

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



6 2020
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 6 (296) / 2020

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук
Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук (Узбекистан)
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кожурбаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

На обложке изображена *Барбара Джордан* (1936–1996), американский политик, юрист и лидер движения за гражданские права.

Барбара Джордан родилась в Хьюстоне, штат Техас, в семье баптистского священника. Она с отличием окончила школу Филлис Уитли. Наблюдая за тем, как ее мать усиленно работает, чтобы обеспечить семью, Джордан поняла, что не желает тратить жизнь на оттирание полов, приготовление еды и чистку одежды. Она всегда знала, что пойдет в колледж, и в какой-то момент в старшей школе решила стать юристом. Из-за сегрегации она не смогла поступить в Техасский университет в Остине и вместо этого выбрала исторически «черный» Техасский южный университет, где изучала политологию и историю. Там она отличалась выдающимися риторическими способностями и обыгрывала соперниц из Йельских и Браунских школ в конкурсах спора. Ее зачисление в юридическую школу при Бостонском университете также ознаменовало ее первое вступление в мир белых, в котором с ней часто обращались больше как с чернокожей женщиной, чем как с индивидуальностью. Но Джордан училась справляться. Она вместе с другими темнокожими студентами организовала собственную учебную группу, когда их не пригласили присоединиться к какой-либо из учебных групп. Джордан часами работала, поскольку ее провинциальное школьное образование не соответствовало требованиям юридической школы. После окончания учебы в Бостоне и получения юридической степени она изучала политологию в Институте Таскиги в штате Алабама в течение года, а затем вернулась в Хьюстон и начала вести частную юридическую практику.

Джордан безуспешно участвовала в избирательных кампаниях в техасскую Палату представителей в 1962-м и 1964-м, но в 1966 году ее настойчивость сделала ее первым афроамериканским сенатором с 1883 года и вообще первой темнокожей

женщиной в Сенате. В 1968-м она была переизбрана и занимала свою должность до 1972 года, а также провела один день, 10 июня 1972 года, в качестве и. о. губернатора Техаса.

В 1972 году Барбара была избрана в Конгресс — до этого конгрессменами от штата Техас становились только мужчины. Она получила мощную поддержку от бывшего президента Линдона Джонсона, который помог ей занять должность в юридическом комитете Палаты представителей. В 1974-м Джордан выступила перед Юридическим комитетом, поддержав импичмент Ричарда Никсона. Ее 15-минутная речь вошла в анналы как один из лучших образцов американской риторики XX века.

Со временем Джордан ушла из политики и начала преподавать в Техасском университете в Остине. Два раза она становилась основным докладчиком на Демократическом национальном съезде, а также возглавляла Комиссию США по иммиграционной реформе, выступающей за ужесточение и ограничение иммиграции.

В 1973 году Барбара Джордан впервые заметила у себя признаки рассеянного склероза. Она испытывала трудности с подъемом по лестнице и в конце концов начала использовать сначала трость, а потом и инвалидное кресло. Она также страдала от лейкемии, но так хорошо скрывала свои проблемы со здоровьем, что президент Билл Клинтон даже хотел предложить ее кандидатуру в качестве одного из потенциальных судей Верховного суда.

Барбара Джордан умерла за месяц до своего 60-летия от осложнений после воспаления легких.

Она была удостоена таких наград, как медаль Спингарна и президентской медали Свободы. Барбара была в числе американских женщин, которым журнал *Time* присвоил звание «Человек года». В ее честь в Остине воздвигли мемориал.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Шураева А. С.

Устный счёт как средство развития умственных способностей у младших школьников 1

ФИЗИКА

Марухян Г. Г.

Решение задачи о квантовой эволюции в скрещенных электромагнитных полях..... 3

ХИМИЯ

Аббасова С. М., Шафиева Р. Н., Джафарова А. А., Джафарова Н. А., Аббасов М. Ф.

Синтез метилалкилкетонов инициированным присоединением α -олефинов к алифатическим альдегидам12

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Бахтин И. В.

Обзор популярных игровых движков для создания инди-игр17

Шайкамалова Э. А.

CRM-системы в digital-агентствах полного цикла19

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Галкин Н. С., Терехин А. Р., Забенкова Н. А., Бесфамильная Е. М.

Структуризация автоматизированных систем управления технологическим производством.... 22

Гасанов И. Р., Джамалбеков М. А.

Обобщенная методика интерпретации данных гидрогазодинамических исследований при нелинейных законах фильтрации25

Комин П. А.

Технология термовиброобработки бетонной смеси28

Кузьмин Н. А., Благодатских А. Н., Аветисян А. А., Жоров Я. А., Недогреев В. А., Недогреев В. А., Чурносков Д. Д., Мешков М. И.
Конструктивный анализ усилителей рулевого управления30

Кузьмин Н. А., Терентьев В. О., Сагач А. Ю., Ковалев Д. А., Шамаков И. М., Богатов В. В., Забелин Р. Р., Аветисян А. А.
Анализ конструктивных схем поворота колесных машин35

Лалин Р. Д.
Новый взгляд на солнечную энергетику39

Ларионов Р. Е., Масленников О. О.
Новые тенденции в совершенствовании технологии и улучшении свойств порошка тантала41

Мигранов С. В.
Реализация алгоритма БПФ для вибродиагностики УЭЦН на контроллере TMS320F2833544

Терехин А. Р., Забенкова Н. А., Печерский Д. К., Бесфамильная Е. М.
Тенденции развития промышленной автоматизации.....47

Шматов Н. Г., Малий В. И., Кузьмин Н. А., Фень А. А., Недогреев В. А.
Улучшение сцепления шин с дорогой на скользких участках.....49

Юсупов Т. К.
Подбор бурового раствора для первичного вскрытия продуктивного пласта ЮК₂₋₄ на Сынеганском месторождении53

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Бабажанов А. Ф.
Актуальность вопроса огнестойкости конструкций55

Злепко А.
Трещиностойкость фиброцемента армированного стальной проволочной фиброй57

Колесников А. И.

Анализ истории высотного строительства
в мире61

Колесников А. И.

Методика расчета высотных зданий
на воздействие ветровой нагрузки
с использованием современных средств
компьютерной инженерии.....65

Утегенов И. У., Моменов Б. М., Муханов Б. Б.

Мобильная архитектура на современном этапе 74

ГЕОЛОГИЯ

Корунов И. Д., Пономарёв С. А.

Регулирование параметров бурового раствора
для снижения риска прихвата на месторождениях
Балыкской группы.....78

ЭКОЛОГИЯ

Рыбачук В. Г.

Актуальность применения микротурбинных
установок в качестве автономных источников
энергии80

Татарников А. В.

Правовой режим охраны окружающей среды:
понятие и признаки.....82

РЕГИОНОВЕДЕНИЕ

Кан С. К.

Государственное регулирование миграционных
процессов в Республике Саха (Якутия).....85

МАТЕМАТИКА

Устный счёт как средство развития умственных способностей у младших школьников

Шураева Алёна Сергеевна, студент магистратуры
Смоленский государственный университет

В статье рассматриваются некоторые аспекты развития умственных способностей с помощью устного счёта в начальной школе, нестандартные формы работы, задания, которые способствуют активизацию мыслительных процессов.

Ключевые слова: умственные способности, младший школьник, устный счёт.

Актуальностью данного вопроса, является усовершенствование прогресса в области технического процесса и меньшей степени использование устных приёмов в окружающем мире и на уроках математики. В инновационную эпоху не составляет труда, прибегая к всевозможным техническим устройствам, произвести подсчёт интересующего для тебя продукта, узнать разницу товара со скидкой или подсчитать ежемесячные расходы. Выполняя устные вычислительные приёмы, у нас не только вырабатываются умения и знания быстро считать, но и развиваются интеллектуальные способности, логическое мышление.

Освоение навыков устного счёта начинается на этапе начального общего образования. Именно в эти годы обучения закладываются основные вычислительные приёмы, которые активизируют мыслительную деятельность обучающегося, способствуют к восприятию услышанную информацию, возникает быстрота реакции, происходит постановка речи и закладка в память. Тем самым учащийся овладевает математическим инструментарием для изучения разносторонних дисциплин, лаконично применяет умения в сложившихся ситуациях на практике.

Обсуждением вопроса о воздействии устного счёта на повышение умственной деятельности на уроках математики на первой ступени обучения занимались такие деятели, как О. А. Ивашова, М. А. Бантова, Н. Б. Истомина, А. А. Столяр, Я. Ф. Чекмарёва, О. П. Зайцева, А. Я. Бурлыга, К. А. Зимовец и другие исследователи.

По мнению В. С. Кравченко вычислительные задания должны искусно вписываться в часть урока и не являться

дополнительным материалам или самоцелью. Данный этап подразумевает часть, без которого усвоение заданий и навыков будет протекать с большим затруднением и потерей времени [1, с. 45].

По благоусмотрению Ф. В. Гизбурга: «Данному этапу на уроке математики отводится большое место и отрабатывается в течение всего урока. Целесообразно отводить по 10–12 минут на арифметические действия».

Не подобает проводить изустный счёт во второй половине урока, поскольку обучающиеся уже устали желаемого результата не достигните. В конце урока можно провести «математическую разминку», которая способствует поддержанию интереса детей к предмету и разовьёт математическую грамотность [2, с. 36].

Адресовавшись к методической литературе, следует выделить цели устного счёта как этап урока:

- достижение поставленных целей урока;
- формирование вычислительных навыков;
- развитие математической культуры, речи;
- умение обобщать и систематизировать, переносить полученные знания на новые задания [3, с. 21].

Отбирая материал для проведения «вычислительное тренировки» рационально придерживаться следующих требований:

1. Упражнения для устного счёта выбираются целенаправленно, обеспечивающие достижение цели урока.
2. Задания должны быть разнообразными, не слишком «громоздкими».
3. Формулировка упражнений, чертежи и записи должны быть подготовлены заблаговременно.

4. К данному этапу урока необходимо привлекать всех учащихся.

5. Проводя «математическую разминку» должно быть предусмотрены критерии оценивания и поощрение.

6. Упражнения должны соответствовать требованиям учебной программы по математике.

Своеобразие устного счёта в начальных классах в том, что сформулировав для учащихся задание, появляется азарт у одноклассников ответить первым и правильно, а учителю одновременно проследить не за одним ответом.

Устные исчисления должны способствовать развитию логического мышления младших школьников, а для этого надобно подбирать разносторонние, актуальные задания, с уклоном требующее смекалку, внимание и память. Упражнения могут предъявляться в зрительной, слуховой и зрительно-слуховой трактовке. Рассмотрим, что относится к видам этих форм:

— Зрительная: таблицы, круговые примеры, магические квадраты и треугольники, зрительные диктанты, ребусы. Такого вида «задачи» вызывают интерес и развивают умственные способности у школьников начального общего образования.

— Слуховая: математические диктанты, устное решение разных видов задач: в строфах, весёлые, шутки. Такие задачи предполагают развитие логического мышления и смекалку. Задачи на внимательность, размышление, а не на угадывание.

— Зрительно-слуховая: примера по цепочке, графические диктанты, которые могут быть в различных видах.

Следует на уроках математики включать неординарные задачи и дидактические игры, развивающие логику, смекалку.

Литература:

1. Давыдов В. В. Проблемы развивающего обучения / В. В. Давыдов. — М. Педагогика, 1986
2. Кравченко В. С. Оксман Л. С., Янковская Л. С. К78. Устные упражнения по математике в 1–3 классах; Посobie для учителей / В. С. Кравченко, Л. С. Оксман, Н. А. Янковская. — М.: Просвещение, 1979—143 с.
3. Зайцева, О. П. Роль устного счёта в формировании вычислительных навыков и в развитии личностных качеств ребенка / О. П. Зайцева // Начальная школа. — 2010. — № 1. — С. 58–64.
4. Истомина, Н. Б. Методика обучения математики в начальных классах / Н. Б. Истомина. — М.: Академия, 1998. — 288 с.
5. Мишенева, Т. С. Приёмы организации устного счета / Т. С. Мишенева // Начальная школа. — 1987. — № 12. — С. 30–32.

Т. К. Жигалкина обозначает: «Дидактические игры разнообразят устный счёт на уроке, воспитывают интерес к математике, развивают внимание, память, мышление обучающихся, ведут к систематизации жизненного опыта, являются разрядкой для нервной системы» [4, с. 34].

Подразумевая в нашей работе, систематическое и целенаправленное использование на уроках математики разносторонних комплексных заданий на устный счёт, мы нацелены будем развивать всесторонне развитую личность в области устных вычислений. Что приведёт к совершенствованию памяти, мышления, внимания и к развитию умственных способностей младших школьников.

Приведём вариацию некоторых нестандартных заданий из составленного и реализованного на уроках математики комплекса, по развитию умственных способностей в начальной школе.

Задача на смекалку.

Назовите два числа, у которых количество цифр равно количеству букв, составляющих название каждого из этих чисел [5, с. 17].

Задача с нестандартным решением.

Вор вошёл в хорошо охраняемое здание, не потревожив сигнализацию, и его не задержала охрана. Он пробыл там длительное время и беспрепятственно покинул его. Если бы он пробыл в этом здании хотя бы немного меньше, его бы задержали. Где был вор? [5, с. 18]

Провоцирующая задача

Незнайка хвастается, что знает:

- а) самое большое натуральное число;
- б) натуральное число, не делящееся ни на одно из натуральных чисел;
- в) натуральное число, делящееся на любое натуральное число. В каком случае он прав и почему? [5, с. 20]

ФИЗИКА

Решение задачи о квантовой эволюции в скрещенных электромагнитных полях

Марухян Грайр Гайкович, аспирант
 Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

Цель статьи — точного решения задачи Коши для уравнения Шредингера с квадратичным гамильтонианом для заряженной частицы, в электрическом поле с компонентами (E_1, E_2) и магнитном поле H . Вектор H перпендикулярен вектору электрического поля (E_1, E_2) .

Ключевые слова: гамильтониан, канонические преобразования, сжатые состояния.

Задача о вычислении точных решений уравнения Шредингера имеет важное значение в современной квантовой физике. Ряд актуальных задач квантовой оптики и квантовой теории информации описывается многомодовыми квадратичным гамильтонианом вида:

$$\mathcal{H} = \sum (A_{ij} a_i^\dagger a_j^\dagger + B_{ij} a_i^\dagger a_j + \bar{A}_{ij} a_i a_j + \bar{h}_i a_i + h_i a_i^\dagger). \quad (1)$$

В настоящее время существуют различные методы построения решений уравнения Шредингера с гамильтонианом вида (1), к которым можно отнести: метод диагонализации Боголюбова, метод Вея-Нормана, метод функции Грина и др. Каждый из вышеперечисленных методов обладает своими преимуществами и недостатками. Не останавливаясь подробно на каждом, отметим лишь основные трудности, возникающие при применении этих методов.

- Метод диагонализации Боголюбова — метод линейной диагонализации не всегда осуществим.
- Метод Вея-Нормана — не гарантируется существования решения. [8]
- Метод функции Грина связан с трудностями приведения к нормальной упорядоченной форме оператора эволюции.

В настоящей работе для решения задач Коши для уравнения Шредингера с Гамильтонианом вида (1) используется метод Канонических преобразований. Интерес к этому методу также связан с тем, что сжатые состояния, порождаемые оператором $e^{-i\text{Ht}}$, являются инструментом для оценок чувствительности физических приборов. В частности, в работах Д. Холленхорстом (J. Hollenhorst) и К. Кейвсом (C. Caves) рассматриваются возможности квантовых измерений для обнаружения гравитона. В последнее время особый интерес к теме сжатых состояний связан с изучением теории квантовой запутанности, которое играет существенную роль в проектах создания квантового компьютера.

Ниже рассматриваются алгоритмы точного решения задачи Коши для уравнения Шредингера с квадратичным гамильтонианом для заряженной частицы, в электрическом поле с компонентами (E_1, E_2) и магнитном поле H . Вектор H перпендикулярен вектору электрического поля (E_1, E_2) .

Аналитическое решение задачи о квантовой эволюции в скрещенных электромагнитных полях

Рассмотрим гамильтониан

$$\mathcal{H} = \frac{1}{2} ((p_1 + Hx_2)^2 + (p_2 - Hx_1)^2) + E_1 x_1 + E_2 x_2 \quad (2)$$

Данный H гамильтониан описывает заряженную частицу без учета спина в скрещенных однородном электрическом и магнитном полях. Плоскость действия электрического поля с компонентами (E_1, E_2) перпендикулярна направлению действия магнитного поля H см. (2). Для упрощения обозначений, уравнение Шредингера написано в предположении, что $m = 1, c = 1, e = 1$.

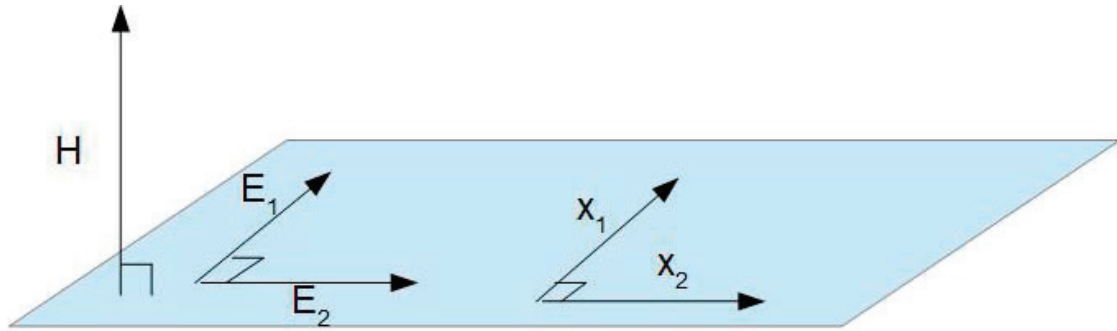


Рис. 1. Схематическое расположение электрического (E1, E2) магнитного поля H

Алгоритм решения:

1. С помощью преобразований

$$x = \frac{a+a^\dagger}{\sqrt{2}} \text{ и } p = \frac{a-a^\dagger}{i\sqrt{2}}$$

привести гамильтониан с координатно-импульсного представления в представление вторичного квантования. Нахождение матриц A и B.

2. С помощью найденных матриц A, B и преобразования

$$\begin{pmatrix} \Phi_t & \Psi_t \\ \bar{\Psi}_t & \bar{\Phi}_t \end{pmatrix} = e^{\begin{pmatrix} -iB & A \\ A & iB \end{pmatrix} t}, \quad \begin{pmatrix} h_t \\ \bar{h}_t \end{pmatrix} = \int_0^t \begin{pmatrix} \Phi_\tau & \Psi_\tau \\ \bar{\Psi}_\tau & \bar{\Phi}_\tau \end{pmatrix} d\tau = \frac{e^{Gt} - I}{G} \begin{pmatrix} h \\ \bar{h} \end{pmatrix}$$

найти матрицы Ψ и Φ.

3. Используя найденные матрицы Ψ, Φ и выражения [1]

$$\begin{aligned} \langle a \rangle_{g,A} &\stackrel{\text{def}}{=} \langle g, A | a | g, A \rangle = g, & \langle a^\dagger \rangle_{g,A} &\stackrel{\text{def}}{=} \langle g, A | a^\dagger | g, A \rangle = \bar{g}, \\ \langle \hat{x} \rangle_{g,A} &\stackrel{\text{def}}{=} \langle g, A | \hat{x} | g, A \rangle = \sqrt{2} \operatorname{Re} g, & \langle \hat{p} \rangle_{g,A} &\stackrel{\text{def}}{=} \langle g, A | \hat{p} | g, A \rangle = \sqrt{2} \operatorname{Im} g, \end{aligned}$$

найти значения координат и импульса в зависимости от значения магнитного поля H и времени t.

4. Построить графики зависимости координаты и импульса $x(t), h_{(1,1)}, p(t)_{(1,1)}$ от времени t и значений магнитного поля H. Для нахождения матриц A, B подставим величины

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{a_1 + a_1^\dagger}{\sqrt{2}}, & p_1 &= \frac{a_1 - a_1^\dagger}{i\sqrt{2}} \\ x_2 &= \frac{a_2 + a_2^\dagger}{\sqrt{2}}, & p_2 &= \frac{a_2 - a_2^\dagger}{i\sqrt{2}} \end{aligned} \tag{3}$$

в гамильтониан (2). Учитывая, что

$$a_i^\dagger a_i = a_i a_i^\dagger - 1 \text{ и } a_i^\dagger a_j = a_j a_i^\dagger$$

перепишем его в виде

$$\begin{aligned} \mathcal{H} &= \frac{1}{4}(H^2 - 1)a_1 a_1 + \frac{1}{2}(H^2 + 1)a_1 a_1^\dagger + \frac{1}{4}(H^2 - 1)a_1^\dagger a_1^\dagger - iH a_1 a_2^\dagger \\ &+ iH a_2 a_1^\dagger + \frac{1}{4}(H^2 - 1)a_2 a_2 + \frac{1}{2}(H^2 + 1)a_2 a_2^\dagger + \frac{1}{4}(H^2 - 1)a_2^\dagger a_2^\dagger \\ &+ \frac{\sqrt{2}E_1}{2} a_1 + \frac{\sqrt{2}E_2}{2} a_2 + \frac{\sqrt{2}E_1}{2} a_1^\dagger + \frac{\sqrt{2}E_2}{2} a_2^\dagger + \frac{H^2}{2} \end{aligned} \tag{4}$$

отсюда сопоставляя (4) с

$$\hat{\mathcal{H}} = \frac{i}{2} ((a^\dagger, Aa^\dagger) - (a, \bar{A}a)) + (a^\dagger, Ba) - i(a, \bar{h}) + i(a^\dagger, h).$$

находим

$$A = \begin{pmatrix} 0.5i(1-H^2) & 0 \\ 0 & 0.5i(1-H^2) \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0.5(H^2+1) & -0.5iH \\ 0.5iH & 0.5(H^2+1) \end{pmatrix} \quad (5)$$

Также находим

$$h = \frac{\sqrt{2}}{2} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix} \text{ и } G = \begin{pmatrix} -iB & A \\ \bar{A} & i\bar{B} \end{pmatrix}$$

$$G = \begin{pmatrix} -0.5i(H^2+1) & 0.5H & 0.5i(1-H^2) & 0 \\ -0.5H & -0.5i(H^2+1) & 0 & 0.5i(1-H^2) \\ -0.5i(1-H^2) & 0 & 0.5i(H^2+1) & -0.5H \\ 0 & -0.5i(1-H^2) & 0.5H & 0.5i(H^2+1) \end{pmatrix} \quad (6)$$

Аналитическое представление матрицы Ψ и Φ через элементарные функции в общем случае невозможно, поскольку для этого необходимо решить характеристическое уравнение степени $2n$ для n -мерных задач.

Метод решения задачи с помощью уравнения Гамильтона

Вернемся к рассмотрению ранее упомянутого гамильтониана

$$\mathcal{H} = \frac{1}{2} ((p_1 + Hx_2)^2 + (p_2 - Hx_1)^2) + E_1x_1 + E_2x_2$$

с помощью уравнения Гамильтона

$$\dot{p}_i = -\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial q_i}, \quad \dot{q}_i = \frac{\partial \mathcal{H}}{\partial p_i} \quad (7)$$

Где $p_i = (p_1, p_2, \dots, p^n)$ — обобщенные импульсы, $q_i = (q_1, q_2, \dots, q^n)$ — обобщенные координаты, H — функция Гамильтона, получим следующие выражения

$$\begin{aligned} \dot{p}_1 &= -\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial x_1} = p_2H - H^2x_1 - E_1, \\ \dot{p}_2 &= -\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial x_2} = -p_1H - H^2x_2 - E_2, \\ \dot{x}_1 &= \frac{\partial \mathcal{H}}{\partial p_1} = p_1 + Hx_2, \\ \dot{x}_2 &= \frac{\partial \mathcal{H}}{\partial p_2} = p_2 - Hx_1. \end{aligned} \quad (8)$$

Введем вектор неизвестных $Z = \{x_1, x_2, p_1, p_2\}$ и перепишем неравенство (8) в матричном виде

$$Z = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ p_1 \\ p_2 \end{pmatrix}, \quad \dot{Z} = \begin{pmatrix} 0 & H & 1 & 0 \\ -H & 0 & 0 & 1 \\ -H^2 & 0 & 0 & H \\ 0 & -H^2 & -H & 0 \end{pmatrix} Z + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -E_1 \\ -E_2 \end{pmatrix} \quad (9)$$

Мы получили линейную неоднородную систему дифференциальных уравнений первого порядка общее решение Z_g которого можно представить как сумму общего решение однородной части Z_{gu} и частного решения Z_p .

$$Z_g = Z_{gu} + Z_p. \quad (10)$$

Найдем общего решение однородной части Z_{gu} и применяя обозначение для G , запишем однородную систему в более компактной форме

$$G = \begin{pmatrix} 0 & H & 1 & 0 \\ -H & 0 & 0 & 1 \\ -H^2 & 0 & 0 & H \\ 0 & -H^2 & -H & 0 \end{pmatrix}, \quad \dot{Z}_{gu} = GZ_{gu}. \tag{11}$$

После элементарных преобразований получаем

$$\begin{aligned} \frac{dZ}{dt} &= GZ; \\ \frac{dZ}{Z} &= Gdt; \\ \ln \frac{Z_t}{Z_0} &= Gt; \\ Z_t &= e^{Gt} Z_0 = e^{Gt} Z_0 \end{aligned} \tag{12}$$

явный вид e^{Gt} находится методом матричной экспоненты и имеет следующий вид

$$e^{Gt} = \begin{pmatrix} \frac{1}{2}(\cos(2Ht) + 1) & \frac{1}{2} \sin(2Ht) & \frac{\sin(2Ht)}{2H} & \frac{1-\cos(2Ht)}{2H} \\ -\frac{1}{2} \sin(2Ht) & \frac{1}{2}(\cos(2Ht) + 1) & \frac{\cos(2Ht)-1}{2H} & \frac{\sin(2Ht)}{2H} \\ -\frac{1}{2}H \sin(2Ht) & \frac{1}{2}(H \cos(2Ht) - H) & \frac{1}{2}(\cos(2Ht) + 1) & \frac{1}{2} \sin(2Ht) \\ \frac{1}{2}(H - H \cos(2Ht)) & -\frac{1}{2}H \sin(2Ht) & -\frac{1}{2} \sin(2Ht) & \frac{1}{2}(\cos(2Ht) + 1) \end{pmatrix} \tag{13}$$

решая обратную задачу

$$Z_0 = e^{-Gt} Z_t \tag{14}$$

аналогичным образом получаем

$$e^{-Gt} = \begin{pmatrix} \frac{1}{2}(\cos(2Ht) + 1) & -\frac{1}{2} \sin(2Ht) & -\frac{\sin(2Ht)}{2H} & \frac{1-\cos(2Ht)}{2H} \\ \frac{1}{2} \sin(2Ht) & \frac{1}{2}(\cos(2Ht) + 1) & \frac{\cos(2Ht)-1}{2H} & -\frac{\sin(2Ht)}{2H} \\ \frac{1}{2}H \sin(2Ht) & \frac{1}{2}(H \cos(2Ht) - H) & \frac{1}{2}(\cos(2Ht) + 1) & -\frac{1}{2} \sin(2Ht) \\ \frac{1}{2}(H - H \cos(2Ht)) & \frac{1}{2}H \sin(2Ht) & \frac{1}{2} \sin(2Ht) & \frac{1}{2}(\cos(2Ht) + 1) \end{pmatrix} \tag{15}$$

Для нахождения частного решения воспользуемся следующими обозначениями

$$\begin{matrix} x_1 = At \\ x_2 = Bt \\ p_1 = Ct \\ p_2 = Dt \end{matrix}, \quad Z_p = \begin{pmatrix} A \\ B \\ C \\ D \end{pmatrix} t \tag{16}$$

подставляя данные величины в (8) и решая систему алгебраических уравнений, находим частное решение Z_p

$$\begin{cases} DHt - AH^2t - E_1 = C \\ -CHt - BH^2t - E_1 = D \\ Ct + BHt = A \\ Dt - AHt = B \end{cases} \quad Z_p = \begin{pmatrix} -\frac{2Ht^2E_2+tE_1}{4H^2t^2+1} \\ -\frac{tE_2-2Ht^2E_1}{4H^2t^2+1} \\ -\frac{2H^2t^2E_1+HtE_2+E_1}{4H^2t^2+1} \\ -\frac{2H^2t^2E_2-HtE_1+E_2}{4H^2t^2+1} \end{pmatrix} t \tag{17}$$

Таким образом, общее решение систему дифференциальных уравнений Z_g можно записать в виде

$$Z_g = \begin{pmatrix} \frac{1}{2}(\cos(2Ht)+1) & \frac{1}{2} \sin(2Ht) & \frac{\sin(2Ht)}{2H} & \frac{1-\cos(2Ht)}{2H} \\ -\frac{1}{2} \sin(2Ht) & \frac{1}{2}(\cos(2Ht)+1) & \frac{\cos(2Ht)-1}{2H} & \frac{\sin(2Ht)}{2H} \\ -\frac{1}{2}H \sin(2Ht) & \frac{1}{2}(H \cos(2Ht)-H) & \frac{1}{2}(\cos(2Ht)+1) & \frac{1}{2} \sin(2Ht) \\ \frac{1}{2}(H-H \cos(2Ht)) & -\frac{1}{2}H \sin(2Ht) & -\frac{1}{2} \sin(2Ht) & \frac{1}{2}(\cos(2Ht)+1) \end{pmatrix} Z_0 + \begin{pmatrix} -\frac{2Ht^2E_2+tE_1}{4H^2t^2+1} \\ -\frac{tE_2-2Ht^2E_1}{4H^2t^2+1} \\ -\frac{2H^2t^2E_1+HtE_2+E_1}{4H^2t^2+1} \\ -\frac{2H^2t^2E_2-HtE_1+E_2}{4H^2t^2+1} \end{pmatrix} t \tag{18}$$

где Z_0 — значение вектора Z в момент времени $t = 0$.

Явный вид матриц Ψ и Φ в этом методе можно получить, если сравнить формулу [2]

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} a_t \\ a_t^\dagger \end{pmatrix} = G \begin{pmatrix} a_t \\ a_t^\dagger \end{pmatrix}, \quad G = \begin{pmatrix} 0 & A \\ A & 0 \end{pmatrix}$$

с формулой (12) и обратные соотношения к (3), которые имеют следующий вид

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{x_1 + ip_1}{\sqrt{2}}, & a_1^\dagger &= \frac{x_1 - ip_1}{\sqrt{2}} \\ a_2 &= \frac{x_2 + ip_2}{\sqrt{2}}, & a_2^\dagger &= \frac{x_2 - ip_2}{\sqrt{2}} \end{aligned} \tag{19}$$

таким образом, получаем

$$\begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_1^\dagger \\ a_2^\dagger \end{pmatrix}_t = K \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ p_1 \\ p_2 \end{pmatrix}_0 \tag{20}$$

где матрица K имеет вид

$$K = \begin{pmatrix} \frac{\frac{1}{2}(\cos(2Ht)+1) - \frac{1}{2}iH \sin(2Ht)}{\sqrt{2}} & \frac{\frac{1}{2}i(H \cos(2Ht) - H) + \frac{1}{2} \sin(2Ht)}{\sqrt{2}} & \frac{\frac{1}{2}i(\cos(2Ht)+1) + \frac{\sin(2Ht)}{2H}}{\sqrt{2}} & \frac{1 - \cos(2Ht)}{2H} + \frac{\frac{1}{2}i \sin(2Ht)}{\sqrt{2}} \\ \frac{\frac{1}{2}i(H - H \cos(2Ht)) - \frac{1}{2} \sin(2Ht)}{\sqrt{2}} & \frac{\frac{1}{2}(\cos(2Ht)+1) - \frac{1}{2}iH \sin(2Ht)}{\sqrt{2}} & \frac{\cos(2Ht) - 1}{2H} - \frac{\frac{1}{2}i \sin(2Ht)}{\sqrt{2}} & \frac{\frac{1}{2}i(\cos(2Ht)+1) + \frac{\sin(2Ht)}{2H}}{\sqrt{2}} \\ \frac{\frac{1}{2}(\cos(2Ht)+1) + \frac{1}{2}iH \sin(2Ht)}{\sqrt{2}} & \frac{\frac{1}{2} \sin(2Ht) - \frac{1}{2}i(H \cos(2Ht) - H)}{\sqrt{2}} & \frac{\sin(2Ht)}{2H} - \frac{\frac{1}{2}i(\cos(2Ht)+1)}{\sqrt{2}} & \frac{1 - \cos(2Ht)}{2H} - \frac{\frac{1}{2}i \sin(2Ht)}{\sqrt{2}} \\ -\frac{\frac{1}{2}i(H - H \cos(2Ht)) - \frac{1}{2} \sin(2Ht)}{\sqrt{2}} & \frac{\frac{1}{2}(\cos(2Ht)+1) + \frac{1}{2}iH \sin(2Ht)}{\sqrt{2}} & \frac{\cos(2Ht) - 1}{2H} + \frac{\frac{1}{2}i \sin(2Ht)}{\sqrt{2}} & \frac{\sin(2Ht)}{2H} - \frac{\frac{1}{2}i(\cos(2Ht)+1)}{\sqrt{2}} \end{pmatrix} \tag{21}$$

также не сложно из соотношений (3) определить матрицу перехода от начального вектора из координатно-импульсного представления в представлении вторичного квантования

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ p_1 \\ p_2 \end{pmatrix}_0 = U \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_1^\dagger \\ a_2^\dagger \end{pmatrix}_0 \tag{22}$$

где матрица перехода U имеет вид

$$U = \frac{\sqrt{2}}{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ -i & 0 & i & 0 \\ 0 & -i & 0 & i \end{pmatrix}. \tag{23}$$

таким образом, подставляя (22) в (20) получаем

$$\begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_1^\dagger \\ a_2^\dagger \end{pmatrix}_t = KU \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_1^\dagger \\ a_2^\dagger \end{pmatrix}_0 \tag{24}$$

сравнивая выражения [3]

$$\begin{pmatrix} a_t \\ a_t^\dagger \end{pmatrix} = e^{Gt} \begin{pmatrix} a \\ a^\dagger \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Phi_A(t) & \Psi_A(t) \\ \bar{\Psi}_A(t) & \bar{\Phi}_A(t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ a^\dagger \end{pmatrix},$$

с выражением (28), получаем

$$\begin{pmatrix} a_t \\ a_t^\dagger \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_1^\dagger \\ a_2^\dagger \end{pmatrix}_t = \begin{pmatrix} \Phi(t) & \Psi(t) \\ \bar{\Psi}(t) & \bar{\Phi}(t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ a^\dagger \end{pmatrix} = KU \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_1^\dagger \\ a_2^\dagger \end{pmatrix}_0 \tag{25}$$

производя матричное произведение KU, мы можем получить аналитическое выражение для компонент матриц Ψ и Φ

$$\begin{aligned}
 \Phi_{1,1} &= \frac{\cos(2Ht) + 1}{2} - \frac{i \sin(2Ht)(H^2 + 1)}{4H}, \\
 \Phi_{1,2} &= -\frac{1}{2} \sin(2Ht) + \frac{i(1 - \cos(2Ht))(H^2 + 1)}{4H}, \\
 \Phi_{2,1} &= \frac{1}{2} \sin(2Ht) - \frac{i(1 - \cos(2Ht))(H^2 + 1)}{4H}, \\
 \Phi_{2,2} &= \frac{\cos(2Ht) + 1}{2} - \frac{i \sin(2Ht)(H^2 + 1)}{4H}, \\
 \Psi_{1,1} &= \frac{i \sin(2Ht)(1 - H^2)}{4H}, \\
 \Psi_{1,2} &= -\frac{i(1 - \cos(2Ht))(1 - H^2)}{4H}, \\
 \Psi_{2,1} &= \frac{i(1 - \cos(2Ht))(1 - H^2)}{4H}, \\
 \Psi_{2,2} &= \frac{i \sin(2Ht)(1 - H^2)}{4H},
 \end{aligned} \tag{26}$$

Метод решения задачи с помощью матриц канонических преобразований

Продолжим рассмотрение ранее упомянутого гамильтониана

$$\hat{\mathcal{H}} = \frac{1}{2} ((p_1 + Hx_2)^2 + (p_2 - Hx_1)^2) + E_1x_1 + E_2x_2$$

Для нахождения матриц A, B подставим величины

$$\begin{aligned}
 x_1 &= \frac{a_1 + a_1^\dagger}{\sqrt{2}}, & p_1 &= \frac{a_1 - a_1^\dagger}{i\sqrt{2}} \\
 x_2 &= \frac{a_2 + a_2^\dagger}{\sqrt{2}}, & p_2 &= \frac{a_2 - a_2^\dagger}{i\sqrt{2}}
 \end{aligned} \tag{27}$$

в гамильтониан (2). Учитывая, что

$$a_i^\dagger a_i = a_i a_i^\dagger - 1 \text{ и } a_i^\dagger a_j = a_j a_i^\dagger$$

перепишем его в виде

$$\begin{aligned}
 \hat{\mathcal{H}} &= \frac{1}{4}(H^2 - 1)a_1 a_1 + \frac{1}{2}(H^2 + 1)a_1 a_1^\dagger + \frac{1}{4}(H^2 - 1)a_1^\dagger a_1^\dagger - iH a_1 a_2^\dagger \\
 &+ iH a_2 a_1^\dagger + \frac{1}{4}(H^2 - 1)a_2 a_2 + \frac{1}{2}(H^2 + 1)a_2 a_2^\dagger + \frac{1}{4}(H^2 - 1)a_2^\dagger a_2^\dagger \\
 &+ \frac{\sqrt{2}E_1}{2}a_1 + \frac{\sqrt{2}E_2}{2}a_2 + \frac{\sqrt{2}E_1}{2}a_1^\dagger + \frac{\sqrt{2}E_2}{2}a_2^\dagger + \frac{H^2}{2} \\
 &= \frac{i}{2}(a^\dagger, A(H)a^\dagger) - \frac{i}{2}(a, \bar{A}(H)a) + (a^\dagger, B(H)a) + \frac{(E, (a^\dagger + a))}{\sqrt{2}}
 \end{aligned} \tag{28}$$

отсюда сопоставляя (28) с выражением [6]

$$\hat{\mathcal{H}} = \frac{i}{2} ((a^\dagger, Aa^\dagger) - (a, \bar{A}a)) + (a^\dagger, Ba) - i(a, \bar{h}) + i(a^\dagger, h)$$

находим

$$A = \begin{pmatrix} 0.5i(1 - H^2) & 0 \\ 0 & 0.5i(1 - H^2) \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0.5(H^2 + 1) & -0.5iH \\ 0.5iH & 0.5(H^2 + 1) \end{pmatrix} \tag{29}$$

также находим

$$h = \frac{\sqrt{2}}{2} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix}$$

Для нахождения матриц Ψ_t и Φ_t воспользуемся уравнением Гейзенберга для операторов рождения-уничтожения

$$\begin{aligned} a_t &= e^{i\hat{\mathcal{H}}t} a e^{-i\hat{\mathcal{H}}t} = \Phi_t a + \Psi_t a^\dagger + h_t, \\ a_t^\dagger &= e^{i\hat{\mathcal{H}}t} a^\dagger e^{-i\hat{\mathcal{H}}t} = \bar{\Phi}_t a^\dagger + \bar{\Psi}_t a + \bar{h}_t, \quad h_o = iE; \end{aligned} \quad (30)$$

получим

$$\begin{aligned} \dot{a}_t &= i[\hat{\mathcal{H}}, a_t] = Aa_t^\dagger - iBa_t + h_t = \dot{\Phi}_t a + \dot{\Psi}_t a^\dagger + \dot{h}_t, \\ \dot{a}_t^\dagger &= i[\hat{\mathcal{H}}, a_t^\dagger] = \bar{A}a_t + i\bar{B}a_t^\dagger + \bar{h}_t = \dot{\bar{\Phi}}_t a^\dagger + \dot{\bar{\Psi}}_t a + \dot{\bar{h}}_t, \end{aligned} \quad (31)$$

решая совместно (30) и (31) получаем

$$\begin{pmatrix} \dot{a}_t \\ \dot{a}_t^\dagger \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \dot{\Phi}_t & \dot{\Psi}_t \\ \dot{\bar{\Psi}}_t & \dot{\bar{\Phi}}_t \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ a^\dagger \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \dot{h}_t \\ \dot{\bar{h}}_t \end{pmatrix} = G \left\{ \begin{pmatrix} \Phi_t & \Psi_t \\ \bar{\Psi}_t & \bar{\Phi}_t \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ a^\dagger \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} h_t \\ \bar{h}_t \end{pmatrix} \right\} + \begin{pmatrix} \dot{h} \\ \dot{\bar{h}} \end{pmatrix}, \quad (32)$$

далее интегрируя данное выражение, получаем

$$\begin{pmatrix} \Phi_t & \Psi_t \\ \bar{\Psi}_t & \bar{\Phi}_t \end{pmatrix} = e^{\begin{pmatrix} -iB & A \\ A & iB \end{pmatrix} t}, \quad \begin{pmatrix} h_t \\ \bar{h}_t \end{pmatrix} = \int_0^t \begin{pmatrix} \Phi_\tau & \Psi_\tau \\ \bar{\Psi}_\tau & \bar{\Phi}_\tau \end{pmatrix} d\tau = \frac{e^{Gt} - I}{G} \begin{pmatrix} h \\ \bar{h} \end{pmatrix} \quad (33)$$

поскольку матрицы A, B и вектор h известны, то решая методом матричной экспоненты уравнение (32) мы можем получить явные представления функций Ψ_t и Φ_t и вектора ht

$$\begin{aligned} \Phi_t &= \cos Ht - i \frac{1+H^2}{2H} \sin Ht \begin{pmatrix} \cos Ht & -\sin Ht \\ \sin Ht & \cos Ht \end{pmatrix}, \\ \Psi_t &= i \frac{1-H^2}{2H} \sin Ht \begin{pmatrix} \cos Ht & -\sin Ht \\ \sin Ht & \cos Ht \end{pmatrix}, \\ h_t &= \begin{pmatrix} -E_2 \\ E_1 \end{pmatrix} \frac{t}{2H} \left(1 - \frac{\sin 2Ht}{2Ht} \right) - \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix} \frac{1 - \cos 2Ht}{4H^2}. \end{aligned} \quad (34)$$

Для того, чтобы получить зависимость координаты и импульса заряженной частицы от времени и значений магнитного и электрического полей, подставим соотношения (30) в (27)

$$\begin{aligned} x_t &= \frac{a_t + a_t^\dagger}{\sqrt{2}} = \frac{(\Phi_t + \bar{\Psi}_t)a + (\bar{\Phi}_t + \Psi_t)a^\dagger}{\sqrt{2}} + \frac{h_t + \bar{h}_t}{\sqrt{2}}, \\ p_t &= \frac{a_t - a_t^\dagger}{i\sqrt{2}} = \frac{(\Phi_t - \bar{\Psi}_t)a + (\Psi_t - \bar{\Phi}_t)a^\dagger}{\sqrt{2}} + \frac{h_t - \bar{h}_t}{i\sqrt{2}} \end{aligned} \quad (35)$$

где

$$a = \frac{x_0 + ip_0}{\sqrt{2}}, \quad a^\dagger = \frac{x_0 - ip_0}{\sqrt{2}} \quad (36)$$

в котором

$$x_0 = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} \text{ и } p_0 = \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \end{pmatrix}$$

значение координат и импульса в начальный момент времени.

Подставляя матрицы Ψ_t и Φ_t из (34) в (35) получаем

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ p_1 \\ p_2 \end{pmatrix}_t = \begin{pmatrix} \frac{1}{2}(\cos(2Ht)+1) & \frac{1}{2}\sin(2Ht) & \frac{\sin(2Ht)}{2H} & \frac{1-\cos(2Ht)}{2H} \\ -\frac{1}{2}\sin(2Ht) & \frac{1}{2}(\cos(2Ht)+1) & \frac{\cos(2Ht)-1}{2H} & \frac{\sin(2Ht)}{2H} \\ -\frac{1}{2}H\sin(2Ht) & \frac{1}{2}(H\cos(2Ht)-H) & \frac{1}{2}(\cos(2Ht)+1) & \frac{1}{2}\sin(2Ht) \\ \frac{1}{2}(H-H\cos(2Ht)) & -\frac{1}{2}H\sin(2Ht) & -\frac{1}{2}\sin(2Ht) & \frac{1}{2}(\cos(2Ht)+1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ p_1 \\ p_2 \end{pmatrix}_0 + \begin{pmatrix} h_1 \\ h_2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (37)$$

где

$$\begin{aligned} h_1 &= -E_2 \frac{t}{2H} \left(1 - \frac{\sin 2Ht}{2Ht} \right) - E_1 \frac{1 - \cos 2Ht}{4H^2} \\ h_2 &= E_1 \frac{t}{2H} \left(1 - \frac{\sin 2Ht}{2Ht} \right) - E_2 \frac{1 - \cos 2Ht}{4H^2} \end{aligned}$$

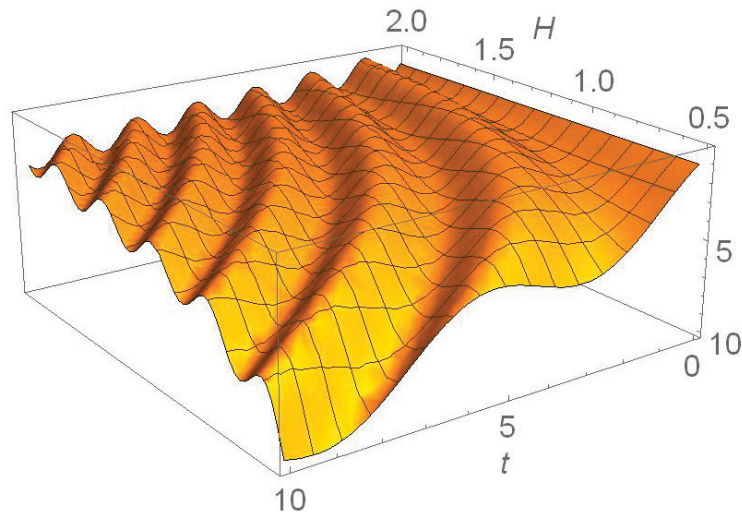


Рис. 2. График зависимости среднего значения координаты x_1 (H, t) от времени t и значения магнитного поля H

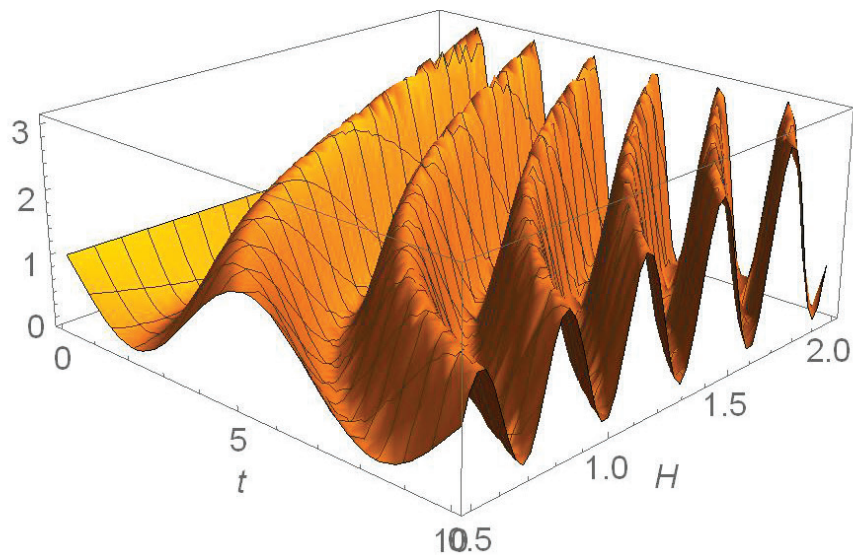


Рис. 3. График зависимости среднего значения импульса p_1 (H, t) от времени t и значения магнитного поля H

Отметим, что для линейных членов

$$\frac{h_t + \bar{h}_t}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}h_t, \quad \frac{h_t - \bar{h}_t}{i\sqrt{2}} = 0. \quad (38)$$

так как вектор

$$h_t = \bar{h}_t$$

По найденным выражениям построим графики среднего значения координаты и импульса в зависимости от времени t и значения магнитного поля H .

Литература:

1. Чеботарев, А.М. Сжатые состояния и их применение в задачах квантовой эволюции / А.М. Чеботарев, Т.В. Глячев, А.А. Радионов // Математические заметки. — 2011. — Т. 89. — С. 614–634.
2. Чеботарев, А.М. Обобщенные сжатые состояния и многомерная формула факторизации / А.М. Чеботарев, Т.В. Глячев, А.А. Радионов // Математические заметки. — 2012. — Т. 92. — С. 762–777.
3. Chebotarev, A.M. Lectures on quantum probability / A.M. Chebotarev. — Sociedad: Mathematica Mexicana, 2000. — 305 p

4. Tlyachev, T. V. A new approach to quantum theory of multimode coupled parametric processes / T.V. Tlyachev, A.M. Chebotarev, A.S. Chirkin // *Physica Scripta* — 2013. — V. T153. — 014060.
5. Chebotarev, A.M. Normal Forms, Inner Products, and Maslov Indices of General Multimode Squeezings / A.M. Chebotarev, T.V. Tlyachev // *Mathematical Notes*. — 2014. — Vol. 95 — No. 5 — pp. 721–737.
6. R. P. Feynman, «An operator calculus having application in quantum electrodynamics,» *Phys. Rev.* 84 (1), 108–128 (1951).
7. F. A. Berezin, *The Method of Second Quantization* (New York, 1966).
8. Wei, J. Lie algebraic solution of linear differential equations / J. Wei, E. Norman // *J. Math. Phys.* — 1963. — V. 4. — P. 575–581.
9. А. В. Поляков, А. М. Чеботарев, «Метод Монте-Карло для уравнения Шрёдингера с периодическим асимметричным потенциалом», *Ж. вычисл. матем. и матем. физ.*, 44:10 (2004), 1898–1908.

ХИМИЯ

Синтез метилалкилкетонов иницированным присоединением α -олефинов к алифатическим альдегидам

Аббасова Севиндж Махаддин, старший преподаватель, кандидат технических наук
Азербайджанский государственный экономический университет (г. Баку)

Шафиева Рена Нейматулла, научный сотрудник, диссертант;
Джафарова Айшан Аскер, научный сотрудник
Институт нефтехимических процессов имени Ю. Г. Мамедалиева НАН Азербайджана (г. Баку)

Джафарова Нахида Али, доцент, кандидат химических наук
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (г. Баку)

Аббасов Махаддин Фархад, старший научный сотрудник, доктор технических наук
Институт нефтехимических процессов имени Ю. Г. Мамедалиева НАН Азербайджана (г. Баку)

Изучена реакция жидкофазного окисления n -гексена-1 кислородом воздуха в соответствующий гидропероксид и использование его для алкилирования алифатических альдегидов с α -олефинами. Показано, что реакция окисления n -гексена-1 более селективно протекает в присутствии каталитического количества гидропероксида изопропилбензола.

Установлено, что в реакции свободнорадикального присоединения n -гексена-1 к ацетальдегиду в качестве инициатора можно использовать гидропероксид самого олефина.

Ключевые слова: свободнорадикальное присоединение, гидропероксид n -гексена-1, ацетальдегид.

Одним из перспективных путей синтеза алифатических кетонов, представляющих собой ценные душистые вещества для применения в составе парфюмерных композиций [1], а также промежуточные соединения органического синтеза может служить реакция свободнорадикального присоединения α -олефинов к ацетальдегиду и его гомологам.

Ранее была изучена реакция свободнорадикального присоединения циклоолефинов к ацетальдегиду в присутствии пероксидов — третбутила и третбутилпербензоата [2]. Однако вышеперечисленные инициаторы у нас в Республике не производятся, закупка их из зарубежных стран обходится дорого. С этой точки зрения для проведения реакции свободнорадикального присоединения представляет интерес в качестве инициатора использовать гидропероксид самого олефина, полученного иницированным окислением олефина кислородом воздуха.

В настоящей статье приведены результаты экспериментов по окислению n -гексена-1 в гидропероксидгексен и использование его в качестве инициатора в реакции присоединения алифатических альдегидов к α -олефинам C_5-C_{10} .

Экспериментальная часть

В качестве исходного сырья использованы алифатические углеводороды нормального строения, из алифатических альдегидов C_2-C_5 марки «Х.Ч». Опыты по окислению α -олефинов проводили в стеклянном реакторе с обратным холодильником и термометром барботированием воздуха. Алкилирование альдегидов проводили под давлением собственных паров реагирующих компонентов в ампуле из нержавеющей стали.

Изомерный состав и чистота полученных кетонов определены методом ГЖХ. Наличие функциональных групп и строение синтезированных соединений установлены методами ИК и ЯМР.

Результаты и их обсуждение

Поиск оптимальных условий получения гидропероксида α -олефинов осуществлена на примере окисления n -гексена-1, по схеме (1)



где: R= C₂H₅-; C₃H₇-; C₄H₉-; C₅H₁₁-; C₆H₁₃-; C₇H₁₅

С целью нахождения оптимальных условий окисления олефинов кислородом воздуха изучено влияние различных параметров, природы и количества инициатора, взятого в реакцию окисления, температуры и продолжительности опытов на выход и состав продуктов реакции.

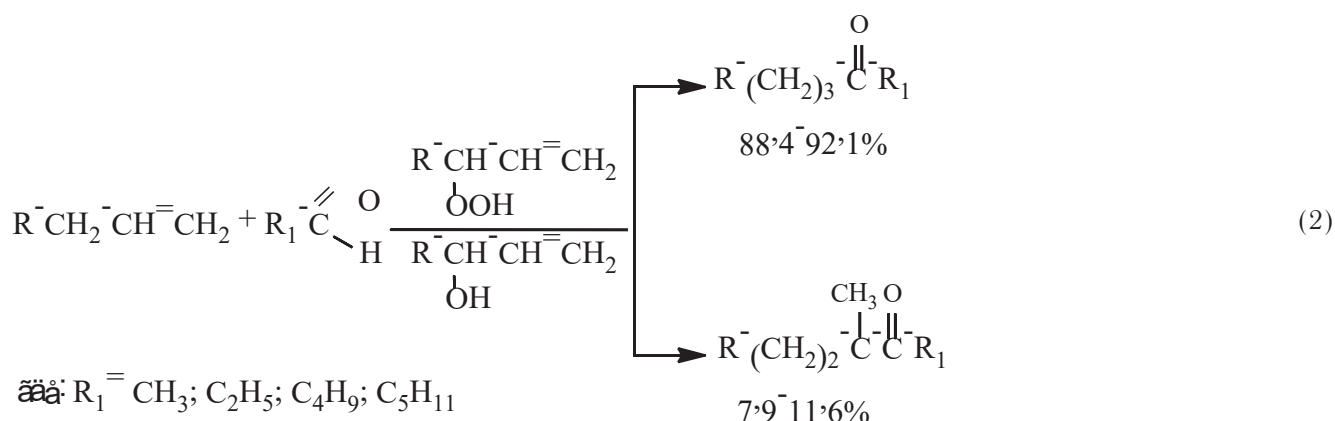
Результаты экспериментов по окислению н-гексена-1 кислородом воздуха приведены в табл. 1.

Таблица 1. Условия и результаты опытов окисления н-гексена-1 кислородом воздуха (с участием 0,5% мас. гипериза)

Скорость подачи воздуха, мл / час	Тем-ра, °С	Продолжительность, час	Выход гидропероксида, %
20	40	1	2,7
20	40	2	3,0
20	40	3	5,4
20	40	4	9,8
20	40	5	10,2
20	40	6	11,3
20	45	5	12,0
20	50	5	9,5
20	55	5	8,0
18	45	5	10,6
16	45	5	9,8
14	45	5	8,0
12	45	5	4,4

Таким образом, в результате проведенного исследования окисления н-гексена-1 в присутствии 0,5% мас. гипериза изучено влияние различных параметров на выход и состав продуктов реакции и найдены оптимальные условия синтеза гидропероксида н-гексена-1: скорость подачи воздуха 20 л/ч, температура 45° С и продолжительность 5 часов. Выход при описанных условиях составляет 10,2–12,0% мас. на исходный олефин.

Полученный оксидат н-гексена-1 без предварительного выделения гидропероксида использовали для алкилирования алифатических альдегидов по схеме:



Для исследования влияния различных параметров на выход и состав продуктов и с целью разработки оптимальных условий процесса в качестве модели выбрана реакция ацетальдегида с оксидатом, состоящая из смеси гексена-1 и его гидропероксида.

Изучено влияние различных параметров — мольного соотношения реагирующих веществ, содержания гидропероксида гексена в оксидате, температуры и продолжительности опытов на выход и состав продуктов реакции.

Результаты экспериментов по присоединению ацетальдегида к гексену приведены в табл. 2.

Таблица 2. Условия и результаты опытов присоединения ацетальдегида (I) к н-гексену-1(II) (кол-во гидропероксида 12% от массы олефина)

Количество окси- дата в (г)	Тем-ра, °С	Продность, час	Мольное соотно- шение II: I	Выход метил- гексил-кетона, % мас. на исходный олефин	Остаток% мас. на исходную смесь
26.8	80	4	1:3	52.4	2.7
26.8	90	4	1:3	60.7	3.0
26.8	100	4	1:3	66.5	3.7
26.8	120	4	1:3	66.3	4.2
26.8	130	4	1:3	65.7	4.5
26.8	140	5	1:3	65.9	4.7
26.8	140	6	1:3	64.2	5.1
26.8	140	4	1:3	65.8	5.9
33.8	140	5	1:2	49.7	2.1
22.7	140	5	1:4	67.3	4.3
16.9	140	5	1:6	70.6	4.1
12.6	140	5	1:8	70.1	3.6
16.9	140	1	1:6	27.3	1.9
16.9	140	2	1:6	32.4	2.1

Как видно из приведенных в таблице 2 данных, избыток ацетальдегида благоприятно влияет на селективность реакции и выход целевого продукта. Так, при прочих одинаковых условиях при температуре 140°С и продолжительности 5 часов с увеличением содержания ацетальдегида в реакционной смеси от двукратного до восьмикратного мольного избытка относительно оксида выход метилгексилкетона увеличивается от 49.5% до 70.1% на исходный олефин. Это объясняется тем, что скорость реакции определяется концентрацией ацетильных радикалов в единице объема реакционной среды, источником которых является продукт реакции ацетальдегида с гидропероксидом. С другой стороны, избыточное количество альдегида, играя роль растворителя, благотворно влияет на течение реакции, а именно, способствует увеличению ее селективности и выхода целевого продукта. Однако дальнейшее увеличение количества альдегида практически не влияет на выход метилгексилкетона, и поэтому, мольное соотношение оксида и ацетальдегида 1:6 принято за оптимальное.

Выход целевого продукта с увеличением содержания гидропероксида в реакционной среде от 5.0 до 10.0 г/моль на 1 моль гексена-1 заметно увеличивается. При мольном соотношении последнего с ацетальдегидом 1:6, температуре 140°С и продолжительности 5 часов выход метилгексилкетона увеличивается до 70,6%. Дальнейшее увеличение содержания гидропероксида приводит к снижению выхода целевого продукта (до 49,7%). Оптимальной концентрацией гидропероксида принята 10.0 г/моль гексена.

Одним из основных параметров реакции инициированного присоединения является температура, определяющая скорость распада гидропероксида, а, следовательно, и скорость реакции в целом.

За оптимальную температуру реакции при мольном соотношении ацетальдегида к н-гексену-1 1:6 и продолжительности опытов 5 часов принято считать 140 °С. Выход метилгексилкетона при этой температуре составляет 70.6% мас. и уменьшается как с понижением температуры до

120 °С 49.5%, так и с повышением температуры до 150 °С от 70.6 до 65.7%, за счет понижения селективности реакции и увеличения количества образующихся высококипящих продуктов.

Одним из основных параметров реакции алкилирования является также продолжительность опыта, влияние которой изучено при мольном соотношении ацетальдегида и гексена-1 6:1, температуре 140 °С. Если в течение часа при описанных условиях выход метилгексилкетона составляет 27.3%, то с увеличением продолжительности опытов до 4 и 5 часов выход его возрастает до 66.3% и 70.6% соответственно. Оптимальной продолжительностью реакции принято считать 5 часов.

Таким образом, в результате исследования реакции присоединения ацетальдегида к гексену-1 в присутствии оксида-гидропероксида гексена-1 изучено влияние различных параметров на выход и состав продуктов реакции и найдены оптимальные условия синтеза метилгексилкетона: мольное соотношение гексена и ацетальдегида 6:1, температура реакции

140 °С и продолжительность опыта 5 часов. Выход метилгексилкетона при описанных условиях составляет 70,6% на исходный н-гексен-1, а количество высококипящих продуктов — остатка от разгонки алкилата — достигает 4,1% мас.

Большая разница в температурах кипения компонентов реакционной смеси, содержащей непрореагировавшую часть исходного альдегида (Т.кип 20,2°С), гексена-1 (Т.кип 64°С), а также целевого продукта — метилгексилкетона (Т.кип 71–74°С/_{20мм-рт.ст.}) ненасыщенного спирта (Т.кип. 135°С) позволяет легко выделить последний с высокой степенью чистоты, без применения специальных методов разделения и очистки.

Атмосферно-вакуумной перегонкой из 59,9 г полученного алкилата ацетальдегида и н-гексена-1 выделены: фракция возвратного альдегида, выкипающая до 25°С — 39,5 г (66,1% от массы алкилата), фракция, до 70°С возвратного н-гексена-1 в количестве 2,2 г (3,6% от массы алкилата); фракция, 71–74°С/20 мм.рт.ст метилгексилкетон в количестве 15,5г (25,9% от массы алкилата), что составляет 70,6% моль на исходный и 76,4% на превращенный гексен-1. Остаток от разгонки составляет 2,5г (4,1% от массы алкилата) и потери 0,2 г (0,3% мас.).

При найденных для метилгексилкетона оптимальных условиях проведена реакция присоединения C₅-C₁₀ альфа-олефинов к ацетальдегиду (табл. 3) и алифатическим альдегидам C₃-C₅ (табл. 4) в присутствии гидропероксида соответствующего олефина.

Результаты проведенных исследований показывают, что выход и состав продуктов реакции зависят не только от условий проведения экспериментов, но и от структуры реагирующих альфа-олефинов и алифатических альдегидов. Физико-химическими методами идентификации установлено, что синтезированные метилалкилкетоны представляют собой смесь двух изомеров, линейного и разветвленного, образующихся в результате присоединения ацетильного радикала по альфа, и частично по бета-углеродному атому при кратной связи алкена. Как видно из данных таблицы 3, присоединение альдегида по бета-углеродному атому алкена в меньшей степени зависит от длины углеродной цепи и меняется в пределах 7,9–12,4%.

Таблица 3. Выход, состав и органолептическая оценка продуктов присоединения ацетальдегида (II) к C₅-C₁₀ олефинам (I). (Мольное соотношение I: II=6:1, температура 140°С, продолжительность 5 часов)

Исходный олефин	Выход кетона% моль на взятый олефин	Наименование и изомерный состав полученного кетона в%				Органолептическая оценка	Остаток% мас.от исход. смеси реагент.
		Линейного		Разветвленного			
н-пентен-1	64,5	гептанон-2	92,1	3-метилгексанон-2	7,9	4.3	2.0
н-гексен-1	70,6	октанон-2	92	3-метилгептанон-2	8.0	4.0	2.9
н-гептен	72,2	нонон-2	89	3-метилоктанон-2	11,0	4.3	3.0
н-октен-1	74,7	деканон-2	88	3-метилнонанон-2	12,0	4.1	3.9
н-нонен-1	75,3	ундеканон-2	87,6	3-метил деканон-2	12.4	4.2	5.7
н-децен-1	76,6	додеканон-2	88,4	3-метилундеканон-2	11,6	4.1	5.8

Условия проведения опытов: мольное соотношение альдегида и олефина 6:1, температура 140°С, продолжительность-5 часов, концентрация гидропероксида олефина 10–12%.

Таблица 4. Результаты присоединения C₂-C₅ алифатических альдегидов к C₅-C₁₀ альфа-олефинам

Исходный олефин	Выход кетонов,% мас. на взятый олефин			
	уксусный	пропионовый	масляный	валериановый
н-пентен-1	60.5	46.9	36,7	32,0
н-гексен-1	66.5	49.2	38,4	32,6
н-октен-1	67.2	51,3	40,2	34.8
н-нонен-1	70.0	52,4	42.5	37,0
н-децен-1	72,2	54,5	44,8	38,3

Физико-химическими методами идентификации установлено, что синтезированные метилалкилкетоны представляют собой смесь двух изомеров, линейного и разветвленного, образующихся в результате присоединения ацетильного радикала по альфа и частично по бета-углеродному атому при кратной связи алкена. Как видно из данных таблицы 3, присоединение альдегида по бета-углеродному атому алкена в меньшей степени зависит от длины углеродной цепи и меняется в пределах 7,9–11,6%. Условия проведения опытов: мольное соотношение альдегида и олефина 6:1, температура 140°C, продолжительность-5 часов, концентрация гидропероксида олефина 10–12%.

Полученные образцы метилалкил кетонов использованы для приготовления мыльных отдушек. Из них, метилнонилкетон рекомендован для замены широко применяемого в парфюмерной промышленности дефицитного рутового эфирного масла.

По результатам исследования бактерицидных свойств полученные алканоны-2 могут быть рекомендованы так же в качестве антимикробных препаратов для защиты нефтепродуктов-топлив, масел, смазочно-охлаждающих жидкостей от биокоррозии с сохранением эксплуатационных качеств.

Исследованием токсичности синтезированных кетонов установлено, что они относятся к малотоксичным веществам, не обладают кумулятивными свойствами и могут быть рекомендованы к промышленному производству и широкому применению.

Литература:

1. Хейфиц Л. А., Дашунин В. М. «Душистые вещества и другие продукты для парфюмерии». М. Химия, 1994, 254 с.
2. Аббасов М. Ф. «Свободнорадикальное присоединение алифатических альдегидов к циклододецену». Азерб. Хим. Журнал, 1999, № 3, 18–21 с.
3. Аббасов М. Ф., Джафарова Н. А. «О взаимодействии Δ^3 карена с ацетальдегидом». Известия Высших Технических Учебных заведений Азербайджана, 2016, Т. 18, № 3, 85–88 с.
4. Сулейманова Э. Т., Мехтиев С. Д., Аббасов М. Ф. и др. «Реакция свободнорадикального присоединения алифатических альдегидов к цикленам и разработка способа получения алкилциклоалкилкетонов». Нефтехимия, 1979, т. XIX, № 3., 452–457 с.
5. Сулейманова Э. Т., Хейфиц Л. А., Аббасов М. Ф. и др. «Получение душистых веществ радикальным присоединением карбонильных соединений к циклододецену». Масло-жировая промышленность, 1987, № 9, с. 27–29.
6. А.С. № 1151534 (СССР), 1984, Б.И. 1985, № 15, 18 с.
7. Гордон А., Форд Р., «Спутник химика». М. Мир. 1976, 54 с.
8. Дероум Э. «Современные методы ЯМР для химических исследований». М., 1992, с. 410 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Обзор популярных игровых движков для создания инди-игр

Бахтин Игорь Владиславович, студент
Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова (г. Архангельск)

В статье рассмотрены лучшие игровые движки для разработки инди-игр и приложений. Объяснены плюсы и минусы каждой игровой платформы.

Ключевые слова: Unity, GameMaker Studio 2, Ren'Py, ink, игровая разработка.

Review of popular game engines for creating indi games

Bakhtin I. V., Student
NArFU named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk

The article reviews the best game engines for developing indie games and applications. Explained pros and cons of each gaming platform.

Keywords: Unity, GameMaker Studio 2, Ren'Py, ink, game development.

Создавать игры — сложное занятие. Чем больше вы знаете о процессе создания, тем более удивительным кажется, что это работает. Как писал Том Фрэнсис, когда делал Gunpoint: «Самый полезный найденный мною способ — подумать об игре как о психически больном пациенте. Она полностью потеряла разум, поэтому каждая написанная вами инструкция будет исполнена, как какая-то нелепая чушь».

Мысли о том, как спроектировать и написать свою игру, парализуют, поэтому мы спросили у независимых разработчиков инди-игр совет, и они сказали: «Просто сделайте это». Нужно начать, прыгнуть в процесс разработки, даже если это очень страшно. Чтобы помочь вам в этом первом волнующем (и неизбежно разочаровывающем, но полезном) погружении в разработку игр, мы разработали список лучших движков для 2D.

GameMaker Studio 2

Лицензия и стоимость: 99 долларов за вечную лицензию на разработку десктопных игр; **также** доступен пробный период. [1]

Идеально подходит для: короткие 2D платформеры и RPG, кроссплатформенные игры.

Созданные игры: Nidhogg, Undertale, Risk of Rain, Hyper Light Drifter.

GameMaker Studio 2 — это первая вещь, на которую нужно обратить внимание, если вы хотите заняться раз-

работкой игр. Движок позволяет разработчикам работать с помощью собственного языка сценариев (GML).

Плюсы

Марк Эссен, создатель Nidhogg 1 и 2, сказал, что GameMaker отлично подходит начинающим, потому что имеет открытые сценарии и огромное количество документации, что позволяет новичкам быстро освоиться.

Алекс Престон, создатель Hyper Light Drifter, сказал, что большое сообщество GameMaker — это огромное преимущество. Молодые разработчики должны искать лучшие места, где можно получить помощь сообщества, и использовать лучшие приемы для достижения целей.

Минусы

GameMaker очень прост в своем коде, поэтому вы можете быстро запутаться в проекте. На начальных этапах можно очень быстро выполнять итерации и сосредоточиться на дизайне игры, но, если не придерживаться каких-то личных организационных стандартов, вы увидите плохую сторону создания игр в GameMaker.

Дункан Драммонд, создатель по-настоящему хорошего рогалика Risk of Rain, отметил, что простота платформы может обернуться проблемами для разработчиков. Вы с легкостью можете разрабатывать игру, но если делаете это неправильно, то очень быстро потеряйте производительность.

GameMaker не лучший выбор, если вы хотите в будущем перейти на другой движок, такой как Unity.

Советы начинающим

Лучший способ учиться — удалять свою работу и начинать все сначала. Так вы сможете прокачать свои дизайнерские навыки.

Чтобы научиться разрабатывать игры, нужно просто начать. Работайте, даже если получается плохо, старайтесь получить как можно больше помощи. Помните, чем больше ошибок вы совершаете, тем большему учитесь. Разработка в GameMaker — это весело и относительно легко, она не требует от ничего стоящего, кроме времени.

Unity

Лицензия и стоимость: начальная версия бесплатна, Unity Plus — 35 долларов в месяц, Unity Pro — 125 долларов в месяц. [2]

Идеально подходит для: почти любая инди-игра.

Созданные игры: Ori and the Blind Forest, Cuphead, West of Loathing, Galak-Z, Pokemon Go.

Unity является одной из основных платформ для разработки инди-игр. Хотя она обладает удивительными 3D возможностями, на движке также создаются 2D игры. Unity сложнее освоить, чем другие движки этой статьи, но огромное сообщество и документация помогут вам быстро освоиться.

В магазине Unity есть множество дополнений, которые сделают разработку 2D игр на этом движке еще удобнее. Вы можете использовать такие инструменты, как Corgi Engine и Rex Engine, предлагающие готовые физику и управление.

Плюсы

Даже если вы привыкли делать игры старомодным способом, Unity сможет заинтересовать вас. С его помощью можно быстро создать концепцию и прототип игры.

В индустрии разработки игр используется много как простых движков, так и сложных. Unity, безусловно, является одним из лучших движков и позволяет достигнуть высокой производительности разработки.

Его можно использовать как для создания маленьких игр, так и в AAA проекте.

Минусы

Даже этот движок имеет свои минусы. Если вы сталкиваетесь с каким-то багом, то полностью зависите от разработчика движка. Ведь вам придется ждать, пока разработчик исправит проблему, ведь проект имеет закрытый исходный код.

Редактор и отладчик далеко не всегда стабильные, хотя разработчики публично заявляли, что исправление таких ошибок — первая строчка в приоритетах.

Советы новичкам

Не всегда все зависит лишь от умения делать что-то. Важно поставить правильную цель и найти способ ее достигнуть. Даже если у вас не хватает знаний, чтобы сейчас создать игру на Unity, просто поставьте себе цель.

Ren'Py

Лицензия и стоимость: бесплатно. [3]

Идеально подходит для: визуальные 2D романы, симуляции.

Совместимо с: Python.

Созданные игры: Analogue: A Hate Story, Long Live the Queen.

Ren'Py — простой для изучения движок с открытым кодом. Хотя он требует некоторого знания программирования, в действительности вам нужно знать, как пользоваться текстовым редактором и программой для обработки изображений. Работа с этим движком будет очень полезна для новичков языка Python.

Плюсы

Ren'Py — это кроссплатформенный движок, который открывает большие возможности для разработчиков. Он удобен для новичков, но требует некоторых навыков редактирования файлов сценариев. Да, вы не сможете просто перетаскивать мышью нужные вам вещи, но писать код — это не страшно.

Этот движок позволяет решить главную проблему начинающего разработчика — страх начать. Быстрая и удобная разработка поможет вам создать вашу первую игру. Даже если в будущем вы хотите написать что-то отличное от романа, Ren'Py даст вам полезный опыт. Когда в игру, созданную вами, играют другие люди, меняется отношение к себе и своим способностям.

Минусы

Движок несколько ограничен в поддержке графических и механических функций. Очень проблематично создать игру с 3D или Live2D, вы столкнетесь с огромным количеством проблем, поэтому если именно это ваша цель, выберите другую платформу.

Ink

Лицензия и стоимость: бесплатно. [4]

Идеально подходит для: текстовые приключенческие игры.

Совместимо с: Unity, C#, HTML.

Созданные игры: Sorcery, 80 Days.

ink — это бесплатно распространяемое дополнение для Unity. Оно подойдет для создания разветвленных диалогов, рассказов. ink легко освоить, и без проблем интегрируется с Unity.

ink был создан, дополнительное программное обеспечение. То есть вы создаете игру в Unity, а затем подключайте сценарий и диалоги, сделанные с помощью ink.

Плюсы

Написать подробный сценарий и систему разветвленных диалогов очень сложно. ink помогает не запутаться и серьезно упрощает жизнь разработчику.

ink будет интересен тем, кто больше интересуется написанием истории для игр, чем чистым программированием.

Минусы

Использовать ink как самостоятельный полноценный движок очень сложно, поэтому большинство разработчиков расценивают его, как дополнение к своему проекту.

Литература:

1. Официальный сайт Gamemaker 2 — Gamemaker [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.yoyo-games.com/get/> (дата обращения: 26.01.2020)
2. Официальный сайт Unity — Unity [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://unity.com/ru/> (дата обращения: 27.01.2020)
3. Официальный сайт Ren'Py — Ren'Py [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.renpy.org/> (дата обращения: 28.01.2020)
4. Официальный сайт ink — ink [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.inklestudios.com/ink/> (дата обращения: 28.01.2020)

CRM-системы в digital-агентствах полного цикла

Шайкамалова Эвелина Альбертовна, студент
Уфимский государственный авиационный технический университет

Статья посвящена CRM-системе в digital-агентствах полного цикла. Рассматриваются понятия CRM-системы, ее классификация, функциональные возможности, приводятся требования к функциональности CRM-систем для digital-агентств полного цикла, анализируются результаты ее внедрения.

Ключевые слова: CRM-система, digital-агентство, полный цикл.

Введение

Многие развивающиеся компании со временем сталкиваются с проблемой грамотного построения взаимоотношений с клиентами. Чаще всего это происходит из-за появления большого количества не систематизированной информации о клиентах, сделках и задачах, ввиду человеческого фактора появляются ошибки, вследствие которых теряется доверие клиента к компании. Digital-агентства полного цикла предоставляют множество услуг, которые в свою очередь разделены на множество этапов, в таких условиях отслеживать актуальную информацию и вовремя на нее реагировать становится практически невыполнимой задачей. Это стало причиной внедрения в компании CRM-систем, и так как они имеют широкие возможности, необходимо сформировать требования к функциям, выполняемым CRM-системой для digital-агентств полного цикла.

CRM-система (Customer Relationship Management или Управление отношениями с клиентами) — это — прикладное программное обеспечение для организаций, предназначенное для автоматизации стратегий взаимодействия с клиентами, в частности, для оптимизации маркетинга, повышения уровня продаж и улучшения обслуживания клиентов путем сохранения информации о клиентах и истории взаимоотношений с ними, установления и улучшения бизнес-процессов и последующего анализа результатов [1].

Классификация CRM-систем

1. Операционные CRM-системы
Операционные CRM-системы предназначены для автоматизации взаимодействия с клиентами, они реги-

стрируют входящий трафик (звонки, письма, заявки на сайт), хранят данные о клиентах, заявках, сделках, задачах и т.д., автоматизируют документооборот внутри компании, фиксируют продвижение сделок по воронке продаж, напоминают о запланированных звонках, письмах и встречах, ставят задачи и контролируют работу сотрудников. Их использование позволяет повысить лояльность потребителей в ходе непосредственного общения с ними [2, 3].

2. Аналитические CRM-системы

Аналитические CRM-системы предназначены для отслеживания закономерности в продажах: они сегментируют информацию, анализируют рентабельность клиента и определяют его ценность, показывают этапы сделок на воронке продаж, анализируют поведение клиентов на всех этапах сделки, анализируют динамику продаж, анализируют эффективность маркетинговых инструментов и прогнозируют объем продаж. Аналитические CRM-системы используются для автоматизации анализа накопленной информации о клиентах и продажах для выстраивания более эффективной стратегии [2, 3].

3. Коллаборационные CRM-системы

Коллаборационные CRM-системы предназначены для налаживания коммуникации с клиентами, в ходе которой проводится сбор обратной связи. Полученная информация помогает скорректировать ассортимент товаров, ценовую политику, а также процесс обслуживания покупателей [3].

4. Комбинированные CRM-системы

Комбинированные CRM-системы представляют собой сочетание разных видов CRM-систем, в основном это операционные CRM-системы с набором аналитических функций и возможностью общения с клиентами.

Особенности CRM-систем в digital-агентствах полного цикла

Digital-агентства полного цикла — это компании, которые способны предоставить клиенту экспертную оценку и реализацию идей в областях веб-разработки, дизайна, стратегии, рекламы и клиентского сервиса [4]. В этой сфере деятельности, как и во многих других, имеющих в своей основе взаимодействие с людьми, имеет огромное значение умение правильно строить коммуникации и развивать стратегии бизнеса, для чего необходимо иметь легкодоступную и систематизированную информацию о клиентах, сделках и задачах, а также способность проведения анализа сделок. При этом CRM-система должна удовлетворять требованиям надежности, так как от этого параметра зависит продолжительность работы системы без отказов и возможность всегда иметь актуальную информацию, что крайне важно для анализа продаж и сделок. Digital-агентства полного цикла оказывают весь спектр услуг в области продвижения бизнеса, следовательно, сделки имеют продолжительный характер. Сделки имеют множество этапов, их необходимо отслеживать по воронкам продаж, анализировать полученную информацию и разрабатывать новые стратегии, для чего необходим набор функций аналитических CRM-

систем. Исследование, проведенное компанией ClickFox, показало, что лучший способ для создания лояльного клиента это предоставление исключительного обслуживания 24 часа в сутки и 7 дней в неделю [5]. Следовательно, необходимо также иметь в запасе такие функции, как регистрация входящего трафика (звонки, письма, заявки на сайт) и напоминание о запланированных звонках, письмах и встречах. Без CRM-системы с этими функциями вероятность потери потенциального клиента гораздо выше, так как входящий трафик может быть утерян и высока вероятность забыть о намеченной встрече и необходимости перезвонить клиенту, что существенно повлияет на его лояльность. При большом количестве клиентов, сделок и задач, что характерно Digital-агентствам полного цикла, встает вопрос о повышении качества менеджмента и автоматизации бизнес-процессов. Для повышения качества менеджмента необходимо обеспечить удобное отслеживание информации о сделках и задачах и постоянно иметь актуальную базу данных. Автоматизация бизнес-процессов предполагает автоматизированное составление отчетов о результатах сделок, выполненных и просроченных задачах, автоматизированное принятие заявок от потенциальных клиентов и обеспечение своевременного реагирования на них. Вышепе-

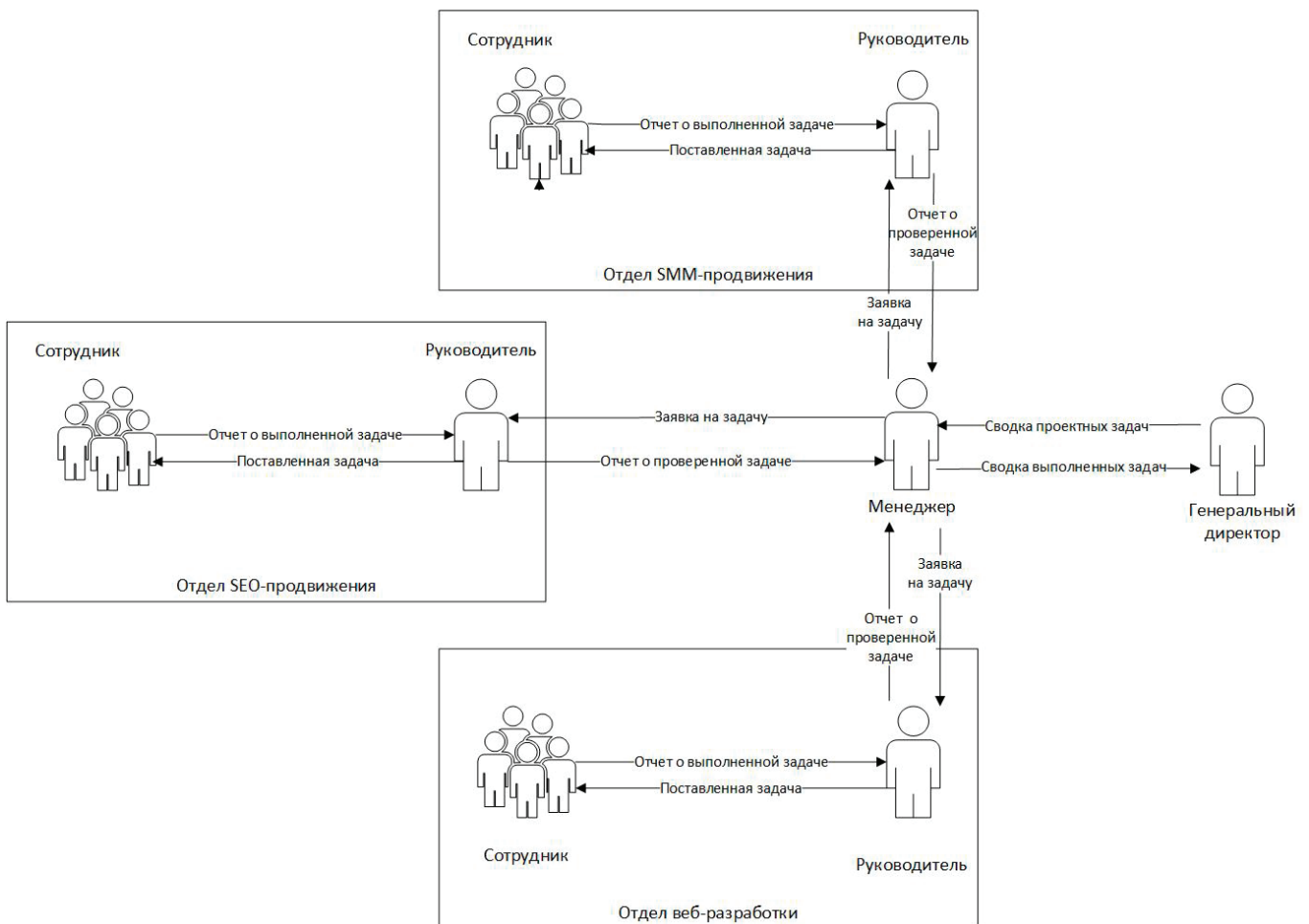


Рис. 1. Мнемосхема процесса учета выполнения задач до внедрения CRM-системы в digital-агентство полного цикла

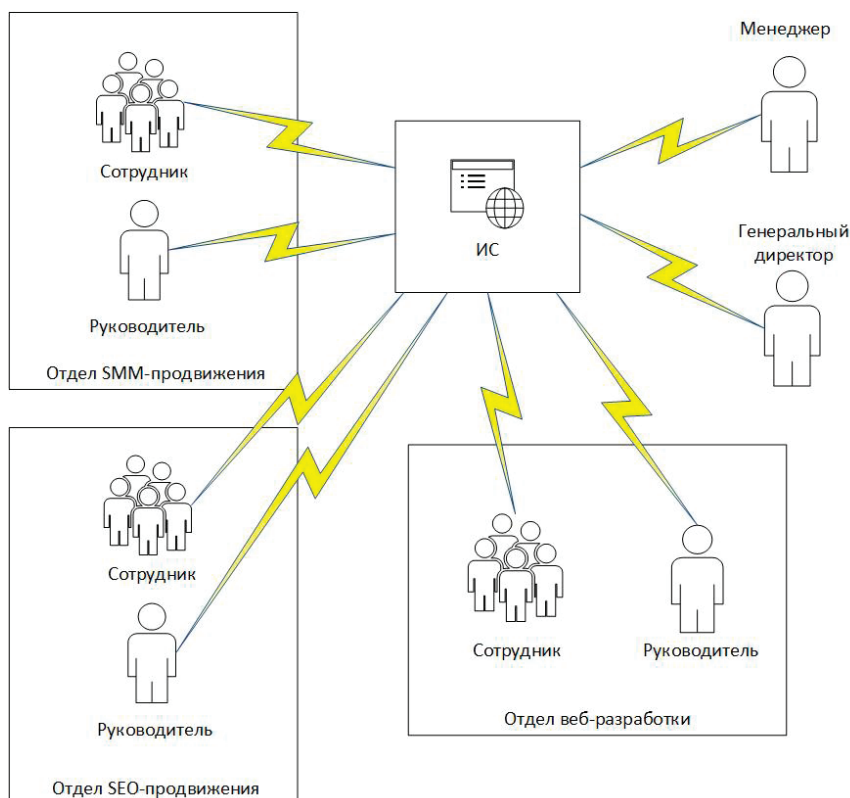


Рис. 2. Мнемосхема процесса учета выполнения задач после внедрения CRM-системы в digital-агентство полного цикла

речисленные функции, касающиеся автоматизации взаимодействий с клиентом, относятся к операционным CRM-системам. Перечислив все функции, которые востребованы в digital-агентствах, можно сделать вывод, что им подходят CRM-системы комбинированного вида.

Требования к функциям, выполняемым CRM-системой для digital-агентств полного цикла

- регистрацию входящего трафика (звонки, письма, заявки на сайт);
- хранение данных о клиентах, заявках, сделках, задачах и т.д.;
- автоматизация документооборота внутри компании;
- фиксирование продвижения сделок по воронке продаж;
- напоминание о запланированных звонках, письмах и встречах;
- учёт выполнения задач;
- сегментирование информации;

- анализ поведения клиентов на всех этапах сделки.

Результаты внедрения CRM-системы

Результатом внедрения комбинированной CRM-системы в digital-агентство полного цикла является эффективное удержание значимых существующих клиентов, повышение их лояльности, эффективное привлечение новых клиентов, а также понижение издержек, увеличение производительности труда и, как итог, увеличение выгоды и размера продаж. Мнемосхемы процесса учёта контроля задач до и после внедрения CRM-системы в digital-агентство полного цикла представлены на рисунках 1 и 2.

Заключение

В итоге анализа особенностей CRM-системы в digital-агентствах полного цикла были сформированы требования к выполняемым ею функциям и представлены результаты внедрения CRM-системы.

Литература:

1. CRM-системы // <https://www.trinion.org/blog/что-такое-crm-sistemy-i-kak-ih-pravilno-vybirat>. URL: (дата обращения: 07.02.2020).
2. Виды CRM-систем // <https://best-crm.ru/osnovlie-vidi-crm-sistem/>. URL: (дата обращения: 07.02.2020).
3. Виды CRM-систем // <https://salesap.ru/vidy-crm-sistem/>. URL: (дата обращения: 07.02.2020).
4. Digital-агентства // <https://it-rating.in.ua/что-такое-digital-agentstvo>. URL: (дата обращения: 07.02.2020).
5. Факты о CRM-системах // <https://seosreda.com.ua/12-faktov-o-crm/>. URL: (дата обращения: 07.02.2020).

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Структуризация автоматизированных систем управления технологическим производством

Галкин Никита Сергеевич, студент;
Терехин Александр Романович, студент;
Забенкова Наталия Андреевна, студент магистратуры;
Бесфамильная Екатерина Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент
Московский государственный университет пищевых производств

В данной статье описывается структурное разделение системы управления, использующейся на всех автоматизированных производствах. Описываются языки программирования, используемые при работе с системой, и рассматриваются наиболее часто встречающиеся программы для программирования системы управления.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, АСУТП, уровни АСУТП, датчики, цифровой сигнал, ПЛК, контроллер, языки программирования, визуализация.

Каждое современное производство в настоящее время оборудовано автоматической системой управления, которая прослеживает, контролирует и регулирует весь технологический процесс. Данная система обеспечивает управление всеми подчиняемыми ей структурными единицами без вмешательства человека.

Так как современные технологические процессы, в целом, как объект управления, являются структурированно-сложным объектом, то при управлении процессом формализованные операции выполняются автоматически и подчиняются определенной структуре АСУТП (автоматизированная система управления технологическим процессом).

Структура АСУТП разделяется на 3 уровня.

- Нижний уровень (полевой);
- Средний уровень (ПЛК);
- Верхний уровень (SCADA система).

Нижний уровень обеспечивает контроль параметров производимого продукта и осуществляет непосредственное управление им. Так же установленная система на данном уровне позволяет регулировать и контролировать: автоматический запуск и выключение; остановку технологической линии, при возникновении аварийных ситуаций; обеспечивает первичную обработку информации о производимом продукте, отслеживает нарушения и несоответствия параметров данного продукта. За данные параметры отвечают различные датчики и исполнительные механизмы, позволяющие определять параметры, используемые при производстве. В соответствии с параметром измерения они делятся на:

– Индуктивные датчики (Является устройством, реагирующим на металл. Принцип действия таких устройств основан на изменении амплитуды колебаний генератора при внесении в чувствительную зону выключателя металлического, магнитного, ферромагнитного или аморфного материала определенных размеров. При подаче питания на конечный выключатель в области его чувствительной поверхности образуется изменяющееся магнитное поле, наводящее во внесенном в зону материале вихревые токи, которые приводят к изменению амплитуды колебаний генератора. В результате вырабатывается аналоговый выходной сигнал, величина которого изменяется от расстояния между устройством и контролируемым предметом.);

– Оптические датчики (Используются для бесконтактного определения наличия/отсутствия контролируемой среды в контролируемом пространстве. Оптический датчик состоит из источника (излучателя) и приемника оптического излучения, которые могут располагаться в одном корпусе (моноблочные датчики) или в разных корпусах (двухблочные датчики). Источник датчика создает оптическое излучение в заданном пространстве, приемник реагирует на отраженный от объекта световой поток или на прерывание его. Датчик оптические выпускаются следующими типами: 1.Барьерные (тип Т); 2.Ретрорефлекторные (тип R); 3.Диффузионные (тип D).);

– Емкостные датчики (Применяются для обнаружения, подсчета и позиционирования различных объектов, а также для контроля уровня жидкости и сыпучих веществ в резервуарах. Электростатическое поле, на-

ходящееся между датчиком и окружающей средой, позволяет определить изменение емкостных параметров в данном поле (попадание в поле любого инородного объекта), что сопровождается подачу сигнала.);

- Магниточувствительные датчики (Устанавливаются для определения корректности работы аппаратов, участвующих в производстве продукта.);

- Датчик уровня (Контролирует уровень разных сред. Различаются на контактные и бесконтактные. При контактном бесконтактном варианте датчика, датчик устанавливается вне измеряемой среды и используют защитную диэлектрическую перегородку. При контакте со средой — датчик встраивается в резервуар, выводя чувствительный элемент в измеряемую среду.);

- Взрывозащитный датчик (Делится на индуктивный, емкостный, магниточувствительный.);

- Датчик пути и положения;

- Датчик относительной влажности температуры;

- Датчик температуры;

- Датчик скорости;

- Датчик силы;

- И т.д.

Средний уровень обрабатывает информацию, полученную на нижнем уровне. За данный процесс отвечает программируемый логический контроллер (ПЛК), представляющий собой микропроцессорную вычислительную машину, использующуюся для автоматизации производства. Основной функцией ПЛК является процесс сбора, обработки и хранения данных, полученных с нижнего уровня.

Главное преимущество ПЛК заключается в том, что он позволяет заменить огромное количество электромеханических реле; реализация его процессов происходит на программном уровне, что позволяет настраивать контроллер под любой технический или технологический процесс в режиме реального времени.

Еще одна особенность ПЛК, это его характерные особенности. Они рассчитаны на постоянную и непрерывную работу; имеют малые габариты; имеют возможность объединения с другими устройствами и корректировки работы удаленно, через интернет; для своей работы затрачивают намного меньше энергии, чем другие аналоги.

В настоящее время все ПЛК программируются на языках, принятых стандартом МЭК 61131-3¹. Основной целью стандарта является повышение скорости и качества разрабатываемых программ для логических контроллеров, а также создание языков программирования. Все системы программирования, базирующиеся на данном стандарте, характеризуются такими показателями, как:

- Надежностью создаваемого программного обеспечения. (Обеспечивается наличием специально предна-

значенной средой разработки, которая содержит необходимые средства для написания, тестирования и отладки программ с помощью эмуляторов и реальных ПЛК, а также готовыми фрагментами программного кода);

- Возможностью простой модификации программы и наращивания ее функциональности;

- Переносимостью программы на разные ПЛК;

- Возможностью вторичного использования отработанных фрагментов кода;

- Простотой языка и ограничением количества его элементов.

Основные языки программирования, включенные в данный стандарт, делятся на графические языки:

- Ladder Diagram (LD) (релейно-контактные схемы, или релейные диаграммы);

- Function Block Diagram (FBD) (диаграммы функциональных блоков);

- Sequential Function Chart (SFC) (последовательные функциональные схемы);

- Continuous Flow Chart (CFC) (работа с функциональными блоками);

и текстовые языки:

- Instruction List (IL) (список инструкций);

- Structured Text (ST) (структурированный текст).

Ladder Diagram

Язык релейной логики, использующий в своей основе электрические схемы. Эти схемы использовались в автоматике конвейеров для сборки автомобилей до эры микропроцессоров.

Основной плюс данного языка в том, что программировать на нем могут люди знакомые с электротехникой, в связи с чем оказался наиболее распространённым в промышленной автоматике.

Однако данный язык тяжело использовать для сложных алгоритмов, так как он не способен поддерживать структуру подпрограмм, функции, инкапсуляции² и т.д. Данный недостаток делает программу линейной и сложной в обслуживании, что препятствует использованию многократных программных компонентов. Еще одним недостатком данного языка, это недопустимость выполнения сложных вычислений и её неудобство в использовании панели оператора, так, как только малая часть программы видна в диалоговом окне.

Function Block Diagram

Так как FBD является графическим языком, то в основном он используется для программирования процессов прохождения сигналов через функциональные блоки. Ос-

¹ Данный стандарт был опубликован в 1993 г. организацией International Electrotechnical Commission (международная электротехническая комиссия или МЭК. МЭК считается стандартизирующей организацией более чем в 50 странах. В дальнейшем в стандарт вносили изменения.

² Инкапсуляция — свойство языка программирования скрывать реализацию программного блока, предоставляя пользователю языка только его интерфейс.

новая характеристика использования Function Block Diagram программирование блоков и программ, а также для описания шагов и переходов; функциональные блоки размещают в себе данные и методы, что позволяет работать с ними, как с объектно-ориентированными языками, но не имеют возможность поддерживать дальнейшее наследование и многообразие. Основной принцип работы с FBD — описание «жесткой логики» и замкнутых контуров систем управления.

Sequential Function Chart

SFC характеризуется больше как вспомогательное средство для структурирования программ, выполняющих определенную последовательность действий при указанных параметрах (заданный момент времени или наступление определенных событий). Sequential Function Chart используют при конечном (верхнем) уровне программировании СУ («Старт», «Наполнение автоклава», «Выполнение этапа № 1», «Выполнение этапа № 2», «Выгрузка из автоклава» — предназначенные термины). Также с помощью SFC возможно программирование отдельных блоков.

Continuous Flow Chart

Язык высокоуровневого визуального программирования, являющийся дальнейшим развитием языка Function Block Diagram. Предназначен для СУ с непрерывными технологическими процессами.

Основная работа с данным языком основана на выборе готовых функциональных блоков, их расположению в рабочей среде, установке соединений между входами и выходами и настройке параметров используемых блоков. Так как CFC является дальнейшей разработкой FBD, то Continuous Flow Chart рассчитан уже на управление общей технологической единицей. В типовой библиотеке располагаются как комплексные функциональные блоки, так и стандартные блоки упрощенной системы.

Instruction List

Данный язык используется для реализации функций, функциональных блоков и программ, шагов и переходов в языке SFC. IL используют для формирования кодов, решающих малые задачи с минимальным количеством разветвлений алгоритма и реализации критических секций программы.

Structured Text

Является аналогом языка Паскаль, но в отличие от него используется исключительно для программирования ПЛК. Основное предназначение это: описание сложных функций,

функциональных блоков и программ; выполнение сложных математических вычислений. Содержит в себе большое разнообразие для написания условных переходов, выбора операторов и построения итерационных³ процессов.

Верхний уровень является конечным уровнем, на котором вся информация визуализируется, мониторится и осуществляется сбор, обработка, хранение и выдача информации по требованию оператора. Так же в системы поступают данные о параметрах технологических процессов, моментах срабатывания автоматики безопасности, информация о внешнем вмешательстве персонала в работу установки. Так же осуществляется дистанционное управление оборудованием и настройка параметров системы управления. Обеспечение такого функционала создает комплекс программ, который входит в систему SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). В свою очередь для правильной работы системы необходимо программное обеспечение, наиболее известными в мире являются системы CoDeSys и ISaGRAF.

CoDeSys (Controller Development System) является совокупностью программ для проектирования прикладного программного обеспечения, отладки в режиме эмуляции и загрузки программы в ПЛК.

В основе данной системы включены все языки программирования, представленные выше. Он полностью оснащен под необходимые требования стандарта МЭК и включает в себя ряд дополнительных расширений, например объектно-ориентированное программирование.

После введения программы происходит компиляция в системный код, оптимизированный в заданную аппаратную платформу. Загруженный код позволяет использовать широкий набор функций для быстрой и эффективной отладки приложения. С программой можно работать как пошагово, так и по контроллерным циклам; задаются точки останова программы, подготавливаются связанные наборы значений переменных и т.д. При отсутствии реального контроллера отладку программы можно выполнять с помощью встроенного программного эмулятора.

Среда исполнения CoDeSys может функционировать в ПЛК под управлением различных операционных систем или вообще без них, в том числе на обычном персональном компьютере. Собственное ядро реального времени может устанавливать контроллерный цикл с точностью до нескольких микросекунд. Прикладная программа остается работоспособной даже при зависании ОС.

Помимо средств программирования, CoDeSys имеет встроенную систему визуализации, которая применяется для операторского управления, а также моделирования на этапе разработки. Визуализацию можно запустить на компьютере, графической панели ПЛК или встроенном в контроллер web-сервере.

Пользователь может самостоятельно расширять возможность CoDeSys путем создания библиотек про-

³ Итерационным считается процесс, участвующий в организации обработки данных, при которых действия повторяются многократно.

граммных модулей. Например, он может реализовать поддержку нестандартных интерфейсов.

Комплекс программирования CoDeSys построен по компонентной технологии Microsoft на базе автоматизации. Поэтому изготовитель ПЛК может включить в комплекс свои собственные компоненты, от конфигуратора оригинальной сети до собственного языка программирования ПЛК.

ISaGRAF состоит из сред разработки и исполнения. Среда исполнения является универсальной средой, поддерживает все языки стандарта МЭК 61131-3, имеет свои средства для редактирования, компиляции, документирования, управления библиотеками, архивирования, моделирования системы при отсутствии начального ПЛК и отладки с подключенным ПЛК.

Связь между SCADA пакетом и контроллером, запрограммированным с помощью ISaGRAF, осуществляется с помощью стандартного OPC сервера. Среда исполнения создается и загружается в контроллер производителем ПЛК и является независимой от исполняемой в ней программы пользователя.

Среда разработки имеет знакомый по Windows-приложениям интерфейс с подсказками, панелями инструментов, окнами, с функциями вставки и замены и т.п. Код, полученный на выходе среды разработки, может исполняться на любой аппаратно-программной платформе без изменений, если на ней предварительно установлена среда исполнения.

Заключение

Основное оборудование и программное обеспечение, контролирующее весь технический процесс, располагаются на верхнем уровне. В первую очередь на данном уровне идет сбор, обработка и хранение информации, а также выдача информации оператору.

Наиболее удобной программой для работы с СУ является CoDeSys. Она так же, как и аналоги включает в себя все поддерживаемые стандартом языки программирования, но имеет варибельность при корректировке и при составлении самой программы.

Литература:

1. www.isagraf.com
2. ГОСТ Р МЭК 61131-3, 2016
3. Благовещенская М. М., Злобин Л. А., Информационные технологии систем управления технологическими процессами — М: Высшая школа, 2005. — 768с
4. Федоров Ю. Н., Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Том 1 — Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2018—449 с.
5. Федоров Ю. Н., Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Том 2 — Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2018—485 с.
6. Рябцева Т. А., Стоякова К. Л., Ибраев Р. Р., Бесфамильная Е. М., Савина Ю. И. Автоматизация управления и технологическая сингулярность. Киборгизация как инновационное направление в науке и технике. // ООО «Издательство «Спутник+» — 2015. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23437843> (дата обращения 02.02.2020)
7. Стоякова К. Л., Ибраев Р. Р., Бесфамильная Е. М., Волкова Д. А. Интерпретация алгоритмов программирования для создания экспертных систем и разработок в области искусственного интеллекта. // Перспективы развития науки и образования. — 2017 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30335436> (дата обращения 02.02.2020)
8. Гончаров А. В., Стоякова К. Л., Ибраев Р. Р., Бесфамильная Е. М., Сартаков М. В., Жилеева А. А. Автоматизация рабочего места специалиста деканата в университетах. — 2015 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25308771> (дата обращения 02.02.2020)

Обобщенная методика интерпретации данных гидрогазодинамических исследований при нелинейных законах фильтрации

Гасанов Ильяс Раван оглы, кандидат технических наук, доцент, начальник отдела;
Джамалбеков Магомед Асаф оглы, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник
Научно-исследовательский проектный институт «Нефтегаз» (SOCAR) (г. Баку, Азербайджан)

В статье рассматривается актуальная для практики методика, которая, используя данные гидрогазодинамических исследований при нелинейных законах фильтрации, позволяет предложить полиномиальный закон в произвольной степени, из которого как частный случай вытекает линейный закон Дарси и двучленный закон Форхгеймера.

Ключевые слова: закон Дарси, закон Форхгеймера, закон Барри-Конвея, число Рейнольдса, проницаемость, аппроксимация.

The article discusses a methodology that is relevant for practice, which, using the data of hydro-gas-dynamic studies with nonlinear filtering laws, allows us to propose a polynomial law to an arbitrary degree, from which, as a special case, the linear Darcy law and the two-term Forchheimer law follow.

Keywords: Darcy law, Forchheimer law, Barry-Conway law, Reynolds number, permeability, approximation.

Как известно, закон Дарси имеет вид [1]:

$$-\text{grad } p = \frac{\mu \bar{v}}{k}. \quad (1)$$

Однако дальнейшие исследования показали, что закон Дарси не универсален и имеет свои границы применимости. В статье [2] для уменьшения погрешностей закона Дарси при больших скоростях введен поправочный множитель $f(\text{Re})$, с помощью которого закон фильтрации флюидов для больших скоростей представлен в виде:

$$-\text{grad } p = f(\text{Re}) \cdot \frac{\mu \bar{v}}{k} = \frac{\mu v}{k_{ef}}. \quad (2)$$

Форхгеймер предложил двучленный закон фильтрации [1]:

$$-\text{grad } p = \frac{\mu \bar{v}}{k} + \beta \frac{\rho v}{\sqrt{k}} \bar{v} = \frac{\mu \bar{v}}{k} (1 + \beta \text{Re}), \quad (3)$$

$$\text{где } \text{Re} = \frac{\rho v \sqrt{k}}{\mu}, \quad \frac{k}{k_{ef}} = f(\text{Re}) = 1 + \beta \text{Re}.$$

При больших градиентах давления двучленный закон Форхгеймера также дает погрешность. В связи с чем Р. Д. Барри и М. В. Конвей [3, 4, 5] предложили новую модель, содержащую, кроме параметров k и β , два дополнительных параметра k_{mr} и α :

$$\frac{k}{k_{ef}} = f(\text{Re}) = \frac{(1 + \beta \text{Re})^\alpha}{k_{mr} (1 + \beta \text{Re})^\alpha + 1 - k_{mr}}. \quad (4)$$

Здесь параметр k_{mr} может принимать значения от нуля до единицы включительно. Из формулы (4) видно, что, если $k_{mr} = 0$ и показатель степени $\alpha = 1$, то (4) приводит к классическому уравнению Форхгеймера (3). Однако же, если $k_{mr} = 1$, то (4) приводит к линейному закону Дарси (1).

По закону Барри-Конвея эффективная проницаемость k_{ef} асимптотически падает до некоторого минимального уровня, а по закону Форхгеймера и Куршина А. П. [6] k_{ef} падает до нуля, что по представлениям Р. Д. Барри и М. В. Конвея является неправильным. Они экспериментально доказали, что пропускная способность пористой среды, количественно определяемая эффективной проницаемостью k_{ef} , уменьшается с ростом фильтрационного числа Рейнольдса по определенному закону.

Несмотря на то, что наиболее естественной зависимостью $\frac{k}{k_{ef}} = f(\text{Re})$ для всех проницаемых сред служит закон

Барри-Конвея (4), однако недостатком этого закона является то, что непосредственно применить его для определения параметров k, β, k_{mr} и α на основе результатов гидрогазодинамических исследований скважин весьма затруднительно.

В связи с этим возникает актуальная для практики задача преобразовать закон Барри-Конвея (4) так, чтобы модифицированный закон позволял строить удобные для обработки данные гидрогазодинамических исследований.

В работе [2] рекомендовано применение полиномиальных аппроксимаций закона Барри-Конвея (4) в виде:

$$\frac{k}{k_{ef}} = f(\text{Re}) = 1 + C_1 \text{Re} + C_2 \text{Re}^2 + C_3 \text{Re}^3 + \dots + C_n \text{Re}^n. \quad (5)$$

Тогда при наличии полиномиальных аппроксимаций закона Барри-Конвея (4) общее уравнение нелинейной фильтрации флюида для больших скоростей будет представлено в виде [2]:

$$-\text{grad } p = \left[\sum_{i=0}^n C_i (\text{Re})^i \right] \frac{\mu \bar{v}}{k}. \quad (6)$$

Далее в работе [2] предложен способ, по которому находятся параметры α, β, k_{mr} .

Однако, как кажется, основная трудность заключается в правильном нахождении коэффициентов $C_i (i=1, \bar{n})$ по данным гидрогазодинамических исследований.

В связи с этим предлагается следующая методика.

Для этого сначала получим некоторые необходимые формулы. Используя формулы (1) и (5), можно записать:

$$\frac{k}{\mu} \frac{dp}{dr} = v f(\text{Re}) = v (1 + C_1 \text{Re} + C_2 \text{Re}^2 + C_3 \text{Re}^3 + \dots + C_n \text{Re}^n). \quad (7)$$

$$\text{Учитывая, что в этой формуле } \text{Re} = \frac{v\sqrt{k\rho}}{\mu}, v = \frac{Q}{2\pi r h}, \quad (8)$$

то получаем:

$$\frac{k}{\mu} dp = \frac{Q}{2\pi h} \frac{dr}{r} + C_1 \frac{Q^2}{4\pi^2 h^2} \frac{\sqrt{k\rho}}{\mu} \frac{dr}{r^2} + C_2 \frac{Q^3}{8\pi^3 h^3} \frac{k\rho^2}{\mu^2} \frac{dr}{r^3} + \dots \quad (9)$$

Интегрируя правую часть выражения от r_c до r_k , а левую часть от p_c до p_k , получаем:

$$\frac{k}{\mu} (p_k - p_c) = \frac{Q}{2\pi h} \ln \frac{r_k}{r_c} + \frac{Q^2 \sqrt{k\rho}}{4\pi^2 h^2 \mu} \left(\frac{1}{r_c} - \frac{1}{r_k} \right) C_1 + \frac{Q^3 k\rho^2}{8\pi^3 h^3 \mu^2} \left(\frac{1}{r_c^2} - \frac{1}{r_k^2} \right) \frac{C_2}{2} + \dots \quad (10)$$

Так как, $\frac{1}{r_k^i} \ll 1$ где, $i = 1, n$ то этими выражениями можно пренебречь. Разделив обе части выражения на r_c и применяя формулы (8), получаем:

$$\frac{1}{r_c} \frac{k}{\mu} (p_k - p_c) = v \ln \frac{r_k}{r_c} + C_1 \frac{v^2 \sqrt{k\rho}}{\mu} + \frac{C_2}{2} \frac{v^3 k\rho^2}{\mu^2} + \dots + \frac{C_n}{n} \frac{v^{n+1} (k)^n \rho^n}{\mu^n}$$

или $V' = v \left(\ln \frac{r_k}{r_c} + C_1 \text{Re} + \frac{C_2}{2} \text{Re}^2 + \dots + \frac{C_n}{n} \text{Re}^n \right), \quad (11)$

где $V' = \frac{k}{\mu} (p_k - p_c) \cdot \frac{1}{r_c}$.

Согласно методике коэффициенты $C_i (i = \bar{i}, \bar{n})$ и показатель степени n находятся, по данным гидрогазодинамических исследований скважин при установившихся режимах фильтрации. Индикаторные линии строятся в координатах $\frac{V'}{v}$ и Re при $r = r_c$ так, как зная зависимость $Q = Q(\Delta p)$ нетрудно построить и график функции $\frac{V'}{v} = f(\text{Re})$. При этом могут иметь место три возможных случая.

1. $\frac{V'}{v}$ не изменяется в зависимости от Re .

В этом случае мы имеем дело с линейным законом Дарси:

$$v = \frac{k}{\mu} \left(\frac{p_k - p_c}{\ln \frac{r_k}{r_c}} \right) \cdot \frac{1}{r}.$$

В указанных выше координатах полученная горизонтальная прямая отсекает от оси ординат отрезок, равный $\ln \frac{r_k}{r_c} = y_0$. По этому отрезку можно определить радиус дренирования скважины $r_k = r_c e^{y_0}$.

2. $\frac{V'}{v}$ изменяется в зависимости от Re по линейному закону. По отрезку, отсекаемому на оси ординат и углу наклона

на полученной прямой, определяются соответственно $\ln \frac{r_k}{r_c}$ и C_1 .

В этом случае мы имеем дело с законом Форхгеймера. Здесь $C_1 = \beta$. В этом случае также можно определить радиус дренирования r_k и коэффициент b , при двучленном законе фильтрации, $b = \beta \frac{\rho}{\sqrt{k}}$.

3. $\frac{V'}{v}$ изменяется в зависимости от Re не по линейному закону. И в этом случае индикаторные линии, построенные в указанных координатах, экстраполируются до оси ординат ($\text{Re} = 0$), и по отрезку, отсекаемому на ней, определяется

$\ln \frac{r_k}{r_c}$. После определения радиуса дренирования r_k индикаторную линию следует перестраивать в координатах

$$\frac{V'}{v} - \ln \frac{r_k}{r_c} \text{ и } Re. \text{ Так как при этом из формулы (11) получается}$$

$$\frac{V'}{v} - \ln \frac{r_k}{r_c} = C_1 + \frac{C_2}{2} Re + \frac{C_3}{3} RE^2 + \dots + \frac{C_n}{n} Re^{n-1}, \quad (12)$$

то, средствами MS Excel [7] находим коэффициенты $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$. Подставляя эти значения в (2) и (5), мы получим общий нелинейный закон фильтрации флюидов при больших градиентах давления. От этих формул легко можно перейти к формуле Барри-Конвея, однако думаю, что в этом нет необходимости, так как полиномиальная формула является самой удобной формой как для обработки по данным гидрогазодинамических исследований, так и для интегрирования.

Литература:

1. Басниев К.С. Нефтегазовая гидромеханика /К. С. Басниев, Н.М. Дмитриев, Г.Д. Розенберг. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005.
2. В. А. Толпаев, К.С. Ахмедов, С.А. Гоголева. Нелинейные законы фильтрации флюидов при больших скоростях потоков // Нефть и газ. — № 5. — 2015.
3. Barree R. D. Beyond beta factors: a complete model for Darcy, Forchheimer and trans-Forchheimer flow in porous media / Barree R. D., Conway M. W. // Paper SPE89325 presented at the 2004 annual technical conference and exhibition, Houston, Texas 26–29 Sept 2004.
4. Barree R. D. Reply to Discussion of «Beyond Beta Factors: A Complete Model for Darcy, Forchheimer and Trans-Forchheimer Flow in Porous Media» / Barree R. D., Conway M. W. // — Journal of Petroleum Technology. — Aug. 2005. — Pp. 73–74.
5. Jambhekar V. A. Forchheimer Porous-media Flow Models-Numerical Investigation and Comparison with Experimental Data [Текст]: Master's Thesis. — Stuttgart, 2011. — 85 p.
6. Куршин А.П. Закономерности изменения проницаемости пористых сред при фильтрационных течениях. /А. П. Куршин //Ученые записки ЦАГИ. — Том XXXIX. — 2008. — № 1–2. — С. 125–135.
7. Спиридонов О.В. Расширенные возможности Microsoft Excel 2003 / О.В. Спиридонов. — Центр дистанционных образовательных технологий МИЭМП, 2010.

Технология термовиброобработки бетонной смеси

Комин Павел Александрович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Наиболее технологичным оборудованием для электро-разогрева бетонной смеси является установка термовиброобработки бетонной смеси (ТВОБС, рис. 1). Суть технологии термовиброобработки бетонной смеси заключается в непрерывном разогреве бетонной смеси (1–3 минуты) под воздействием электрического тока и вибрации. Вибрация в данном случае нужна для транспортирования смеси в процессе ее обработки. Также благодаря воздействию вибрации и, появившихся в результате работы установки, избыточного давления, пара и электрических полей, улучшается качество бетона.

Основные узлы установки ТВОБС:

- Загрузочный бункер;
- Вертикальная греющая труба;

- Наклонная греющая труба с затвором;
- Подъемно-опускное устройство;
- Электрический шкаф.

На внутренней поверхности вертикальной трубы электроизолированно закреплены токосъемные электроды, подключенные к жилам силового кабеля электросети переменного тока напряжением 380/220 В. В поперечном сечении электроды имеют треугольную форму, причем смежные грани соседних электродов параллельны. Корпус наклонной трубы занулен, а внутри корпуса коаксиально размещен электроизолированный центральный стержень с кольцевыми токосъемными электродами.

Труба с бункером сопряжена упруго-герметично. Сочленение греющих труб жесткое и осуществляется в во-

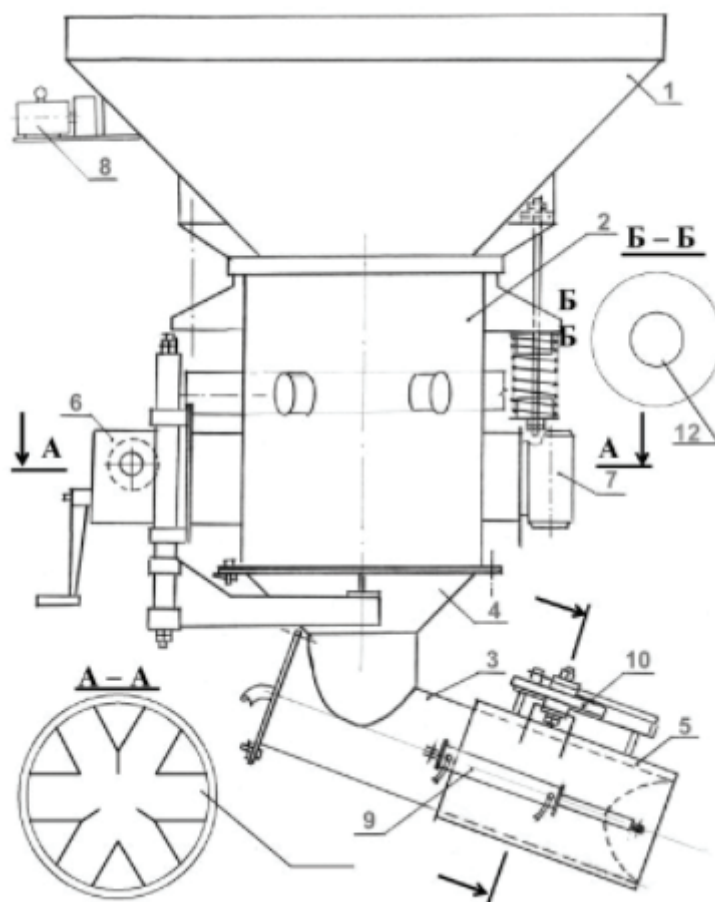


Рис. 1. Установка ТВОБС проекта ТК-01: 1 — загрузочный бункер; 2 — труба греющая вертикальная; 3 — труба греющая наклонная с переходным патрубком; 4 — воронка; 5 — затвор; 6 — подъемник; 7 — вибратор; 8 — насосная станция; 9 — гидроцилиндр; 10 — синхронизирующий механизм; 11 — электроды треугольные; 12 — электроды кольцевые

ронку с переходным патрубком с помощью клиновых соединений. На корпусе трубы закреплены подъемно-опускное устройство, используемое для разъединения труб на время очистки, и вибраторы. Привод затвора гидравлический, для его работы предусмотрена насосная станция.

Работает установка следующим образом. Бетонная смесь загружается в бункер при закрытом затворе. Для заполнения внутреннего объема установки бетонной смесью и обеспечения плотного контакта смеси с электродами на 3–5 с включается вибратор. Подается напряжение на электродные секции. После достижения бетонной смесью заданной температуры, т.е. через 1,5–2 мин, открываются заслонки затвора, включается вибратор. Дальнейший процесс обработки смеси идет в установившемся режиме. Поскольку за такое короткое время разогрева бетонной смеси до указанной температуры нагревается жидкая фаза, а от нее зерна цемента и песка, то крупный наполнитель нагревается позже за счет теплопроводности от разогретых компонентов смеси, вследствие чего после выхода из установки средняя температура смеси падает на 5–20°C (зависит от количества и крупности наполнителя).

Производительность установки регулируется величиной открытия-закрытия затвора, при этом задаваемая температура разогрева бетонной смеси поддерживается автоматически с точностью до 3°C, а ее визуальный контроль осуществляется оператором по показаниям приборов, расположенных на лицевой панели шкафа управления. Управление работой установки осуществляет бетонщик-оператор с помощью выносного пульта.

Процессы, происходящие в бетонной смеси при ее термовиброобработке, можно представить следующим образом. В соответствии с законом Джоуля — Ленца при прохождении тока через бетонную смесь, обладающую электрическим сопротивлением, в ней выделяется тепло. Повышенная температура интенсифицирует реакции гидратации цемента.

Вибрация приводит к дефлокулизации зерен цемента, частичной их диспергации, которая дополняется химической диспергацией. Разогрев смеси сопровождается частичным превращением воды в пар, а так как обработка производится в закрытом объеме, это приводит к появлению избыточного давления порядка 0,01 Мпа. Уменьшение вязкости воды при повышенных температурах, наличие пара,

проницаемость которого значительно выше проницаемости воды, в сочетании с избыточным давлением — все это способствует большему проникновению влаги внутрь зерен цемента. Совокупность указанных воздействий интенсифицирует химические реакции, приводит к увеличению массы цемента, вовлекаемой во взаимодействие с водой.

Совокупность указанных воздействий интенсифицирует химические реакции, приводит к увеличению массы цемента, вовлекаемой во взаимодействие с водой.

Использование термовиброобработанных смесей позволяет:

- Обеспечить ускоренный набор прочности бетона (40–50%) от R_{28} через 6–8 ч и 70–75% от R_{28} через сутки.
- Свести к минимуму энергозатраты (до 50 (кВт·ч)/м³);
- По сравнению с прогревом твердеющего бетона улучшить качество бетона, полученного из разогретых смесей, по плотности, прочности, сцеплению с арматурой;
- Исключить безвозвратную потерю электродов, греющей проволоки, неизбежную при прогреве твердеющего бетона;
- Сократить трудозатраты на выдерживание бетона.

Литература:

1. Колчеданцев Л. М. Управление технологическим процессом термовиброобработки бетонной смеси / Л. М. Колчеданцев, К. А. Архипов, А. И. Чудаков // Механизация строительства. — 2001. — № 3.
2. Молодин В. В. Замоноличивание стыков сборных железобетонных конструкций в зимних условиях с термообработкой смеси в процессе укладки: Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. — Москва, 1984.
3. Молодин В. В. Управление термообработкой бетона при зимнем бетонировании строительных конструкций: Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. д-ра техн. наук. — Новосибирск, 2012.

Конструктивный анализ усилителей рулевого управления

Кузьмин Никита Александрович, студент;
 Благодатских Андрей Николаевич, студент;
 Аветисян Армэн Аветисович, студент;
 Жоров Ярослав Александрович, студент;
 Недогреев Владислав Алексеевич, студент;
 Недогреев Вадим Алексеевич, студент;
 Чурносов Даниил Денисович, студент;
 Мешков Максим Ибрагимович, студент

Военная академия РВСН имени Петра Великого, филиал в г. Серпухове Московской области

Статья раскрывает сущность усилителей рулевого управления, принцип работы, преимущества и недостатки его применения, проводится анализ и сравнение усилителей рулевого управления, работающим по разным принципам. Кроме того, описывается проблема, связанная с правильным выбором автомобиля, который будет оснащен тем или иным усилителем рулевого управления.

Ключевые слова: усилитель рулевого управления.

В настоящее время современный мир тяжело представить без транспортного средства, в частности механического, оно, как и различные транспортные средства выполняет различные функции, в основном он предназначен для перевозки по дорогам людей, грузов или оборудования, установленного на нем [1]. К механическим транспортным средствам относятся: автомобили, автобусы, троллейбусы, мотоциклы, квадроциклы, мопеды и иные транспортные средства, на управление которыми в соответствии с законодательством Российской Федерации о безопасности дорожного движения предоставляется специальное право, а также трактора, самоходные дорожно-строительные и иные самоходные машины [2].

Любое механическое транспортное средство должно обладать эксплуатационными свойствами, это такие свойства, которые характеризуют выполнение ими транспортных работ, а также приспособленность к выполнению этих работ: перевозка пассажиров, грузов и специального оборудования. К эксплуатационным свойствам относятся: тягово-скоростные, тормозные, топливная экономичность, управляемость, поворачиваемость, маневренность, устойчивость, проходимость, плавность хода, экологичность, безопасность движения [3].

Особо важными и играющими высокую роль в автомобилестроении имеют такие свойства как, плавность хода, безопасность движения. Связующим фактором плавностью хода является: удовольствие и комфорт, которое ис-

пытывает как водитель, так и пассажиры. Чтобы объединить данные свойства в единую целую, в 1769 году Френсис Дейвис изобретает гидроусилитель руля, который повлиял на все прогрессивное человечество. Одно из его предложений — это обеспечить передачу усилия от рулевого колеса на рулевые рейки через редуктор, с понижением числа оборотов. Недостатком решения являются, разумеется, замедленная реакция — и нерешенность проблемы усталости: усилие нужно меньше, но вращать руль надо чаще. Но, несмотря на победное шествие первых гидроусилителей, система имела и недостатки. Прежде всего, это механический «отбор мощности» для насоса, обеспечивающего давление, от основного двигателя. Это, разумеется, не решало проблему маневра на низких скоростях. А на больших оборотах давление в гидравлике возрастало, и водитель рисковал потерять «обратную связь» с дорогой. Кроме того, система была не совсем рациональна с точки зрения расхода топлива. И решать эту проблему пришлось долгие полвека, усилием тысяч инженеров. Но приоритет в изобретении гидроусилителя руля история сохранила за инженером Дейвисом [4].

Большинство автомобилей комплектуются гидроусилителем рулевого управления, но в последнее время большинство машин оснащают электроусилителем рулевого управления.

Гидроусилитель руля (рис. 1) изначально был предназначен для грузовых автомобилей, а также многих всевозможных видов различной техники сельскохозяйственного назначения. В то время данное устройство было предназначено вовсе не для улучшения комфорта. Это связано с тем, что руль многих грузовых автомобилей практически невозможно повернуть без усилителя. Сейчас же он упрощает

поворот колес и легковых автомобилей, уменьшая передаточное, число механизма и диаметр рулевого колеса [5].

Гидравлический усилитель руля представляет собой элемент рулевого управления, в котором дополнительное усилие при повороте рулевого колеса образуется за счет гидравлического давления. Сохранение управляемости автомобилем и смягчение ударов, передающихся на руль в результате наезда управляемых колес на неровности дороги, — еще она важная функция гидроусилителя.

Одним из его главных элементов является насос гидроусилителя, благодаря которому осуществляется циркуляция масла в системе и поддерживается нужное давление.

Гидронасос может быть следующих видов: лопастной, шестеренчатый (рис.2)

Принцип работы лопастного насоса (рис. 3). Привод насоса гидроусилителя осуществляется от коленчатого вала посредством приводного ремня. Шкив насоса закреплен на наружном конце вала, который установлен на игольчатом подшипнике. Ротор посажен на шлицах на валу. В пазы ротора вставлены лопасти. Корпус гидронасоса представляет собой статор с крышкой и распределительным диском. В процессе вращения ротора лопасти захватывают рабочую жидкость. Затем под давлением подают эту жидкость через отверстия распределительного диска и канал в крышке насоса в клапан управления потоком, а далее в нагнетательный трубопровод.

Шестеренчатый насос (рис. 4) работает в двух режимах: как мотор и как помпа. Конструктивно это простое устройство, состоящее из корпуса и встроенных внутри двух шестеренок. Ведущая шестерня приводится в движение приводом, а вторая начинает оборачиваться уже

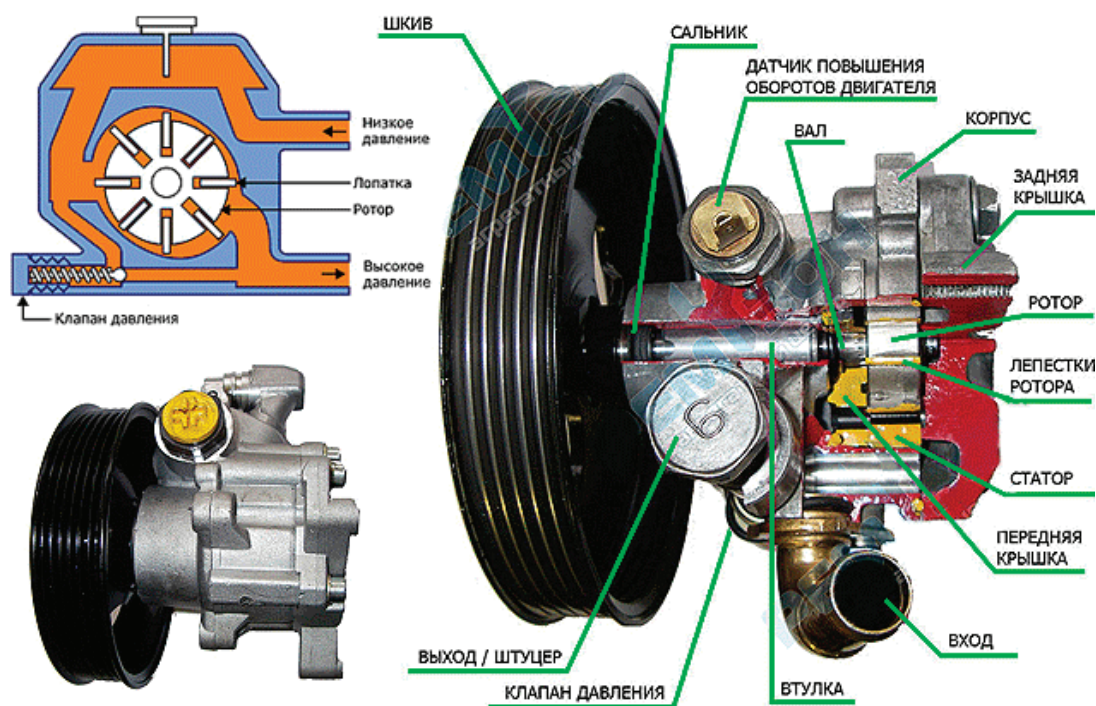


Рис. 1. Гидроусилитель руля



Рис. 2. Шестерёнчатый и лопастной насос



Рис. 3. Схема и принцип работы лопастного насоса гидроусилителя

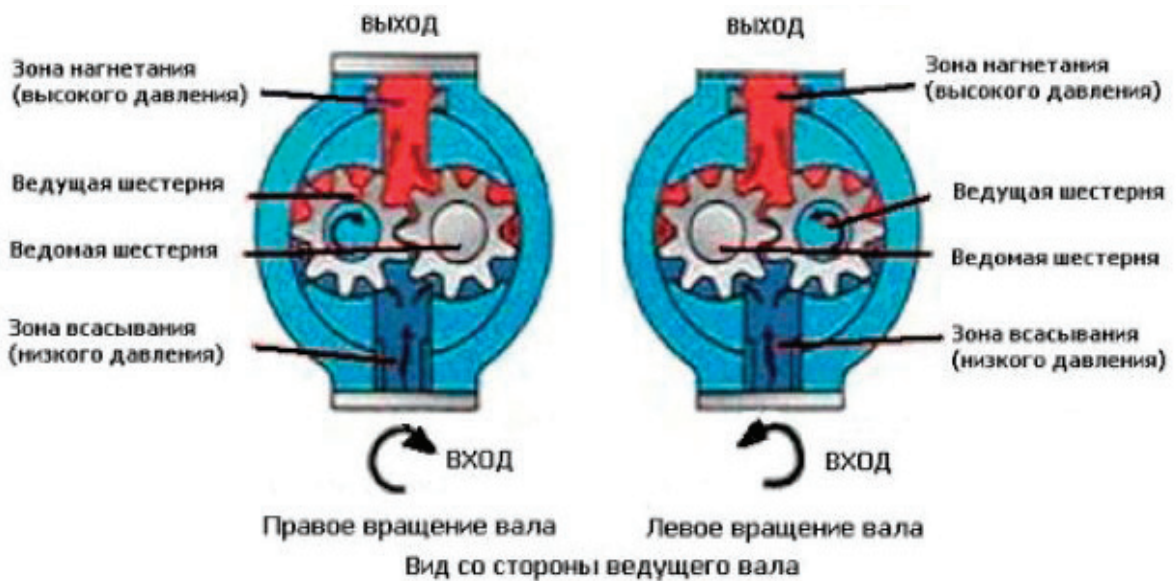


Рис. 4. Схема и принцип работы шестерёнчатого насоса гидроусилителя

за счет зацепления. Когда обе шестерни начинают движение, они захватывают масло и перекачивают его.

Плюсы эксплуатации такого насоса очевидны: за счет простейшей конструкции он недорогой, компактный, легкий, отличается высокой надежностью и хорошей ремонтпригодностью. Но есть у агрегата и минусы: у него низкий КПД, что ограничивает круг использования, не рекомендуется эксплуатация в системах с высоким давлением. Ввиду конструктивных особенностей время от времени возникает пульсация рабочей жидкости, что чревато перепадами давления [6].

Электроусилитель руля (рис. 5) считается инновационной системой, которая постепенно вытесняет гидравлику. Электрические усилители появились еще в 1903 году на грузовиках. Идея установить электромотор на рулевую рейку или колонку, а вместо золотника использовать потенциометр оказалась гениально простой. Но электрика в начале XX века сильно отставала в развитии от пневматики и гидравлики, генератор еще не придумали, поэтому об электроусилителях забыли на 85 лет.

Как известно гидравлический усилитель начали использовать много ранее электрического. Гидравлический усилитель (рис. 6) руля функционирует с использованием жидкостного привода, в его конструкции предусмотрен гидронасос, который приводится в движение коленчатым валом через ременную передачу. При движении транспортного средства прямо, обмен жидкостей идет по кругу. При изменении траектории (когда рулевое колесо поворачивают), жидкость попадает во внутренние полости распределительной гильзы. Потом она поступит в левую или правую полость, согласно тому, куда будет развернут руль. Большую продуктивность насос даст, когда руль поворачивают на месте.

Основным отличительным моментом электроусилителя руля (рис. 5) от гидроусилителя руля, является отсутствие в конструкции ременной передачи и гидравлического привода. Все манипуляции проводятся с помощью электродвигателя. Существует два вида компоновки ЭУР. Первый вариант — усилие передается на рейку (рис. 7), второй вариант — на вал руля (рис. 8).



Рис. 5. Электроусилитель руля

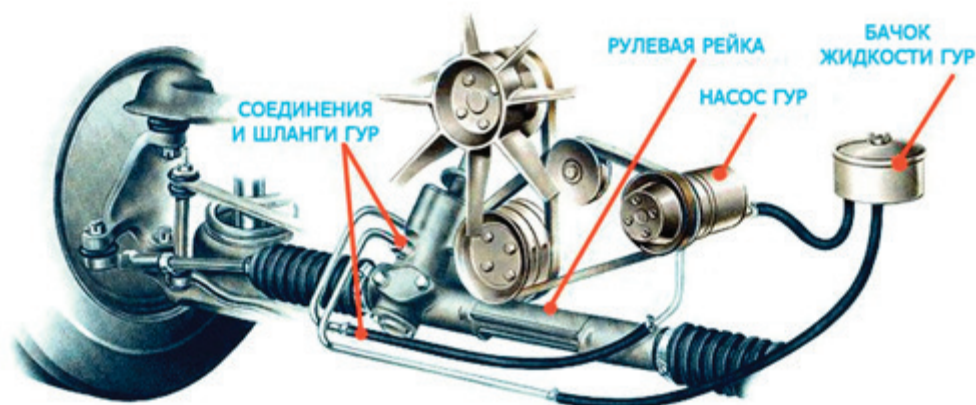


Рис. 6. Устройство гидроусилителя руля

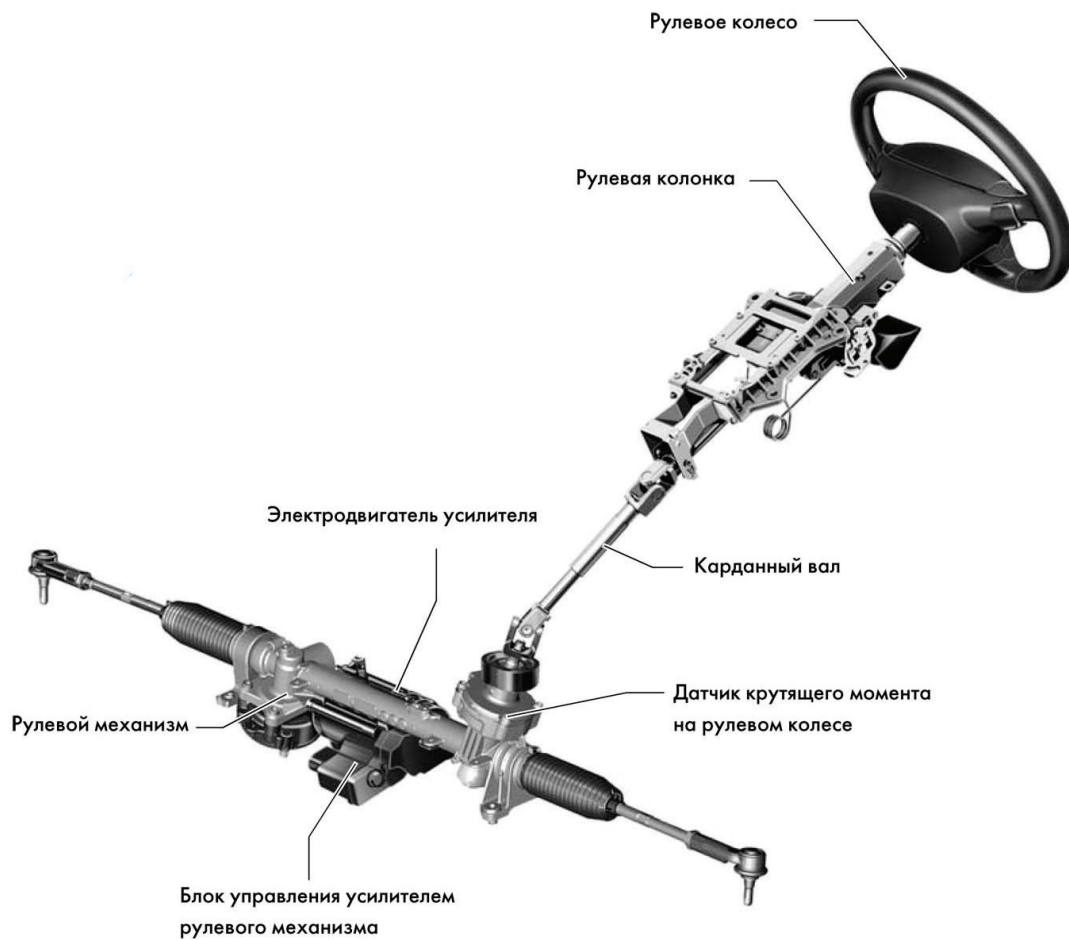


Рис. 7. Усилие на рейке



Рис. 8. Усилие на валу

Оба механизма имеют свои собственные преимущества и недостатки. Гидроусилитель руля — недорогой механизм, поэтому цена автомобиля будет более низкой. Ремонт гидроусилителя руля не является дорогостоящим, при условии, что будет исправная рейка. Из минусов это размер самой конструкции, ему требуется много места, а также замены ремня потребуются демонтаж шкива с гидроусилителя руля. Гидроусилитель руля нуждается в систематической системе обслуживания. Потребуется вовремя проводить замену жидкости, ремня, если этого не делать, ремонта усилителя не избежать.

У электроусилителя руля больше преимуществ, нежели недостатков. Узел не забирает мощность у двигателя. Для системы не потребуется регулярное обслуживание, по причине того, что жидкость и насосы не предусмотрены в конструкции. Отклик на руль происходит быстрее, сигналы с датчиков передаются мгновенно. Электроусилитель руля занимает минимум пространства под капотом, что облегчит ремонт других узлов. Отсутствует перегруженность насоса при длительном удержании рулевого ко-

леса в крайнем режиме. Из недостатков отмечается, что в ходе эксплуатации может выйти подшипник качения, но чтобы его сломать потребуется достаточно долго его эксплуатировать. Также в отрицательную сторону отмечается наличие электроники, которая может выдавать ошибки по поводу и без, а также электроусилитель дорог в ремонте. Не смотря на имеющиеся недостатки, будущее, безусловно, за электроусилителем [7].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что усилитель рулевого управления — это связующее звено в автомобиле, без которого обойтись практически невозможно. В связи с тем, что в настоящее время имеется уже используется два вида усилителей, приоритет в выборе стоит у электроусилителя, не потому что он занимает мало места в машине, а потому что он является более современным, более простым в использовании усилителем. Да, периодически бывают ошибки в электроусилителях, но подходя к их изготовлению, необходимо очень тонко прорабатывать все направления связанные с электроникой, чтобы исключить выход ее из строя.

Литература:

1. Федеральный закон от 10.12.1995 N196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» Статья 2
2. УК РФ статья 264
3. Свечников Д. А. Теория автомобилей и тракторов. Эксплуатационные свойства.
4. <https://www.drive2.ru/b/288230376151852889/>
5. <https://seite1.ru/zapchasti/gidrousilitel-rulya-opisaniefunkciinaznachenieustrojstvofotovideo/.html>
6. <https://sto-gur.ru/kak-ustroen-nasos-gur>
7. <https://servicems.ru/news/post/586-Operating-peculiarities-of-HPS-and-EPS.html>

Анализ конструктивных схем поворота колесных машин

Кузьмин Никита Александрович, студент;
Терентьев Владислав Олегович, студент;
Сагач Александр Юрьевич, студент;
Ковалев Дмитрий Алексеевич, студент;
Шмаков Илья Максимович, студент;
Богатов Вячеслав Владимирович, студент;
Забелин Роман Романович, студент;
Аветисян Армэн Аветисович, студент

Военная академия РВСН имени Петра Великого, филиал в г. Серпухове Московской области

Статья раскрывает сущность поворота колесных машин, принцип работы, преимущества и недостатки каждой конструкции, проводится анализ поворота колесных машин, работающих по разным принципам.

Ключевые слова: конструкции поворота колесных машин.

На данном этапе развития, довольно сложно представить современный мир без автомобиля. Автомобиль, как механическое транспортное средство является средством повышенной опасности, и обеспечить безопасное управление им является важнейшей задачей в общей системе безопасности дорожного движения. Одним из путей

решения задачи обеспечения безопасного управления автомобилем является своевременная эксплуатация и ремонт транспортного средства.

В настоящее время любой автомобиль должен обладать соответствующими для него эксплуатационными свойствам, это такие свойства, которые характеризуют

выполнение ими транспортных работ, а также приспособленность к выполнению этих работ: перевозка пассажиров, грузов и специального оборудования [1]. Эффективность работы автомобиля определяется совместным влиянием всей совокупности эксплуатационных свойств автомобиля, в которой основными являются следующие: тягово-скоростные, тормозные, топливная экономичность, устойчивость, управляемость, плавность хода и проходимость. Данные свойства тесно взаимодействуют друг с другом и изменение одного свойства, приводит к изменению других. При этом улучшение одних свойств может привести к ухудшению других [2].

С целью предотвращения дорожно-транспортных происшествий, огромную роль играют такие свойства как управляемость и маневренность, которые в свою очередь зависят в значительной мере от кинематики и силовых параметров поворота. Чтобы объединить данные свойства в единую целую, два отца автомобилестроения, — Готтлиб Даймлер и Карл Бенц — изобретая свои автомобили, возвращаются к трапедии Жанто. Изобретение Жанто заключалось в управлении передними колесами кареты, однако для карет, передвигавшихся с малыми скоростями, это было не существенно, как для машин, в конечном итоге изобретение Жанто было забыто. В 1889 году Даймлер получает патент на «способ независимого управления передними колёсами с различными радиусами поворота». А в 1893 году Бенц получает патент на «устройство управления экипажей с тангенциальными к колёсам окружностями управления». Решив задачу управления передними поворотными колёсами и другие важные технические вопросы, Карл Бенц строит свой первый знаменитый четырёхколёсный автомобиль «Виктория» (рис. 1) [3].

Автомобиль прекрасно себя показал не только на улицах города, но и на более трудных и длинных маршрутах. Так, барон Теодор Либиг решил совершить на своей «Виктории» пробег из Либерец (Чехия) в Реймс и обратно. Барон Либиг успешно преодолел на «Викто-

рии-Бенц» путь в 2500 км, что дополнительно поспособствовало популяризации автомобиля [4].

На сегодняшний день на планете существуют огромное количество автомобилей, и способы поворота у каждой имеют свои особенности. Различают следующие способы поворота: первый — управляемыми колесами только передней оси; второй — управляемыми колесами обеих осей двухосной машины; третий — бортом за счет создания разности крутящих моментов на ведущих колесах кинематически или торможением; четвертый — комбинацией 1-го или 2-го способа с 3-м; пятый — с помощью шарнирно сочлененной рамы.

Первый способ поворота применяют во всех двухосных автомобилях и тракторах, у которых диаметр передних колес меньше, чем задних, как наиболее приемлемый, когда для этого нет ограничений. У данного способа есть ограничение, распространяющееся на тракторы — возможное соприкосновение колес с остоном двигателя или деталями трактора при повороте управляемых колес. В этом случае применяют шарнирную раму или четыре управляемых колеса, а также бортовой способ поворота [5]. Примером поворота передней оси является УАЗ-31514 (рис. 2)

Второй способ поворота включает поворот одновременно передних и задних управляемых колес. При этом значительно уменьшается радиус поворота автомобиля, но повышается маневренность, однако данная конструкция сложна в эксплуатации, заключается это в регулировке как переднего, так и заднего моста, а сделать это в отличие от колес которые осуществляют поворот только передними колесами намного тяжелее, учитывая довольно немалое количество тяг переднего и заднего моста, которые должны взаимодействовать друг с другом, но помимо этого взаимодействие должно быть синхронным. Примером поворота обеих колес является специальное колесное шасси — МЗКТ-19221 (рис. 3)

Третий способ включает в себя поворот бортом или поворот по гусеничному. Причем поворот осуществляется при помощи бортовой части, где разворачивающий



Рис. 1: Четырёхколесный автомобиль «Виктория»



Рис. 2: Поворот колесами передней оси УАЗ-31514



Рис. 3: Поворот передних и задних управляемых колес МЗКТ-79221

момент увеличивается с увеличением разности правого и левого бортов и позволяет получить небольшие радиусы поворота вплоть до разворота вокруг центра машины. При повороте бортом механическое транспортное средство расходует большие мощности на поворот, что приводит к износу шин (гусениц) вследствие проскальзывания колес относительно опорной поверхности. Примером поворота бортом колес и гусениц является Российский вездеход «Шерп» и МТЛБ (рис. 4)

Четвертый способ включает в себя комбинированный поворот, который используется на всех универсальных тракторах (рис. 5). При эксплуатации пользуются подтормаживанием борта, в частности при выполнении крутых поворотов, что существенно повышает маневренность трактора. Основным недостатком поворота является боковое проскальзывание протектора шины относительно поверхности пути. Это вызывает повышенный износ шин, сильное боковое нагревание на них земли при повороте на рыхлых грунтах и появление заноса остова при повороте на повышенной скорости движения трактора. Этот способ поворота используют на небольших малогабаритных колесных тракторах, в основном коммунального

назначения. Примером комбинированного поворота является трактор АГРОМАШ 180ТК — ТК — 3—180Д [6].

Поворот шарнирно сочлененными рамами осуществляется двумя секциями: передней и задней. При этом в основной части (остова) механического транспорта встроен шарнир, который позволяет вращаться передней секции относительно задней, и таким образом осуществлять изменение направления движения автомобиля. Основным недостатком способа управления поворотом с помощью шарнирной рамы заключается в том, что при маневрировании передний и задний мосты поворачиваются одновременно, но в разные стороны. Это приводит к тому, что при необходимости увеличить расстояние между колесами и бороздой или рядом обрабатываемой культуры, в процессе управления передний мост отъезжает (удаляется) от борозды или от ряда обрабатываемой культуры, а задний мост приближается. При этом достигается обратный эффект, в результате которого стенка борозды разрушается задним колесом или оно заезжает на рядок обрабатываемого растения. Поворот шарнирно сочлененной рамой осуществляют большинство самосвалов, одним из которых является самосвал Bell B50E (рис. 6) [7].

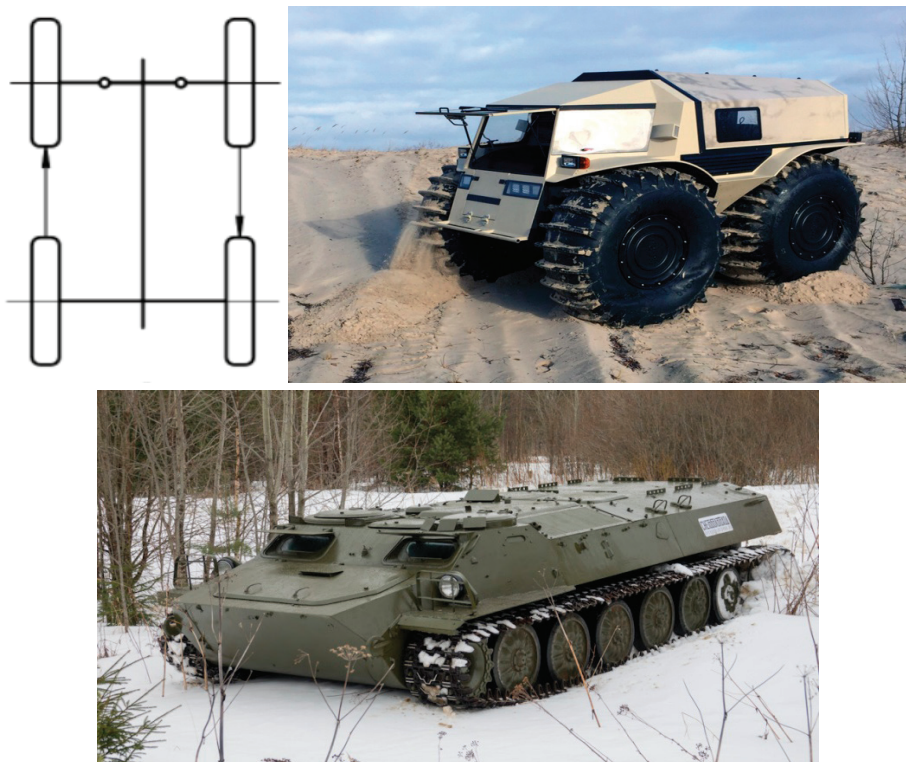


Рис. 4: Поворот бортом колес и гусениц вездехода «Шерп» и МТЛБ



Рис. 5: Комбинированный поворот трактора АГРОМАШ 180ТК — ТК-3–180Д



Рис. 6: Поворот шарнирно сочлененными рамами самосвала Bell B50E

Таким образом, можно сделать вывод, что от начала создания первого автомобиля двумя творцами: Готтлибом Даймлером и Карлом Бенцом, прошло огромное количество времени и несмотря ни на что, направление, связанное с управлением колесных машин довольно сильно

продвинулось вперед, появилось огромное количество способов для управления механического транспортного средства, причем каждое по себе имеет ряд специфических особенностей, которые будут присущи создаваемому механическому транспортному средству.

Литература:

1. Свечников Д. А. Теория автомобилей и тракторов. Эксплуатационные свойства.
2. <https://works.doklad.ru/view/6YZGIIОyXZk.html>
3. <https://www.etudes.ru/ru/etudes/steering-geometry/>
4. <https://retroavtoclub.ru/benz.html>
5. https://studref.com/350964/tehnika/povorot_kolesnyh_mashin
6. <https://vostok-agro.info/dokumentatsiya/308-rulevoe-upravlenie-kolesnykh-traktorov.html>
7. <http://engsi.ru/doc/852072.html>

Новый взгляд на солнечную энергетику

Лапин Роман Дмитриевич, студент
Пензенский государственный университет

Ключевые слова: USB, солнечная энергия, панель, альтернативная энергетика, солнечная панель, альтернативный источник энергии.

Сегодня мало кого можно удивить солнечной панелью или рассказами о приливных электростанциях. На данный момент отношение к альтернативной энергетике очень разное. Все зависит от географических и климатических условий, качества обслуживания и эксплуатации, объёма вложенных средств и прочих факторов. Каждый сам определяет для себя целесообразность использования альтернативных источников энергии.

Несмотря на то, что доля возобновляемой энергетики (ВЭ) в мировом производстве электроэнергии на сегодня исчисляется десятками долями — единицами процентов, она относится к быстро развивающимся направлениям решения задачи удовлетворения растущих потребностей человечества в электрической энергии. Уместно отметить, что ВЭ оказалась одной из немногих отраслей мировой экономики, показавшей в 2009—2010 гг. устойчивый рост на фоне стагнации других отраслей вследствие мирового экономического кризиса. В этой связи рост объёмов инвестиций в проекты освоения нетрадиционных возобновляемых источников энергии является оправданным перераспределением финансовых ресурсов. На сегодня в общем производстве электроэнергии биоэнергетика обеспечивает 1,5%, а суммарная доля ветровой, солнечной и геотермальной энергетики составляет около 0,5%. Преобладающий вклад в эти объёмы принадлежит некоторым европейским странам (Германии, Дании, Испании), а также США, Китаю и Индии. В России на долю всех нетрадиционных возобновляемых источников энергии приходится менее 1% от суммарной

выработки электроэнергии. Согласно Энергетической стратегии России до 2030 г. (ЭС-2030), она должна достичь 4,5% к 2020 г. В настоящее время данные технологии достаточно дорогостоящие в сравнении с традиционными источниками энергии. Однако, стоит заметить, что альтернативные источники энергии являются, в большинстве своем, возобновляемыми и экологически безопасными, что даёт им определенные преимущества.

За один час наша планета получает столько солнечной энергии, что возможно обеспечить весь цивилизованный мир электричеством на год. Именно поэтому я хотел бы рассмотреть солнечные панели с необычного и мало обсуждаемого ракурса — дизайнерского. Сейчас, если мы видим солнечные панели, то они выглядят скучными черными прямоугольниками. Относительно недавно компания Илона Маска «Solar City» сделала солнечные панели под разные цвета и виды черепицы, что добавило им немного интереса и антуража. На мой взгляд, мы должны стремиться к пересечению дизайна экологической стабильности и технологий. На протяжении последних лет внимание ученых всего мира было направлено на создание более эффективных и дешевых панелей.

На данный момент их цена действительно уменьшилась, а эффективность возросла. Получается, ученые старались не напрасно и достигли определённого результата. Но что насчет дизайна, эстетики? Много учёных или обычных людей придавали значение этому? Если задуматься, дизайн солнечной энергии не менялась уже лет 60, солнечные панели просто крепятся на что-то и все. По

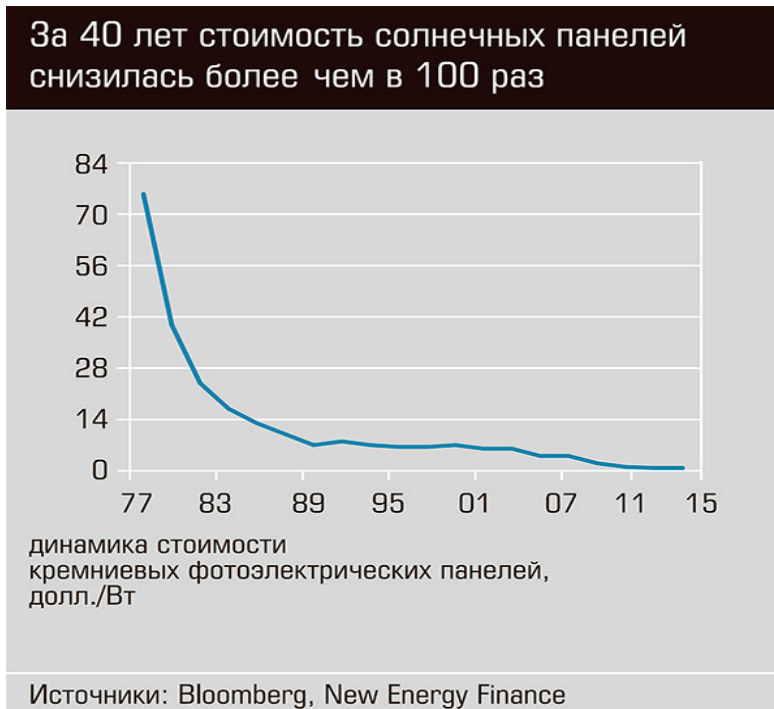


Рис. 1. Динамика стоимости солнечных панелей

моему мнению, солнечные панели должны быть более интегрированными в окружающую среду. Для того, чтобы улучшить эстетическую и дизайнерскую составляющую нам нужно знать и понимать, как происходит процесс получения электричества в солнечной батарее, будь то классическая солнечная панель или другая. Для примера, я предлагаю рассмотреть так называемую ячейку Гретцеля. Сенсибилизированные красителем солнечные батареи — фотоэлектрохимические ячейки, в которых используются фоточувствительные мезопористые оксидные полупроводники с широкой запрещённой зоной. Эти ячейки изобретены в 1991 г. Гретцелем и рядом других ученых, но получили название ячеек Гретцеля.

Солнечные батареи этого типа многообещающи, поскольку изготавливаются из дешёвых материалов и не требуют сложной аппаратуры при производстве. Ячейки имеют простую структуру, состоят из двух электродов и йодсодержащего электролита. Один электрод состоит из высокопористого насыщенного красителем диоксида титана (TiO_2), нанесённого на прозрачную электропроводящую подложку. Другим электродом является просто прозрачная электропроводящая подложка. Работа ячейки часто сравнивается с фотосинтезом, поскольку оба процесса используют окислительно-восстановительную реакцию, протекающую в электролите. Цветные солнечные батареи, основанные на фотосинтезе растений. Как зеленый хлорофилл превращает свет в сахар для растений, так и эти элементы превращают солнечный свет в электричество. Эффективность преобразования энергии в ячейке ещё не достигла уровня кремниевых солнечных батарей. В настоящее время она составляет около 10%.

Теоретически возможно достичь уровня в 33%. Разные цвета имеют разную энергетическую эффективность, зависящую от их места на цветовом спектре. Например, красный цвет более эффективный, чем голубой и т.д.

Итак, вернёмся к дизайнерской составляющей солнечных панелей (ячеек Гретцеля). Стеклопанельная цветная поверхность, цвет которой часто используется просто для эстетики, теперь получает дополнительную функцию и способна вырабатывать электричество. Где это можно применить? Стол, в котором столешница состоит из этих цветных солнечных элементов.

В ножках у этого стола находятся USB порты для зарядки электронных устройств. Также можно внедрить в стол датчики интенсивности света в комнате. С помощью специального приложения можно следить за тем, сколько энергии он получает и как полон его аккумулятор. Таким образом, мы получаем стол, в котором соблюден баланс эффективности и эстетики. Такой стол накапливает энергию и может похвастаться необычным внешним видом в купе с цветной столешницей какого-либо цвета.

Точно такую же технологию можно применять и в окнах, разместив USB порты для зарядки, например, в подоконниках. Подобные окна уже стоят в Лондонской галерее, в Сохо. Люди могут просто прийти и зарядить свои телефоны. Безусловно, данной энергии не хватит чтобы питать двигатель, но наша цель — сделать каждую поверхность функциональной, красивой и эффективной. Нужно рассматривать каждую поверхность как возможность.

Солнечная энергия — для всех, для каждого, это общее благо нашей планеты и солнечной системы, которое мы должны максимально рационально использовать. В бу-

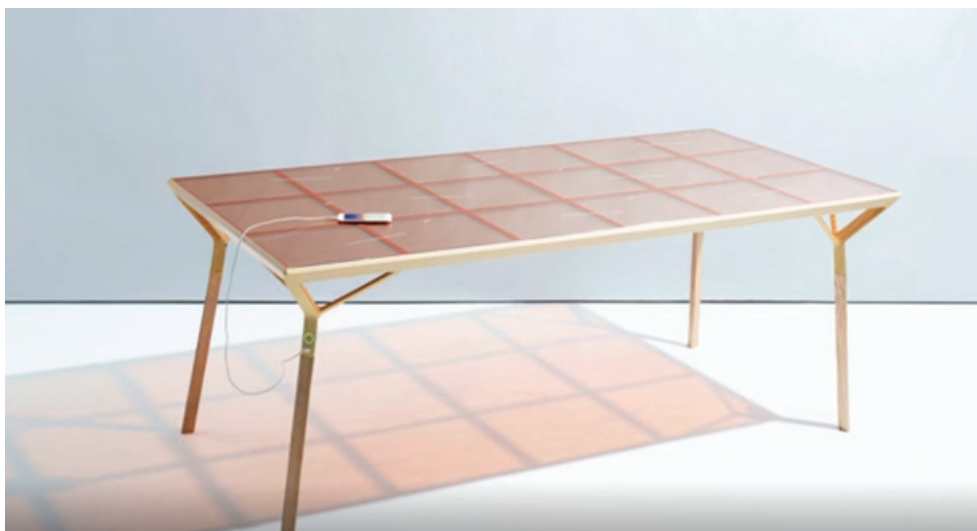


Рис. 2. Стол-аккумулятор из цветных солнечных элементов

дущем мы должны строить дома, где окна, шторы, стены и даже пол собирают электричество. Этот путь — путь человека, идущего в ногу со временем и готового к переменам, которые улучшат его жизнь и жизнь человечества в целом.

Литература:

1. Ушаков В. Я. // Возобновляемая и альтернативная энергетика: ресурсосбережение и защита окружающей среды: монография./ Томск: Изд-во «СибГрафик», 2011. — 138с.
2. M. Graetzel //Сенсибилизатор переноса заряда с высокомолярным коэффициентом затухания и его применение в цветосенсибилизированных солнечных батареях Brian O'Regan & Michael Graetzel, / Nature, 353 (24), 737–740 (24 October 1991).
3. Wikipedia Ячейка Гретцеля // URL-https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D1%87%D0%B5%D0%B9%D0%BA%D0%B0_%D0%93%D1%80%D0%B5%D1%82%D1%86%D0%B5%D0%BB%D1%8F (дата обращения 01.02.2020)

Новые тенденции в совершенствовании технологии и улучшении свойств порошка тантала

Ларионов Роман Евгеньевич, студент магистратуры;

Масленников Олег Олегович, доцент

Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск)

При решении задачи уменьшения концентрации примесных компонентов в танталовом порошке основное внимание уделено кислороду, углероду, натрию и некоторым другим металлическим примесям. Высокая концентрация кислорода в таблетированном танталовом элементе (аноде) ухудшает диэлектрические свойства материала конденсатора, возрастают токи утечки. Этот отрицательный эффект становится особенно заметным при содержании кислорода выше 3500 ppm. В идеальном случае спеченная таблетка, полученная при спекании танталового порошка, должна содержать только кислород, поступивший с поверхности исходного порошка и образовавшийся при процессе пассивации поверхности после

синтеза. Однако в ходе процессов получения порошка и его таблетирования произвольно вводится неконтролируемый кислород. Чтобы улучшить физические свойства порошка, его подвергают агломерации путем термообработки. При этом происходит растворение поверхностного кислорода в массе металла.

Спрессованный таблетированный элемент также подвергается нагреванию для удаления связующего вещества, вводимого в порошок перед прессованием. В ходе каждого из этих процессов в порошок тантала может дополнительно поступать 500–1000 ppm кислорода. Применение процесса деоксидирования давало возможность удалять кислород, поступающий в порошок в ходе агломерации.

Это обеспечивало изготовление конденсаторов с удельной емкостью более 20000 мкФ·В/г. При получении порошков с удельной емкостью 40000 мкФ·В/г проблема кислорода проявляется еще в большей степени, и здесь предлагаются дополнительные меры по уменьшению концентрации кислорода в таблетированном материале. Снижение концентрации кислорода будет способствовать усовершенствованию процесса удаления связующего вещества из танталового таблетированного элемента.

Другой возможный путь частичного решения проблемы кислорода — это азотирование поверхности тан-

талового порошка. По сообщению компании H. C. Starck, в нитридном порошке, содержащем 300–800 ppm азота, концентрация кислорода может быть снижена до уровня 1000–2000 ppm. Эта же компания ввела новую технологическую операцию — вакуумную упаковку танталового порошка, чтобы исключить неконтролируемое поступление кислорода из окружающей среды, которое может достигать до 1 ppm день. Это наглядно видно на рисунке 1. Комбинирование вакуумной упаковки и азотирования поверхности позволяет улучшить технологические свойства танталового порошка.

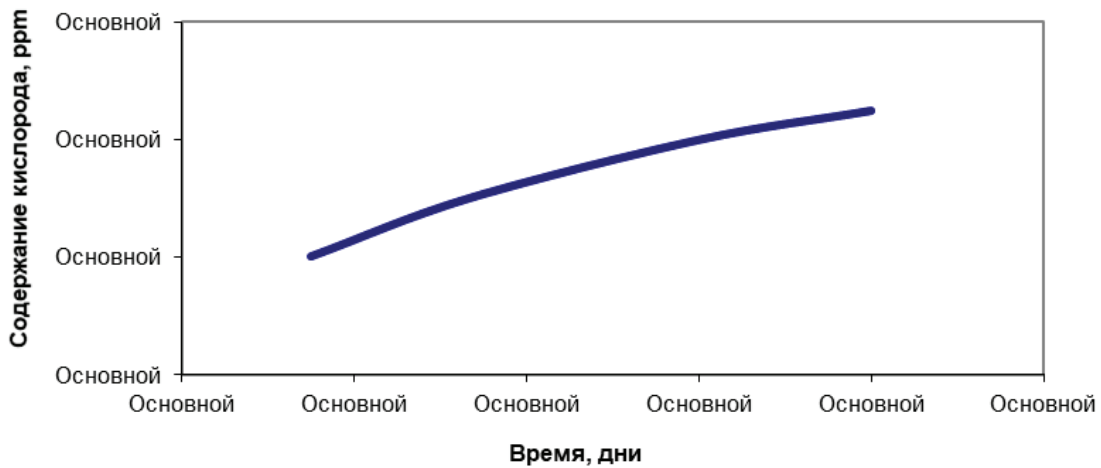


Рис. 1. Поглощение кислорода танталовым порошком из окружающей среды

Углерод в виде карбида тантала ухудшает качество танталового порошка и связанные с этим электротехнические параметры конденсатора. Повышенная концентрация углерода обуславливается использованием органического связующего при прессовании и последующем спекании порошка.

Присутствие натрия даже в количествах нескольких ppm ведет к ухудшению электротехнических свойств танталового порошка. Это подтверждается зависимостью токов утечки от концентрации натрия, приведенной в таблице 1:

Таблица 1. Зависимость токов утечки от концентрации натрия

Концентрация натрия, ppm	7,0	15,0	23,0	40,0
Ток утечки, нА/(мкФ·В)	0,3	0,7	1,0	1,6

Подобная зависимость характерна и для калия, но его влияние проявляется в меньшей степени, чем в случае примеси натрия. Наличие примесей щелочных металлов связано с условиями натриетермического восстановления фтортанталата калия. Натрий, как правило, присутствует в танталовом порошке в виде гетерогенной примеси — танталата натрия. Основная часть этого компонента удаляется при температуре синтеза выше 1550°C. Однако технология порошков с высокими значениями удельной емкости предполагает использование температуры синтеза ниже 1350°C. В этих условиях снижение концентрации натрия в конденсаторном материале становится невозможным. Поэтому уже на стадии натриетермического восстановления тантала технология должна обеспечивать получение порошка

с содержанием натрия не более нескольких ppm. Поступление других металлических примесей в порошок (Ni, Fe, Cr) также ведет к ухудшению электротехнических свойств танталового порошка. Эти гетерогенные примеси образуют сплавы в условиях процесса натриетермического восстановления тантала, когда продукты коррозии в расплавленной смеси солей переходят затем в танталовую матрицу.

Задача миниатюризации различных электронных устройств связана с дальнейшим увеличением емкостных характеристик танталового порошка. При этом нужно отметить, что эффективность натриетермического метода получения конденсаторного порошка с высокими значениями удельной емкости заметно снижается в области 50000 мкФ·В/г и выше.

Исследовательские группы компаний H. C. Starck, действующие в Германии, Японии и США ведут работы по развитию нового процесса получения танталового порошка путем его восстановления из оксидов.

Термодинамический анализ показал, что восстановление оксида тантала магнием, кальцием, алюминием термодинамически возможно в широкой области температур (200–1200°C). Большое положительное значение константы равновесия для данных реакций означает, что эти реакции в значительной степени смещены вправо. Магнию как восстановителю было отдано предпочтение. Эти данные явились основой для развития процесса восстановления тантала из оксидов металлами в газовой фазе. Использование газообразного восстанавливающего агента позволяет осуществлять температурный контроль эффективнее, чем в системе твердая фаза — жидкий металл. Это помогает исключить образование танталатов, которые могут стать существенной проблемой при использовании магния для восстановления тантала из его оксида. Процесс восстановления тантала из его пентаоксида парообразным магнием имеет следующие особенности:

- образование на поверхности неподвижной массы пентаоксида слоя продуктов реакции, затрудняющих доступ паров магния к пентаоксиду;

- необходимость поддержания одинаковой температуры во всей реакционной зоне для исключения локальной конденсации магния.

Эти особенности вызвали ряд затруднений при создании устройства для осуществления процесса магний-термического восстановления, связанные с необходимостью обновления поверхности массы восстанавливаемого пентаоксида и поддержания малого значения градиента температуры в зоне реакции.

Согласно разрабатываемой технологии, оксид тантала восстанавливают газообразным магнием при контролируемых условиях (стехиометрия, время реакции, температура). Продуктами после стадии восстановления в новом процессе являются металлический порошок, оксид магния и непрореагировавший магний. На следующей стадии продукты реакции восстановления выщелачивают разбавленными неорганическими кислотами с целью удаления непрореагировавшего магния и оксида магния. После сушки танталовый порошок подвергают термической агломерации и деоксидации. Новый процесс расширяет возможности получения конденсаторных порошков с высокими емкостными параметрами. Полученный таким образом танталовый порошок характеризуется следующими данными: удельная емкость — 90000–180000 мкФ·В/г, ток утечки $\leq 1,0$ нА/(мкФ·В). Однако промышленного применения пока этот метод не получил. Постоянно ускоряющееся развитие электронной промышленности требует более и более совершенных компонентов небольших размеров, более прочных функций с высоким соотношением функции к стоимости. Это побуждает производителей конденсаторов вводить на рынок

совершенствованные твердые танталовые конденсаторы высокой емкости и небольшого размера. Чтобы отвечать неослабевающему спросу изготовителей танталовых конденсаторов в высокочастотных порошках, производители порошков ведут ежедневную борьбу за совершенствование качества танталовых порошков натриетермического восстановления. Чтобы поднять удельный заряд инженеры приложили немало усилий для снижения крупности, чтобы увеличить площадь удельной поверхности порошка. Тем не менее, увеличение заряда в порошке неизбежно сопровождается разрушением его свойств. Это сложная задача, как для производителей порошка, так и для изготовителей конденсаторов. Придание порошкам потребительских характеристик, таких как требуемая насыпная плотность, сыпучесть, заданный гранулометрический состав агломератов, прессуемость достигается на заключительном этапе технологии — переделе конструирования-модифицирования конденсаторного порошка. Этап конструирования включает в себя спекание порошка в вакууме, измельчение полученного спека, формирование гранулометрического состава полученного агломерированного порошка, магнийтермическое деоксидирование и финальную химическую обработку.

Хорошая текучесть порошка позволяет надежно заполнять пресс-формы и эффективно осуществлять его прессование с получением прочно таблетированных элементов. Требуется также исключить возможность получения экстремальной массовой плотности порошка, поскольку это может осложнить процесс прессования.

По мере уменьшения среднего диаметра частиц танталового порошка наблюдается деградация рассматриваемых технологических свойств, таких, как текучесть и прочность. Порошки, характеризующиеся высокой долей содержания тонкодисперсного материала, обладают плохой текучестью.

Подобная ситуация вступает в противоречие с задачей увеличения удельной емкости порошков, что возможно при увеличении степени дисперсности танталового порошка. Компромисс достигается получением порошка с определенным распределением его частиц по размерам.

Поскольку частицы натриетермического порошка имеют крупность порядка 1 мкм или меньше и объединены в сродки неправильной формы, имеющие малую плотность, то первичные натриетермические порошки не обладают весьма важной технологической характеристикой, текучестью, поэтому, в обязательном порядке, подвергаются модификации. Операция модификации позволяет не только придать порошку требуемые технологические характеристики, превращающие его из первичного в конденсаторный, но и несколько снизить содержание металлических примесей, а также кислорода и углерода, снизить токи утечки. Однако вследствие неизбежного уменьшения удельной поверхности порошка в результате высокотемпературного вакуумного спекания и магнийтермического деоксидирования (раскисления) происходит снижение удельного заряда на 10–40%. Причем,

чем мельче первичный порошок, тем больше потери емкости при модификации.

В процессе производства танталового порошка крупность частиц определяет CV сорт. Чем выше CV, тем мельче требуется размер частиц. Тем не менее, в процессе производства конденсаторов обычно предпочитают порошки с достаточно большой крупностью по Фишеру. Более крупные частицы после просева могут способствовать повышению прочности частицы в порошке и большей прочности таблеток, изготовленных из порошка, на раздавливание.

Гранулометрический состав показывает близкую взаимосвязь с текучестью порошка, стойкости прессованных таблеток на раздавливание и распределением пористости в таблетках. Для соответствия частицы не должны быть слишком крупными и слишком мелкими.

Кроме того, в порошке не должно быть слишком много крупной фракции и слишком много мелкой. Сокращение крупных и мелких частиц для поддержания узкого гранулометрического состава в порошке может привести к улучшенной работе конденсаторов, изготовленного из порошка.

По мере уменьшения среднего диаметра частиц танталового порошка наблюдается деградация рассматриваемых технологических свойств, таких, как текучесть и прочность. Порошки, характеризующиеся высокой долей содержания тонкодисперсного материала, обладают плохой текучестью. Поэтому производство конденсаторов базируется на порошках с частицами большего размера. В этом случае удается достигнуть большей прочности как самого порошка, так и таблетированного элемента, сделанного из порошка.

Литература:

1. Металлургия тугоплавких редких металлов. Зеликман А. Н. М.: Металлургия, 1986. 440 с.
2. Ниобий и тантал./ Зеликман А. Н., Коршунов Б. Г., Елютин А. В., Захаров А. М. М.: Металлургия, 1990. 296 с.
3. Materials of International symposium on Tantalum and Niobium, 2000.
4. Материалы, представленные на сайте www.stockmap.spb.ru.
5. United States Patent 4,537,641/ Publ, 1985.
6. Титов А. А. Новые тенденции в совершенствовании технологии и улучшении свойств танталового порошка для конденсаторов./ Ж. «Цветные металлы», 2003, № 12.

Реализация алгоритма БПФ для вибродиагностики УЭЦН на контроллере TMS320F28335

Мигранов Салават Вагизович, магистр
Уфимский государственный авиационный технический университет

Техническое обслуживание и ремонт насосных агрегатов требует больших материальных затрат и времени. В настоящее время в основном используют плановое периодическое обслуживание. Но в межремонтный период никто не знает реального технического состояния агрегатов. В статье рассматриваются методы вибродиагностики установки электроприводного центробежного насоса на мк TMS320F28335, которая позволяет вести контроль и мониторинг основных параметров оборудования в реальном масштабе времени.

Ключевые слова: вибрация, вибродиагностика узцн, быстрое преобразование Фурье, TMS320F28335, спектральный анализ, дпф, центробежный насос.

На сегодняшний день подавляющее большинство Участков с эксплуатацией УЭЦН проводят периодические регламентные работы, что связано с остановкой и подъемом [1]. В ряде случаев в зависимости от месторождений эти регламентные работы производятся либо раньше, либо позже чем требует фактическое состояние насоса, что приводит к аварийным ситуациям.

Высокий уровень технологического развития позволяет нефтегазовой отрасли вести контроль и мониторинг основных параметров оборудования не по графику плано-

во-предупредительного ремонта, а по фактическому техническому состоянию в данный момент.

Наибольшее распространение для оценки и прогнозирования технического состояния объекта получили методы вибродиагностики [2]. Цифровые устройства, базирующиеся на хорошо разработанном математическом аппарате спектрального анализа, позволяют быстро, точно и оперативно передавать обработанные внизу скважины сигналы в наземную станцию управления для оценок технического состояния узлов конструкций.

Спектральное представление периодических сигналов в основном получают используя разложение в ряд Фурье. Однако, при прямом вычислении N-точечного дискретного преобразования Фурье (ДПФ) требуется выполнение чрезмерного количества вычислительных операций, поэтому используют быстрые преобразования Фурье (БПФ) [3].

Для цифровых сигнальных процессоров создано огромное количество библиотек и программ вычисления БПФ. В основном они используют алгоритм БПФ с прореживанием по времени. Для контроллера TMS320F28335 фирмы Texas Instruments так же была создана библиотека БПФ, функции которой были написаны на ассемблере и оптимизированы по быстродействию.

TMS320F28335 оснащен большим объемом встроенной памяти 512 КБ, 2 КБ ПЗУ и 68 КБ асинхронной памяти SRAM, 16 канальным 12-битным АЦП со скоростью преобразования 12,5 MSPS (один из самых быстрых АЦП, встроенный в цифровой сигнальный контроллер). Контроллеры имеют производительность до 300 миллионов инструкций с плавающей точкой в секунду (MFLOPS), работают на частоте 150 МГц до 150°C и 100 МГц до 210°C.

В таблице 1 представлены основные математические операции и количество тактов процессора, которые необходимы для их реализации с помощью процессоров C28x с использованием фиксированной и плавающей точки [4].

Таблица 1. Основные математические операции и число тактов процессора

Операции	C28x 32-bit (ассемблер)	float32 (ассемблер)
Sum	10	3
Mul	24	7
Div	70	24
Sqrt	69	27
Sin & Cos	92	44
Atan2	118	53

Общее количество операций комплексного умножения для алгоритмов БПФ с прореживанием по времени равно

$$Mul_{FFT} = \frac{N}{2} \times (\log_2(N) - 2).$$

Количество операций комплексного сложения на каждом уровне объединения равно N. Значит, общее количество операций комплексного сложения равно

$$Sum_{FFT} = N \times \log_2(N).$$

Для наглядности вычислим время выполнения алгоритма БПФ для различного количества N (таблица 2) и объем памяти для хранения выборки (таблица 3).

Для реализации БПФ нужно определить некоторые параметры вибрации, а именно:

- длину временной реализации (ВР) — T_r ,

Таблица 2. Время выполнения алгоритма БПФ

N	Кол-во умножений	Кол-во сложений	Количество тактов для умножений	Количество тактов для сложения	Чистое время преобразования (100 МГц) с
64	128	384	3584	13440	0,00021504
128	320	896	8960	33600	0,0005376
256	768	2048	21504	80640	0,00129024
512	1792	4608	50176	188160	0,00301056
1024	4096	10240	114688	430080	0,00688128
2048	9216	22528	258048	967680	0,01548288
4096	20480	49152	573440	2150400	0,0344064

Таблица 3. Объем памяти для хранения выборки

N	Объем памяти, байт
64	768
128	1536
256	3072
512	6144
1024	12288
2048	24576
4096	49152

- число отсчетов временной реализации — N ,
- частоту дискретизации — F_d ,
- период дискретизации — Δt .

Длина (ВР) T_r определяется периодом самой низкой частоты T_L , который должен наблюдаться и анализироваться в спектре сигнала. В нашем случае, самую малую скорость вращения имеет сепаратор подшипника. Частота вращения сепаратора 4 с^{-1} , что соответствует периоду $T_L = 0,25 \text{ с}$.

Чтобы уменьшить погрешность оценки амплитуды спектральной компоненты на частоте сепаратора необходимо по крайней мере усреднить 4–5 оборота. Это соответствует длине временной реализации:

$$T_r = 4 \times T_L = 4 \times 0,25 \text{ с} = 1,0 \text{ с}.$$

Отсюда следует, что разрешение спектра по частоте Δf составит:

$$\Delta f = \frac{1}{T_r} = 1 \text{ Гц}.$$

Основная часть энергии вибрации обусловлена механическими дефектами и находится в области низких частот. Поэтому самым информативным диапазоном является область до $F=200 \text{ Гц}$.

По теореме Котельникова-Шеннона, частота дискретизации (F_d) должна быть более чем в 2 раза выше верхней граничной частоты исследуемого сигнала. Сигнал вибрации представляет собой сумму синусоидальных составляющих, сигнал обращается в ноль в 3-х точках на промежутке $[0; 2\pi]$, то для обеспечения возможности его восстановления необходимо частоту дискретизации принять в 5 раз больше верхней частоты исследуемого сигнала т.е. $F_d = 1000 \text{ Гц}$ [11].

При этом число отсчетов в выборке $N = F_d \times T_r = 1000 \text{ Гц} \times 1 \text{ с} = 1000$. При использовании БПФ число отсчетов в выборке N должно быть равно числу 2^n , где n — целое число. Поэтому можно выбрать

$$N = 2^{10} = 1024.$$

На рисунке 1 показан спектр сигнала для различного количества N .

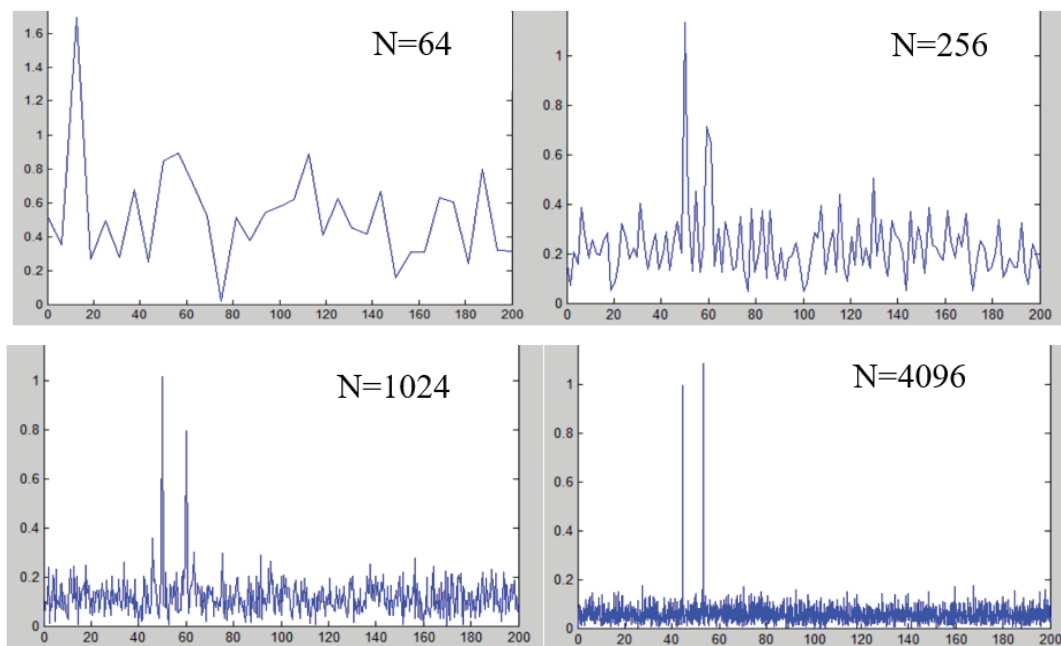


Рис. 1. Спектр сигнала для различного количества N

Как уже говорилось, контроллер имеет 12 разрядный аналого-цифровой преобразователь. Следовательно, один отсчет содержится в 12 битах, т.е. один отчет будет передаваться 2 байтами (16 бит). Если учесть, что измерения производятся по трем осям чувствительности, количество передаваемой информации составит 49152 бит (6 Кбайт).

Литература:

1. Ивановский В. Н., Дарищев В. И., Сабиров А. А. Скважинные насосные установки для добычи нефти. — Москва: ГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2002. — 824 с.

На основании вышеизложенного, определили, что для БПФ на контроллере TMS320F28335 необходимо 1024 замера, с частотой дискретизации 1кГц. Отсюда следует, что чистое время преобразования 6,88128 мс, необходимый объем памяти 12 КБ.

2. Костюков В. Н. Инновационная технология мониторинга // Современные подходы к выбору оборудования и материалов при проектировании, эксплуатации и строительстве технологических установок на нефтеперерабатывающих предприятиях. — Москва, 2013. — 65–69 с.
3. Кудрявцев А. В., Енгальчев И. Р., Китабов А. Н. Повышение информативности измерений вибрации системой погружной телеметрии // Эл. журнал. Нефтегазовое дело. — 2011. — № 2. — 4 с.
4. Петрухин В. В., Петрухин С. В. Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации. — Москва: Инфра-Инженерия, 2010. — 176 с.
5. TMS320F2833x, TMS320F2823x Digital Signal Controllers (DSCs) // Texas Instruments URL: <https://www.ti.com/lit/ds/sprs439n/sprs439n.pdf> (дата обращения: 10.09.2019).

Тенденции развития промышленной автоматизации

Терехин Александр Романович, студент;
Забенкова Наталия Андреевна, студент магистратуры;
Печерский Денис Константинович, студент магистратуры;
Бесфамильная Екатерина Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент
Московский государственный университет пищевых производств (г. Москва)

Статья посвящена тенденции развития промышленного производства, базирующегося на новых разработках и технологиях, которые направлены на максимальное упрощение и оптимизацию производственного процесса.

Ключевые слова: автоматизация, Индустрия 4.0, промышленная автоматизация, технологический процесс, оптимизация.

Современная промышленная автоматизация развивает свой рынок со стремительной скоростью. Это непосредственно связано с ходом развития четвертой промышленной революции — Индустрия 4.0. Она представляет собой объединение промышленности и цифровых технологий, приводящее к созданию «умных» заводов или фабрик и цифровых производств. Основной задачей Индустрии 4.0 является изменить не производимую продукцию, а способы её производства.

Ведущим изменением, конечно, является движение в сторону уменьшения количества элементов, участвующих в системе контроля и отслеживании технологических процессов. Например, создание системы SCADA, позволяющая совместить в себе функции ПЛК и панель визуализации оператора, что напрямую упростило и удешевило шкафу управление технологическими процессами.

На данном этапе ключевые изменения в привычные технологии вносятся путем слияния двух областей: промышленного производства и цифровых технологий. Уже в скором времени условием функционирования любого производства будет являться прямое информационное взаимодействие различных установок и устройств. Такого рода технологии получили название межмашинного взаимодействия (M2M) и тесно пересекаются с промышленным «Интернетом вещей» (IIoT). Концепцией этого нововведения является обмен данными между всеми отделами предприятия (специалистами предприятия, исполнительными компонентами, ERP-системами, роботами,

продуктами и другими установками), которые задействованы в производственной цепочке.

Так как Индустрия 4.0 позволяет массово вводить в производство киберфизические системы, глобальную автоматизацию процессов и наделению устройств искусственным интеллектом, это напрямую сказывается на снижении себестоимости продукта и повышении производительности. Кроме того, уже на данном этапе, многие производители внедряют персонализированное производство, например: компания Nike предоставляет возможность заказать кроссовки с вашим рисунком.

Исходя из всех данных возможностей выделяют четыре основных принципа, которые меняет Индустрия 4.0:

1. Совместимость — все устройства и машины должны уметь общаться друг с другом на одном языке, посредством «интернета вещей», иметь прямую совместимость;

2. Прозрачность — создание цифровой копии продукта, сбор данных с микрочипов и датчиков, посредством которых устройства общаются;

3. Техническая поддержка — программное обеспечение производит сбор, анализ, систематизацию, визуализацию данных, полученных с датчиков, и помогает человеку принимать решение или принимает их в автоматическом режиме, тем самым высвобождая человеческие ресурсы;

4. Децентрализация управленческих решений — автоматизация различных решений системами, максимально полное человекозамещение.

Отрасль пищевой промышленности, является одной из областей, для которых внедрение новых технологий жизненно необходимы, так как это дает ряд преимуществ:

- Увеличение производительности;
- Повышение эффективности производственного процесса;
- Снижение эксплуатационных затрат;
- Обеспечение высокого уровня безопасности;
- Минимизация человеческого фактора;
- Повышения качества продукции;
- Уменьшение вероятности производственного брака.

Примером внедрения новой технологии в линию производства является коммуникационная система Eaton SmartWire-DT, которая используется в автоматизированной технологической линии разделки птицы. Данная система объединяет в единую сеть различные компоненты автоматизации и исполнительные низковольтные устройства, расположенные в шкафу управления и за его пределами. Коммутационная система распределяет электропитание и сигналы управления по одному шлейфу. Связь SmartWire-DT и ПЛК обеспечивает маршрутизатор. SmartWire-DT используют для экономии места на производстве, позволяет снизить стоимость продукции и обеспечивает увеличение функциональности оборудования.

Но есть и негативная сторона развития четвертой революции. Автоматизация процессов ведет к освобождению рабочих мест; необходимо переобучение специалистов на другие виды деятельности. Значение низко- и среднеквалифицированного труда будет снижаться, что приведет к снижению доходов и материальных благ среднего класса. Низкая покупательская способность населения, приведет к низкому спросу, что снизит рентабельность предприятий. Так как данная стадия развития промышленности является в основном цифровизацией производства, то появляется опасность возникновения хакерских атак.

Однако, на данный момент времени слияние технологий позволяют: менять корневые процессы производства, потребления и выращивания; оптимизировать механизмы, сокращая и устраняя риски отказов, влияющие на производственную линию. Так же с помощью модернизации производственной технологии можно обеспечить лидерство предприятия на Российском рынке. Сегодня в России достаточно специалистов и компаний для того, чтобы концепция Индустрии 4.0 могла быть внедрена на существующих предприятиях. Такие технологии, как SmartWire-DT, позволят оптимизировать технологический процесс с учетом всех особенностей отрасли.

Литература:

1. Рот А. Внедрение и развитие Индустрии 4.0. Основы, моделирование и примеры из практики — Editorial URSS, 2017—294с.
2. К. Шваб, Н. Дэвис. Технологии четвертой промышленной революции — Эксмо, Бомбора, 2018—320 с.
3. Липкин Е. Индустрия 4.0: Умные технологии — ключевой элемент в промышленной конкуренции — М.: ООО «Остек-СМТ», 2018—224 с.
4. Балыхин М. Г., Благовещенский И. Г. Использование технического зрения в автоматизированных системах управления технологическими процессами пищевых производств с выделением основных этапов разработки. // ФГБОУ ВПО «МГУПП» URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35163426>
5. Балыхин М. Г., Благовещенский И. Г., Благовещенская М. М., Николаев Н. С., Жиров М. В., Митин В. В., Соловьев М. С. Автоматизированные системы мониторинга современных производств на основе web-технологий. // Ивановский государственный политехнический университет — 2018 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36272182>
6. Сатканов Р. Т., Боголюбская Ю. В., Стоякова К. Л., Ибраев Р. Р., Гончаров А. В., Бесфамильная Е. М., Савина Ю. И. Стратегия инновационного развития пищевой промышленности России. // ООО «Издательство «Спутник+» — 2015. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25304958>
7. Рябцева Т. А., Стоякова К. Л., Ибраев Р. Р., Бесфамильная Е. М., Савина Ю. И. Автоматизация управления и технологическая сингулярность. Киборгизация как инновационное направление в науке и технике. // ООО «Издательство «Спутник+» — 2015. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23437843> (дата обращения 02.02.2020)
8. Сатканов Р. Т., Боголюбская Ю. В., Стоякова К. Л., Ибраев Р. Р., Гончаров А. В., Бесфамильная Е. М., Волкова Д. А. Анализ тенденций мировой робототехники. // ООО «Издательство «Спутник+» — 2016 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27252765>

Улучшение сцепления шин с дорогой на скользких участках

Шматов Николай Григорьевич, кандидат технических наук, доцент;

Малий Владимир Иванович, кандидат педагогических наук, доцент;

Кузьмин Никита Александрович, студент;

Фень Александр Александрович, студент;

Недогреев Вадим Алексеевич, студент

Военная академия РВСН имени Петра Великого, филиал в г. Серпухове Московской области

В статье представлен анализ способов улучшения сцепления шин с дорогой в зимний период эксплуатации, преимущества и недостатки каждого из них. Описывается способ решения проблемы, связанной с обеспечением безопасности дорожного движения механического транспортного средства на скользких участках дороги.

Ключевые слова: механическое транспортное средство, повышение сцепления шин с дорогой, дорожно-транспортное происшествие (ДТП).

Как известно, безрельсовое механическое транспортное средство является одним из самых опасных транспортных средств — средством повышенной опасности. В связи с этим возникает необходимость повышения безопасности управления безрельсовым механическим транспортным средством, особенно в зимний период эксплуатации. Одним из способов уменьшения количества совершаемых ДТП на скользких участках дороги, является повышение сцепления шин с дорогой.

В настоящее время известно достаточное множество способов повышения сцепления шин с дорогой. К наиболее распространённым относятся [1]:

- изменение сцепного веса;
- применение аэрозолей;
- применение шипов (шипованные шины);
- снижение давления воздуха в шинах;
- применение цепей противоскольжения.

Изменение сцепного веса — способ, когда часть фактического веса, приходящегося на ведущую ось автомобиля, увеличивается за счёт перераспределения его в транспортном средстве. Увеличивая сцепной вес, можно улучшить проходимость машины, так как более нагру-

женные ведущие колёса лучше прижимаются к опорной поверхности и, следовательно, в пятне контакта шин с дорогой увеличится сила сцепления. Этот приём известен давно, проще говоря, в буксующем автомобиле производится пересадка пассажира с переднего сиденья на заднее (в переднеприводном автомобиле наоборот вперёд).

Применение аэрозольных баллончиков (рис. 1) с соответствующим содержанием внутри. Они носят разные названия, чаще всего встречается «Спрей для сцепления шин со льдом». Такое средство действительно улучшает сцепление шин с ледяной дорогой, но у этого способа есть существенный недостаток — он действует кратковременно.

Применение шипов. Речь идёт о съёмных или ремонтных шипах (рис. 2). Ремонтные шипы предназначены для замены штатных, утерянных при эксплуатации. По сути, ремонтные шипы представляют собой саморезы, которые имеют острые наконечники. К сожалению, применение ремонтных шипов нигде не регламентировано, и использование данного способа может повлечь порчу шины и поэтому не рекомендуется.

Снижение давления воздуха в шинах — старый солдатский способ повышения проходимости на любой до-



Рис. 1. Спрей для сцепления шин со льдом

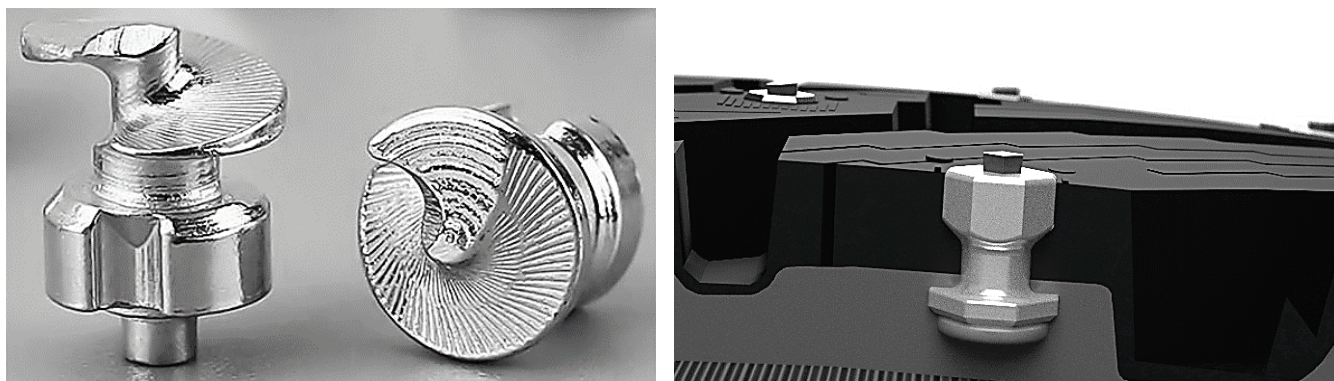


Рис. 2. Ремонтные шипы

роге. При использовании этого способа увеличивается площадь сцепной поверхности (рис. 3) и, следовательно, повышаются шансы выбраться из ледяной «ловушки». Этот способ легко применяется именно на военной автомобильной технике, имеющей систему центральной накачки шин, а вот на транспортных средствах гражданского исполнения приходится снижать давление воздуха

в шинах вручную, отдельно на каждом колесе. И как недостаток можно отметить, что водители после преодоления скользкого участка забывают довести давление в шинах до нормального, а шина с низким давлением воздуха в ней сильно (и быстро) изнашивается.

Цепь противоскольжения (рис. 4) — лучший способ преодоления бездорожья. Срок эксплуатации цепей



Рис. 3. Шины со сниженным давлением воздуха



Рис. 4. Цепь противоскольжения

больше, чем у ремней или браслетов. Монтировать на колёса их лучше заблаговременно, до выезда. Различают цепи «снежные» и «грязевые». Применение любых цепей помогает удерживать машину в движении при встречных разъездах и на косогоре.

Перечисленные способы повышения проходимости имеют свои как положительные, так и отрицательные стороны, но все они, к сожалению, не решают проблему, связанную с движением автомобиля в сложной дорожной ситуации, когда колёса теряют сцепление с дорогой. Водитель, управляя транспортным средством, не может предугадать, где находится скользкий участок дороги и где ему необходимо надеть цепи противоскольжения, или обработать шину спреем из баллончика, все эти средства применяются заблаговременно или с предварительной остановкой транспортного средства.

В настоящее время нет устройств, методов или способов, применяемых на механических транспортных средствах, которые бы изменяли сцепление колёс с дорогой на скользких участках дороги во время его движения при внезапном наезде на поверхность с низким сцеплением —

лёд. Такие устройства существуют, например, на железнодорожном транспорте (рис. 5).

Известно устройство для подачи песка к колесам железнодорожного транспортного средства, раскрытое в авторском свидетельстве (SU366106 А, Л.И. Матвеев, 07.03.73, В 61 С 15/10). Указанное устройство включает в себя бункер для хранения абразивного материала и средство для подачи абразивного материала к зоне контакта колеса с опорной поверхностью, которое представляет собой распылитель с эжекционной форсункой. Недостатком прототипа является то, что он не ориентирован на использование на дорожных колёсных транспортных средствах, не обеспечивает требуемый уровень эффективности в связи с использованием песка в качестве абразивного материала и отличается недостаточной надежностью вследствие возможного засорения эжекционной форсунки при движении транспортного средства по дороге в обычном режиме [2].

Также известен патент (SU1801827 А1, Н.И. Горбунов и др. 1990.09.17, В 61 С 15/10) — форсунка для песочницы локомотива. Сущность данного патента аналогична преды-



Рис. 5. Устройство для подачи песка к колёсам железнодорожного вагона

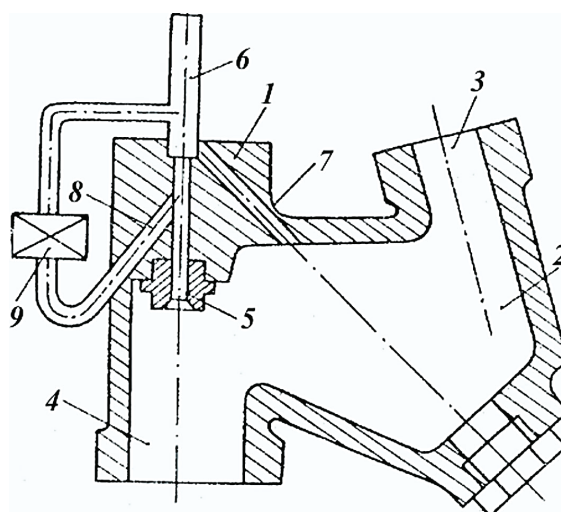


Рис. 6. Электромагнитная форсунка для песочницы локомотива

дущему, но имеет ряд особенностей. Благодаря форсунке, которая в свою очередь обеспечивает как точечное распыление, так и масштабное на рельсовое сечение. Такая форсунка имеет возможность регулировки угла распыления, причём она управляется датчиками, которые регистрируют скорость скольжения колёсных пар, и они же являются источниками тока для открытия электромагнитных форсунок. Устройство такой форсунки представлено на рисунке 6 [3].

При торможении железнодорожного состава скорость проскальзывания колёс фиксируется датчиками, они же являются источниками тока для подачи сигнала на открытие (закрытие) электромагнитных клапанов форсунок. При попадании колёс на скользкий участок путей колесо начинает проскальзывать, тем самым резко увеличивается его угловая скорость вращения, которая фиксируется датчиками, и они подают сигнал на открытие электромагнитных форсунок. После поступления сигнала на открытие электромагнитных форсунок сжатый воздух поступает в каналы 6 и 8.

Часть воздуха проходит через перепускной канал 7 и разрыхляет песок в рыхлительной полости 2. Так же регулируется величина открытия электромагнитного клапана в зависимости от скорости проскальзывания колёс. В том случае если скорость проскальзывания колёс не большая, то клапан подачи воздуха полностью открыт. При таком положении клапана часть сжатого воздуха поступает по каналу 6, а часть — по каналу 8.

Прежде чем попасть в сопло 5 эти два потока пересекаются друг с другом. В результате чего поток воздуха, входящего в канал сопла 5 замедляется, тем самым уменьшается скорость воздуха на выходе из сопла 4.

Это дает возможность регулировать подачу количества песка (абразивного вещества), а, следовательно, в значительной мере уменьшить его расход. При большой скорости проскальзывания колёс клапан так же полностью открыт. Однако в этом случае сжатый воздух, поступающий в форсунку, поступает только в канал 6, не замедляется встречным потоком, что обеспечивает максимальную скорость выхода воздуха из сопла 5 к горловине 4, что соответствует максимальному количеству увлекаемого разрыхленного песка (абразивного вещества).

Литература:

1. Сайт «За рулём», М. Колодочкин (15.11.2019 г.) 9 способов улучшить сцепление шины с дорогой (если вы застряли) Режим доступа: <https://www.zr.ru/content/articles/919822-9-sposobov-uluchshit-stseplenie/> (Дата обращения 05.02.2020 г.).
2. Описание изобретения к авторскому свидетельству СССР № 366106, М. Кл. В 61с 15/10. Форсунка песочницы / Матвеев Л.И.; автор изобретения Л.И. Матвеев — № 1726968/27-11; заявл. 20.12.1971; опубл. 16.01.1973, Бюл. № 7. — 2 с. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/SU1801827A1_19930315 (Дата обращения 05.02.2020).
3. Описание к авторскому свидетельству СССР SU1801827 A1, кл. В 61 С 15/10, 1974, МПК В61С 15/10 (2006.01). Форсунка песочницы локомотива / Горбунов Н.И. [и др.]; заявитель и патентообладатель Ворошиловградский машиностроительный институт. — № 4879350/11; заявл. 17.09.90; опубл. 15.03.93, Бюл. № 10. — 3 с. Режим доступа: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0000366106_19730116_A1_SU/ (Дата обращения 05.02.2020).

Вышеуказанное устройство не используется на автомобильной технике.

Анализируя статистику дорожно-транспортных происшествий, можно увидеть, что у 20% ДТП причиной является потеря управления транспортным средством из-за снижения сцепления шин с дорогой, что указывает на необходимость повышения безопасности дорожного движения за счёт повышения коэффициента сцепления шин с дорогой. Такая задача может быть реализована. Предлагается модернизировать рассмотренные выше устройства и применить их на грузовых автомобилях.

Модернизация устройства будет заключаться в автоматизации его работы за счёт применения датчиков угловых скоростей, установленных непосредственно на колёсах автомобиля и электромагнитной форсунки, которая будет включаться в зависимости от изменения угловой скорости вращения колёс. Принцип действия данного устройства заключается в том, что при движении механического транспортного средства по не скользкому участку дороги колёса автомобиля не проскальзывают и датчики угловых скоростей не подают команду на открытие электромагнитного клапана. При попадании колёс на скользкий участок дороги происходит их проскальзывание, уменьшение сцепления шин с дорогой, что фиксируется датчиками в виде резкого изменения угловой скорости вращения колёс и в этом случае датчики подают сигнал на срабатывание электромагнитного клапана, который открывает доступ сжатого воздуха к форсунке песочницы, которая разбрасывает песок под проскальзывающие колёса, это приведёт к увеличению сцепления шин с дорогой и вернёт возможность управления движением транспортного средства, а следовательно к повышению безопасности дорожного движения. Преимущество такого устройства заключается в его автоматическом действии, водителю не придется нажимать дополнительные кнопки или воздействовать на рычаги управления для его включения.

Учитывая величину давления в ресиверах тормозной системы в конструкцию устройства необходимо установить клапан регулирования давления для снижения давления подаваемого в форсунку воздуха и предотвращения выброса песка мимо колёс.

Подбор бурового раствора для первичного вскрытия продуктивного пласта ЮК₂₋₄ на Сыньеганском месторождении

Юсупов Темирулан Калсынович, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

При бурении скважин на Сыньеганском месторождении с целью эксплуатации пласта ЮК₂₋₄ возникает множество осложнений, которые увеличивают сроки строительства скважин и могут привести к потере ствола. В процессе бурения нарушается равновесие пород, слагающих стенки скважин. Устойчивость стенок зависит от исходных прочностных характеристик горных пород, их изменения во времени под действием различных факторов. Большое внимание необходимо уделить процессу первичного вскрытия продуктивного пласта ЮК₂₋₄ и выбору и промывочной жидкости.

Были рассмотрены 2 типа буровых растворов раствор УНМБР и раствор на углеводородной основе

Раствор УНМБР

Разработанные растворы УНМБР-1 и УНМБР-2 предназначены для разбуривания глинистых пород и неустойчивых аргиллитов.

Растворы имеют начальную плотность 1030–1050 кг/м³ далее утяжеляются баритом согласно ФНиП ПБ-2013 до плотности обеспечивающей безаварийное вскрытие пластов с АВПД с различным коэффициентом аномальности. Обладают ингибирующими свойствами, необходимыми реологическими параметрами, для очистки ствола скважины от выбуренной породы и оптимальными значениями водоотдачи.

Таблица 1. Минералы и химические реагенты, применяемые для приготовления бурового раствора

Хлорид калия	Хлорид калия	ГОСТ 4568–95
Гаммаксан	Биополимер	ТУ 2458–002–50635131–2003
Камцел	Карбоксиметилцеллюлоза	ТУ 2231–037–26289127–2001
Праестол	Полиакрилат натрия	ТУ 2216–001–40910172–98
Са(ОН)2	Известь строительная	ГОСТ 9179–77
Барит	Утяжелитель	ОСТ 39–128–87
КМ-10	Кольматан мраморный	ТУ 5716–00112574404–2006
КМ-40	Кольматан мраморный	ТУ 5716–00112574404–2006

Требуемые свойства бурового раствора после утяжеления

Плотность* (ρ), кг/м ³	1500–1560
Условная вязкость (Т), с	40–45
Водоотдача (В), см ³ /30 мин	8,0–10,0
Статическое напряжение сдвига (СНС), дПа за 10 сек	40–45
за 10 мин	60–90
рН	8–10,0
Пластическая вязкость ($\eta_{пл}$), мПа·с	27–35
Динамическое напряжение сдвига (ДНС), дПа	80–110
Липкость фильтрационной корки, град	не более 2–3
Стабильность, кг/м ³	не более 10
Коэффициент трения	0,04–0,06

Лабораторные исследования раствора УНМБР, прокачка через керн Сыньеганского месторождения

Влияние жидкости на продуктивные пласты в лабораторных условиях определяется по изменению проницаемости образцов породы после воздействия на них испытываемых растворов. В качестве количественного

показателя оценки влияния раствора на образец керна используется коэффициент восстановления проницаемости β , который определяется как отношение проницаемости образца после воздействия на него фильтрата бурового раствора k_1 к исходной проницаемости образца k_0 .

$$\beta = k_1/k_0 \cdot 100 \quad (1)$$

Исследования осуществлялись на автоматизированной установке FDTES-100–140 в условиях, приближенных к пластовым.

Испытания проводились на естественных образцах горной породы правильной цилиндрической формы с выдержанным диаметром при термобарических условиях, моделирующих условия залегания пласта, в условиях статической и динамической фильтрации раствора.

В качестве модели призабойной зоны использовалась колонка естественных кернов диаметром 30 мм с идентичными стратиграфическими и физико-емкостными свойствами. Образцы кернов приготавливались по стандартной методике. Керны, насыщенные керосином, моделировали нефтяной пласт, водой — ПЗП с насыщением водой перед определением приемистости в нагнетательной скважине.

Определялась исходная проницаемость образцов керна по модели пластового флюида.

Таблица 2. Параметры бурового раствора

Параметры	Интервал бурения	
	1555–2300	2300–3145
Плотность, г/см ³	1,12–1,20 (±0,03)	1,20–1,25(±0,03)
Температура замера реологии, °С	+50	+50/+60*
ПВ, мПа*с	15–48	15(13)-48
ДНС(3), дПа	25–160	25(20)-160
СНС 10 сек, дПа	15–120	15(10)-120
СНС 10 мин, дПа	25–154	25(20)-154
Фильтрация (АПИ), см ³ /30мин	<3	<3
ES, В	>350	>350
Водонефтяное отношение, %	33/67–27/73	33/67–25/75

Осуществлялось воздействие на образцы керна раствора в направлении, обратном течению пластового флюида.

Вычислялись коэффициенты восстановления проницаемости по длине колонки кернов. Оценивалась степень влияния фильтрата раствора на коллектор, путем сравнения изменения проницаемости образцов керна.

Вывод: восстановление проницаемости на установке FDTS-100–140 для предлагаемого раствора составило 35,79

Раствор на углеводородной основе для бурения под интервал эксплуатационной колонны

Раствор на углеводородной основе является высокоингибированной эмульсионной системой раствора на основе минерального масла. Для данных горно-геологических ус-

ловий было выбрано минеральное масло с температурой вспышки в закрытом тигле более 100°С. Система применяется в условиях, когда с использованием традиционных типов раствора не удается в безаварийном режиме достичь геологических целей, указываемых геологической службой Заказчика. Особенно этот тип раствора актуален при вскрытии неустойчивых кровельных отложений склонных к обрушению. Оптимально подходит для бурения всех глинистых интервалов на месторождениях Западной Сибири и ЯНАО, где особое внимание уделяется высокой коммерческой скорости проходки и без аварийного строительства скважин

Вывод: Для качественного вскрытия продуктивного пласта ЮК₂₋₄ и безаварийного бурения скважин на Сыньеганском месторождении необходимо применять раствор на углеводородной основе.

Литература:

1. Проектная документация на строительство эксплуатационных скважин на Сыньеганском месторождении
2. Групповой проект на строительство эксплуатационной скважины Сыньеганского нефтяного месторождения СургутНИПИнефть, г Сургут 2016
3. НТД Методические рекомендации по применению УНМБР. Тюменского отделения «СургутНИПИнефть» Тюмень 2013 г — 20 с.
4. Кузнецов В. Г., Методические указания по научно-исследовательской работе для магистров всех форм обучения направления подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело по программе «Морское бурение» [Текст] /В. Г. Кузнецов, Ю. В. Ваганов. — Тюмень: ТИУ, 2017. — 26 с.
5. Калинин А. Г., Левицкий А. З., Никитин Б. А. Технология бурения разведочных скважин на нефть и газ: Учеб. для ВУЗов. — М.: Недра, 1998. — 438 с.
6. Булатов А. И., Просекова Ю. М., Шаманов С. А. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учеб. для ВУЗов — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. — 1007 с.
7. РД 08–200–03. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. — М.: Госгортехнадзор РФ, 2003. — 161 с.
8. Басарыгин Ю. М. Заканчивание скважин. / Ю. М. Басарыгин, А. И. Булатов, Ю. М. Проселков. — М, 2000. — 668 с.
9. Гайворонский И. Н. Коллекторы нефти и газа Западной Сибири / И. Н. Гайворонский, Г. Н. Леоненко, В. С. Замахаев. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. — 364 с.
10. Ягафаров А. К. Теоретические и практические аспекты методологии вскрытия продуктивных пластов и интенсификации притоков / А. К. Ягафаров, Н. П. Кузнецов, А. А. Ручкин, О. В. Нагарев, И. А. Кудрявцев, И. И. Клещенко, Ю. А. Савиных // Нефтяное хозяйство. — 2004. — № 12. — С. 32–35.

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Актуальность вопроса огнестойкости конструкций

Бабажанов Азиз Файзитдинович, студент магистратуры
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Пожар часто приводит к гибели людей и наносит большой материальный ущерб народному хозяйству. Как показывает статистика, в России за последнее десятилетие ежегодное число случаев пожаров не только не уменьшается, но и имеет тенденцию к увеличению. По статистике МЧС, за 11 месяцев 2018 года на объектах с массовым пребыванием людей (торговые центры, объекты образования и здравоохранения) произошло 471 пожаров. За аналогичный период 2017 года было зафиксировано 364 пожаров, таким образом, количество инцидентов увеличилось на 29,4%.

В отдельно взятых торгово-развлекательных центрах число пожаров за год выросло на 64% (74 против 45 в 2017 году). В зданиях и помещениях образовательного назначения — на 29% (229 против 177). В зданиях здравоохранения и социального обслуживания — 19,7% (168 против 142).

Убытки от разрушений зданий во время пожара составляют примерно 13–18% общих потерь. Поэтому изучение проблем, направленных на снижение материальных потерь от пожаров, обеспечение огнестойкости строительных конструкций и выявление возможности их эксплуатации после пожара является актуальным.

Огнезащита строительных конструкций, изготовленных из железобетона, играет решающую роль в системе обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений. Ее главная задача состоит в снижении пожарной опасности конструкций и повышении их огнестойкости до требуемого согласно нормам уровня. Проблема эффективной огнезащиты приобретает особую значимость в случае подземных сооружений типа тоннелей, высотных современных зданий и специальных сооружений типа торговых центров и спортивных сооружений. Строительство этих сооружений в настоящее время ведется в широких масштабах и все возрастающими темпами во всех крупных городах.

Пожар может иметь катастрофические последствия для бетонных и железобетонных конструкций, что не следует упускать из виду во время проектирования. В связи с этим, выполнен аналитический обзор нормативной ли-

тературы, зарубежных и отечественных работ по увеличению огнестойкости железобетонных конструкций.

Российские и европейские нормы имеют противоречия в части определения огнестойкости железобетонных конструкций. Главная причина — разница базовых принципов и методов проектирования в РФ и ЕС, различие сырьевой базы стран, физико-географических условий. В нормах РФ содержится понятие огнесохранности конструкций, которое отсутствует в нормах других стран. Расчет конструкций на огнесохранность позволяет обеспечить их работоспособность после пожара при заданном пределе огнестойкости без конструктивного усиления. Основным отличием СТО 36554501–006–2006 от EN1992–1–2:2004 является наличие расчёта на огнесохранность в российском стандарте [1–5].

Начиная с середины XX века экспериментальным и теоретическим изучением поведения железобетонных конструкций при нагреве занимались мировые и российские ученые, такие как В.И. Мурашев, А.Ф. Милованов, А.И. Яковлев, В.П. Бушев, Н.И. Ильин, В.В. Жуков, В.С. Федоров, Э.Ф. Панюков, В.В. Соломонов, В.М. Ройтман, А.В. Пчелинцев, А.А. Гусев, А.А. Салдулаев, Х.У. Камбаров, В.Н. Зиновьев, К. Кордина, Н.Л. Мальхотра, Т.Т. Ли, М.С. Абрамс, Т. Харада и др. [6–27].

В работах ученых неоднократно рассмотрено:

- поведение железобетонных конструкций при стандартном пожаре и после него;
- проанализировано напряженно-деформированное состояние плит, балок и колонн и их стыков при кратковременном воздействии огня до наступления предела их огнестойкости по потере несущей способности;
- приведены сведения о влиянии высокой температуры на физико-механические свойства бетона и арматуры;
- дан анализ распределения температур по высоте сечения балок, плит и колонн при нестационарном нагреве, методика определения остаточной несущей способности колонн после пожара;
- изложены особенности расчета предела огнестойкости железобетонных конструкций и рекомендации по его определению. изучены особенности совместной ра-

боты арматуры и бетона при нагреве конструкций в режиме пожара и после остывания для различных технологических, конструктивных и эксплуатационных условий;

- разработаны методики расчёта несущей способности, трещиностойкости и деформаций железобетонных конструкций, подвергавшихся пожару, с учётом особенностей взаимодействия арматуры и бетона; предложена методика оценки социально-экономической эффективности проектирования строительных конструкций с гарантированной огнестойкостью;

- проведена адаптация и совершенствование технологий нанесения огнезащитных материалов Signulan-H на железобетонные конструкции;

- разработаны и утверждены технологические регламенты изготовления этих материалов на железобетонных конструкциях;

- дано определение понятия предел огнестойкости, перечислены все основные способы его определения, рассмотрены методы проведения испытаний на оценку предела огнестойкости, соответствующие всем современным российским требованиям и американским требованиям, выявлены основные общие черты и существенные различия.

Инновационные аспекты предложения: устранение огневых испытаний бетонных и железобетонных конструкций в здании или его фрагменте; снижение трудоемкости определения огнестойкости конструкций; расширение технологических возможностей определения фактической огнестойкости различно нагруженных стен любых размеров и возможность сопоставления полученных результатов с испытаниями аналогичных стен здания; возможность проведения испытания стен на огнестойкость без нарушения функционального процесса в здании; снижение экономических затрат на испытание; использование полипараметрической зависимости для определения огнестойкости конструкций; повышение точности и экспрессивности испытания; использование интегральных конструктивных параметров для определения огнестойкости конструкций и упрощение математического описания процесса термического сопротивления нагруженных конструкций; уточнение единичных показателей качества бетонных и железобетонных стен, влияющих на их огнестойкость и определение минималь-

ного числа испытаний; возможность определения гарантированного предела огнестойкости бетонных и железобетонных стен по конструктивным параметрам.

Главные преимущества: испытания на огнестойкость бетонных и железобетонных изделий и конструкций зданий и сооружений проводят без разрушения по комплексу их единичных показателей качества, оценивая их величину с помощью неразрушающих способов и статистического контроля; снижение экономических затрат при испытании изделий и конструкций на огнестойкость [28].

Выводы:

- пожар — одно из самых серьезных событий, жертвами которого может стать любое здание на протяжении всей его жизни. Мало того, что это представляет прямую угрозу для людей из-за выделения вредных газов и разрушительного тепла, но и сами критические температуры также оказывают серьезное неблагоприятное воздействие на структурную целостность всего здания;

- применение огнезащиты строительных конструкций, а также расчеты конструкций на огневое воздействие стали обязательными в большинстве случаев;

- конструкции без огнезащиты деформируются и разрушаются под действием напряжений от внешних нагрузок и температуры. Огнезащита, блокирующая тепловой поток от огня к поверхности конструкций, позволяет сохранить их работоспособность в течение заданного времени, а также предоставит достаточное время для эвакуации людей из здания и тушения пожара до того, как произойдет разрушение конструкции;

- выбор вида огнезащиты осуществляется с учетом режима эксплуатации объекта защиты и установленных сроков эксплуатации огнезащитного покрытия. Традиционные строительные материалы, такие как сталь и бетон, испытывают потерю жесткости и прочности при повышении температуры и поэтому требуют теплоизоляции для замедления передачи тепла.

Из изложенного материала следует, что пожары сопровождаются уничтожением материальных ценностей, создают угрозу жизни и здоровью людей, окружающей среде. Чем быстрее развивается общество, наука и техника, тем актуальнее становится проблема огнестойкости конструкций, подверженных воздействию огня при пожаре.

Литература:

1. ISO 834–1: 1999 / Amd 1: 2012 Fire resistance tests. Elements of building structures.
2. EN1991–1–2: Eurocode 1: Actions on structures — Part 1–2: General actions — Actions on structures exposed to fire, published in November 2002.
3. EN1992–2–2: Eurocode 2: Design of concrete structures — Part 1–2: General rules — Structural fire design, published in December 2004.
4. СТО 36554501–006–2006 Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций
5. Шуровкина Л.Л. Огнестойкость железобетонных конструкций: основные принципы расчета по нормам РФ и ЕС // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2016, № 6 (45), с. 90–96.
6. Соломонов В. В., Кузнецова И. С. Как обеспечить огнестойкость железобетонных конструкций // Строительная газета № 5. 02.2013.

7. Мурашев В. И. Оценка огнестойкости железобетонных конструкций // Пожарное дело. 1956. — № 7
8. Милованов А. Ф. Исследование работы железобетонных конструкций при воздействии повышенных и высоких температур. Дис. д-ра техн. наук. М., 1969—281с.
9. Милованов А. Ф. Стойкость железобетонных конструкций при пожаре. — М.: Стройиздат, 1998—304 с.
10. Яковлев А. И. Расчет огнестойкости строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1988. — 140 с.
11. Бушев В. П. Огнестойкость зданий. М.: Стройиздат, 1979. — 261с.
12. Ильин Н. А. Последствия огневого воздействия на железобетонные конструкции. М.: Стройиздат, 1979, — 125 с.
13. Жуков В. В. Основы стойкости бетона при действии повышенных и высоких температур: Автореф. дис. д-ра техн. наук. М., 1982. — 43с.
14. Федоров В. С. Основы теории расчета огнестойкости химически стойких конструкций на основе полимербетонов. Дис. д-ра техн. наук. М., 1990. — 288 с.
15. Панюков Э. Ф. Оценка состояния железобетонных конструкций после пожара. Дис. д-ра техн. наук. М., 1991. — 387с.
16. Соломонов В. В., Кузнецова И. С. Экспертиза зданий после пожара с использованием метода научного прогнозирования / Бетон и железобетон-1998. — № 1, -С. 23—24.
17. Ройтман В. М. Исследование влияния температуры на теплофизические характеристики строительных материалов для целей расчета огнестойкости: Автореф. дис. канд. техн. наук. М., 1966. — 138 с.
18. Ройтман В. М. Оценка огнестойкости строительных конструкций на основе кинетических представлений о поведении материалов в условиях пожара. Дис. д-ра техн. наук. — М., 1985. — 412 с.
19. Пчелинцев А. В. Исследование остаточной несущей способности изгибаемых преднапряженных железобетонных конструкций после высокотемпературного воздействия (пожара): Дис.канд. техн. наук. М., 1988. — 203с.
20. Гусев А. А. Свойства тяжелого бетона после пожара: Дис. канд. техн. наук. — М., 1983, -274с.
21. Салдулаев А. А. Огнестойкость железобетонных колонн с большим процентом армирования: Дис.канд. техн. наук. М., 1989. — 142с.
22. Камбаров Х. У. Огнестойкость изгибаемых и сжатых элементов из армированного конструкционного керамзитобетона: Дис. канд. техн. наук. М., 1977. — 164с.
23. Зиновьев В. Н. Огнестойкость сжатых железобетонных элементов из высокопрочного бетона: Дис. канд. техн. наук. М. 1980. — 181с.
24. Кордина К., Мауер-Отгенс С. Бетон: Огнезащита. Пособие ФРГ — Дюссельдорф: Бетон Ферлаг. — 1981. — 438 с.
25. Malhotra H. L. The Effect of Temperature on the Compressive Strength of Concrete / Magazine of Concrete Research. — Wexham Springs: Cement and Concrete Association — 1956. — v.8. — N23, — P. 85—94.
26. Lie T. T., Allen D. E., Abrams M. S. Fire Resistance of Reinforced Concrete Columns / National Research Council Canada / DBR Paper No 1167. — Ottawa 1984, — 54 p.
27. Abrams M. S., Salse E. A. B. Fire Resistance of Prestressed Concrete Beams. RD009,01B. PCA. — Skokie. — 1971.
28. Харада Т. Исследование огнестойкости бетона и железобетонных конструкций (Токио 1981) / Пер. № 43435. — М.: ВЦП, 1963. — 480 с.
29. <http://tekhnosfera.com/prochnost-i-deformativnost-zhelezobetonnyh-konstruktsiy-povrezhdennyh-pozharom>

Трещиностойкость фиброцемента армированного стальной проволочной фиброй

Злепко Александр, студент магистратуры

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматривается устройство и методика испытаний силовых и энергетических характеристик трещиностойкости фиброцемента. Испытаниям подвергались образцы-балки, изготовленные из цементного теста нормальной плотности, армированные стальной проволочной фиброй круглого сечения волнового профиля. Приводится сравнительный анализ результатов испытаний образцов и оценивается степень влияния стальной проволочной фиброй при различном ее объемном содержании.

Ключевые слова: фибробетон, фиброцемент, прочность, трещиностойкость, энергозатраты, коэффициент интенсивности напряжений.

В настоящее время на кафедре технологии строительных материалов и метрологии продолжается исследование свойств фибробетонов, изготовленных с применением различных видов волокон. Литературный обзор

и многочисленные испытания показали, что армирование бетона дискретными волокнами представляет собой перспективный инструмент управления свойствами и характеристиками получаемых фибробетонов. Армирование волокнами позволяет повысить прочность на растяжение при изгибе, прочность при сжатии, модуль упругости, кроме того, сократить усадочные деформации бетона и повысить связность фибробетонной смеси [1]. То есть могут быть улучшены не только физико-механические, но и технологические свойства и характеристики бетона. При этом расширение областей использования такого перспективного материала ограничивается недостаточной степенью изученности его характеристик. Указанная проблема усложняется постоянным расширением номенклатуры армирующих волокон. Волокна бывают натуральные

и синтетические, металлические и неметаллические, низкокомодульные или высококомодульные, волокна могут отличаться типоразмером или химическим составом, совершенно очевидно, что различные волокна могут по-разному влиять на свойства и характеристики получаемых фибробетонов. В связи с чем представляются актуальными исследования направленные на изучение отдельных видов волокон и накопление статистических, справочных данных об их влиянии на свойства фибробетона.

В данной статье рассматривается такой вид фибры как стальная проволочная производства Белорусского металлургического завода. Такая фибра изображена на рис. 1 и представляет собой отрезки стальной проволоки круглого сечения и волнового профиля. Диаметр волокна составляет 0,3 мм, а длина — 22мм.



Рис. 1. Стальная проволочная фибра

Одной из наиболее значимых характеристик фибробетона является его трещиностойкость, то есть способность сопротивляться образованию и развитию трещин [2, 3]. Значимость данной характеристики очевидна, поскольку армирующие волокна будут пересекать образующиеся при разрушении фибробетона трещины и ограничивать их рост и раскрытие.

Численно трещиностойкость характеризуется критическим коэффициентом интенсивности напряжений, а процесс образования и развития трещин — энергозатратами на различных этапах деформирования и разрушения фибробетонных образцов [2, 3].

Все перечисленные характеристики, а также прочность на растяжение при изгибе и модуль упругости можно определить экспериментальным путем, по методике регламентируемой положениями ГОСТ 29167 «Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении».

Указанный нормативный документ подразумевает проведение испытаний образцов балок на прочность на

растяжение при изгибе. При этом, в процессе проведения испытаний, требуется строить диаграмму зависимости прогиба образца от прикладываемой к нему нагрузки. На полученной диаграмме следует производить дополнительные построения, которые подразделяют диаграмму на отдельные участки, характеризующие соответствующие этапы деформирования и разрушения: упругое деформирование, упругопластическое деформирование и пластическое деформирование. Численные значения площадей под участками диаграмм отделенных дополнительными построениями характеризуют энергозатраты на деформирование и разрушение, а по координатам ключевых точек определяется прочность, коэффициент интенсивности напряжений и модуль упругости.

Специально для проведения таких испытаний применительно к фибробетону была разработана установка оригинальной конструкции [4, 5]. Разработанная установка включает нагружающее устройство и измерительную систему и представлена на рис. 2.

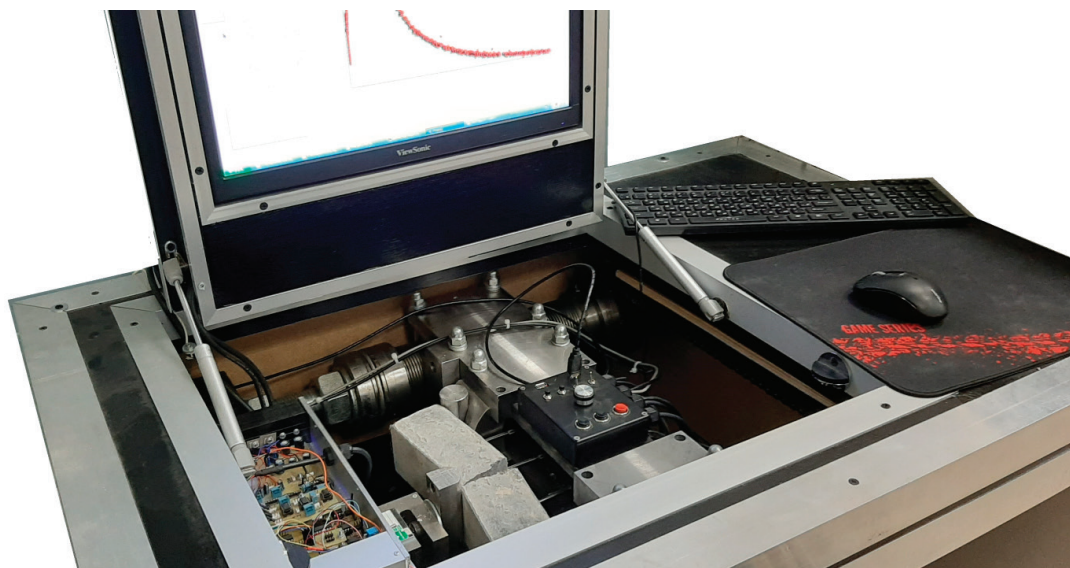


Рис. 2. Общий вид установки

Нагружающее устройство реализовано в виде двух винтовых пар, приводимых во вращение цепной передачей через понижающий редуктор двигателем с регулировкой скорости вращения. Гайки винтовых пар вмонтированы в подвижную нагружающую траверсу. Испытываемый образец размещается между неподвижной и подвижной траверсой на специальных упорах обеспечивающих его изгиб при вращении винтов пар.

Измерительная система включает датчик — силоизмеритель и датчик — измеритель линейных перемещений. Измерительные устройства опрашиваются попеременно в ходе проведения испытаний, а полученные данные, с помощью несложного схемотехнического решения, отправляются в компьютер. Полученные данные отображаются на экране компьютера в виде диаграммы зависимости прогибов от прилагаемых нагрузок. Обработка полученных диаграмм производится в соответствии с положениями ГОСТ 29167.

В описываемом исследовании испытаниям подвергались образцы-балки, размерами 7×7×28см. Образцы изготавливались из цементного теста нормальной плотности. Было изготовлено несколько серий образцов отличающихся объемным содержанием волокон. Шаг изменения расхода волокон составлял 0,1% об., а диапазон изменения расхода — 0—1% об. Был использован портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н сланцевского цементного завода «Цесла». В ходе проведения исследования было установлено, что нормальная плотность цементного теста составляет 31,75%. Образцы испытывались после выдержки в воде в течении 28 суток. Перед испытаниями проводилась подготовка образцов в соответствии с требованиями ГОСТ 29167. Всего испытаниям подверглось 24 образца.

Все образцы были испытаны с использованием разработанной установки и по описанной методике, некоторые полученных в ходе испытаний диаграмм представлены на рис. 3.

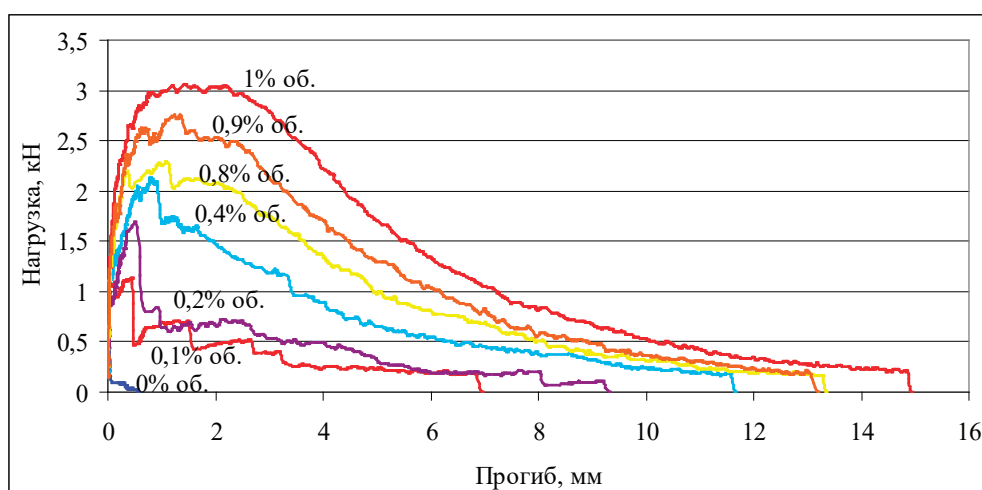


Рис. 3. Диаграммы деформирования и разрушения фиброцементных образцов

На представленных на рис. 3 диаграммах видно, что неармированный образец разрушился после достижения нагрузкой разрушающей величины 1,15кН. Разрушение неармированного образца показывает признаки хрупкого, то есть магистральная трещина прошла через рабочее сечение образца разделив его на две половины, о чем свидетельствует резко нисходящая ветвь диаграммы.

Армированные образцы разрушаются иначе. После образования трещины, и по ходу ее движения через рабочее сечение образца, ее путь пересекали армирующие волокна. Эти волокна воспринимали действующую нагрузку и передавали ее матрице. При прохождении трещины через рабочее сечение и начале ее раскрытия армирующие волокна начали вытягиваться из матрицы [6, 7]. При этом передача нагрузок матрице происходила посредством касательных напряжений, то есть образец удерживался от разрушения пересекающими трещину

волокнами и продолжал воспринимать нагрузку, при больших расходах волокон, до 3 раз более высокую, чем неармированный образец. Данное наблюдение хорошо прослеживается по вначале нелинейно возрастающему участку диаграммы, когда максимальное число волокон вовлечено в работы, а затем по нелинейно нисходящему, когда волокна по мере раскрытия трещины выключались из работы. Воспринимаемая, вытягивающимися из матрицы волокнами, нагрузка пропорциональна их объемному содержанию. Описанный процесс вытягивания волокон и работы материала на данном этапе характеризуется площадью под указанным участком диаграммы и определяется условными удельными эффективными энергозатратами на статическое разрушение (G^*_r , Дж/м²). Возрастание таких энергозатрат пропорционально содержанию волокон можно проследить по таблице 1.

Таблица 1. Силовые и энергетические характеристики трещиностойкости

Характеристика трещиностойкости	Объемное содержание проволочной фибры, %						
	0	0,1	0,3	0,4	0,5	0,8	1
G^*_i — условные удельные энергозатраты на статическое разрушение до момента начала движения магистральной трещины, Дж/м ²	5,99	7,63	8,32	5,89	8,68	7,81	12,56
G^*_f — условные удельные эффективные энергозатраты на статическое разрушение, Дж/м ²	7	692	2344	2871	3277	3785	5927
K^*_c — условный критический коэффициент интенсивности напряжений, МПа·м ^{0,5}	0,36	0,36	0,38	0,39	0,40	0,42	0,44
Прочность на растяжение при изгибе, МПа	3,2	3,2	5,0	5,5	5,0	6,0	8,1
Модуль упругости, МПа*10 ³	27	33	25	27	26	27	23

Упругие деформации изгибаемых образцов описываются линейно возрастающими участками диаграмм разрушения. Площадь под указанным участком диаграммы характеризует условные удельные энергозатраты на статическое разрушение до момента начала движения магистральной трещины (G^*_i), Дж/м². Степень влияния фибрового армирования на работу образца в упругой стадии деформирования и разрушения можно так же оценить по таблице 1.

По нагрузкам в вершинах диаграмм разрушения образцов определяется прочность на растяжение при изгибе. По нагрузке и прогибу соответствующим окончанию действия упругих деформаций определяется модуль упругости фибробетона. По нагрузке, соответствующей моменту перехода материала от упругой стадии работы к пластической определяется коэффициент интенсивности напряжений фибробетона. Все перечисленные характеристики так же представлены в таблице 1.

По представленным в таблице 1 данным можно отметить некоторый разброс результатов, при этом наблюдается также тенденция к повышению энергозатрат,

прочности и коэффициента интенсивности напряжений фибробетона, пропорциональному объемному содержанию волокон.

Тенденции к повышению или снижению модуля упругости в зависимости от изменения расхода волокон не наблюдается, при этом коэффициент вариации модуля упругости в рассмотренной серии составляет 13,3%. Незначительность модуля упругости можно объяснить узким диапазоном объемного насыщения цементного камня волокнами. Возможно, при большем расходе волокон, корреляция модуля упругости и расхода волокон окажется более заметной.

В результате проведенных исследований было накоплено некоторое количество справочных, статистических данных о стальной проволочной фибре и степени ее влияния на силовые и энергетические характеристики трещиностойкости фибробетонов. В дальнейшем будут проведены аналогичные испытания, но изготавливать фибробетонные образцы планируется на основе других видов волокон.

Литература:

1. Рабинович, Ф. Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции. — М.: Издательство АСВ, 2004. — 560 с.
2. Мэттьюз Ф., Ролингс Р. Композиционные материалы. Механика и технология. / Пер. с англ. С. Л. Баженов. — М.: Техносфера, 2004. — 408 с.
3. Партон В. З. Механика разрушения: От теории к практике. — М.: Наука. Гл. ред. физ. — мат. лит., 1990. — 240 с.
4. Жаворонков, М. И. Определение характеристик разрушения и модуля упругости фибробетона / М. И. Жаворонков // Известия КГАСУ. — 2015. — № 3(33). — с. 114–120.
5. Жаворонков, М. И. Методика определения энергетических и силовых характеристик разрушения фибробетона / М. И. Жаворонков // Вестник гражданских инженеров. — 2014. — № 6(47). — с. 155–160.
6. Пухаренко Ю. В., Голубев В. Ю. О вязкости разрушения фибробетона // Вестник гражданских инженеров. 2008. № 3. С. 80–83.
7. Пухаренко Ю. В. Принципы формирования структуры и прогнозирование прочности фибробетонов // Строительные материалы. 2004. № 10 (598). С. 47–50.

Анализ истории высотного строительства в мире

Колесников Александр Игоревич, магистр

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье автор производит обзор мирового опыта строительства высотных сооружений (небоскребов) из различных материалов. Проанализированы конструктивные решения небоскребов США, Европы и различных стран Азии. Выявлены основные задачи, которые необходимо решать при проектировании высотных зданий со стальным каркасом.

Ключевые слова: высотное здание, небоскреб, строительная система, строительный материал, железобетон, металл.

Небоскребы — своеобразный символ современного строительства. Самые высокие здания мира поражают своим величием и технологическими решениями.

Строительство первых высотных зданий началось в конце XIX века в США. Это связано с изобретением новых технологий и материалов в строительном деле. Первым небоскребом считают «Хоум Иншуранс Билдинг», построенный в 1885 году в Чикаго. Он имел 10 этажей и общую высоту 42 метра, позже был надстроены еще два этажа, а высота здания увеличилась до 54,9 метров. Большим недостатком и сдерживающим фактором развития высотного строительства было отсутствие лифтов и электрического освещения. Многоэтажные здания изначально предназначались для офисов, офисов, коммерческих помещений, банков [1].

В 1891 г. произошел переход на каркасную систему с использованием металла (сначала чугуна, затем стали) для несущих конструкций высотных зданий. Это был очередной этап в развитии высотного строительства. Такая конструкция обладала высокой прочностью и дала возможность значительного увеличения высоты зданий.

Первый патент на металлическую конструкцию небоскреба был зарегистрирован в 1888 г. (28-этажный небоскреб «Cloudscaper», автор — Лерой Баффингтон).

Переход на стальные прокатные профили и клепанные соединения позволил добиться максимальных преимуществ при применении каркасной системы. Началась так называемая «гонка по вертикали» [1].

В 1931 году было построено 102-этажное здание высотой 381 м «Эмпайр стейт билдинг» (рис. 1). Здание было построено всего за тринадцать месяцев. «Эмпайр стейт билдинг» сохранял звание самого высокого здания в мире на протяжении более 40 лет. Несущие элементы представлены стальным каркасом, крепления балок и колонн между собой производилось при помощи заклепочных болтов. Верхние этажи расположены в три ступени, что отчасти напоминает формы пирамид [1; 2].

Масса здания — 365 000 тонн, его стальной каркас массой 59 000 т несет стены из 10 млн кирпичей.

Сами элементы стального каркаса представлены двутавровыми и швеллерными балками и стойками. Узлы крепления элементов каркаса осуществлялись при помощи заклепок, монтируемых в горячем состоянии. Нагревание заклепок производилось в печах прямо на этажах каркаса.

В 1973 году было закончено строительство двух башен Всемирного торгового центра, каждая из которых состоит из 110 этажей — Северная высотой 526,3 метра (вместе с установленной наверху антенной) и Южная высотой 415



Рис. 1. Эмпайр Стейт Билдинг (381 м, 1931 г.)



Рис. 2. Всемирный торговый центр (411 м, 1973 г.)

метров (рис. 2). При разработке проекта этих зданий была использована новая конструктивная схема — жесткая «полая труба», выполненная из стальных колонн пустотелого сечения 450x450 мм, с фермами этажей высотой 900 мм, расширяющимися к центральной части. Межэтажные перекрытия выполнены из гофрированной стали и бетонных плит (сборно-монолитные) [3].

Другим интересным примером высотного строительства является лондонский небоскреб Мэри-Экс 30, проект которого был разработан архитектурным бюро «Фостер и партнеры». Здание имеет высоту 180 м, 41 этаж. Неофициально его называют «Корнишон» — из-за формы, которая заметно выбивается из общей картины современного Лондона (рис. 3).



Рис. 3. Небоскрёб Мэри-Экс 30 (180 м, 2004 г.)

Конструкция небоскреба представлена стальным каркасом и стеклянным фасадом с ромбовидными панелями. Диаметр здания у основания составляет 49 метров, затем оно расширяется, достигая наибольшего диаметра на уровне 17 этажа — 57 метров, и вновь сужается к самому верху.

Внутренние конструкции здания состоят из традиционных металлических балок и колон с профилированными композитными панелями перекрытий. Этажи здания поворачиваются относительно друг друга, создавая спиралевидные световые шахты, что позволяет получить больше света для офисных работников.

Одни из самых высоких объектов азиатских стран — небоскребы «БурджХалифа» в Дубае и «Шанхайская Башня» в Шанхае.

Возведение «БурджХалифа» было завершено в 2010 г. Сейчас это самое высокое здание в мире (его высота 828 м) (рис. 4). Для обеспечения достаточной несущей способности был использован железобетонный каркас. Для его создания было использовано 30 тысяч тонн стали и 250 тыс. м³ бетона. Каркас здания окружен в высокотехнологичные стены-шторы из стекла и металла. Стены небоскреба крепятся секциями высотой до двух этажей.

Большая опасность для небоскребов — сильный ветер. Архитекторы использовали оригинальное решение. Секции башни предназначены для отклонения ветра в разные стороны. Вокруг каждой части здания вихри движутся с различной скоростью [5].

Все ядро небоскреба построено вокруг формы трехконечной звезды, которая спирально уходит вверх. Центральное ядро здания обеспечивает его горизонтальную

устойчивость и играет главную осевую роль. От ядра в конец каждого пролета-лепестка отходят монолитные диафрагмы, которые образуют центральные коридоры. Эти бетонные стены играют роль связующей паутины, которая придает всей конструкции устойчивость при ветровых и динамических нагрузках. По периметру здания расположены колонны.

Фундамент ядра небоскреба состоит из сплошной плиты 3,7 метра толщиной. При его производстве было залито 12500 м³ самоуплотняющегося бетона С50. От фундамента ядра в сторону каждого лепестка-пролета здания отходят монолитные ростверки.

Всего небоскрёб поддерживает 194 сваи. Технические характеристики сваи:

- диаметр 1,5 м;
- средняя длина 43м;
- расчетная нагрузка на каждую более 6 600 т.

По диаметру и длине эти сваи стали рекордными, которые когда-либо применялись при строительстве в АОЭ. При их производстве был использован самоуплотняющийся бетон С60.

Панели стен жёсткие, а соединения между ними подвижные. Если кто-нибудь передвинет тяжёлую мебель к внешней стене, пол наклонится, и стена опустится вниз, но подвижное соединение компенсирует микросдвиг. Кроме того, подвижные соединения позволяют каждой секции расширяться и сжиматься под воздействием изменяющейся температуры, когда солнце обходит небоскрёб со всех сторон.

В 2015 г. был построен небоскрёб «Шанхайская Башня» — символ современного Китая (рис. 5). Его вы-



Рис. 4. Бурдж-Халифа (828 м, 2010 г.)

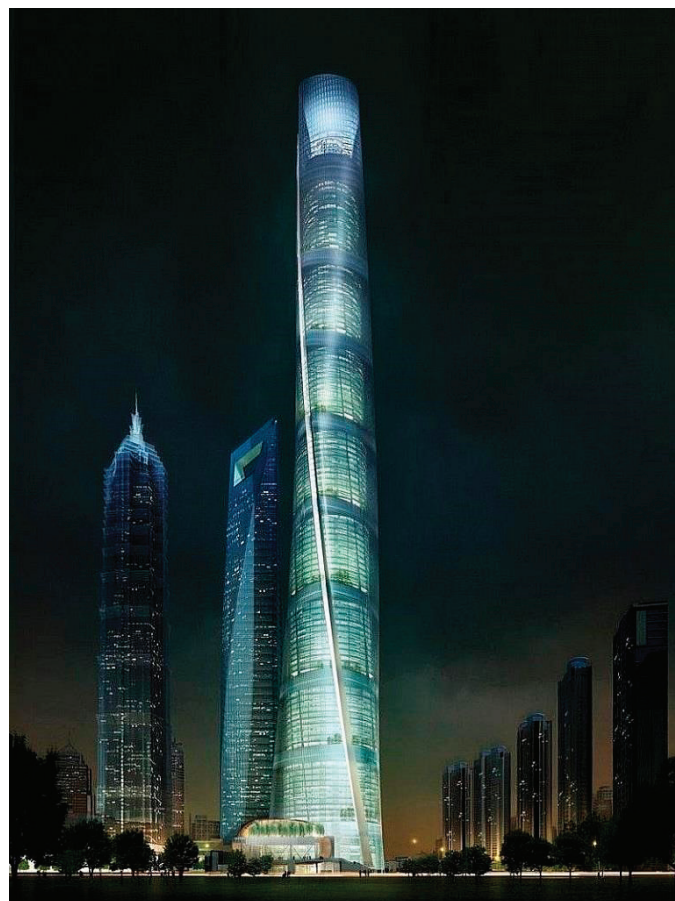


Рис. 5. Шанхайская Башня (632 м, 2015 г.)

сота составляет 632 метра. Форма Шанхайской башни похожа на слегка скрученную пирамиду с округлыми гранями. Такая форма позволила снизить нагрузку от ветра на 25%. Ограждающие конструкции здания двойные, в пространстве между ними имеются атриумы. Небоскреб состоит из 9 цилиндрических секций. Каркас здания включает в себя монолитный стержень из железобетона, четыре пары больших колонн из железобетона и четыре диагональных колонны, соединенных горизонтальными поясами из металлических ферм. Крепление колонн к центральному стержню осуществляется с помощью ау-триггеров.

Центральный стержень небоскреба состоит из ярусов, которые соединены между собой шарнирно. Это позволяет избежать больших колебаний от ветровой и сейсмической активности.

По результатам проведенного обзора можно сделать следующий вывод: в современном высотном строительстве применяют и стальной, и железобетонный каркас. Так как стальной каркас имеет больший удельный вес, для его целесообразного применения в высоких небоскребах необходимо использовать экономичные конструктивные схемы, которые позволяют снизить расход металла без потери несущей способности.

Литература:

1. Генералов В. П. Особенности проектирования высотных зданий: учеб. Пособие. Самара.: СамГАСУ, 2009. 296 с.
2. Современное высотное строительство. Монография. М.: ГУП «ИТЦ Москомархитектуры», 2007. 440 с.
3. Великие шедевры архитектуры. 100 зданий, которые восхитили мир. Всемирный торговый центр Нью-Йорк URL: <https://culture.wikireading.ru/53886> (дата обращения: 03.12.2019).
4. Маклакова Т. Г., Сенин Н. И. Архитектурно-конструктивные и градостроительные проблемы проектирования высотных зданий: научно-образовательный материал. М.: МГСУ, 2009. — 28 с.
5. Бурдж-Халифа. На рекордной высоте высоких технологий. URL: http://zvt.abok.ru/articles/183/Burdzh_Halifa_Na_rekordnoi_visote_visokih_tehnologii (дата обращения: 12.12.2019).
6. Шанхайская башня. URL: <http://monolitpro.info/shedevry-monolita/shanhajskaya-bashnya> (дата обращения: 18.12.2019).

Методика расчета высотных зданий на воздействие ветровой нагрузки с использованием современных средств компьютерной инженерии

Колесников Александр Игоревич, магистр

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье автор производит исследование методики расчета высотных зданий на воздействие ветровой нагрузки в программном комплексе Ansys. Приведён пример расчета небоскрёба условной архитектуры.

Ключевые слова: высотное здание, небоскреб, строительная система, метод конечных элементов, ПК Ansys, ветровая нагрузка.

Аэродинамика описывается фундаментальными физическими законами механики сплошных сред. Данные законы называются «законами сохранения», так как они выражают сохранение массы, энергии и импульса для каждого элементарного объема движущейся среды.

Параметры течения и движущегося тела. Силу, которая действует на движущееся тело, можно выразить через безразмерный параметр. Этот параметр получается в результате отношения силы к некоторой комбинации существенных характеристик среды и течение, которое в свою очередь тоже имеет размерность среды. Согласно второму закону Ньютона сила F равна произведению массы на ускорение и имеет размерность ml/t^2 , где m — масса, кг, l — длина, м и t — время, с. Величина, которая также имеет размерность силы, является произведением квадрата скорости движения тела в среде v^2 плотности ρ и площади S . В результате использования указанных зависимостей получен искомый безразмерный параметр — коэффициент силы.

$$C_F = \frac{F}{1/2 \rho v^2 S}$$

Согласно [1] Расчеты ветровых потоков и воздействий на высотные здания и комплексы сводятся к решению трехмерных нестационарных нелинейных уравнений гидрогазодинамики с учетом вязкости в постановке Навье-Стокса.

$$\rho \frac{\partial u}{\partial t} + \rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{\partial y} + \rho w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right]$$

$$\rho \frac{\partial v}{\partial t} + \rho u \frac{\partial v}{\partial x} + \rho v \frac{\partial v}{\partial y} + \rho w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left[\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right]$$

$$\rho \frac{\partial w}{\partial t} + \rho u \frac{\partial w}{\partial x} + \rho v \frac{\partial w}{\partial y} + \rho w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right]$$

Прямое решение уравнений с учетом вихрей всех масштабов при современных возможностях ЭВМ практически реализуемо только для очень малых скоростей потока. Для упрощения системы уравнений Рейнольдс предложил заменить скорость на сумму средней и пульсационной скорости:

$$u_i(t) = \bar{u}_i + u'_i(t).$$

Ф. Ментер в 1993 году предложил «гибридную» модель SST (shear stress transport, перенос сдвиговых напряжений). Модель эффективно сочетает устойчивость и точность стандартной $k-\omega$ пристеночных областях и эффективность $k-\epsilon$ модели на удалении от стенок с плавным переходом между ними. Данная модель является универсальной, в данном расчете она принята в качестве основной.

Приведем основные соотношения модели SST. Уравнения для турбулентной кинетической энергии k и турбулентной частоты ω следующие:

$$\frac{\partial \rho k}{\partial t} + \frac{\partial \rho U_j k}{\partial x_j} = P_k - D_k + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\Gamma_k \frac{\partial k}{\partial x_j} \right)$$

$$\frac{\partial \rho \omega}{\partial t} + \frac{\partial \rho U_j \omega}{\partial x_j} = \frac{\gamma}{\nu_t} P_k - \beta \rho \omega^2 \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\Gamma_k \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right) + (1 - F_1) 2 \rho \sigma_{\omega 2} \frac{1}{\omega} \frac{\partial k}{\partial x_j} \frac{\partial \omega}{\partial x_j}$$

где $P_k = \min(\mu_t S^2, 10 D_k)$, $D_k = \beta^* \rho \omega k$,

Турбулентная вязкость вычислена по формуле:

$$\mu_t = \min \left[\frac{\rho k}{\omega}; \frac{a_1 \rho k}{S F_2} \right]$$

С константой $a=0,31$ и стыковочной функцией:

$$F_2 = \tanh(\arg_2^2), \text{ где } \arg_2 = \max \left(2 \frac{\sqrt{k}}{\beta^* \omega y}; \frac{500 \nu}{y^2 \omega} \right)$$

Профиль средней скорости на входе, как правило, получают по нормативным данным. В некоторых зарубежных источниках применяется не степенная, а логарифмическая зависимость профиля от высоты, лучше согласующаяся с экспериментами в аэротрубе. Если известны данные замеров для турбулентной кинетической энергии, то их следует ввести. Для выполнения стационарного расчета необходимо указать средние значения скоростей ветра.

Соотношение изменения ветра с высотой выражается следующей функцией:

$$U(z) = \bar{U}_s \cdot \left(\frac{z}{Z_s} \right)^\alpha$$

где \bar{U}_s — средняя скорость на высоте Z_s , z — высота над поверхностью земли, Z_s — базовая высота над поверхностью земли для построения профиля. α — показатель функции степени распределения.

Методика расчета в ПК «Ansys Fluent»

Непосредственно расчеты аэродинамики выполнялись с использованием программного модуля ANSYS CFX (далее CFX [95]). Модуль ANSYS CFX позволяет моделировать ламинарный и турбулентный потоки, сжимаемую и несжима-

емую жидкости, связанные задачи теплообмена, многофазные потоки, процессы кипения, горения, конденсации, фильтрации, химические реакции и многое другое. Поддерживаются более двадцати различных моделей турбулентности.

Так же, ввиду необходимости использования сразу нескольких продуктов Ansys: Geometry — для редактирования геометрии расчетной модели, Mesh — для создания конечно-элементной сетки/объемов, модуль Flow(Fluent) для расчета аэродинамики здания, а так же анализа полученных результатов, используется среда Ansys Workbench. Интерфейс представлен на Рис 1.

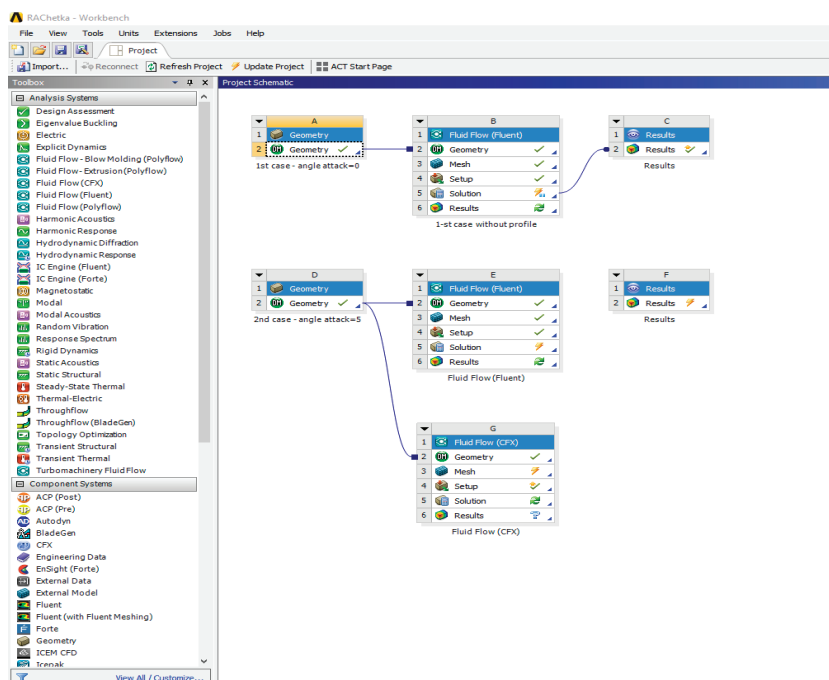


Рис. 1. Интерфейс Ansys Workbench

Допущения, принимаемые в расчете:

- ветровые потоки предполагаются несжимаемыми
- ветровые потоки изотермически
- массовые силы не учитываются.

Расчет проводился в условиях стационарной модели. В качестве объекта исследования было рассмотрено высотное здание на металлическом каркасе. Общая высота здания — 380м. Общий вид данного здания представлен ниже на Рис 2.

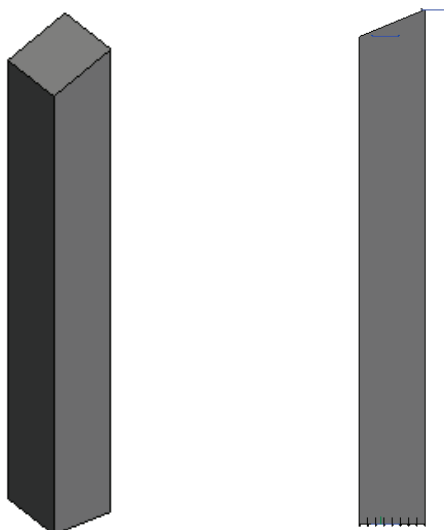


Рис. 2. Общий вид и вид сбоку

План типового этажа здания представлен на Рис 3.

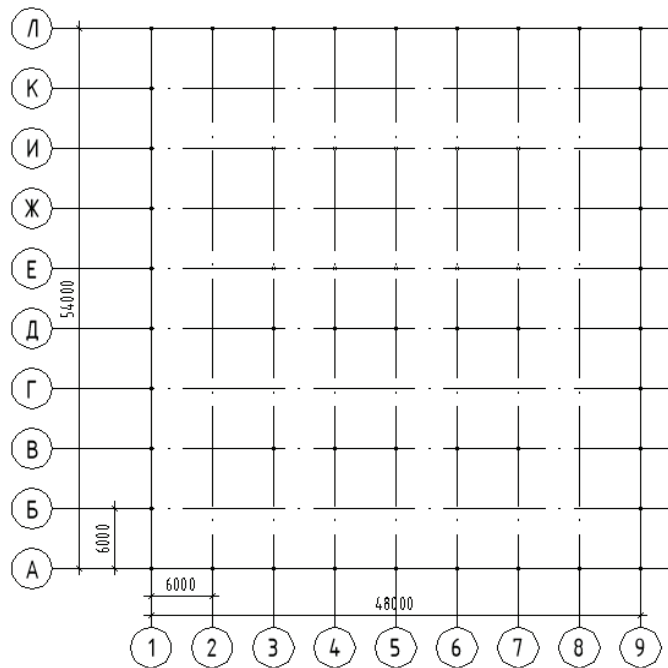


Рис. 3. План типового этажа здания

Геометрия здания подготовлена в ПК «Revit 2019» с последующим импортом геометрии в формат SAT. Далее необходимо импортировать геометрию в среду Ansys

Workbench. Создадим модуль для редактирования «Geometry». В данной работе рассмотрен случай воздействия ветра на здание одного угла атаки — в торец здания.

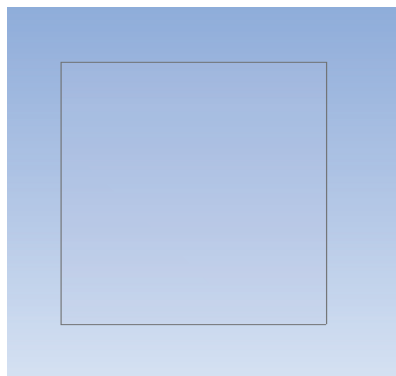


Рис. 4. План здания при угле атаки ветра =0

Далее необходимо создать расчетную область, где производится обдув здания. Область представляет из себя параллелепипед, окружающее здания. Существует методика по заданию размеров расчетной области во избежание влияния ее размеров на точность расчетов.

Правила создания расчетной модели:

- расстояние от плоскости параллелепипеда до здания в свету, откуда идет атака ветра, должна составлять не менее 5 высот здания
- расстояние от задней плоскости до здания в свету должен составлять не менее 15 высот здания

— расстояние от плоскости, параллельной направлению ветра, до здания в свету должно составлять не менее 5 высот здания

— высота области должна составлять не менее 6 высот здания.

Схема задания расчетной области приведена на Рис 5. Расчетная область высотного здания приведен на Рис 6. Зеленым на рисунке выделено само здание.

После создания расчетной области, из самой области нужно вычесть объем здания. Данное действие произведено с помощью булевого вычитания. Далее необходимо

1. Требования к размерам расчетной области*:

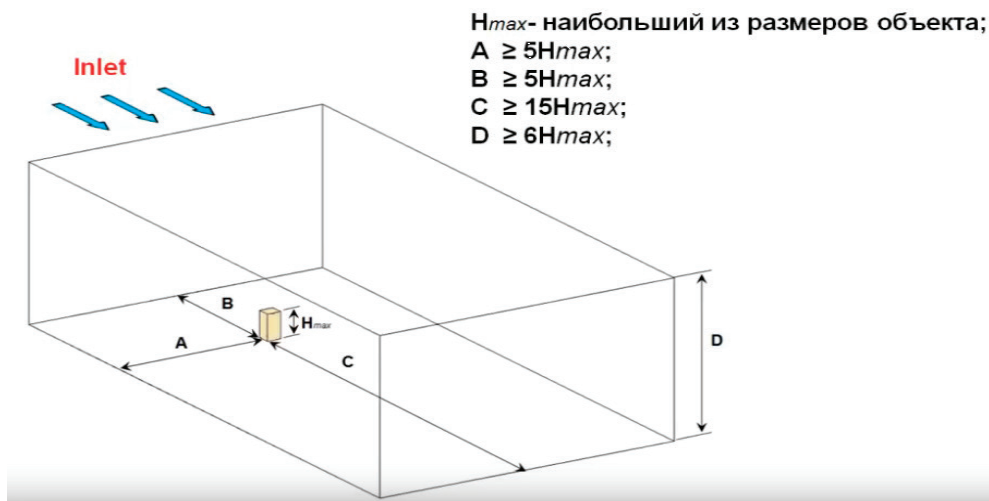


Рис. 5. К определению размеров расчетной области

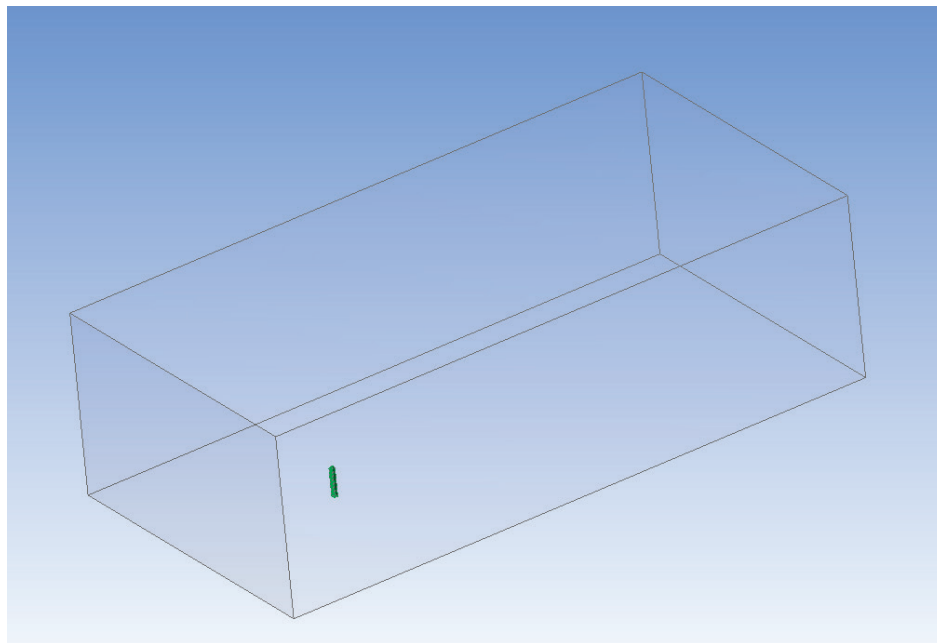


Рис. 6. Расчетная область высотного здания

из полученной геометрии получить конечноэлементную расчетную модель для дальнейшего расчета.

Необходимо заранее выделить плоскости, поверхности, к которым в будущем необходимо придавать свойства (сторона потока ветра, скорость, давления и т.д.). Выделяем стороны, с которой дует ветер, выделяем и называем «inlet». Плоскость показана на Рис 7.

Аналогичное действие производим с плоскостью с противоположной стороны и называем «outlet». Также выделяем контур здания и задаем название «zдание_surface».

Расчетная область воздушного пространства разделим на ячейки размером по 150 м. Конечноэлементная сетка самого здания необходимо сгущать. Зададим условия

для контуров здания, что при разбиении сетки, здание по длине должно разбиться не менее, чем на 10 отрезков. Данное условие вводится с помощью команды «Sizing».

Разбивка на конечные элементы представлена на Рис 8.

После разбиения сетки, переходим в препроцессор «Ansys Fluent» для задания граничных условий. В качестве расчетной модели выбираем $k-\omega$ модель с учетом SST. Режим — стационарный. Граничные условия приведены на Рис 9.

Согласно данным метеорологических служб, максимальная скорость ветра за все время наблюдения составляет 22 м/с. Такая скорость ветра наблюдается менее 5 минут в году. Введем допущение, что скорость ветра постоянна по всей высоте здания.

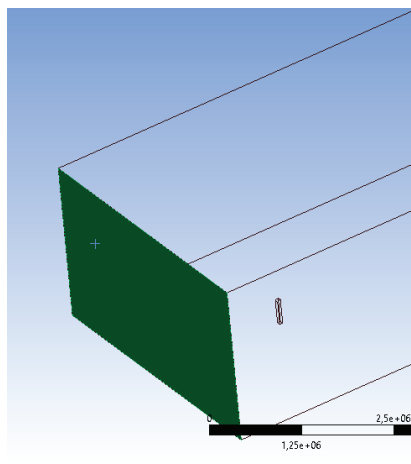


Рис. 7. Плоскость «inlet»

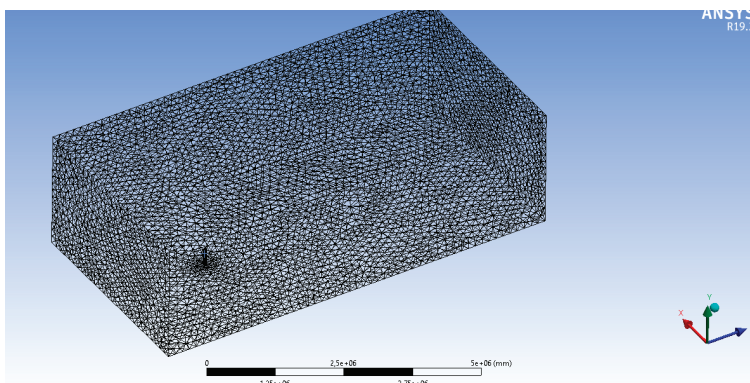


Рис. 8. Разбивка расчетной области и здания

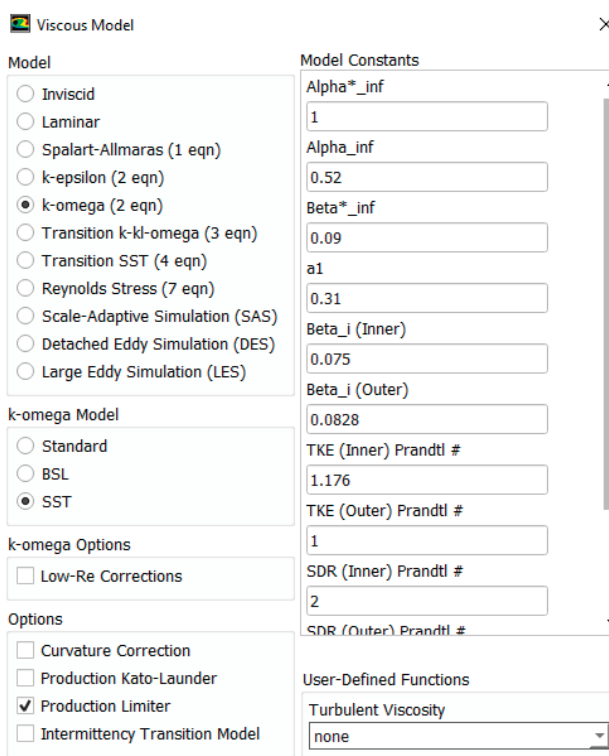


Рис. 9. Граничные условия к расчету модели

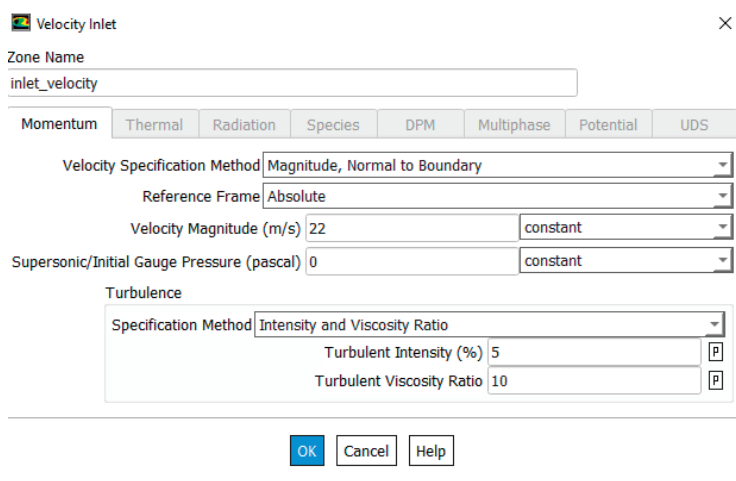


Рис. 10. Настройка скорости потока ветра с плоскости

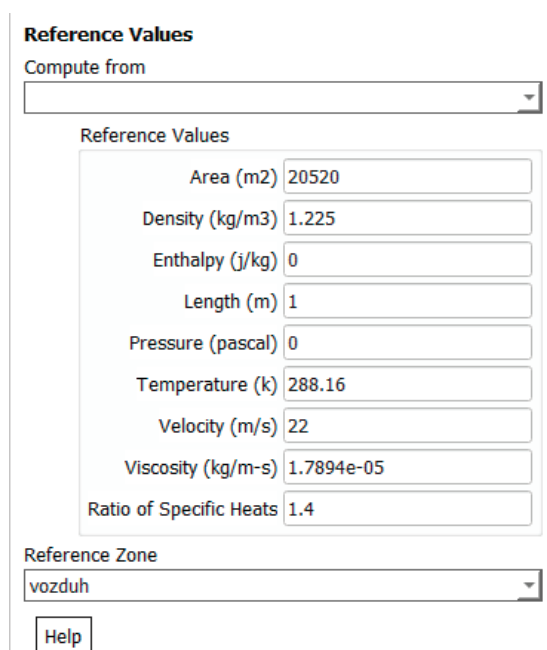


Рис. 11. Справочные параметры

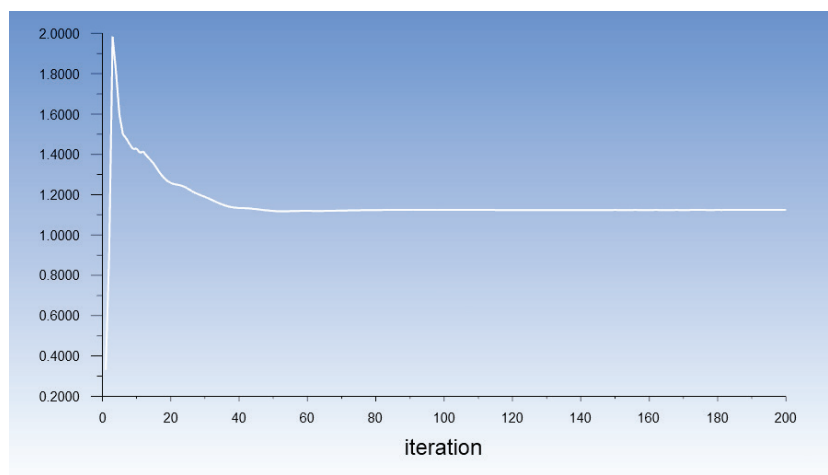


Рис. 12. Зависимость коэффициента от количества итераций

К плоскости «inlet» введем показания скорости ветра. Данные представлены в Рис. 10.

Далее необходимо задать справочные значения (Reference Values) для корректного подсчета коэффициента лобового сопротивления и прочих параметров. Справочные величины представлена на Рис 12.

Для расчета коэффициента лобового сопротивления C_z (ветер дует вдоль глобальной оси Z), зададим монитор. После задания монитора производим расчет.

График зависимости значения коэффициента C_z от количества итераций представлен в Рис 12.

Зависимость параметров потока от количества итераций представлен на Рис. 13.

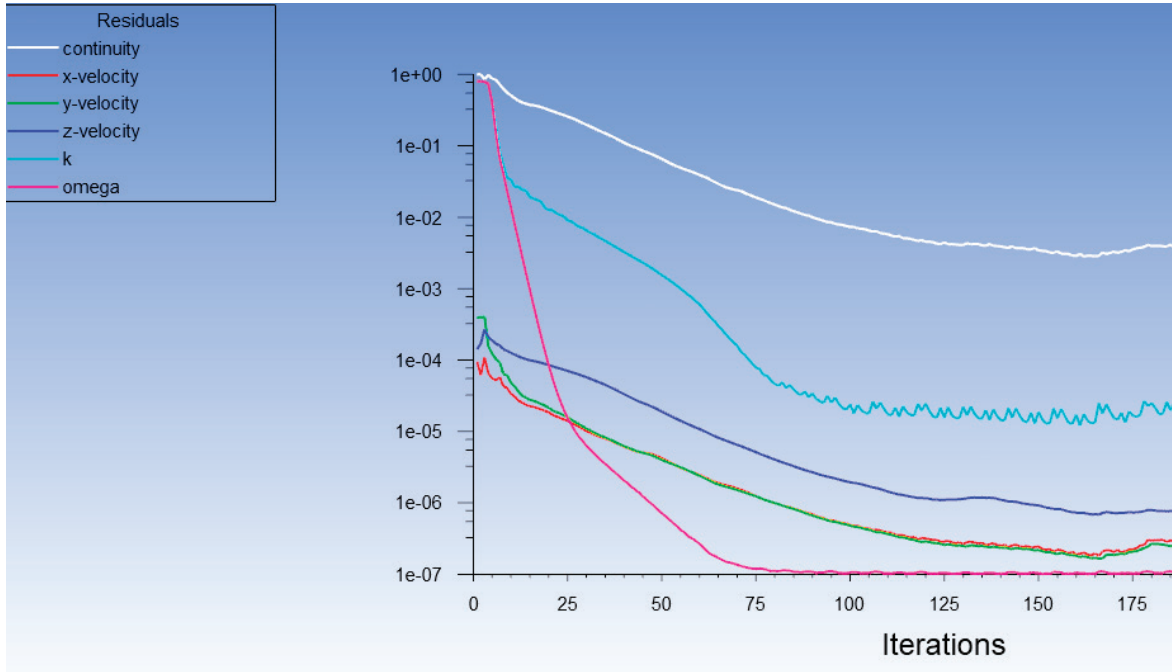


Рис. 13. Зависимость параметров потока от количества итераций

Расчет считается завершенным, когда все параметры стабилизируются во времени. Результаты опыта приведены в Табл. 1.

Выводы: результаты эксперимента показывают, что динамическая составляющая давления от ветра имеет

наибольшее значение по краям и по боковым поверхностям здания. Данное явление связано с наличием развитых отрывных сечений ввиду низкой обтекаемости здания в целом. Траектория потока представлена на Рис. 14 и Рис. 15.

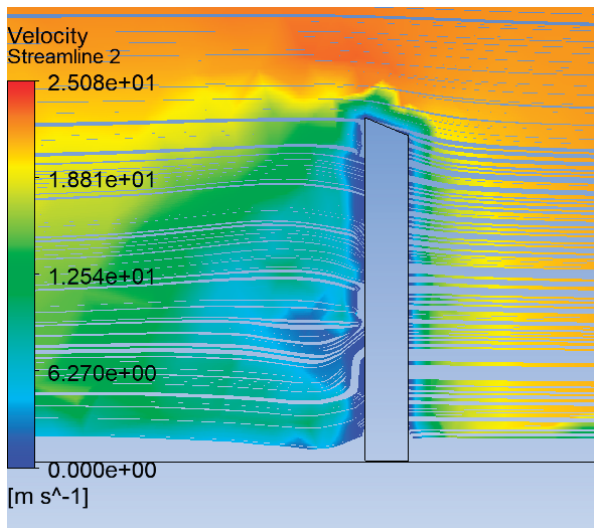


Рис. 14. Линии тока ветра. Вид сбоку

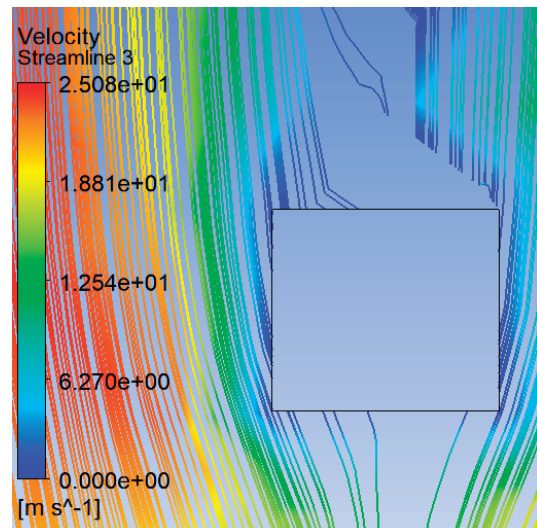
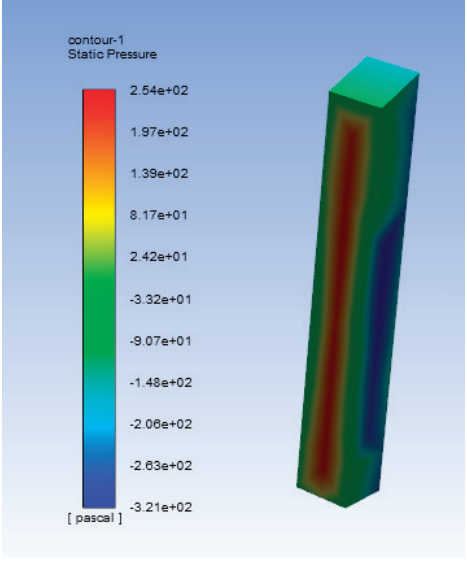
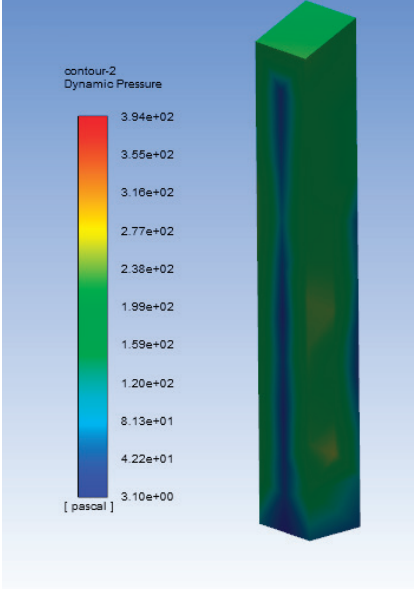
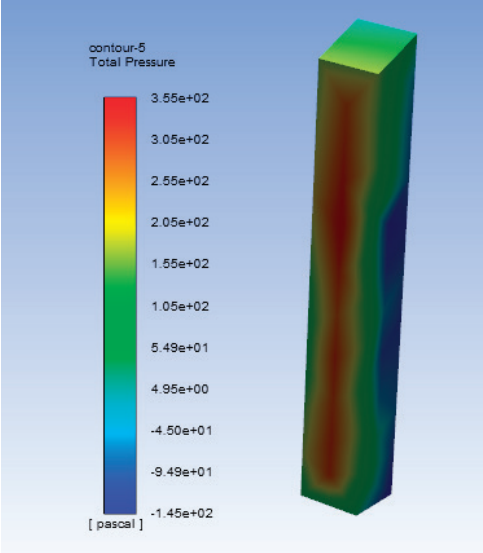


Рис. 15. Линии тока ветра. План

Таблица 1

Наименования параметра	Результат
Коэффициент лобового сопротивления C_z	1.12
Статическая составляющая давления	 <p>contour-1 Static Pressure</p> <p>[pascal]</p>
Динамическое составляющая давления	 <p>contour-2 Dynamic Pressure</p> <p>[pascal]</p>
Суммарное давление ветра	 <p>contour-5 Total Pressure</p> <p>[pascal]</p>

Литература:

1. Дубинский С. И. Численное моделирование ветровых воздействий на здания и сооружения. Москва, 2010. 197 с.

Мобильная архитектура на современном этапе

Утегенов Исатай Утегенович, кандидат технических наук, доцент
Западно-Казахстанский государственный университет имени Махамбета Утемисова (г. Уральск)

Моменов Боранбай Мурзагалиевич, кандидат педагогических наук, доцент
Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова (г. Актюбе)

Муханов Батырхан Бахытжанович, зав. кафедрой
Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем (г. Уральск)

В статье рассматриваются вопросы конструкций мобильного жилья. История развития мобильного жилья различных народов, особенности мобильного жилья кочевых племен. Современное направление развития мобильного жилья и её перспективы. Основные факторы, влияющие на потребность мобильного жилья. Классификация мобильного жилья: по назначению, по функциональному назначению, по конструктивному решению, по используемому материалу.

Ключевые слова: мобильное жильё, архитектура, конструкция, проект, монтаж, архитектура мобильного жилья, юрта, остов юрты, модуль.

The article addresses the issues of mobile housing designs. The history of the development of mobile housing of various peoples, especially the mobile housing of nomadic tribes. The modern direction of development of mobile housing and its prospects. The main factors affecting the need for mobile housing. Classification of mobile housing: by purpose, by functional purpose, by design, by the material used.

Архитектура быстрого возведения жилых объектов — это архитектура временного мобильного жилья, как оказания первой помощи в условиях природных и социальных катаклизмов, а также при проведении массовых культурных и спортивных мероприятий.

Причина проживания во временном жилище является:

- тихийные бедствия (условия при которых, проживание в постоянном жилье, исключается, или делается невозможным);
- проблема обеспечения жилья людей, временно прибывающих в условиях невозможности использовать другие варианты проживания (экспедиции и т.п.);
- потребность людей в крыше над головой, но при этом не желающих затрачивать крупные суммы средств на жильё временного пребывания (дачи, лагеря и т.п.).

Начало XXI века характеризуется резкими техногенными изменениями климата на планете, и социальными катаклизмами во многих государствах. Список природных катастроф, вызвавших самые масштабные потери и самые крупные убытки за последние 35 лет, возглавил ураган «Катрина», убытки составляли 49–60 млрд долларов. Землетрясение и цунами в Японии, унесли жизни почти 16 тыс. человек, финансовые убытки составило 210 млрд долларов. Ураган «Сэнди» 2012 года на Багамских островах, унес жизни 210 тыс. человек и принес потери в размере 68,5 млрд доллара, этот список можно продолжить.

Региональные военные конфликты на Ближнем Востоке, в Азии и в Африке привело, к массовой миграции населения с территории постоянного места жительства в другие регионы. С этой острой социальной проблемой столкнулись государства Евросоюза и Турция. Количество нелегальных мигрантов, пересекающих границу Евросоюза, в 2015 году составило 1,2 млн мигрантов. По данным управления Верховного комиссара ООН по делам беженцев, из Африки на Канары в 2019 году смогли нелегально попасть около 2200 человек, это на 50% больше, чем в предыдущие годы. Так, число мигрантов, претендующих на статус беженца, возросло в Германии в 2018 году на 6% по сравнению с предыдущим годом и составило 1,8 млн человек. В связи с этим возникает востребованность в предоставлении временного жилища различным социальным слоям населения потерявших жильё. Практические достоинства передвижных жилых домов в различных регионах мира нашли отражение в популярности их применения, в особенности в качестве временного, рекреационного, дачного и туристического жилья.

Возникает необходимость во всестороннем анализе тенденций, направлений, традиций, особенностей, которые прослеживаются в истории развития традиционного мобильного жилья различных народностей, а также в поиске устойчивых связей между издавна существовавшими традициями и современными тенден-

циями её развития, вызванными новой исторической ситуацией. М. В. Аширов писал: «Освоение и сохранение народных традиций, их творческое переосмысление в свете современного развития индустриальной технологий, все заметнее становятся необходимым для разработки универсального мобильного жилья, различных вариантов» [1]. Проблема развития мобильного жилья рассматривалась многократно в различных исследованиях. Авторы Айдарова Г. Н. и Габдрахманова И. И. посвятили свой исследования традиционным конструкциям мобильного жилья кочевых племен, особенности архитектурной конструкций юрты [2,3]. По мнению И. И. Ахтямова, «Кочевые племена, в связи со спецификой ведения хозяйства, выработали наиболее оптимальный вид конструкцию мобильного жилья, которая используется на протяжении веков. На современном этапе развития человечества она не потеряла своей значимости». [4, с. 53]. Ахтямова Р. И. в своей работе писал: «Юрта, как универсальное жильё, имеет много функциональное значение: гостевая, кухня, подсобное помещение и т.д. Соединение рядов элементов позволяет получить конструкцию разного размера». [5]. Основной целью исследования, выявление особенностей проектирования и возведения мобильного жилья на основе изучения мирового и отечественного опыта с учетом комплексной оценки формирующих факторов (требований экологической и пожарной безопасности, энергосбережения, надежности и устойчивости и др.).

В исследованиях по теме мобильности и транспортируемости жилых зданий рассматривались такие вопросы: опыт адаптации жилья к изменениям в жизнедеятельности его обитателей в виде трансформации внутреннего пространства и обеспечения его многофункциональности методика и разработка конструкций, отличающихся подвижными, разборными или складными частями, и особенности формирования передвижного жилища рекреационного назначения эволюция человеческого жилища и прогнозируемый футуристический взгляда структуру жилой среды. Говоря об этой проблеме, Е. О. Ларионов замечает: «Современное мобильное жильё, должна отвечать современным требованиям: комфортабельная, экономичная, автономная, экологична, легкая при транспортировке. Исходя из этих условий необходимо разрабатывать конструкцию мобильного жилья». [6]. В научных разработках современных авторов по строительной-архитектурной тематике большую актуальность имеют темы, связанные с вопросами энергосбережения: исследование исторических предпосылок развития энергетической эффективного жилья, разработка основных требований и решений их формирования, а также создание инженерно-эффективного метода проектирования малоэтажной архитектуры. Такая разработка проведена в США и Голландий, где за основу взята передвижная автономная система. В частности, фирмами Dumpster Diving и Shelter Wise разработали автомобильный прицеп в виде мобильного жилья. Методы использования нетрадици-

онных источников энергии, выявление основных путей экономии энергии и развитие архитектуры энергосбережения мобильного жилья, использованы в проектах японского архитектора Stero takt, где в качестве источника энергий взяты солнечные панели. Выработанная энергия полностью обеспечивает потребность мобильного комплекса в энергии, такие методы использования альтернативных источников энергий используют в своих разработках и другие фирмы, в качестве источника используют энергию ветра или др. носителей. К примеру, можно сказать разработку мобильного жилья фирмой Taku-Taka, где в качестве энергоносителя используется течение морского прибоя.

Потребность в жилищах мобильного типа, обуславливается во всем мире тем, что спрос на них растет в геометрической прогрессии, а предоставляемые варианты не всегда удовлетворяют потребностям в областях, требующих применения жилья такого типа. Оптимальные, функциональные варианты решения проблемы проектирования мобильного жилья, с учетом специфики региона. Решение исследователей в разных странах, занимались этой проблемой, рассматривают вопрос о мобильном жилье с точки зрения своих традиций, взглядов, аспектов быта, климата и различных факторов, касающихся непосредственно своих стран.

Обращаясь к истории, мы можем наблюдать на различных этапах формирования человеческой среды обитания за прогрессом в развитии «переносных», «временных» жилищ, которые люди на протяжении всего своего существования «разрабатывали», делали его функциональным и пригодным для наиболее комфортабельного проживания в условиях их обитания. В процессе изучения истории, культуры и быта народов различных стран можно наблюдать за развитием жилищ, выполняющих роль не только временного жилья, но также и постоянного проживания людей, в которых бы применялись материалы, сопутствующие тому времени, и отвечающие всем требованиям мобильных, легко переносных сооружений. Из основных требований можно выделить: доступность, легкость, теплоустойчивость и холодоустойчивость материалов.

Примером такого жилища в нашем регионе, может служить — юрта, испокон веков служившая кочевым племенам мобильным жильём. Самые ранние сведения о сборно-разборном жилище дошли до нас со времен Геродота. Многовековая эволюция кочевого жилища привели к выработке четких пропорций и правил установки и разборки юрт. Сборно-разборной конструкции юрты наиболее известен жителям азиатского региона, так как она является важнейшим памятником в истории быта народов, населяющих современные территории как Азии, так и Европы. В мировой же истории насчитывается десятки примеров жилищ такого типа. Различающихся между собой, как по использованию материалу, в зависимости от мест расположения таких жилищ, так и по форме реализации. В Казахстана был принят наиболее

распространен так называемый кыпчакский тип юрт, отличающийся, например, от калмыцкого, имеющего конический верх, сферическим сводом. Внешний вид юрт и внутреннее убранство менялись в зависимости от её функционального назначения. Самыми крупными и наиболее роскошными были парадные юрты (ак-уй, ак-орда, боз-уй). К числу парадных сооружений относятся юрты для гостей (конак-уй) и сделаны с особым изяществом и любовью, а также юрты для молодоженов (от-у-уй). Парадные юрты в среднем состояли из 18 решеток (канат), а самые большие из 30 решеток (канат). Помимо основных жилых юрт и парадных сооружений существовали и другие виды сборно-разборных построек, отличающиеся простотой конструкции и внутренним убранством. Более просторные из них назывались аб-лайша, а самые маленькие, составные из трех решеток, коротких купольных реек (уык) и миниатюрного верхнего круга (шанырак) именовались жолым-уй. Специальные юрты выделялись также под кухни и склады. В последнее время, изменена конструкция юрты, каркас (кереге, уык, шанырак) стали выполнять из металла, а покрытие из синтетического материала.

На сегодняшний день необходимо проектировать мобильные жильё, отвечающее всем требованиям современного быта. При изучении данной проблемы и воплощении её в проектный вариант требуется глубокое изучение вопросов, касающихся различных сторон и аспектов жизненной деятельности людей, их быта, а также решения задач в области материалов и технологий, требующихся для воплощения в жизнь. Анализируя ситуации, в которых необходимо использования мобильного жилья является важной составляющей в обеспечении безопасного и комфортного пребывания людей, можно выделить основные требования к такому типу жилья:

- функциональность;
- мобильность;
- устойчивость к климатическим условиям района, где будет применен данный тип жилья;
- понижение энергопотребления жилья;

Литература:

1. Аширов М. В. Классификационные особенности архитектуры мобильного жилья. — Казань. Известия КГАСУ,
2. Турганбаева Л. Р. К изучению мобильного жилища кочевников // Вестник современной науки. 2015. № 10. С. 57–61.
3. Рост числа машин создает проблемы для экономики и экологии // Российская газета. URL: rg.ru/2017/10/22/k-2050-godu-chislo-avtomobilej-v-mireudvoitsia.html (дата обращения: 07.12.2017)
4. Никитенко Е. В. Анализ уровня доступности жилья // Инженерный вестник Дона, 2012, № 4. URL: ivdon.ru/gu/magazine/archive/n4p1y2012/1111
5. Ивакин Е. К., Вагин А. В. Классификация объектов малоэтажного строительства // Инженерный вестник Дона, 2012, № 3. URL: ivdon.ru/gu/magazine/archive/n3y2012/937
6. Астахова Е. С. Рекреационное мобильное жилище // Наука в современном мире: Сборник научных трудов XXX Международной научно-практической конференции — Москва: Издательство «Перо», 2017. — С. 6–9.
7. Астахова Е. С. Архитектура мобильного жилища // Избранные вопросы современной науки, Монография. / Астахова Е. С., Дозоров В. А., Логинова Т. В., Смыслова В. Н. и др.; под ред. проф. Акутина С. П. Москва: Издательство «Перо», 2017. 174 с.

- использование доступных средств получения энергии альтернативным путем;
- наличие оптимальных условий быта;
- доступность жилья.

Следует учесть, что названные требования, необходимо в проектных расчетах мобильного жилья. При соответствии критериям экономики, экологии, эксплуатации, доступности в различных регионах можно считать правильным найденное решение мобильного жилья.

Таким образом универсальный жилой модуль является оптимальным типом жилья для всех групп потребления и может быть использован на любой территории в условиях крупного города или иного поселения. Временное жильё — это новый тип жилищной архитектуры в современной жизни. В городе она, представляет собой сложную систему из модульных сплетений образующих временные жилые комплексы. Мобильное жильё включает в себя необходимые функции и отвечает эргономическим аспектам жизнедеятельности человека. При разворачивание временного жилья добиваются универсальной мобильности, а также быстрого возведения конструкции, обеспечивающий среду жизнедеятельности людей.

Выводы. Проблема в сфере конструирования, моделирования, а также применения мобильного жилья находится в стадии динамического развития. Проведенный сравнительный анализ мобильного жилья позволил выявить характерные функционально-типологические особенности данного типа жилья, история развития мобильного жилья у кочевых племен. Современное состояние данной проблемы, мы видим, что проблема мобильного жилья, волнует не только людей, заинтересованных в нем в данный момент, но и людей, которые делают прогноз на будущее. Рассмотрены следующие факторы, влияющие на проектирование мобильного жилья: социальные, экономические и конструктивные. При грамотном проектировании необходимо учесть специфику региона и наиболее эффективное использование мобильного жилья. Особенности конструкции юрты, и современные направления развития юрты в качестве мобильного жилья.

8. Панфилов А. В. Особенности формирования мобильного жилища для временного пребывания (конец XX — начало XXI века): дис... канд. архитектуры наук: 05.23.21. Новосибирск, 2013. 173 с.
9. Астахова Е. С. Архитектура мобильного жилища // Современная наука: теоретический и практический взгляд: Сборник научных трудов VIII Международной научно-практической конференции — Москва: Издательство «Перо», 2017. — С. 5–8.

ГЕОЛОГИЯ

Регулирование параметров бурового раствора для снижения риска прихвата на месторождениях Балыкской группы

Корунов Игорь Дмитриевич, студент магистратуры;
Пономарёв Сергей Александрович, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

Основным видом осложнений на месторождении Балыкской группы является прихват бурового инструмента ввиду особенностей горной породы, поэтому разработка мер по недопущению данного осложнения является обязательной, причем как со стороны бурового подрядчика, так и со стороны подрядчиков по буровым растворам.

Ключевые слова: буровой раствор, буровой инструмент, исходный буровой раствор, эксплуатационная колонна, Балыкская группа, Средне-Балыкское месторождение.

Рассматривая бурение наклонно-направленных скважин на Средне-Балыкском месторождении, глубиной до 3000–3200 м, а именно при бурении скважины под эксплуатационную колонну, инженером по буровым растворам до вскрытия кровли Алымской свиты доводится содержание карбоната кальция до концентрации не менее 60 кг/м³ путем обработки бурового раствора микрокальцитом на исходный раствор и производится обработка бурового раствора сульфированным битумом САФ СДГ с доведением концентрации не менее 12 кг/м³. Данные концентрации необходимо поддерживать до достижения проектного забоя.

Также в процессе бурения через каждые 200–300 м проходки и при первых признаках недостаточной очистки ствола скважины от выбуренной породы, производится прокачка пачки ВВП (на основе исходного раствора и ввода Реопак В) с контролем выносимого шлама на виброситах, с приемом в отдельную емкость. При этом возможна корректировка интервалов прокачки пачек исходя из фактического состояния ствола скважины и выносу шлама.

При первых признаках прилипания инструмента производится прокачивание кольматационной пачки с повышенным содержанием смазки с приёмом в рабочую емкость. Пачка готовится на основе исходного бурового раствора с кольматантом Микрокальцит (производится доведение плотности пачки, превышающей плотность исходного бурового раствора на 0,02 г/см³), а также смазывающей добавки Бурфлюб (при этом доводится содержание смазки пачки до 5%). Само бурение под эксплуатационную колонну осуществляется с режимом на расход 36–40 л/с, а при превышении давления более 250 атм. расход необходимо снизить, но не менее 36 л/с.

Промывки осуществляются при максимально возможном расходе. При достижении проектной глубины, ствол скважины промывается в количестве 1,5–2 цикла, при одновременном выравнивании параметров бурового раствора до проектных. Так же происходит проверка хождения веса инструмента и моменты сравниваются с расчетными. В случае, если значения весов и моментов не превышают расчетные, производится бурение до проектной глубины. При завышающих значениях параметров режима бурения, производится подъем КНБК для проведения ГИС АКЦ кондуктора и смены КНБК, с проработкой мест затяжек бурового инструмента до свободного хождения.

Теперь рассмотрим бурение скважин на Мало-Балыкском месторождении, где так же, как и на Средне-Балыкском месторождении, преобладают наклонно-направленные скважины. Как уже говорилось ранее, во избежание аварий и осложнений, все работы, связанные с бурением скважины, осуществляются в строгом соответствии с проектной документацией на скважину и технологическими регламентами, в рамках Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности и законов Российской Федерации.

Для сокращения рисков высокой наработки раствора твердой фазой, а также для обеспечения безаварийного строительства интервала под 245 мм ОК, инженер по буровым растворам поддерживает концентрацию гидрофобизирующей добавки Бурфоб не менее 2.2 кг/м³ и концентрацию Детергент Н не менее 1 кг/м³.

Во время бурения интервала под кондуктор, в зависимости от глубины кондуктора, проводится промежуточная промывка в объеме 1,5–2 циклов, после чего, при достижении проектной глубины кондуктора, следует промывка

в объеме 2-х циклов. По окончании промывки ствола скважины, начинается подъем КНБК на определенную высоту (в зависимости от глубины кондуктора) и промывка скважины в объеме 1 цикла, после чего в компоновку низа бурильной колонны включается калибратор спиральнолопастной и последующий спуск на забой.

По окончании бурения ствола скважины под кондуктор и последующего спуска обсадной колонны 245 мм, производится бурение под эксплуатационную колонну. При бурении скважины под эксплуатационную колонну, через каждые 200–300 м проходки, а также при первых признаках недостаточной очистки ствола скважины от выбуренной породы, инженеру по буровым растворам необходима подготовка и дальнейшая прокачка пачки ВВП (на основе исходного раствора и ввода Камеди или Реопак В) в объеме 6–8 м³ с условной вязкостью не менее 90 сек (по Маршу) с контролем выносимого шлама на виброситах, с приемом в отдельную емкость, а так же необходима корректировка прокачки ВВП по фактическому состоянию ствола скважины и выносу шлама.

Кроме того, за 50–60 м до вскрытия кровли Алымской свиты производится технологическая промывка сква-

жины в течении 1,5–2 циклов, при наличии значительного количества шлама до полного его вымыва с прокачиванием ВВП с контролем характера выносимого шлама на ситах. Прокачку пачки ВВП необходимо проводить на максимально возможной производительности буровых насосов при интенсивном расхаживании бурового инструмента.

При появлении первых признаков подлипания бурового инструмента производится прокачка кольматационной пачки с повышенным содержанием смазки с приемом в рабочую емкость. Данная пачка готовится на основе исходного бурового раствора, кольматанта Микрокальцит (при доведении плотности пачки, превышающей плотность исходного бурового раствора на 0,02 г/см³) и смазывающей добавки Бурфлюб (при доведении содержания смазки пачки до 5%).

Таким образом, регулируя основные параметры бурового раствора с использованием таких добавок, как Бурфоб, Реопак В и прочих, можно значительно снизить риск возникновения прихвата бурового инструмента, так как от качества бурового раствора зависит дальнейшее строительство скважины.

Литература:

1. Инструкция по классификации, расследованию и учету аварий при бурении скважин на нефть и газ. — М.: ВНИИОЭНГ, 1979. — 26 с.
2. Пустовойтенко И. П. Предупреждение и ликвидация аварий в бурении. — М.: Недра, 1988. — 279 с.
3. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. — М.: Госгортехнадзор России, 1993. — 104 с.
4. Винниченко В. М., Гончаров А. Е., Максименко Н. Н. Предупреждение и ликвидация осложнений и аварий при бурении разведочных скважин. — М.: Недра, 1991. — 170 с.
5. Технологические мероприятия по снижению аварийности и осложнений при строительстве нефтяных и газовых скважин. — ООО «РН-Юганскнефтегаз», 2016.

ЭКОЛОГИЯ

Актуальность применения микротурбинных установок в качестве автономных источников энергии

Рыбачук Владислав Геннадьевич, студент магистратуры
Московский политехнический университет

В статье автор подчеркивает важность принятия всех возможных мер для поддержания экологии на приемлемом уровне. В этом ключе автономные источники энергии должны быть усовершенствованы с применением доступных технологий в области микротурбинных установок.

Ключевые слова: турбины, энергия, экология, генератор, ГТУ.

Тема статьи тесно связана с проблемами энергетики, которые злободневны на данный момент. В современном мире происходят изменения технических требований в сторону повышения экологичности, экономичности, подавления уровней теплового и шумового загрязнений. Что вполне логично и соответствует первоочередной проблематике наших дней. В связи с чем целесообразно уделить внимание перспективным разработкам указанного выше направления.

Господствующий тип автономных малоразмерных энергоустановок — это дизельные генераторы, которые слабо удовлетворяют вышеперечисленным требованиям, а для соответствия этим требованиям приходится усложнять конструкцию двигателя, что связано с большим объемом применяемых технологий и, конечно же, ощутимо увеличивает финальную стоимость двигателя. В сравнение тривиальным дизельным генераторам может быть противопоставлена газотурбинная установка, которая

при соответствующей мощности в 600 кВт, ещё может быть названа малоразмерной, в то время как дизельный генератор уже не попадает под критерий малоразмерности, хотя этот критерий и субъективен.

Понятие «микротурбина» было сформировано при непосредственном участии маркетологов и применяется сейчас в том числе и к установкам, которые по мощности близки к 0,5МВт, так как они действительно очень малы по сравнению с параметрами высокомоощных установок для крупной энергетики, но, конечно же, речь о приставке «микро» уже не идёт.

Стоит упомянуть об актуальности направления разработки газотурбинных двигателей, сравнивая ГТД с привычным дизель-генератором. В контексте вопроса экологии, важно заметить, что газотурбинная установка имеет малое звуковое давление и при этом практически отсутствуют вибрации за счёт того, что в установке происходит только вращательное движение ротора и отсут-



Рис. 1. Габариты идентичных по мощности дизельной силовой установки (слева) и микротурбинной (справа)

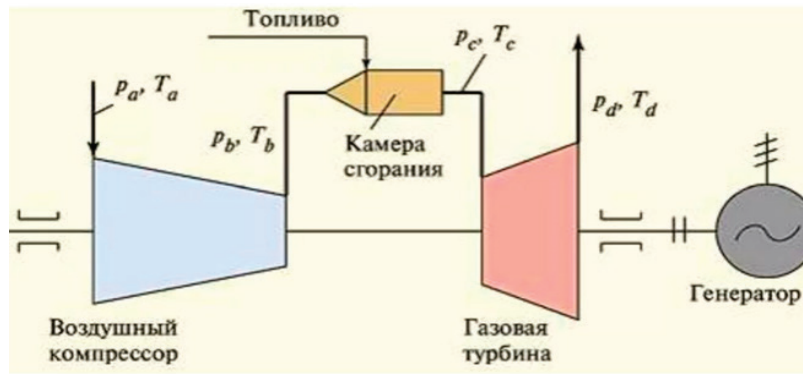


Рис. 2. Простейшая тепловая схема одновальной ГТУ

ствуют возвратно-поступательные переключаемые движения элементов, как это происходит в поршневых двигателях.

Низкая шумность позволяет не беспокоиться о месте расположения генератора и не требует дополнительных ресурсных затрат на уменьшение уровня шума и приобретение амортизирующих устройств, которые необходимы в случае с дизельным генератором.

Обсуждая удобство использования, безотказность, ресурс и требовательность в обслуживании, невозможно упустить тот факт, что газотурбинный двигатель при использовании на холостом режиме не подразумевает каких-либо рисков износа и поломок и лишь требует своевременного обслуживания и замены фильтров и прочих расходных элементов, в то время как использование дизель генератора на холостом режиме недопустимо из-за высокого износа внутренних узлов. Большинство дизельных генераторов не может похвастаться большим моторесурсом, в отличие от ГТУ. Данное преимущество обеспечивается

именно за счёт простоты установки, малого количества трущихся элементов и меньших нагрузок на подшипники. Из чего вытекает очередное преимущество, а именно отсутствие необходимости подогревать масло и комфортную для двигателя работу при низких температурах.

Как упоминалось ранее, габариты газотурбинной установки в значительной мере меньше дизель-генератора при соотносимой мощности, за счёт отсутствия возвратно-поступательных элементов. Это повышает удобство размещения установки и облегчает общую компоновку. Так же следует отметить меньшую массу всей установки, что в свою очередь облегчает установку и монтаж двигателя на рабочем месте, так как и силовая рама, на которую данная установка монтируется будет иметь меньшие габариты и вес соответственно.

Ну и конечно же, невозможно не упомянуть об экологии — на сегодняшний день данный аспект выходит на первый план. Газотурбинный двигатель более экологичен за счёт использования теплообменного аппарата, а также

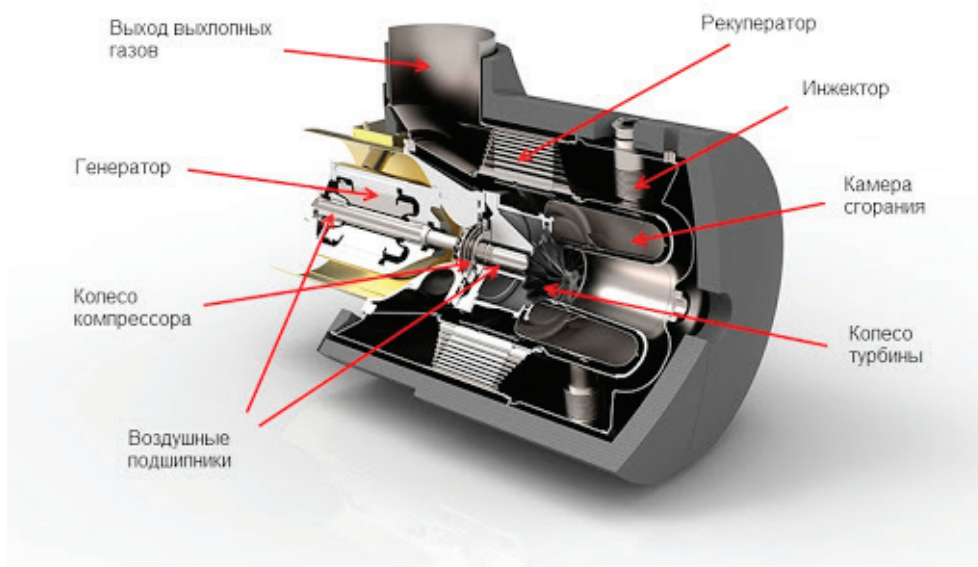


Рис. 3. Конструкция микротурбины одного из популярных производителей

по причине того, что сгорание топлива в камере сгорания происходит при высоких коэффициентах избытка воздуха, что способствует уменьшению эмиссии углеводородов и монооксида углерода CO.

По данным ТАСС запасов нефти в России, при сохранении объемов добычи и экспорта, хватит примерно на 23 года, а общемировых запасов примерно на 53 года.

Оба этих временных отрезка крайне малы в масштабах истории. Это свидетельствует о том, что тенденция перехода на альтернативные источники энергии является не только мерой сохранения экологии, но и попросту единственным вариантом продолжения активного развития промышленности, а соответственно и развития цивилизации.

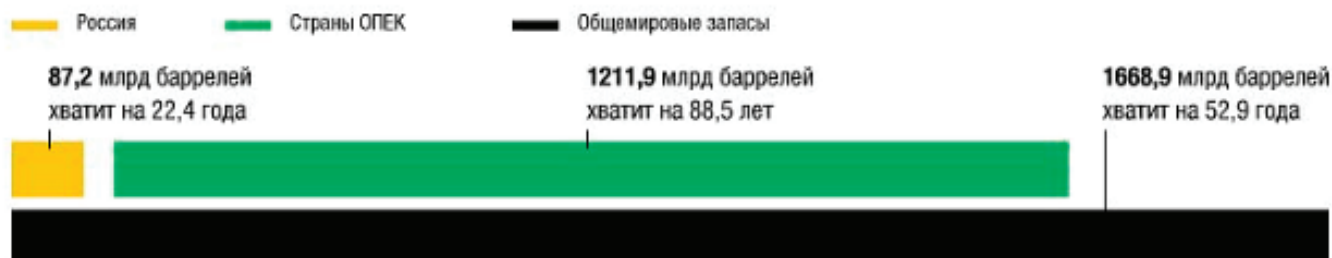


Рис. 4. Запасы нефти по данным ТАСС

В контексте названных выше сроков будет уместно указать на многотопливность газотурбинных установок. Хотя название и указывает на прямое использование газа в силовых агрегатах данного типа, при распылении в форсунках под большим давлением любого рода энергоноситель из класса «стандартных» будет находиться в «газообразном» состоянии. Переоборудование газотурбинной установки с работы на дизельном топливе для работы на природном газе не подразумевает глобальных изменений в конструкции и может быть реализовано в масштабах одной установки, уже побывавшей в эксплуатации. В том числе среди экологически чистых и набирающих популярность альтернативных источников энергии можно выделить биогаз. В сочетании, например, с фермерскими хозяйствами, которые зачастую находятся на удалении от крупных сетей электроснабжения и переносят периодические перебои в электропитании, будет крайне уместным использование установок по сбору и накоплению биогаза, выделяемого продуктами

жизнедеятельности животных в процессе своего естественного распада, и микротурбинной установки, работающей на биогазе в качестве энергоносителя, что поможет обеспечить автономность объекта и нулевой уровень загрязнения окружающей среды. Подобных примеров использования энергоустановок на базе ГТУ множество: промышленные предприятия, жилые коттеджные комплексы, предприятия, требующие источник резервного энергоснабжения, торгово-развлекательные центры и прочие объекты.

В заключение хочется напомнить о необходимости перехода на более совершенные источники энергии, потому как каждый день использования тривиальных способов получения необходимой энергии несёт в себе лишь негативное воздействие: ухудшение экологии и сокращение запаса ресурсов.

Когда наступит переломный момент в области запасов энергоресурсов, человечество должно быть готово и технологически развито.

Литература:

1. А. А. Андреев, А. А. Дементьев, А. В. Костюков «Поршневые и газотурбинные энергетические установки. — М.: Московский Политех, 2017.
2. ТАСС Инфографика «На сколько лет хватит запасов нефти и газа». (<https://tass.ru/infographics/7061>)

Правовой режим охраны окружающей среды: понятие и признаки

Татарников Алексей Владимирович, студент магистратуры;

Научный руководитель: Дикаев Салман Умарович, доктор юридических наук, профессор
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

Благополучная окружающая среда является неотъемлемым благом для всех людей планеты Земля. Человек — это единственное существо на Земле, которое

настолько сильно изменяет природу, что вся живая природа оказалась в прямой зависимости от него. От человека зависит и то, как комфортно чувствуют себя на

земле и другие живые организмы. Да и сам человек стал весьма уязвим от результатов собственной деятельности. С каждым годом все больше актуализируется проблема сохранения природы для будущих поколений людей. Именно эта проблема вынуждает как отдельные государства, так и международные организации находиться в постоянных поисках новых, менее опасных, а лучше и безопасных для окружающей среды, технологий и их внедрения в повседневную жизнь.

В Российской Федерации правовой режим охраны природных объектов устанавливается законодательством в области охраны окружающей среды, а также иным законодательством Российской Федерации.

Основным законом, призванным обеспечить охрану окружающей среды, является Федеральный закон «Об охране окружающей среды» [1]. Данный закон прямо устанавливает запрет на хозяйственную и иную деятельность человека, оказывающей негативное воздействие на окружающую среду. К негативной деятельности относится деятельность, ведущая к деградации и (или) уничтожению природных объектов, имеющих особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное ценное значение и находящихся под особой охраной (ч. 2 ст. 59).

Данной нормой закона установлен такой правовой режим воздействия на окружающую среду, что запрещается любая деятельность, негативно влияющая на нее без указания на иные меры воздействия. Правовой режим большинством специалистов в области теории права рассматривается как совокупность правовых средств, направленных на достижение определенной общественной цели. В зависимости от предмета регулируемых общественных отношений понятие правового режима может употребляться в узком и широком смысле, например правовой режим государства или правовой режим электронного документа [4; 6].

Сам Закон об охране окружающей среды не содержит универсального понятия правового режима охраны природных объектов, а лишь содержит отсылочную норму, определяющую отрасли законодательства, которыми регулируется правовой режим охраны природных объектов.

Правовой режим охраны природных объектов устанавливается:

- земельным законодательством в отношении земель различных категорий и видов разрешенного использования;
- лесным законодательством — в отношении лесов и лесных насаждений, расположенных на землях различных категорий;
- водным законодательством — в отношении водных объектов;
- законодательством о недрах — в отношении участков недр;
- законодательством о животном мире — в отношении объектов животного мира;
- законодательством об особо охраняемых природных территориях;

– законодательством об охране атмосферного воздуха и др.

Основным негативным фактором для состояния окружающей среды в соответствии со статьей 1 Закона об охране окружающей среды является воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды. Если анализировать положения данной нормы с позиции такой негативной, наносящей существенный вред окружающей среде, деятельности человека как транспортная, то отметим, что, например, ежегодно число автопарка в мире автопарка в мире удваивается. Колоссальный вред окружающей среде наносят поднимающиеся самолеты в атмосферу, выбрасываются тысячи тонн вредных выхлопных газов. За полвека объем воздушных перевозок увеличился в 160 раз, что повлекло повышение расхода углеводородного топлива, как следствие этого объем выбросов продуктов сгорания в атмосферу возрастает на 3,5–4,5% ежегодно. Весь транспорт в мире расходует 20–25% всего сжигаемого топлива в год, процент потребления авиации насчитывает около 13%.

За каждые 300 взлетов и посадок воздушного транспорта в окружающую среду поступает 3,7 т окиси углерода, 2 т углеводородных соединений и 1,7 т окислы азота. Несмотря на все выбросы, положительным является, что продукты сгорания топлива, рассеиваются в верхних слоях атмосферы, что снижается их скапливание в воздухе и степень нанесения ущерба окружающей среде.

Негативное воздействие оказывают сами аэропорты с соответствующей инфраструктурой, промышленной деятельностью наносящие вред здоровью населения, находящихся и работающих вблизи аэропортов.

Проблема негативного воздействия на окружающую среду особенно актуальна для крупных аэропортов, где перелеты проходят с большой интенсивностью.

Такое негативное воздействие на окружающую среду создает опасность возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, последствия которых нельзя даже прогнозировать. Здесь имеется ввиду ситуации, сложившиеся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [2].

Таким образом, жизнедеятельность человека предполагает производство отходов, воздействие которых на окружающую среду сложно оценить иначе как однозначно негативную. Накопление отходов создает угрозу будущим поколениям, что обуславливает необходимость создания и постоянного совершенствования законодательства и надлежащего его исполнения уполномоченными субъектами для обеспечения надежного правового режима охраны окружающей среды.

Под правовым режимом охраны окружающей среды следует понимать совокупность правовых средств, на-

правленными на предупреждение и нейтрализацию угроз хозяйственной и иной деятельности, последствия которой могут привести к негативным изменениям качества окружающей среды. Основными признаками правового режима охраны окружающей среды являются: их правовая

определенность (закрепленность в нормах права), направленность этих норм на предупреждение угроз окружающей среде и нейтрализация этих угроз, а также то, что угрозы окружающей среде обусловлены хозяйственной и иной деятельностью человека.

Литература:

1. Федеральный закон от 10.01.2002 N7-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «Об охране окружающей среды» // Российская газета. 2002. 12 января.
2. Федеральный закон от 21.12.1994 N68-ФЗ (ред. от 03.08.2018) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» // Российская газета. 1994. 24 декабря.
3. Приказ Минприроды России от 30.09.2011 № 792 «Об утверждении Порядка ведения государственного кадастра отходов» (Зарегистрировано в Минюсте России 16.11.2011 № 22313) // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. № 50. 12.12.2011.
4. Моргунова Е. Р. О юридической природе понятия «правовой режим земель» и о соотношении правового значения деления земель на категории и зонирования территорий для целей установления правового режима земель на современном этапе развития земельного законодательства и законодательства о градостроительной деятельности // Юридический мир. 2013. N12. С. 45–50.
5. Мандрюков А. В. Некоторые особенности обращения со строительными отходами / А. В. Мандрюков // Строительство: бухгалтерский учет и налогообложение. 2015. — № 5. С. 62.
6. Мохов А. А. Правовые режимы осуществления предпринимательской деятельности // Сборник научно-практических статей II Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы предпринимательского и корпоративного права в России и за рубежом» (г. Москва, 22 апреля 2015 г.). М.: Юстицинформ, 2015.
7. Пономарев М. В. Рассмотрение судами дел о нарушении правил обращения с отходами / М. В. Пономарев // Твердые бытовые отходы. 2013. № 7. С. 11.
8. Тихомирова Л. А. Многоаспектность деятельности по рекультивации нарушенных земель: особенности и проблемы правового регулирования [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 03.04.2019)

РЕГИОНОВЕДЕНИЕ

Государственное регулирование миграционных процессов в Республике Саха (Якутия)

Кан Сергей Константинович, студент
Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики

В статье авторами рассмотрены проблемы государственного регулирования миграционных процессов в Якутии, освещены направления регулирования данных явлений, представлены органы, регулирующие миграционные процессы в Республике Саха (Якутия), предложены пути решения по данной проблематике.

Ключевые слова: миграция, миграция населения, миграционный оборот, государственная политика, государственное регулирование.

Под миграцией в общем виде в науке подразумевают процесс перемещения населения между различными регионами, населенными пунктами, который завершается изменением места их пребывания или проживания [4, с. 96].

Для развития субъектов государства модели научного социального управления приобретают всё большее значение. Социальные, экономические и политические изменения, происходящие в мире в последние годы, значительно повлияли на деятельность органов государственной власти в сфере миграции.

Следует согласиться с утверждением, что на интенсивность и направленность миграционных процессов влияют множество разнородных факторов, среди которых важное место занимают показатели социально-экономического развития территории [7, с. 102].

Республика Саха (Якутия) — субъект Российской Федерации, входящий в состав Дальневосточного федераль-

ного округа, граничащий на западе с Красноярским краем, на юго-западе — с Иркутской областью, на юге — с Амурской областью и Забайкальским краем, на юго-востоке — с Хабаровским краем, на востоке — с Магаданской областью и Чукотским автономным округом.

Миграционные процессы играют значительную роль в социально-экономическом и демографическом развитии Республики Саха (Якутия).

Согласно статистическим показателям Министерства внутренних дел по Якутии, в 2017 году в республике отмечалось увеличение численности мигрантов по сравнению с 2016 годом на 4,3%. Основной целью прибытия иностранных граждан в республику является осуществление трудовой деятельности. Основной миграционный поток образуют граждане государств-участников СНГ — 70% от общего количества прибывших иностранных граждан, процентное соотношение которых, можно увидеть в таблице 1.

Таблица 1. Прибывшие мигранты

Доля в числе прибывших мигрантов	Процентное соотношение
граждане Кыргызстана	22,8%
граждане Таджикистана	18,4%
граждане Армении	13,5%
граждане Узбекистана	11,1%
граждане Украины	6,0%

Исследователи справедливо отмечают, что миграционная политика может быть направлена на получение экономической выгоды от присутствия мигрантов в регионе, что может быть достигнуто привлечением мигрантов, ко-

торые могут дополнить квалифицированный состав местного населения [2, с. 37].

Отмечено, что механизм миграционной политики, реализуемой на арктических территориях, должен быть

трехуровневым: федеральным, региональным, муниципальным и включать в себя сочетание экономических, финансовых, организационных и административных инструментов [8, с. 60].

В Государственной программе «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года» среди направлений не содержатся целевые ориентиры и инструменты решения проблемы оттока кадров с арктических территорий. Тем не менее среди ожидаемых результатов отмечается снижение оттока научно-технических работников и повышение спроса на высококвалифицированные кадры, более активное привлечение молодых специалистов и ученых [3].

Увеличение численности иностранных работников требует разработки дифференцированных механизмов в привлечении, отборе и использовании иностранной рабочей силы с учетом перспектив развития экономики и рынка труда Республики Саха (Якутия).

В целях актуализации целей, задач, основных направлений и механизмов реализации миграционной политики Республики Саха (Якутия) утверждена Концепция миграционной политики Республики Саха (Якутия) на период 2019–2022 годы [5]. В основе эффективного управления миграционными процессами лежит совокупность качественного функционирования соответствующих институтов и наличия необходимых механизмов по управлению ими.

Интересы федеральных органов управления в регионах представляют территориальные органы по вопросам миграции. Территориальным органам по вопросам миграции необходимо формировать региональную сеть для развития партнерских отношений с различными организациями, что может стать одним из вариантов решения проблемы интеграции мигрантов на рынке труда, их трудоустройства. Структура организации такого органа должна позволять своевременно реагировать на изменения в объемах, структуре и характере миграционных потоков, облегчать решение вопросов, связанных с местными условиями.

В Республике Саха (Якутия) интересы федеральных органов управления в регионах представляет Управление по вопросам миграции МВД по Республике Саха (Якутия). Основными задачами Управления являются: производство по делам о гражданстве Российской Федерации, оформление и выдача документов, удостоверяющих личность гражданина Российской Федерации; оформление и выдача иностранным гражданам и лицам без гражданства документов для въезда в Российскую Федерацию, проживания и временного пребывания в Российской Федерации, а также для осуществления трудовой деятельности на территории Российской Федерации; осуществление федерального государственного контроля (надзора) и оказание государственных услуг в сфере миграции; осуществление миграционного учета иностранных граждан и лиц без гражданства в Российской Федерации; реализация во взаимодействии с другими территориальными органами федеральных органов исполнительной

власти мер по предупреждению и пресечению незаконной миграции; исполнение законодательства Российской Федерации по вопросам беженцев и вынужденных переселенцев, участие в установленном порядке в предоставлении политического убежища иностранным гражданам и лицам без гражданства.

Управление ФСБ России по Республике Саха (Якутия) осуществляют надзорные полномочия в миграционной сфере, точнее, иммиграционный контроль.

Также основную роль выполняют органы службы занятости населения. При этом такие общие механизмы, как мониторинг заявок работодателей на привлечение рабочей силы; совершенствование порядка выдачи разрешений и расширение перечня профессий; социальная и культурная адаптация мигрантов; содействие трудоустройству местных трудовых ресурсов; организация прохождения профессионального обучения и получения дополнительного профессионального образования; привлечение высококвалифицированных кадров; финансовой поддержки при переселении в другую местность для трудоустройства или обучения, указаны в стратегии Республики Саха (Якутия).

Затрагивая проблематику выявления основных причин в области организационных основ по регулированию миграционных процессов, эксперты в целом называли следующие:

- отсутствие квалифицированных специалистов по миграции;
- несоответствие законодательной базы в миграционной сфере;
- слабая методическая и методологическая основа [1, с. 63].

В результате исследования мы приходим к выводу, что необходимо предусмотреть следующие механизмы реализации государственного регулирования в Республике Саха (Якутия):

- 1) объединить действия органов законодательной и исполнительной власти всех уровней, государственных, муниципальных и общественных организаций, что направлены на совершенствование управления миграционными процессами и улучшение миграционной ситуации в Республике Саха (Якутия);
- 2) совершенствовать законодательную базу по вопросам миграции;
- 3) реализовать программы по оказанию содействия добровольному переселению в Российскую Федерацию соотечественников, проживающих за рубежом;
- 4) осуществить контроль за реализацией миграционной политики в Республике Саха (Якутия), также ежегодно представлять информацию в Правительство Республики Саха (Якутия);
- 5) реализовать региональную программу повышения мобильности трудовых ресурсов;
- 6) мониторинг и анализ влияния на социально-экономические, демографические и иные аспекты развития миграционных процессов в Республике Саха.

Ускорение процесса адаптации мигрантов к локальным условиям можно осуществить, решив проблемы организационно-правового и организационно-экономического характера. Реализация этих и других важных рекомендаций требует координации усилий и взаимосвязей большинства государственных и общественных институтов.

Литература:

1. Бормотова Т. М. Регулирование миграционных процессов в системе управления Российской Федерации: новые модели // Социальная политика и социология. — 2017. — Т. 16, № 4. — С. 59–67.
2. Будалин Е. П. Проблемы управления развитием человеческого потенциала // Миграция: проблемы правового регулирования. — 2010. — С. 33–43.
3. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года»: постановление Правительства РФ от 21 апреля 2014 г. № 366 // Собрание законодательства РФ. 2014. № 18 (часть IV). Ст. 2207.
4. Попова Е. А., Шкуропатская В. С. Регулирование процессов миграции как проблема региональной экономики // Вестник Челябинского государственного университета. — 2014. — №№ 15 (344). — С. 96–101.
5. Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 21 мая 2018 года № 2577 «Об утверждении Концепции миграционной политики Республики Саха (Якутия) на период 2019–2022 годы»
6. Указ Президента РФ от 05.04.2016 № 156 (ред. от 21.12.2016) «О совершенствовании государственного управления в сфере контроля за оборотом наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров и в сфере миграции». URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 03.02.2020).
7. Фаттахов Рафаэль Валиахметович, Низамутдинов Марсель Малихович, Орешников Владимир Владимирович Научно-методические аспекты задачи моделирования миграционных процессов в субъектах РФ // Финансы: Теория и Практика. — 2018. — № 3. С. 100–111
8. Шеломенцев А. Г., Воронина Л. В., Смиреникова Е. В., Уханова А. В. Миграционная политика на территории Арктической зоны Российской Федерации: особенности и направления совершенствования // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. — 2018. — № 4. — С. 53–65.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 6 (296) / 2020

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.
За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Номер подписан в печать 19.02.2020. Дата выхода в свет: 26.02.2020.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.