднять уровень профессиональной подготовки строителей они считают невозможным. Соответствующий законопроект уже внесен на рассмотрение в Государственную думу и планируется к принятию уже в весеннюю сессию.

Вопрос в том, сумеет ли отрасль наладить не только процесс независимой оценки квалификаций, но и реальную подготовку строителей для прохождения этого экзамена. Потянут ли такую финансовую нагрузку строительные компании? Стоимость оценки квалификации одного специалиста варьируется в среднем по России от 15 до 23 тыс. рублей. В масштабах России это миллиарды рублей, которые затем лягут в стоимость строительства.

Надо отметить, что в Минфине и Минэкономразвития к кадровой проблеме в строительстве относятся весьма прохладно и считают, что работодатели сами должны готовить себе кадры. Они уверены, что государство не должно обеспечивать стройку специалистами и решать проблемы бизнеса.

Российский союз строителей считает, что системе образования рабочих кадров в стране надо модернизировать и выводить ее на современный уровень, и бизнес в этом должен принимать самое активное участие. На государство кивать нечего – кадровые проблемы строители должны решать сами наравне с вопросами организации труда, техники безопасности и производительности труда.

Но вернемся к проблеме, которую мы обозначили в начале статьи. С целью недопустимости зависимости страны от иностранной рабочей силы в Совете Федерации считают необходимым включение в приоритетные задачи сферы образования проведение ревизии востребованных специальностей, а также подготовку необходимых кадров. Это, по мнению сенаторов, поможет не только оперативно заменить иностранные кадры, но и обеспечить гарантированной работой россиян, а значит, сократить уровень безработи-

цы и количество малоимущих, которые находятся в указанной группе из-за отсутствия работы и необходимого опыта, возраста.

Есть, конечно, у отрасли кадровые резервы – это молодые студенческие отряды. Мы стараемся им помогать, оказываем содействие в вопросе трудоустройства в тюменских строительных организациях. Председатель правления Тюменского регионального отделения МООО «Российские Студенческие Отряды» А. В. Заболотских – заместитель председателя Комитета по молодежной политике и студенческим строительным отрядам Российского Союза строителей, председателем такого же комитета, но при Союзе строителей Тюменской области является В. Н. Калинин. Они курируют стройотрядовское движение. Конечно, в 2020 году востребованность в студентах на стройке упала, но впереди новый сезон, и есть надежда, что молодежь сможет принять участие в возведении строительных объектов в регионе.

Однако и здесь не все просто. Поскольку стройки больше не нуждаются просто в рабочих, студентам приходится за свои деньги учиться основам строительных специальностей, и помощь со стороны государства по бесплатному обучению таких студентов, конечно, нужна. Кроме того, стройотрядовскому движению нужно искать новые точки приложения сил, например, формировать «цифровые стройотряды» и работать в строительных компаниях с BIM-моделями, продвигать технологии информационного моделирования. Представляется, что это начинание будет интересным для создателей национального объединения организаций в области информационного моделирования, одна из главных задач которого – подготовка цифровых кадров.

ГОРОДА-СПУТНИКИ НА ВТОРОМ ОБЪЕЗДНОМ КОЛЬЦЕ ТЮМЕНИ. АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ РАСТУЩЕГО ГОРОДА

Satellite towns at second beltway of Tyumen. An alternative way of developing a growing city

В. В. Крылов, профессор кафедры архитектуры и градостроительства ТИУ



В соответствии с Градостроительным кодексом РФ, градостроительное проектирование требует разработки ряда документов, обеспечивающих развитие муниципальных образований. Одним из основополагающих является генплан, представляющий перспективный взгляд на развитие населенного пункта.

Как известно, генеральный план Тюмени был разработан в 2008 году, тогда же была выполнена схема территориального планирования Тюменского района Тюменской области, главная задача которой – комплексный анализ состояния и использования территорий, потенциального развития экономики, природных ресурсов, градостроительных решений, демографической ситуации.

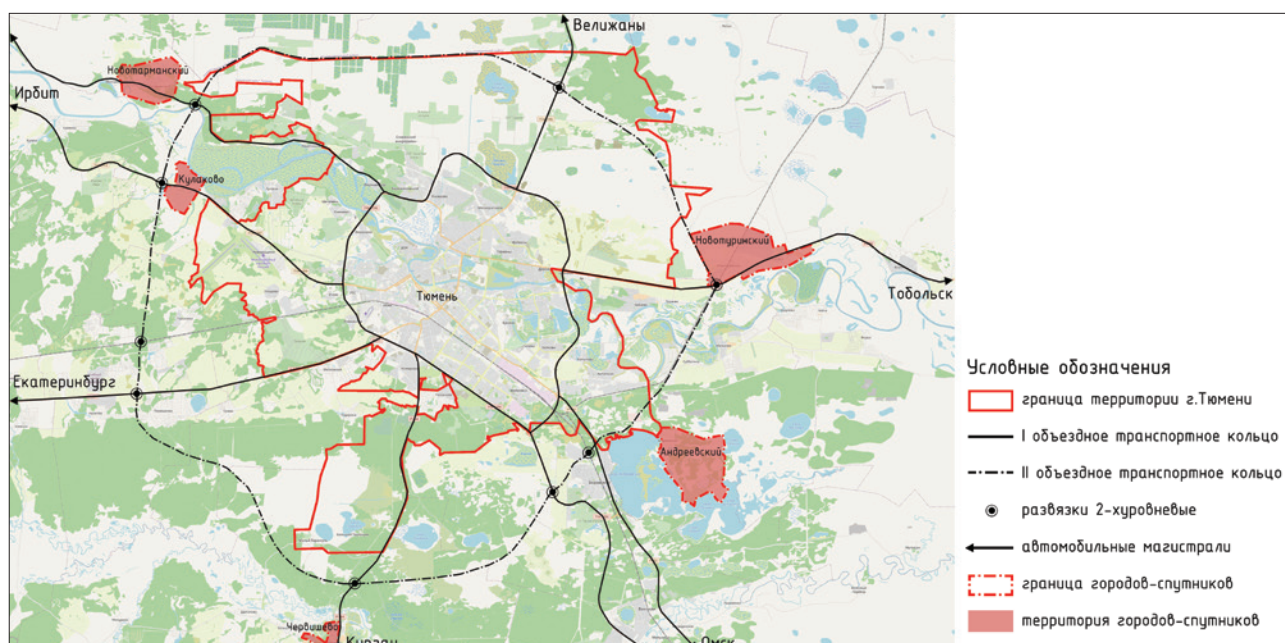
Несколькими годами позже были подготовлены генеральные планы всех населенных пунктов района, взаимоувязанные с градостроительными решениями генплана областной столицы.

Ни для кого не секрет, что генеральный план Тюмени постоянно корректируется, и порой эти поправки не идут городу на пользу. В результате изменений основных градостроительных решений приходится постоянно вносить корректировки в градостроительную документацию или вовсе разрабатывать новый генеральный план со всеми вытекающими проблемами и утекающими деньгами.

Всем известно, что в генеральном плане Тюмени, разработанном более 15 лет назад и неоднократно корректировавшемся в последующем, было внесено предложение о проектировании второго транспортного кольца вокруг Тюмени. В прошлом году был объявлен конкурс на разработку проектной документации данного объекта и определен подрядчик. По информации из открытых источников известно, что инженерный план проекта первых двух этапов строительства планируется разработать до сентября 2021 года, а к сентябрю 2022 года – подготовить рабочий план третьего и четвертого строительных этапов.

Строительство первой объездной дороги, частично уже являющейся городской магистралью, завершено в 2019 году. Несмотря на открытие движения по ней, городу не удалось избавиться от пробок в утренние и вечерние часы из-за высокой интенсивности движения транспорта.

К слову, по заказу МКУ «Тюменьгортранс» фирмой Simetra была разработана транспортная модель города Тюмени и Тюменской области в рамках проекта разработки комплексной схемы организации дорожного движения (КСОДД) и



Расположение городов-спутников на втором объездном кольце Тюмени

комплексной схемы организации транспортного обслуживания (КСОТ) Тюменской агломерации, но без градостроительных предложений.

На кафедре архитектуры и градостроительства ТИУ под руководством преподавателей студентами старших курсов были разработаны предложения по решению проблем дальнейшего развития города Тюмени и Тюменской агломерации с учетом ближайших перспектив развития транспортного каркаса территории.

Будущие градостроители предлагают вместо интенсивного строительства в городской черте жилищно-гражданских объектов и торгово-рыночных «скоплений» разместить на втором транспортном кольце градостроительные образования, так называемые спутники города Тюмени со своей производственной и жилищной инфраструктурой, муниципальным управлением, объектами образования и здравоохранения, местами приложения труда и социальным обеспечением.

Градостроительные образования будут располагаться на существующих магистралях – Московском, Червишевском, Тобольском, Велижанском, Ялуторовском и Ирбитском трактах и представлять собой самостоятельные планировочные системы (жилые районы) численностью 25-30 тысяч жителей.

Таким образом, можно говорить об образовании Тюменской городской агломерации с центральным градообразующим ядром в Тюмени и уже существующими вокруг нее поселениями, объединенными вторым транспортным кольцом. Это населенные пункты Кулаковское, Успенское, Червишевское, Богандинское, Андреевское, Новотуринское и Северное, развивающиеся в самостоятельные городские образования (города-спутники), имеющие полноценную структуру малого города (см. схему) и свои градообразующие предприятия.

Идея создания и строительства городов-спутников не нова. Существует множество как исторических, так и современных примеров таких форм расселения. Проектируются и уже строятся в Ленинградской области город-спутник Южный, в Московской области – Зеленоград, А101, Новое Ступино, в Свердловской области – Академический, в Самаре – Волгарь, а также другие спутники у городов, имеющих численность населения свыше миллиона жителей.

Предложения по развитию Тюменской агломерации также были озвучены, они представлены в статье архитектора Елены Посоховой «Формирование Тюменской агломерации – одна из перспективных форм пространственного разви-

Город-спутник на основе посёлка Червишево



тия Тюменского района». Этому же вопросу посвящены статьи главного архитектора ИТП «Град» (г. Омск) Ирины Стуканевой «Об агломерационных процессах в Сибири: возможность создания Тюменской и Сургутской городских агломераций» и «Городская агломерация в России».

Главная цель создания городов-спутников – разгрузить мегагорода, расплзающиеся как вширь, так и ввысь. В настоящее время все большее развитие получает высотное строительство. Данная тенденция, как и уплотнение городской застройки, является сложной, требующей всестороннего анализа и отдельного рассмотрения темой. Насколько оправдано расселение людей на 20-30 этажах жилых зданий? Безопасно ли такое высотно-заборное строительство? Как оно влияет на психику и здоровье людей? Чем обернется увлечение строителей «высотным» рублем? Не станет ли эта проблема еще более масштабной, чем проблема хрущевок? Эти вопросы не должны оставаться без ответа.

Застройка новых градостроительных образований, располагающихся вокруг Тюмени, предлагается не выше четырех этажей – это комфортная для проживания и экономичная с точки зрения планирования кварталов застройка. Отцам города и муниципальных образований Тюменского района, заказчикам, застройщикам девелоперам

есть над чем поразмышлять, чтобы улучшить качество и комфортность жизни людей в новой Тюменской агломерации.

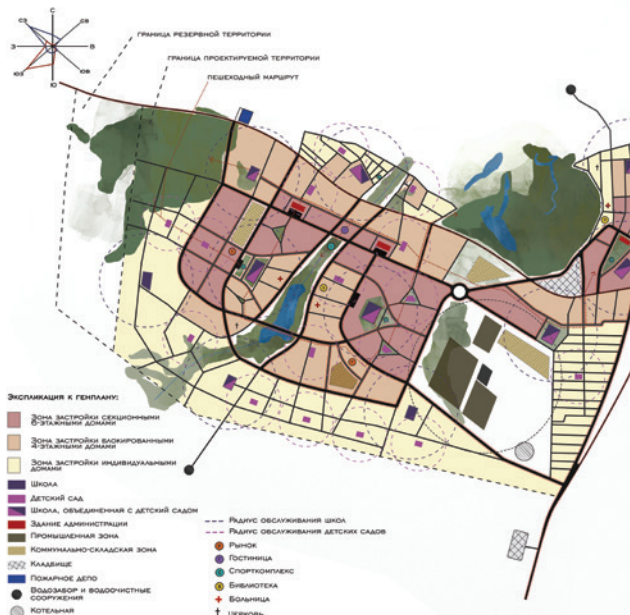
При разработке концепции градостроительного образования на втором кольце г. Тюмени появляется возможность создания новых функций организации проектирования и строительства, использования современных технологий и современной архитектуры, сохранения природно-ландшафтной среды.

Безусловно, потребуются пересмотр нормативов научно-технической документации, разработка нового подхода к планировке уже существующей и новой застройки каждого участка на втором транспортном кольце, отдельно предстоит рассмотреть вопрос транспортного обеспечения градостроительных образований и связи между ними.

Новый урбанизационный подход к развитию городского пространства требует комплексного решения проблем растущего города: современных объемно-планировочных решений, поиска новых путей преодоления экологических проблем, социального обустройства территорий и т. д.

Еще один болезненный вопрос, который позволяет решить создание жилых образований вокруг города на втором объездном кольце, – вы-

Город-спутник на основе посёлка Червишево

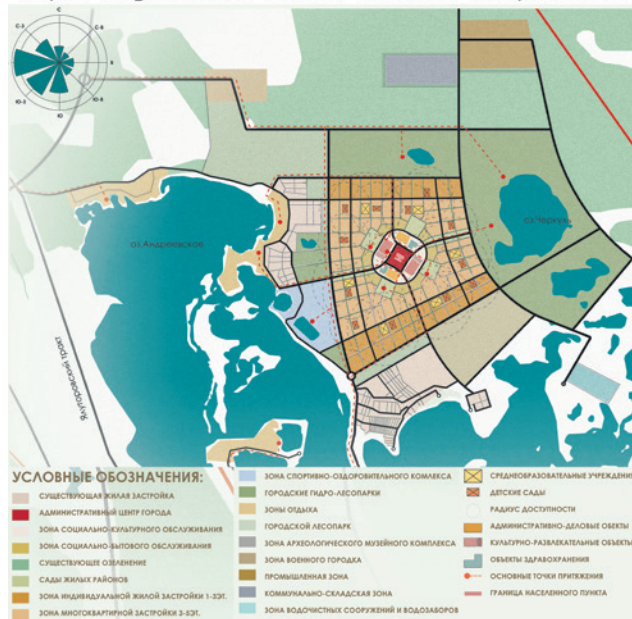


сокая интенсивность движения дорожного транспорта к центрам общественного притяжения.

В настоящее время особенно быстро эволюционирует транспортная инфраструктура, изменяются технические, социальные, экономические «измерения», появляются платные автомагистрали, возрастают скорости передвижения, и вместе с тем более остро ощущается дефицит времени, нарушается режим транспортного движения, повышается аварийность, растёт уровень нервозности на дорогах.

Благодаря созданию городов-спутников появится возможность создания новых рабочих мест и размещения больших зон отдыха не в центральных частях города, а в градостроительных образованиях, на свободной, экологически чистой территории. В новых градостроительных образованиях наряду с жилыми кварталами появятся новые лечебно-оздоровительные центры, развитые научно-технические базы, на базе существующих промышленных и сельско-

Город-спутник на основе посёлка Андреевский



хозяйственных зон – предприятия деревообработки, сельхозпредприятия и многие другие учреждения.

Такой комплексный подход к созданию новых градостроительных образований позволит сформировать комфортную среду для проживания, работы, отдыха, гармоничного развития населения и стабильного роста экономики.

Таким образом, муниципальным органам власти предлагается рассмотреть концепцию территориального планирования Тюменской городской агломерации на перспективу, но исходные данные – демографическую ситуацию, социальную, производственную, транспортную базу – можно прорабатывать уже в настоящее время.

Численность населения Тюменской агломерации достигнет свыше одного миллиона человек, что, безусловно, станет предпосылкой реализации нескольких десятков крупных инвестиционных проектов с многомиллионными вкладами в проектирование и строительство объектов.

Осуществляется прием заявок на участие в конкурсе «На лучшее достижение в строительной отрасли Тюменской области за 2020 год». В этом году он пройдет в двадцатый раз. Имена победителей традиционно назовут в День строителя.

ПОЛОЖЕНИЕ о XX конкурсе «На лучшее достижение в строительной отрасли Тюменской области за 2020 год»

Regulation of the 20th contest «For the best achievement in the construction industry of the Tyumen region in 2020»

1. Цели и задачи конкурса

1.1. Положение о XX конкурсе «На лучшее достижение в строительной отрасли Тюменской области за 2020 год» (далее – Положение) устанавливает порядок проведения регионального конкурса «На лучшее достижение в строительной отрасли Тюменской области за 2020 год» (далее – конкурс).

1.2. Конкурс проводится Правительством Тюменской области, Союзом строителей (работодателей) Тюменской области (далее также – Союз строителей Тюменской области), Областной организацией профсоюза работников строительства и промстройматериалов для содействия развитию строительного комплекса региона в целях:

- дальнейшего развития строительной отрасли;
- стимулирования деятельности всех субъектов строительной отрасли к повышению качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции и предоставляемых услуг;
- определения наиболее эффективно работающих строительных организаций и предприятий промышленности строительных материалов, проектных и изыскательских, научно-исследовательских и научно-производственных организаций, учреждений образования, готовящих специалистов строительного профиля;
- распространения передового опыта эффективно работающих организаций строительной отрасли;
- повышения инвестиционной активности организаций и предприятий;
- внедрения инноваций в строительной отрасли;
- поощрения социально ориентированного бизнеса;
- информирования общественности о лучших реализованных строительных проектах и объектах.

2. Принципы конкурса

2.1. Проведение конкурса основывается на следующих принципах:

- открытость и равноправие – любая организация, работающая на строительном рынке Тюменской области, независимо от формы собственности, ведомственной принадлежности, известности, численности, может принять участие в конкурсе в любой номинации и претендовать на звание победителя или лауреата;
- объективность – в ходе голосования по выдвинутым претендентам на победу Организационный комитет конкурса (далее – Оргкомитет) руководствуется принципами объективности и непредвзятости.

Решение в пользу того или иного претендента принимаются на основании критериев, установленных Положением, простым большинством голосов членов Оргкомитета открытым голосованием при наличии не менее половины его состава;

- независимость – решение Оргкомитета не зависит от принадлежности его членов к тому или иному ведомству или организации, личных симпатий и других субъективных факторов.

3. Организаторы конкурса

3.1. Организаторами конкурса (далее – организаторы) выступают: Главное управление строительства Тюменской области, Союз строителей Тюменской области, Областная организация профсоюза работников строительства и промстройматериалов.

3.2. Организаторы конкурса формируют и утверждают Оргкомитет.

4. Оргкомитет конкурса

4.1. Оргкомитет состоит из числа представителей организаций строительной отрасли, науки, образования, органов экспертизы и других специалистов.

Оргкомитет проводит непосредственную работу по организации и проведению конкурса, определяет победителей и лауреатов конкурса.

4.2. Функции Оргкомитета:

- проводит заседания;
- информирует организации строительной отрасли об условиях конкурса;
- привлекает организации, организует приглашение участников и гостей строительной отрасли к участию в конкурсе;
- определяет порядок финансирования;
- проводит работу с органами государственной власти Тюменской области и органами местного самоуправления Тюменской области (далее – областные, городские, районные органы власти) по привлечению организаций (предприятий) строительного профиля к участию в конкурсе;
- проводит работу со средствами массовой информации по информированию общественности о конкурсе;
- представляет участников конкурса в средствах массовой информации;
- объективно рассматривает представленные на конкурс материалы;
- утверждает протокол по определению победителей и лауреатов конкурса;
- организует церемонию награждения победителей и лауреатов конкурса.

4.3. Оргкомитет обязан:

- создать в процессе проведения конкурса равные условия для всех его участников;
- обеспечить гласность проведения конкурса;
- не разглашать сведения о результатах конкурса ранее установленного срока.

4.4. Оргкомитет вправе:

- отказать претенденту в участии в конкурсе на основании несоответствия представленных документов требованиям Положения (недостоверное или неполное предоставление сведений, нарушение порядка заполнения таблиц и их неполное заполнение, отсутствие рекомендаций и согласования и др.);
- в целях объективного определения победителей конкурса вносить изменения в категории и подгруппы в соответствии с номинациями и спецификой работ, выполняемых организациями-участниками конкурса.

4.5. Члены Оргкомитета несут ответственность за соблюдение требований Положения, правил и процедур подготовки и проведения конкурса.

5. Информационное сопровождение конкурса

5.1. Информационное сопровождение конкурса осуществляет Главное управление строительства Тюменской области, Союз строителей Тюменской области, ежеквартальный научно-информационный журнал «Архитектура, строительство, транспорт» и газета «Квартирный вопрос» (сайт KVobzor.ru).

5.2. Главное управление строительства Тюменской области размещает на Официальном портале органов государственной власти Тюменской области Положение, информацию об участниках конкурса, итоги конкурса.

5.3. Журнал «Архитектура, строительство, транспорт» публикует на своих страницах Положение и итоговые материалы конкурса.

5.4. Газета «Квартирный вопрос» (сайт KVobzor.ru) публикует материалы об условиях конкурса и порядок его проведения, статьи и новости по конкурсной тематике, представляет номинантов конкурса, организует в период его проведения наглядное оформление материалов конкурса, проводит другую наглядную и информационную работу.

6. Полномочия организаторов

6.1. Союз строителей Тюменской области:

- организует прием документов и регистрацию организаций как участников конкурса;
- изучает, проверяет и анализирует представленные на конкурс документы;
- готовит материалы на заседания Оргкомитета, организует и проводит его заседания;
- оформляет материалы заседаний Оргкомитета, готовит итоговый протокол заседания Оргкомитета;
- представляет материалы конкурса, сведения о его участниках, итоговые материалы конкурса для публикации в газете «Квартирный вопрос» (сайт KVobzor.ru) и журнале «Архитектура, строительство, транспорт»;
- организует работу по разработке образцов Почетных дипломов, Дипломов лауреатов и изготовлению Знака конкурса для награждения победителей и лауреатов;
- участвует в церемонии награждения и осуществляет фотографирование победителей и участников конкурса.

6.2. Главное управление строительства Тюменской области:

- участвует в церемонии награждения;
- проводит работу по подбору места проведения церемонии награждения победителей и лауреатов конкурса;
- разрабатывает сценарий проведения церемонии награждения;
- приглашает на церемонию награждения.

7. Участники конкурса

Участниками конкурса могут быть:

7.1. Организации, уплатившие конкурсный организационный сбор.

7.2. Организации (предприятия) всех форм собственности, деятельность которых связана со строительством.

7.3. Учреждения образования, готовящие специалистов для строительной отрасли, независимо от формы обучения.

7.4. Любые другие организации, согласные с Положением и условиями проведения конкурса.

7.5. В исключительных случаях по решению Оргкомитета к участию в конкурсе могут быть допущены организации, чья деятельность выходит за рамки категорий номинантов, установленных Положением.

В этом случае организация должна быть зарегистрирована на территории УрФО в установленном законодательством порядке и официально зарегистрирована в качестве участника конкурса.

7.6. Структурные подразделения, дочерние организации, строительные организации, входящие в состав холдингов, объединений, управлений механизации могут самостоятельно выступать в качестве участника конкурса в соответствующих номинациях и категориях.

7.7. Научно-исследовательские и научно-производственные организации вправе участвовать в конкурсе с проектами, разработанными в течение конкурсного года.

7.8. Не допускаются к участию в конкурсе:

- в номинации «Организация года», «Руководитель года» – организация и ее руководитель при наличии на производстве в течение конкурсного года зарегистрированных несчастных случаев со смертельным исходом или тяжелых (групповых) несчастных случаев, произошедших по вине организации (нанимателя);
- в номинации «Объект года» – организация, представляющая объект, на котором (в течение 2020 года) были допущены по вине организации (нанимателя) зарегистрированные несчастные случаи со смертельным исходом или тяжелые (групповые) несчастные случаи.

Организации, не допущенные к участию в номинациях «Организация года», «Руководитель года», «Объект года» могут участвовать в других номинациях конкурса.

8. Порядок участия в конкурсе

8.1. Инициатива выдвижения номинантов конкурса может принадлежать областным, городским, районным органам власти, отраслевым ведомствам, вышестоящим организациям, в состав которых входят организации-номинанты, самим организациям и их партнерам (заказчикам, клиентам, поставщикам).

8.2. Участники конкурса могут участвовать во всех конкурсных номинациях, в соответствии с критериями, предъявляемыми к ним.

8.3. Для участия в конкурсе и официальной регистрации в качестве участника конкурса организациям необходимо представить в Оргкомитет до 10 июля 2021 г. по адресу г. Тюмень, ул. Челюскинцев, 3 (тел.: (3452) 444-117, 444-095);

- заявку в соответствии с приложениями № 1, 4 к Положению с указанием номинации и категорий, в которых они участвуют;
- документы согласно приложению № 2 к Положению;
- информацию в электронном виде о деятельности организации в соответствии с приложением № 5 к Положению;
- рекомендацию (согласование заявки) вышестоящей организации при ведомственной подчиненности (при наличии);
- отзывы организаций (заказчиков) либо партнеров организаций;
- копию платежного документа при оплате конкурсного взноса;
- другие документы по усмотрению участника, раскрывающие успехи и достижения организации в заявленной номинации.

Заявка и документы, поданные на конкурс, хранятся в исполнительной дирекции Союза строителей Тюменской области в течение года со дня подведения итогов конкурса.

8.4. Размер организационного взноса за участие в конкурсе составляет 10 тысяч рублей за каждую номинацию, указанную в конкурсной заявке.

Получатель организационного взноса –

Союз строителей (работодателей) Тюменской области:

ИНН 7202092663/ **КПП** 720301001, **расчетный счет** № 40703810900260000013

в филиале Банка ГПБ (АО) «Уральский», г. Екатеринбург

БИК 046577411, **к/с** 30101810365770000411.

ЛЮДИ, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

8.5. Освобождаются от уплаты организационного взноса бюджетные учреждения образования (лицеи, колледжи, университеты), готовящие кадры для строительной отрасли.

8.6. Учреждения образования, занимающиеся обучением, подготовкой, переподготовкой строительных кадров и осуществляющие свою деятельность на платной основе, вносят организационный взнос на общих основаниях.

8.7. Победители конкурса определяются в каждой из 8 номинаций с вручением победителю Почётного диплома и Знака конкурса с указанием года присуждения звания победителя.

8.8. Победитель конкурса определяется на основании критериев, предусмотренных приложением № 3 к Положению. При этом учитывается полнота представленных организацией-номинантом материалов.

8.9. В этих же категориях и номинациях определяются лауреаты с вручением Диплома лауреата и Знака конкурса с указанием года присуждения звания лауреата.

8.10. Результаты конкурса со списками его победителей, публикуются в газете «Квартирный вопрос», журнале «Архитектура, строительство, транспорт», размещаются на Официальном портале органов государственной власти Тюменской области, сайтах KVobzor.ru (газета «Квартирный вопрос») и ssrto.ru (Союза строителей Тюменской области), а также могут освещаться другими средствами массовой информации.

9. Номинации и категории конкурса

9.1. Номинации и категории конкурса указаны в приложении № 4 к Положению.

10. Награждение

10.1. Награждение победителей и лауреатов конкурса проводится в торжественной обстановке. Для участия в церемонии приглашаются члены Оргкомитета, участники конкурса и представители средств массовой информации.

10.2. Участникам конкурса, награжденным в течение пяти лет подряд Почетными дипломами и продолжающим принимать участие в конкурсе, вручается диплом «Элита строительного комплекса Тюменской области».

10.3. Организации, награжденные Почетным дипломом или Дипломом лауреата конкурса, рекомендуется премировать за счет собственных средств руководителей и членов коллектива, принявших активное участие в конкурсе, в соответствии с Положением о премировании, существующим в организации.

11. Порядок использования Памятного знака конкурса

и звания победителя (лауреата)

11.1. Победители и лауреаты конкурса имеют право использовать в своих рекламных целях изображение логотипа конкурса, размещать на выпускаемой продукции, бланках организации, указывать в документах, представляемых на тендер и других обстоятельствах, характеризующих деятельность предприятия, организации.

11.2. Организаторы и Оргкомитет осуществляют контроль использования логотипа и принимают меры в случае некорректного его использования, наносящего ущерб авторитету конкурса и его организаторам.

12. Источники финансирования конкурса

12.1. Источником финансирования конкурса являются организационные взносы участников конкурса, которые используются на:

-
- оплату организационных расходов, связанных с проведением конкурса, включая разработку и изготовление Знаков, Почетных Дипломов и Дипломов лауреатов;
 - оплату публикаций о проведении конкурса и его участниках, другого конкурсного материала в печатных изданиях информационных партнеров конкурса;
 - оплату разработки и изготовления «визитных карточек» участников конкурса с информацией о представленных на конкурс достижениях для размещения на Официальном портале органов исполнительной власти Тюменской области;
 - оплату почтовых и канцелярских расходов, печатной и сувенирной продукции, других расходов по решению Оргкомитета.

Суммы оплаты расходов определяются по фактическим расходам, связанным с проведением конкурса.

Организационные взносы участников конкурса возврату не подлежат.

Номинации и категории конкурса

Номинации:

1. Организация года.
2. Руководитель года.
3. Объект года:
 - проектирование, новое строительство, реконструкция, реставрация, капитальный ремонт, благоустройство.
4. Технология года:
 - строительство (система качества, энергосбережение, уровень технического и кадрового обеспечения, сроки реализации),
 - производство новых материалов (изделий) на основе внедрения собственных или импортных научно-технических, технологических разработок и др.
5. Продукт года:
 - строительная продукция, произведенная как российскими, так и зарубежными производителями;
 - строительная продукция, впервые изготовленная в России или отличающаяся от выпускаемой улучшенными свойствами или характеристиками;
 - строительная продукция соответствует российским техническим нормативным правовым актам и стандартам;
 - строительная продукция соответствует международным требованиям.
6. Проект года:
 - лучший архитектурный проект жилищного, общественного или промышленного назначения.
7. Развитие населенных пунктов:
 - проектирование, новое строительство, реконструкция, реставрация, капитальный ремонт, благоустройство.
8. Лучший застроенный микрорайон:
 - малоэтажная застройка;
 - многоэтажная комплексная застройка.

В вышеперечисленных номинациях победители конкурса распределяются по следующим категориям:

1. Генподрядные организации.

Подгруппы:

- 1.1. Генподрядные организации численностью свыше 300 человек – холдинги, объединения, комбинаты.

ЛЮДИ, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

1.2. Генподрядные организации численностью свыше 300 человек – филиалы, структурные подразделения, дочерние и строительные управления, унитарные строительные организации и другие.

1.3. Генподрядные организации численностью до 300 человек.

2. Субподрядные организации.

Подгруппы:

2.1. Субподрядные организации численностью свыше 300 человек – тресты, объединения, комбинаты.

2.2. Субподрядные организации численностью свыше 300 человек – филиалы, структурные подразделения, дочерние и строительные управления, управления механизации, управления производственно-технологической комплектации, жилищно-коммунальные конторы и другие.

2.3. Субподрядные организации численностью до 300 человек.

3. Специализированные субподрядные организации.

Подгруппы:

3.1. Специализированные электромонтажные организации свыше 300 человек.

3.2. Специализированные электромонтажные организации до 300 человек.

3.3. Специализированные сантехнические организации свыше 300 человек.

3.4. Специализированные сантехнические организации до 300 человек.

3.5. Специализированные отделочные организации.

3.6. Специализированные субподрядные организации, выполняющие работы по механизации строительно-монтажных работ.

3.7. Специализированные субподрядные организации, выполняющие пусконаладочные работы.

4. Организации промышленности строительных материалов.

Подгруппы:

4.1. Организации промышленности численностью свыше 300 человек.

4.2. Организации промышленности численностью до 300 человек.

5. Организации, осуществляющие поставку строительных материалов и оказывающие услуги.

6. Организации по комплектации, снабжению и другие.

7. Заказчики, в том числе УКСы, дирекции строящихся объектов.

8. Научно-исследовательские, научно-производственные, издательские организации.

9. Организации выполняющие инженерные изыскания.

10. Проектные организации.

11. Учреждения образования, организации, предоставляющие образовательные услуги в строительстве, высшие учебные заведения, лицеи, колледжи, учебные центры и другие организации.

Состав Оргкомитета XX конкурса «На лучшее достижение в строительной отрасли Тюменской области за 2020 год»

1. Бауэр Сергей Рудольфович, заместитель начальника Главного управления строительства Тюменской области – главный архитектор Тюменской области (председатель Оргкомитета).

2. Спиридонов Игорь Александрович, президент Союза строителей (работодателей) Тюменской области (сопредседатель Оргкомитета).

3. Юрченко Петр Прохорович, председатель областной организации профсоюза работников строительства и промстройматериалов.

4. Ахмеднабиева Светлана Ивановна, главный редактор газеты «Квартирный вопрос» (секретарь Оргкомитета).

5. Архипенко Евгения Михайловна, руководитель охраны труда, охраны окружающей среды и промышленной безопасности, председателя профкома ЗАО «Завод ЖБИ-3».

-
6. Гребенюк Галина Никитична, доктор географических наук, профессор, Академик Российской академии наук.
 7. Ельшин Владимир Анатольевич, главный энергетик АО «Мостострой-11».
 8. Зимакова Галина Александровна, заведующая кафедрой «Строительные материалы» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет».
 9. Круглик Александр Юрьевич, начальник управления государственного строительного надзора Главного управления строительства Тюменской области.
 10. Кузнецов Виктор Николаевич, директор представительства АО «Тобольскстроймеханизация» в г. Тюмени.
 11. Лесков Сергей Николаевич, генеральный директор ООО «Геопроект».
 12. Лыкова Валентина Григорьевна, заместитель директора ООО «Учебно-курсовая производственная фирма «УПФИР».
 13. Поступинская Людмила Анатольевна, руководитель отдела охраны труда, охраны окружающей среды и промышленной безопасности, заместитель председателя профкома ООО «Винзилинский завод керамзитового гравия».
 14. Разов Игорь Олегович, заведующий кафедрой строительной механики строительного института ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет».
 15. Решетников Андрей Александрович, начальник отдела развития строительного комплекса управления строительства и строительной индустрии Главного управления строительства Тюменской области.
 16. Сбитнева Любовь Геннадьевна, заместитель генерального директора по экономическим вопросам ОАО «ТДСК».
 17. Третьяков Владимир Сергеевич, заместитель главы города Тюмени.
 18. Фролов Александр Витальевич, начальник управления градостроительной политики Главного управления строительства Тюменской области.

Внимание! Полный перечень приложений к Положению о XX конкурсе «На лучшее достижение в строительной отрасли Тюменской области за 2020 год» (шаблон заявки на участие в конкурсе, формы документов, представляемые участниками конкурса, в разрезе номинаций, критерии отбора претендентов для участия в конкурсе и определения победителей и т.д.) размещены на Официальном портале органов государственной власти Тюменской области в разделе «Градостроительство».

Отпечатано в типографии ООО "Печатник"
г. Тюмень, ул. Республики, 148, корп. 1/2
Телефон/факс: (3452) 20-33-86
E-mail: 929056@mail.ru

65 лет i university

☎ (3452) 28-36-85

🌐 tyuiu.ru

🌐 industrial_u

📷 industrial_university