

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



23 2021
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 23 (365) / 2021

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук
Жураев Хусниддин Олгинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
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
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)
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
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
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
Рахмонов Азиз Боситович, доктор философии (PhD) по педагогическим наукам (Узбекистан)
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
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)
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)
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)
Кошербаева 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)
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
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 изображен *Алексей Анатольевич Солдатов* (родился в 1951 году), российский ученый, доктор физико-математических наук, один из основоположников Рунета.

Алексей Анатольевич Солдатов родился в Москве. После окончания Московского инженерно-физического института он поступил работать в ИАЭ имени И. В. Курчатова, впоследствии защитив кандидатскую и докторскую диссертацию. Алексей Анатольевич является одним из ведущих теоретиков в области электронной структуры вещества и ядерно-электронных процессов. Он автор более пяти десятков научных статей, которые получили широкую известность и признание как в стране, так и за рубежом.

Солдатов провел последовательный теоретический анализ процесса конверсии мягких изомерных переходов ядра на электронных орбитах многоатомных молекул и кластеров. Характеристики этого процесса детально изучены в целях последующего практического применения конверсии в качестве метода исследования электронной структуры конденсированных сред. В его работах описан эффективный метод исследования электронной оболочки соединения; сформулирован и оценен процесс конверсионного типа, приводящий к переносу эффекта несохранения четности ядерных состояний на мезоатомные; показана возможность исследовать эффекты несохранения четности ядерных состояний в спектре радиационных переходов мюона.

Под руководством Алексея Анатольевича разработана и реализована концепция внедрения гетерогенной среды глобального информационного взаимодействия — интернета, которая явилась основой для построения крупнейшей на территории бывшего СССР телекоммуникационной сети Relcom, а также научно-образовательной сети RBNet. Результаты этих работ получили широкое распространение в России и за рубежом и привели к взрывному росту технологии Internet в России.

Большой вклад внес Солдатов в организацию системы информационного взаимодействия в сфере науки, развитие телекоммуникационной инфраструктуры российской научной сети, а также интеграции ее в мировые научно-исследовательские сети (проекты ГЛОРИАД и GEANT). Алексей Анатольевич — инициатор создания Ассоциации научных и учебных организаций — RELARN, объединяющей пользователей компьютерных сетей передачи данных научно-исследовательских центров, институтов, высших и средних учебных организаций, а также ассоциации E-APENA, которая объединяет крупнейшие сети для науки и высшей школы, и Российского НИИ развития общественных сетей (РосНИИРОС).

В течение многих лет под руководством российского ученого проводились исследования, направленные на разработку вычислительной архитектуры нового типа — среды распределенных вычислений (ГРИД), развития и совершенствования отечественного сегмента в рамках Европейского проекта Enabling Grids for E-science. Были разработаны и внедрены сертифицированные системы защиты информации, создан и признан международным сообществом общественный центр безопасности Интернет в России (RU-CERT).

С 2014 года Солдатов стал учредителем (50 %) чешской компании Reliable Communications s. r.o., которой АНО РосНИИРОС в 2018 году передала 490 тысяч IPv4-адресов. В декабре 2019 года ученый был заключен под домашний арест до января 2020 года в связи с подозрениями в особо крупном мошенничестве. Мошенничеством правоохранительные органы сочли передачу этих адресов. Они считают их дефицитными, так как пространство IPv4-адресов исчерпывается, рыночную стоимость переданного блока адресов оценили в 600 миллионов рублей. В конце декабря 2019 года регистратор RIPE NCC вернул адреса в российскую юрисдикцию.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Кочанов А. Н., Кочанов С. А.**
Динамика изменения свойств горных пород при ультразвуковом контроле1
- Степанов А. А.**
Влияние параметров электродинамического излучателя на качество работы акустического локатора 5

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Байниязов Б. А., Гауанов Г. З.**
Снижение потерь электроэнергии за счет регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности 9
- Бейдиев Э. Ф.**
Бурение с регулируемым давлением 12
- Богданова А. И., Гринцов В. Д.**
Исследование коррозионной стойкости металлического СКМ Cu-Al 15
- Бояринцев Л. А., Попов С. В., Хабибрахманова О. В.**
О чёткости разделения компонентов реакционной смеси установки алкилирования изобутана олефинами 18
- Вардияшвили А. А., Каримова С. Э., Вардияшвили А. А., Холов К. Н.**
Физико-механические свойства и оптические величины некоторых прозрачных покрытий гелиотеплицы 23
- Джаббарлы М. Т.**
Технология бурения скважин типа slim hole и ее преимущества 25

- Ершов В. Н., Рожков Д. А., Плетнев А. С., Фонов А. С., Шаров И. Н., Кочетов К. Д.**
Испытание и практическое применение вала-обогапителя для топливного насоса высокого давления КамАЗ модели 334 29
- Есенгельдиев Н. С.**
Анализ методов повышения эффективности и качества лазерной сварки 32
- Ивин А. В., Мартиросян А. А.**
Перспективность внедрения генератора синтез-газа в систему двигателя автомобиля, работающего на пропан-бутане 34
- Ионкин М. В.**
Диодный смеситель СВЧ 37
- Коновалов М. В.**
Поиск рационального варианта переработки автомобильных катализаторов на металлической основе 40
- Мережко М. Ю., Шарантаев А. Г., Комаров Ю. Я., Колодий В. А.**
Повышение достоверности данных при проведении экспертизы дорожно-транспортных происшествий 42
- Темникова О. Е., Попова А. Е., Семёнова С. А., Соковых Е. А., Попова В. А., Гренадерская В. В., Напаюк А. О.**
Нетрадиционное сырье в технологии мучных кондитерских изделий 44
- Черняев И. О., Петрова М. Г.**
Пути реализации контроля качества дорожного покрытия в реальном времени 46
- Шевелева Л. И., Шамин В. С.**
Конструкции наплавного блока Пенжинской приливной электростанции 49

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН
И СТРОИТЕЛЬСТВО**Бортникова О. С.**

Подземная урбанистика как пример
формирования инновационного мемориального
пространства52

Бортникова О. С.

Ландшафтное благоустройство территории.
Важность грамотного планирования
озеленения54

Войтенко П. В., Осипенко В. В.

Опыт устройства одноэтажного склада
на поверхностных фундаментах56

Градов А. В.

Внедрение 4D-моделирования
при проектировании линейных объектов.....59

Стахов Д. О.

Обзор и сравнение методов исследования
характеристик сцепления арматуры с бетоном .62

Супрун Т. В.

Разработка модели определения уровней
шума при работе центральных систем
кондиционирования воздуха68

Туабан М. Ф.

Оценка транспортной системы в соответствии
с устойчивыми стандартами в различных районах
г. Эд-Дивании, Ирак70

ФИЗИКА

Динамика изменения свойств горных пород при ультразвуковом контроле

Кочанов Алексей Николаевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Институт проблем комплексного освоения недр имени Академика Н. В. Мельникова РАН (г. Москва)

Кочанов Сергей Алексеевич, студент
Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова (г. Санкт-Петербург)

В статье анализируется влияние ультразвуковых воздействий на состояние и свойства горных пород. Отмечается, что при длительных ультразвуковых измерениях наблюдается рост скорости продольных волн с течением времени после начала проведения экспериментов. Предполагается, что этот эффект обусловлен реакцией среды на ультразвуковую обработку, в результате которой благодаря релаксационным свойствам материала возможно изменение его структурных параметров и напряженно-деформированного состояния.

Ключевые слова: ультразвук, скорость продольной волны, горная порода, структура, эксперимент, временные зависимости.

Изучение распространения высокочастотных волн в материалах является одним из экспериментальных методов неразрушающего контроля, который успешно применяется для исследований структурных и прочностных характеристик материалов, оценки их неоднородности, эволюции их структуры при внешнем воздействии. Горные породы как природный материал в абсолютном большинстве представляют собой поликристаллические или гетерогенные минеральные системы, состоящие из совокупности отдельных элементов — зерен различных минералов, имеющих, как правило, различные упругие и прочностные характеристики. Специфика распространения упругих волн в неоднородных средах заключается в том, что изменение кинематических и динамических характеристик волн связано не только с геометрией фронта и поглощением, но и с процессами рассеяния волн неоднородностями. Характер этих процессов зависит от соотношения размеров неоднородностей и длины волны. Наличие дефектов разного масштаба или соответствующая перестройка структуры материала при внешнем воздействии приводят к изменению скоростей распространения упругих волн.

В тоже время известно, что ультразвуковые вибрации сами по себе могут влиять на физические свойства материалов и их прочность, и ультразвуковая обработка является эффективным способом воздействия на структуру материала с целью улучшения его свойств [1-5]. Прослеживается зависимость эффекта, вызываемого ультразвуком, от амплитуды сдвигающих напряжений.

В работе [1] в опытах с образцами мрамора установлено, что УЗ-вибрации существенно влияют на ве-

личины измеренных физических полей (теплого, электрического, волнового). При длительном ультразвуковом воздействии в среде возможно развитие микротрещин и пластических деформаций и в тоже время благодаря релаксационным свойствам материала заживление очагов микротрещин, тот или иной сценарий зависит амплитуды и мощности высокочастотных импульсов, а также от структурных свойств самого материала. В экспериментах мощность вибратора составляла около 100 Вт, частота колебаний в импульсе 25 кГц и максимальная амплитуда смещений ~100 мкм. По полученным в работе [2] результатам видно, что наибольший эффект релаксации достигается при амплитуде воздействия 20 МПа. В этом случае наблюдается заметное снижение внутренних напряжений и плотности дефектов в никеле, а также достигается наибольшее увеличение пластичности.

В работе [3] экспериментально показано, что действие ультразвуковых колебаний может эффективно способствовать развитию микротрещин в образцах гранита. При этом ультразвуковой генератор имел частоту вибраций 40 кГц, максимальная амплитуда смещений 22 мкм, мощность 800 Вт. Однако механизм распространения микротрещин горных пород при ультразвуковых колебаниях до сих пор остается неясным. Согласно работе [3] волна напряжений, генерируемая ультразвуковой вибрацией, передается в виде синусоидальной Р-волны в образце и периодически изменяется со временем. Во временном ряду один и тот же объем гранита подвергается периодическим нагрузкам сжатия и растяжения. Для от-

дельной частицы гранита силовое состояние можно оценить по формуле:

$$F = -\Delta m 4\pi^2 f^2 \sin 2\pi ft$$

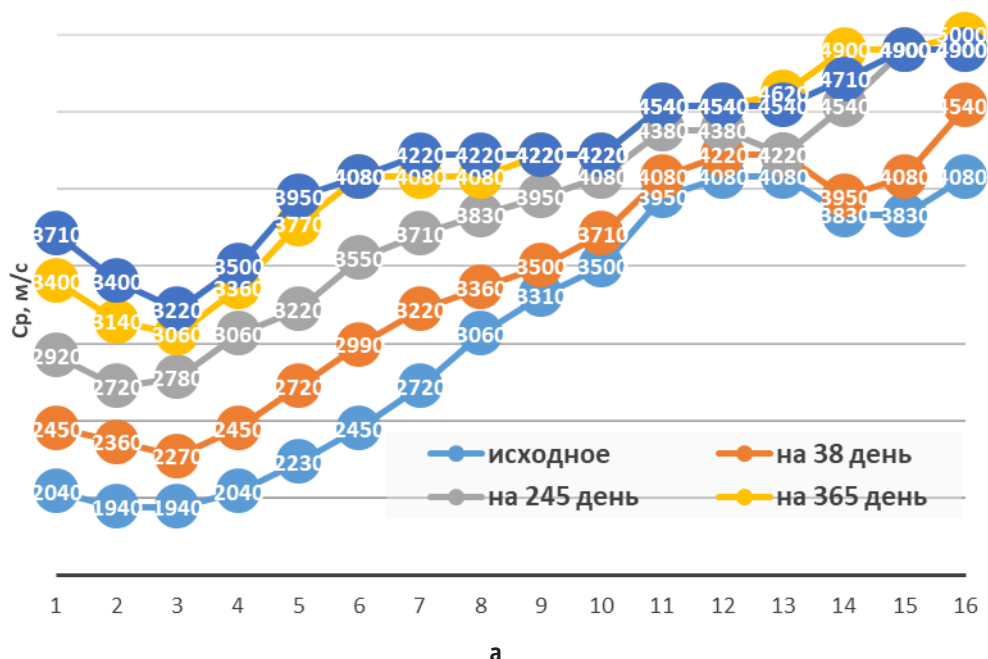
где Δm — масса частицы гранита, A — максимальная амплитуда напряжений, создаваемых ультразвуковой вибрацией, f — частота ультразвуковой вибрации.

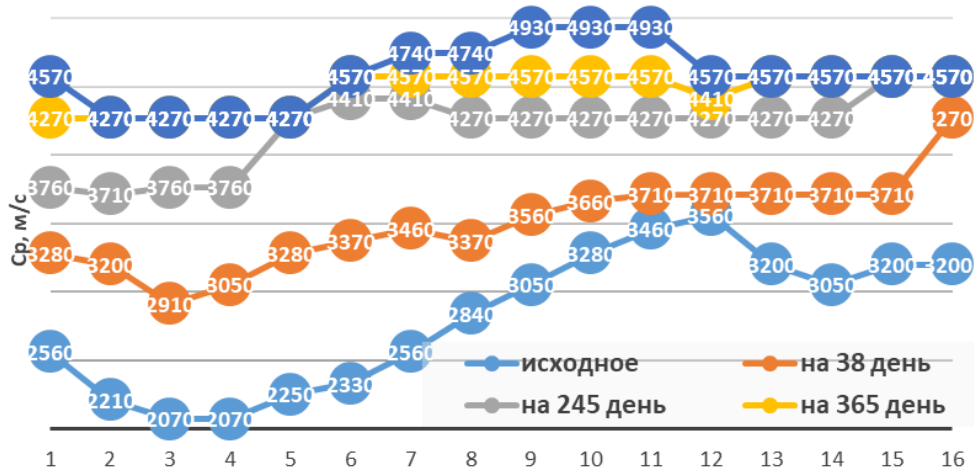
Из этой формулы следует, что сила, действующая на отдельную частицу, пропорциональна квадрату частоты ультразвуковых колебаний. Даже если ультразвуковая волна имеет небольшую амплитуду, она может генерировать большую силу возбуждения при ультразвуковом воздействии на породу из-за высокой частоты.

Для оценки влияния ультразвука на состояние и свойства горных пород нами проведены исследования образцов песчаника и мрамора, которые находились при комнатной температуре в лаборатории и были изготовлены примерно год назад до проведения испытаний. Методика и результаты настоящих исследований частично отражены в работах [6-7]. В качестве информативного параметра исследований была принята скорость продольных волн. Методика определения этого параметра хорошо отработана, проста и надежна. Использовалась серийно выпускаемая аппаратура УК-14П и комплект датчиков с собственной резонансной частотой 100 и 150 кГц. Контроль состояния образцов горных пород осуществлялся по методике прозвучивания, когда датчики располагались на противоположных гранях образцов и перемещались с шагом 3 см. Отличительная особенность экспериментов заключалась в том, что контроль за состоянием образцов горных пород осуществлялся в течение длительного времени на протяжении 10-12 месяцев. При проведении экспериментов использовались образцы мелкозернистого кварцевого песчаника и мрамора с характерными размерами 50 (25) x 25 (20) x 15 (12,5) см.

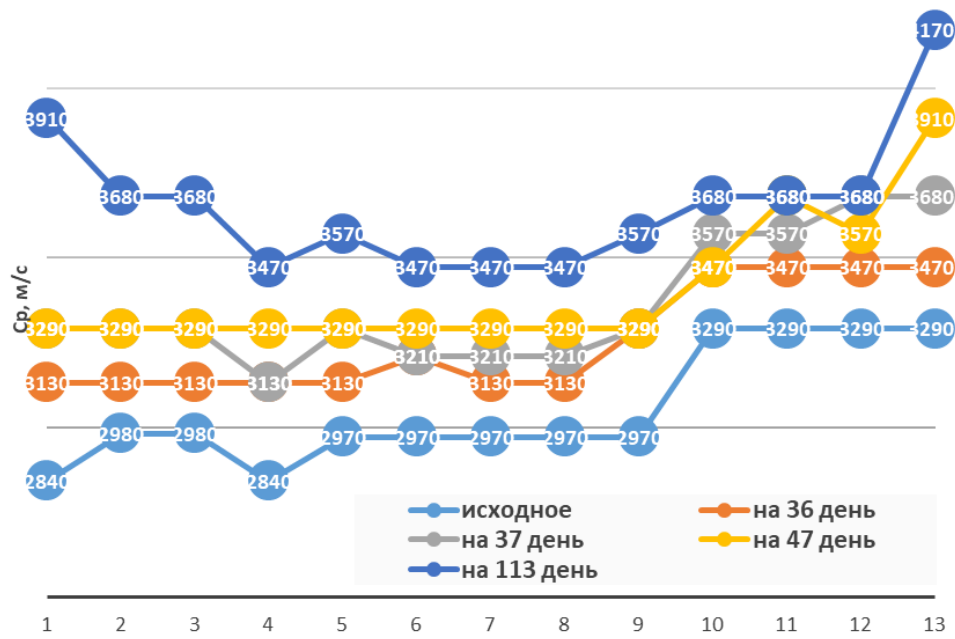
При ультразвуковом контроле образцов можно, что отметить большинство из них отличались как акустической анизотропией, так и имели отличные значения скорости продольных волн в отдельных точках при измерениях в одном направлении. Это обусловлено локальными остаточными внутренними напряжениями и микроструктурными особенностями образцов, например, с наличием микродефектов, неравномерно распределенных в их объеме. Максимальные значения скорости продольных волн для исходных образцов песчаника и мрамора составляли 5200 и 5800 м/с. Коэффициент анизотропии K_a как отношение скоростей продольных волн по двум взаимно перпендикулярным направлениям для образцов песчаника равен 1,2-1,3. Экспериментальная ошибка при многократных измерениях скорости продольных волн в одних и тех же точках образцов в течение суток не превышала 3-5%.

Результаты ультразвуковым измерений образцов песчаника и мрамора в течение длительного времени наблюдений с шагом перемещения датчиков 3 см представлены на рис. 1. На образцы песчаников № 1 и № 2 приходилось 16 измерительных точек, на образец № 3-13, а на образец мрамора — 6, что обусловлено геометрическими размерами образцов. В результате измерений получены распределения значений скорости продольной волны по длине образцов. Эти распределения, как это следует из рис. 1, для каждого образца песчаника имели свои особенности, и значительно различались по абсолютным величинам скорости в отдельных измерительных точках. Длительные наблюдения образцов песчаника и мрамора фиксировали рост скорости по абсолютной величине. Как следует из экспериментов, увеличение скорости образцов песчаника по сравнению с первоначальными значениями могли составлять до 50%. На рис. 2 представлена динамика изменения скорости продольных волн с течением времени

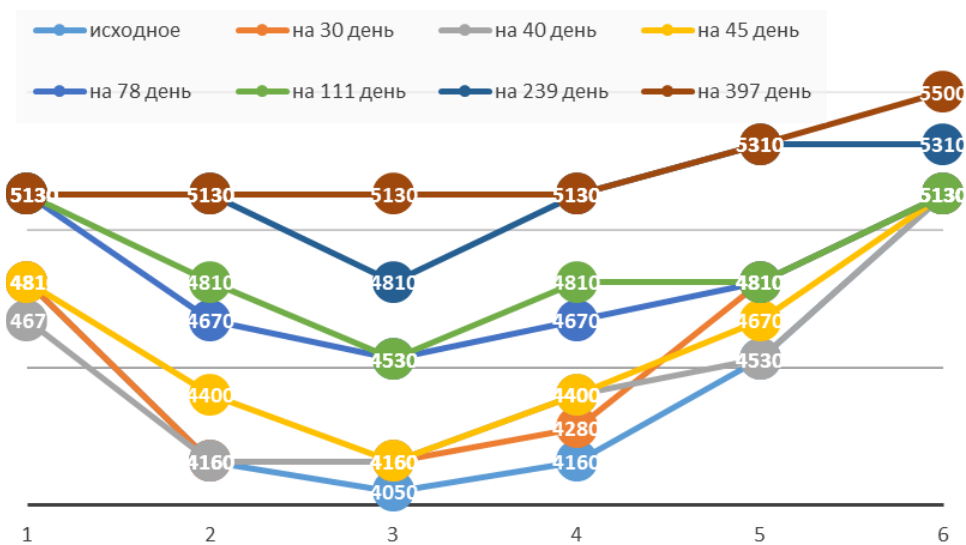




б

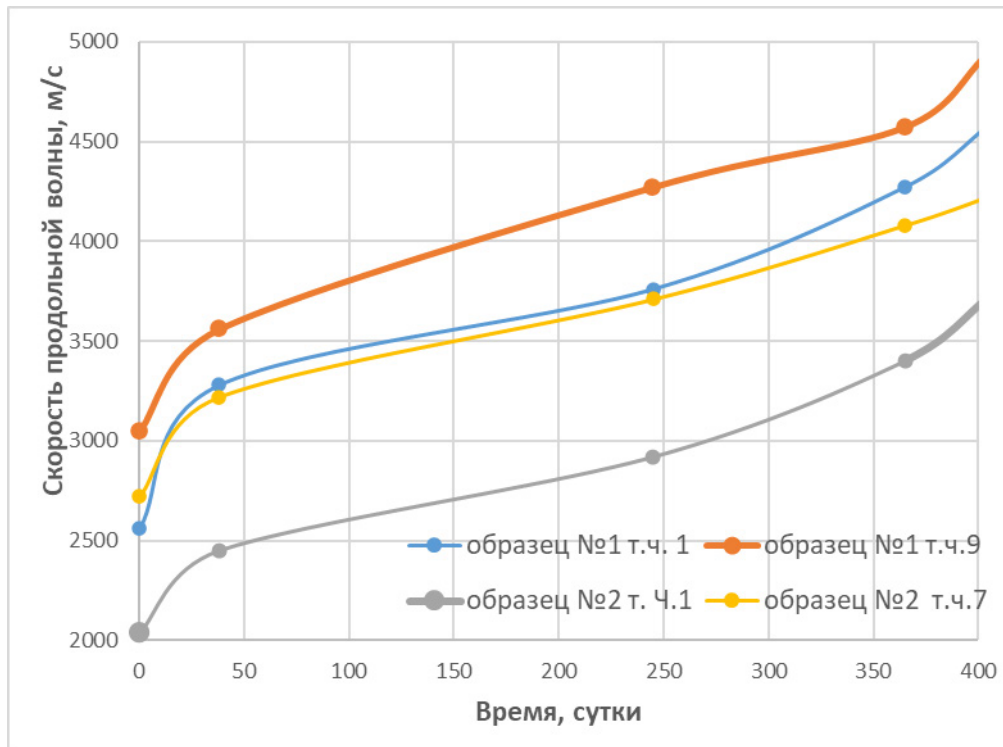


в

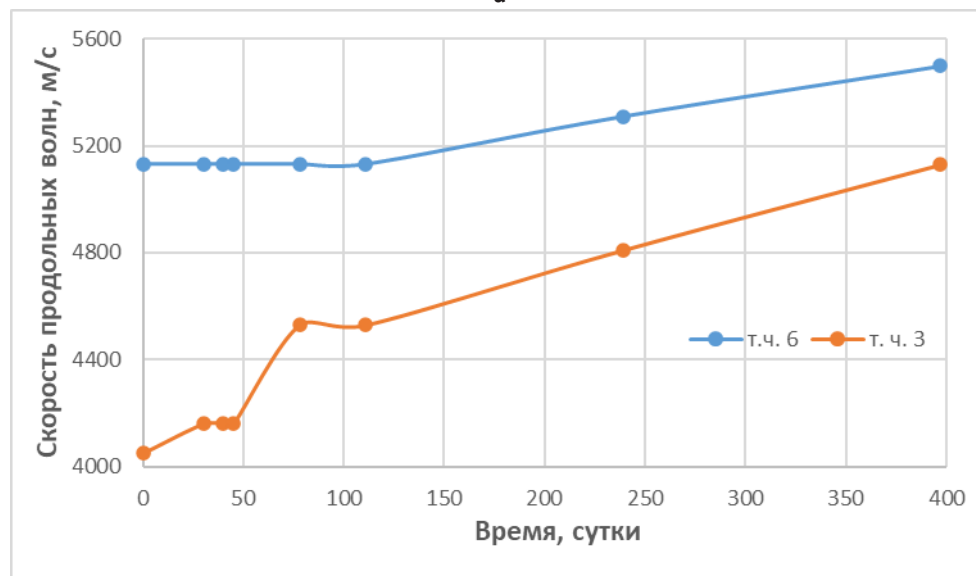


г

Рис. 1. Значения скорости продольных волн (м/с) в различных точках измерений для образцов песчаника (а, б, в) и мрамора (г).



а



б

Рис. 2. Значения скорости продольных волн с течением времени в различных точках измерений для образцов песчаника (а) мрамора (б)

для измерений в отдельных точках образцов. На основе анализа этих графиков можно предположить, что для образцов песчаника и мрамора ультразвуковое воздействие играет роль «спускового крючка» после чего начинается плавный рост скорости с течением времени.

Очевидно, что этот процесс связан с реакцией среды на ультразвуковую обработку при проведении измерений и возможен благодаря наличию различного рода дефектов — микротрещин, пор, пластических зон, а также — благодаря существующим в образцах внутренним напряжениям. В однородных образцах с малой пористостью

и значениями скорости продольных волн максимально возможными для данной породы он практически не наблюдается. Можно предположить, что при ультразвуковом воздействии за счет смыкания дефектов имеет место упорядочивание структуры, изменение напряженно-деформированного состояния, улучшения акустических контактов между отдельными минеральными зернами. Для мрамора рост скорости продольных волн происходит после определенного числа циклов ультразвуковой обработки и, соответственно, времени воздействия.

Таким образом, показано, что в результате проведения неразрушающего ультразвукового контроля возможно изменение свойств образцов горных пород, обусловленное их структурными преобразованиями под действием ультразвуковых вибраций. Применение ультразвукового метода

контроля образцов сравнительно большого масштаба позволило выявить их структурные неоднородности, которые проявляется в значительном разбросе значений скорости продольных волн в отдельных точках измерения.

Литература:

1. Садовский, М. А. Изменение физических свойств горных пород под влиянием ультразвуковых вибраций/М. А. Садовский, О. Г. Шамина, З. Стопинский. — Текст: непосредственный // Докл. АН СССР. — 1989. — Т. 309. — № 6. — с. 1340-1344.
2. Влияние ультразвуковой обработки на структуру и механические свойства ультрамелкозернистого никеля, полученного равноканальным угловым прессованием/А. А. Самигуллина, Ю. В. Царенко, В. В. Рубаник [и др.]. — Текст: непосредственный // Письма о материалах. — 2012. — Т. 2 — вып. 4. — с. 214-217.
3. Dajun, Zhao Microcrack Growth Properties of Granite under Ultrasonic High-Frequency/Zhao Dajun, Zhang Shulei, Wang Meiyun. — Текст: непосредственный // Excitation Advances in Civil Engineering. — 2019. — № 4. <https://doi.org/10.1155/2019/3069029>.
4. Yin, S. Investigation into the characteristics of rock damage caused by ultrasonic vibration/S. Yin, D. Zhao, G. Zhai. — Текст: непосредственный // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. — 2016. — vol. 84. — с. 159-164.
5. Dajun, Zhao Research on the Influence Rule of Ultrasonic Vibration Time on Granite Damagento the characteristics of rock damage caused by ultrasonic vibration/Zhao Dajun, Yuan Peng. — Текст: непосредственный // Journal of Mining Science. — 2018. — № 54 (5). — с. 751-762.
6. Кочанов, А. Н. Ультразвуковой контроль и эволюция структурных изменений природных материалов/А. Н. Кочанов. — Текст: непосредственный // Международная научная конференция «Техническая акустика: разработки, проблемы, перспективы» 26-29 сентября 2016 г. Витебск, Беларусь: материалы конференции. — Витебск: УО «ВГТУ», 2016. — с. 185-187.
7. Викторов, С. Д. Динамика упорядочивания микроструктуры и свойств образцов горных пород в результате взрывного воздействия/С. Д. Викторов, А. Н. Кочанов— Текст: непосредственный // Известия РАН. Серия физическая. — 2014. — Т. 78. — № 4. — с. 388-391.

Влияние параметров электродинамического излучателя на качество работы акустического локатора

Степанов Алексей Александрович, студент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

В статье говорится о влиянии АЧХ-излучателя на уровень боковых лепестков ЛЧМ сигнала.

Ключевые слова: ЛЧМ-сигнал, боковые лепестки сигнала, АЧХ-излучатель

В настоящее время при разработке радиолокаторов и акустических локаторов имеется необходимость повышения их разрешения по дальности. Решить данную задачу в акустическом локаторе возможно с помощью применения широкополосных зондирующих сигналов и согласованной обработки цифровым фильтром на приемной стороне [1]. Существует несколько способов построения акустических локаторов. В настоящей работе обсуждается заимствованный из радиолокации излучения способ периодически повторяющихся акустических импульсов, заполнение которых линейно модулировано по частоте. Сжатие отраженных принимаемых импульсов происходит в согласованном фильтре.

В таком случае повышается разрешающая способность по дальности и чувствительность локатора.

Радиоимпульс, имеющий прямоугольную огибающую амплитуду A_0 , длительность T и среднюю частоту f_0 и ЛЧМ заполнение имеет вид (рисунок 1).

$$s(t) = \begin{cases} A_0 \cos(2\pi f_0 t + 2\pi \Delta f \cdot t^2 / T), & -T/2 < t < T/2, \\ 0, & t < -T/2 \text{ и } t > T/2, \end{cases} \quad (1)$$

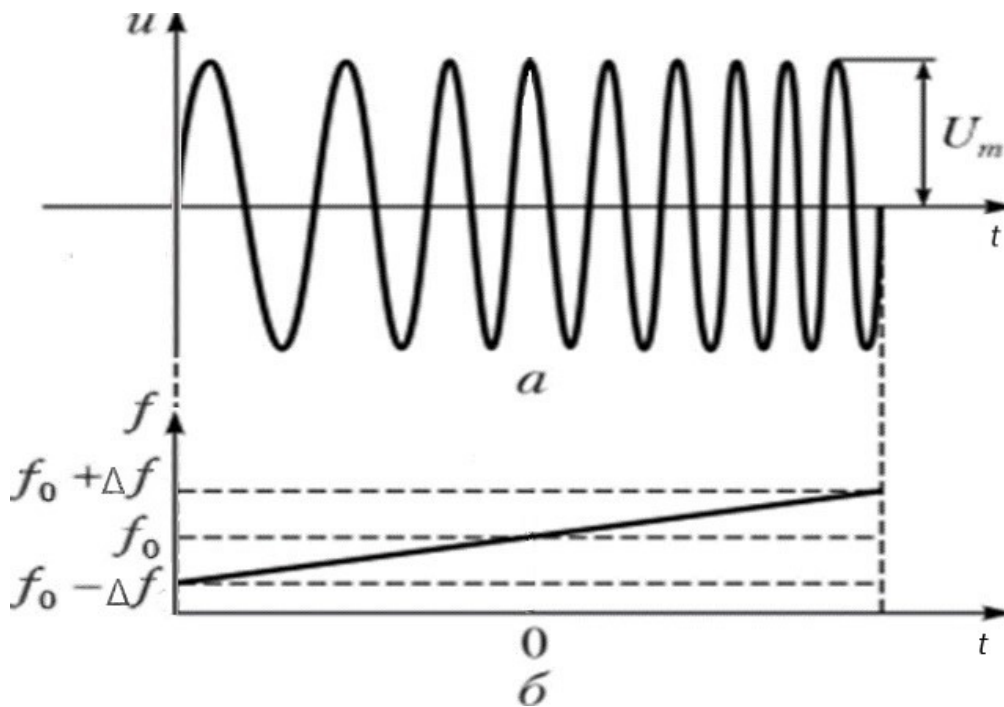


Рис. 1. а — графическое представление сигнала; б — закон изменения частоты

где Df — полное изменение частоты заполнения за время T . Сигнал, проходя через идеальный согласованный фильтр без потерь, приобретает вид:

$$A(t) = \sqrt{m} A_0 \frac{\sin 2\pi \Delta f (t - T)}{2\pi \Delta f (t - T)} \quad (2)$$

где $m = \Delta f T$.

Такая функция имеет уровень боковых лепестков 13 дБ относительно основного пика при попытке разрешения отражения от двух близко расположенных целей боковые лепестки могут быть приняты за ложные отражения от дополнительных несуществующих целей. Поэтому актуальной задачей является анализ параметров АЧХ излучателя на уровень боковых лепестков.

Задачей настоящей работы является анализ влияния параметров АЧХ излучателя на уровень боковых лепестков, на разрешение по дальности. Расчет будем производить с помощью математического моделирования в программе MATLAB. В математической модели учитываются основные особенности распространения сигнала, а именно: неидеальность АЧХ излучателя, шаг дискретизации сигнала, длительность импульса излучения сигнала.

АЧХ представляет собой инерционное звено первого порядка. Оно выбиралось исходя из частоты среза выпускаемых промышленностью электродинамических излучателей. За основу был выбран достаточно высокочастотный профессиональный электродинамический громкоговоритель ВЧ Sica CD78.26/245 (16 Ohm), он имеет достаточно ровную АЧХ в используемом диапазоне и при аппроксимации получается ровная огибающая с частотой среза как у реального громкоговорителя.

При экспериментальной работе с акустическим локатором, в котором реализуется принцип сжатия сложного сигнала замечено, что на уровень боковых лепестков влияет форма АЧХ акустического излучателя [2].

Установим частотную развертку ЛЧМ сигнала от 5000 Гц до 20000 Гц и снимем зависимость уровня боковых лепестков от частоты среза звукового излучателя, результаты приведены на рисунке 3.

По графику, видно, что при уменьшении частоты среза до 17500 уровень боковых лепестков существенно не изменяется. Исходя из полученной информации в дальнейшем можно выбирать тип акустического излучателя

Частота среза динамика так же влияет на различение двух сигналов по критерию Релея.

Установим частотную развертку ЛЧМ сигнала от 5000 Гц до 20000 Гц и снимем зависимость относительной глубины провала между откликами от двух отражающих объектов от частоты среза звукового излучателя. Результаты моделирования приведем в виде графика.

В результате аппроксимации видно что два соседних импульса могут быть разрешены при частоте среза АЧХ излучателя не менее 15000 Гц.

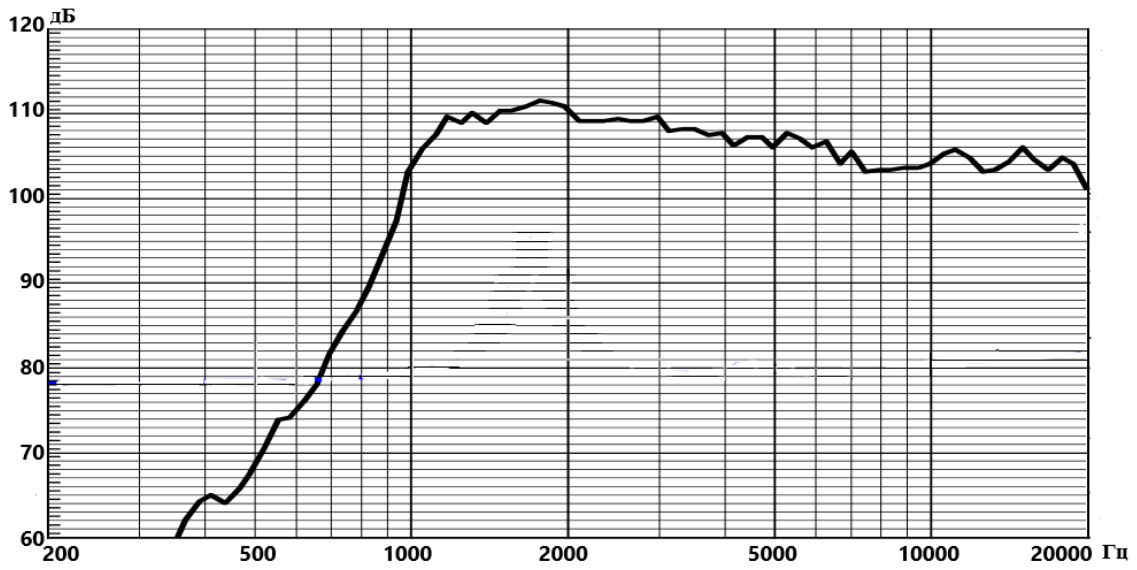


Рис. 2. АЧХ динамика

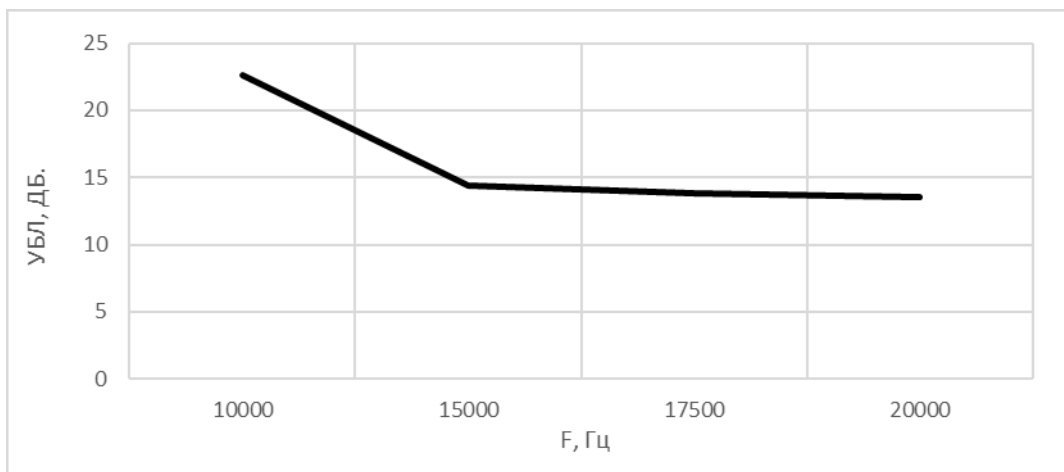


Рис. 3. Зависимость уровня боковых лепестков от частоты среза звукового излучателя

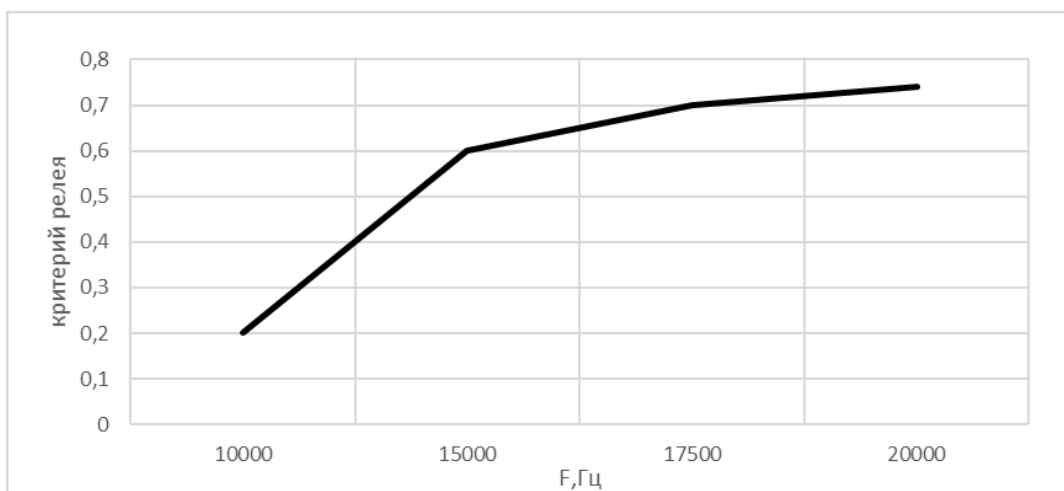


Рис. 4. Зависимость относительной глубины провала между откликами от двух отражающих объектов от частоты среза звукового излучателя

Было проанализировано влияние параметров акустического тракта на качество обработки принимаемого сигнала в согласованном фильтре. Результаты говорят о том, что такой сигнал может быть применен на практике для повышения разрешения по дальности.

Литература:

1. Васильев, Е. В., Тимофеев М. И. Акустический локатор с высоким разрешением по дальности // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. № 53. с. 17-21.
2. Васильев, Е. В., Степанов А. А.. Выбор параметров широкополосных зондирующих сигналов акустической локаторов// Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина. 2020. Том 1. с. 79-80.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Снижение потерь электроэнергии за счет регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности

Байниязов Бахтыбек Аскерович, кандидат технических наук, старший преподаватель;

Гауанов Габиден Заманович, студент магистратуры

Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина (г. Нур-Султан, Казахстан)

В статье авторы рассматривают вопрос совершенствования режимов электрических сетей, на основе компенсации реактивной мощности.

Ключевые слова: компенсация, электропотребление, напряжение, реактивная мощность, ток.

Одним из основных мероприятий по повышению эффективности электропотребления до сих пор является снижение потерь за счет регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности. Компенсация реактивной мощности позволяет повысить эффективность использования электроэнергии в трех основных направлениях: увеличение пропускной способности линий и трансформаторов, снижение потерь активной энергии, нормализация напряжения. Установка компенсирующих устройств позволяет снизить активные потери за счет снижения полного тока [1, с. 12]. Таким образом, компенсация реактивной мощности может быть в полной мере названа одной из технологий энергосбережения.

Состав потребителей реактивной мощности показывает, что основную часть реактивной мощности потребляют устройства четырех типов: асинхронные двигатели — 40% (а также бытовые, сельскохозяйственные электродвигатели и асинхронные электроприводы для собственных нужд электростанций), электроустановки. — 8%; вентильные преобразователи — 10%, трансформаторы всех ступеней трансформации (потери в них) — 35%, линии электропередачи (потери в них) — 7%. Поскольку преобладает индуктивная нагрузка, реактивная мощность индуктивного характера должна передаваться вместе с активной мощностью по сети.

Реактивная мощность не связана с полезной работой электроприемника и расходуется на создание электромагнитных полей в электродвигателях, трансформаторах и линиях.

Компенсацией реактивной мощности называют ее выработку или потребление с помощью компенсирующих устройств [2, с. 3].

Принцип компенсации реактивной мощности следующий.

Было обнаружено, что ток через конденсатор на 90° опережает приложенное напряжение, в то время как ток через катушку индуктивности на 90° отстает от приложенного напряжения. Таким образом, емкостной ток противоположен индуктивному току, и реактивная мощность будет создавать электрическое поле, противоположное в том смысле, что реактивная мощность создает магнитное поле. Следовательно, емкостной ток и емкостная мощность считаются обычно отрицательными по сравнению с током намагничивания и мощностью намагничивания, которые обычно считаются положительными.

Таким образом, численно равные реактивная емкость и мощности намагничивания взаимно «разрушаются» ($QC - QL = 0$), и сеть разгружается от потока реактивной составляющей тока нагрузки.

Для уменьшения перетоков реактивной мощности по линиям и трансформаторам источники реактивной мощности следует располагать вблизи мест ее потребления. В то же время передающие элементы сети разряжены по реактивной мощности, что снижает потери активной мощности и напряжения.

Таким образом, за счет использования компенсирующих устройств на подстанции с постоянной мощностью нагрузки, реактивная мощность и ток в линии снижаются — линия разряжается по реактивной мощности [3, с. 22].

Принимаемые меры по компенсации реактивной мощности эксплуатируемых или проектируемых электроустановок потребителей можно разделить на следующие три группы:

- 1) не требующие использования компенсирующих устройств;
- 2) связанные с применением компенсирующих устройств;

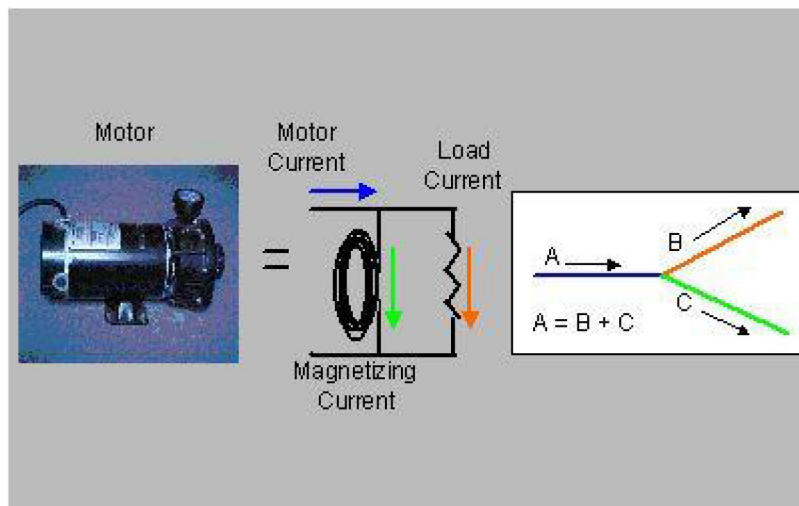


Рис. 1. Принцип компенсации реактивного тока намагничивания [3, с. 5]

3) допускается как исключение.

Реактивная мощность, генерируемая в сети, регулируется путем изменения угла управления тиристорами. Это изменяет величину и продолжительность протекания тока через компенсационные реакторы, то есть потребление реактивной мощности компенсационными реакторами при постоянной реактивной мощности, генерируемой блоками конденсаторных фильтров.

Устройство работает следующим образом.

Измеряются мгновенные значения тока и напряжения в сети, вычисляется фактическое значение коэффициента мощности в сети и сравнивается с предварительно определенным требуемым значением.

Если реальное значение коэффициента мощности равно (с учетом мертвой зоны) заданному значению $\cos \varphi$, то устройство не изменяет количество реактивной мощности, генерируемой в сети, а возвращается к мониторингу сетевых параметров для обнаружения возможна аварийная работа устройства или изменение количества потребляемой реактивной мощности в сети [4, с. 17].

Когда же окажется, что фактическое значение $\cos \varphi$ отлично от заданного, вырабатывается напряжение управления $U_{упр}$ для блока управления системы импульсно-фазового управления (СИФУ) тиристорами. В СИФУ происходит формирование опорных напряжений и сравнение $U_{упр}$ и $U_{оп}$. И, наконец, моменты переключения компараторов СИФУ преобразуются в импульсы управления тиристорами. Импульсы, подаваемые на тиристоры, смещены относительно моментов естественного опирания тиристоров на угол α , значение которого зависит от величины $U_{упр}$.

Если значение угла управления α находится в допустимых пределах, управляющие импульсы тиристоров, генерируемые СИФУ, изменяют интервал срабатывания тиристоров и, как следствие, значение реактивной мощности, генерируемой в сети..

Если в результате регулирования реактивной мощности фактическое значение напряжения в сети превышает заданный предел, формируется управляющий сигнал нелинейного регулятора реактивной мощности. Активируется нелинейный регулятор, который снижает напряжение в сети до допустимого значения (перенапряжения в системе электроснабжения не допускаются), даже если это достигается за счет снижения фактического значения коэффициента мощности в сети.

В систему управления фазой импульса вводится опорное напряжение, снимаемое с источника, обеспечивающего цепь питания. Генерация запускающего импульса для тиристора происходит на одном из фронтов соответствующего опорного напряжения в момент, когда опорное напряжение совпадает с управляющим напряжением. При изменении управляющего напряжения импульс сдвигается относительно опорного и, следовательно, относительно напряжения силовой цепи [5, с. 36].

При смещении импульсов разблокировки изменяется временной интервал, в течение которого через реактор, входящий в группу тиристор-реактор, протекает ток и изменяется среднее напряжение на реакторе. Следовательно, значение реактивной мощности, потребляемой реактором, изменяется.

Таким образом осуществляется контроль коэффициента мощности и компенсация реактивной мощности в системе электроснабжения.

Система регулирования фазы импульса имеет следующие технические данные:

- максимальное входное напряжение, В, — 10
- входной ток, мА, не более
- напряжение синхронизации с трехфазной сетью, В80
- тепловой дрейф характеристики на коробке передач
- температура от 1 до 40 °С, %, не более
- диапазон изменения угла градусов — 170
- асимметрия импульсов отдельных каналов, град, ± 3

Система импульсного регулирования фазы гальванически отделена от силовой части проектируемого устройства.

Используемая в работе импульсная система фазового регулирования имеет следующие характеристики: косинусоидальное опорное напряжение, шестиканальное устройство фазосмещения.

Система управления фазой импульса работает следующим образом.

Трехфазная система напряжений из сети поступает на фильтр, который обеспечивает формирование опорных напряжений $A_{\Gamma}, B_{\Gamma}, C_{\Gamma}$, сдвинутых на 60° . Эти напряжения используются в формирователях, обеспечивающих получение сигналов A_0, B_0, C_0 , служащих для ограничения угла a_{\min} , и сигналов A_m, B_m, C_m , служащих для ограничения угла a_{\max} .

Блок сравнения, на вход которого поступают напряжение управления $U_{упр}$, напряжение смещения U_0 и опорные напряжения $A_{\Gamma}, B_{\Gamma}, C_{\Gamma}$ выдает напряжения $A_S, B_S, C_S, -B_S, -C_S$. Эти напряжения положительны, когда напряжение управления меньше опорного напряжения.

Напряжения ограничения угла $a_{\max}(A_m, B_m, C_m), a_{\min}(A_0, B_0, C_0)$, выходные напряжения блока сравнения ($A_S, -A_S, B_S, -B_S, C_S, -C_S$) поступают на формирователи, с выходов которых снимаются сигналы «А», «В», «С». Моменты появления этих сигналов совпадают с моментами равенства $U_{упр}$ и $U_{оп}$ для каждой из фаз (при условии, что $a_{\min} < a < a_{\max}$).

Литература:

1. Федоров, А. А., Каменева В. В. Основы электроснабжения промышленных предприятий: Учебник для вузов. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 472 с.
2. Минин, Г. П. Реактивная мощность. — М.: Энергия, 1978. — 88 с.
3. Коновалова, Л. А., Рожкова Л. Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 528 с.
4. Липкин, Б. Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учебник для учащихся техникумов. — М.: Высшая школа, 1981. — 376 с.
5. Дирацу, В. С. и др. Электроснабжение промышленных предприятий. — К.: Вища школа, 1974. — 280 с.

Из этих сигналов преобразователем кодов формируются сигналы А, В, С, — А, — В, — С, моменты появления которых соответствуют углу а. С выхода кодопреобразователя сигналы поступают на выходные усилители, которые формируют последовательность импульсов, подаваемых на тиристоры.

Реактивная составляющая неизбежна в работе многих промышленных устройств, поэтому полностью исключить ее нельзя, однако целесообразно использовать средства, предназначенные для снижения ее потребления из питающей сети.

Для этого необходимо приблизить источники защиты реактивной мощности к местам ее потребления и снизить поступление реактивной мощности от энергосистемы. Это в значительной степени снижает реактивную мощность на линиях электропередач и трансформаторах.

Снижение потребления реактивной мощности на предприятии достигается за счет компенсации реактивной мощности как естественными мерами (суть которых заключается в ограничении влияния приемника на питающую сеть путем воздействия на сам приемник), так и за счет специальных компенсирующих устройств (реактивной мощности) в соответствующих точках системы электроснабжения.

Использование устройств компенсации реактивной мощности и мощности искажений должно предшествовать тщательному технико-экономическому анализу из-за высокой стоимости и достаточной сложности этих устройств.

Бурение с регулируемым давлением

Бейдиев Эльмар Фаиг оглы, студент магистратуры

Научный руководитель: Шмончева Елена Евгеньевна, доцент

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (г. Баку, Азербайджан)

Бурение нефтяных и газовых скважин связано с риском, который считается управляемым. По мере того, как процесс бурения распространяется на отдаленные районы с неблагоприятными условиями, а скважины и водные глубины становятся все глубже, риск возможной аварии возрастает. Чтобы справиться с этим, необходимо снизить вероятность отказа. Нежелательный поток в ствол скважины или из ствола скважины — это событие, которое может привести к катастрофе, если с ним не бороться должным образом. В статье представлено описание некоторых способов бурения на управляемом давлении.

Ключевые слова: репрессия, депрессия, давление, превентор, выброс, поглощение.

При бурении с избыточным давлением (Managed pressure drilling (MPD)) термин «избыточное давление» можно описать, взглянув на значения давления в скважине (рис. 1).

Репрессия просто означает, что гидростатический напор бурового раствора больше, чем поровое давление пласта. Таким образом, если циркуляция прекращается, давление, оказываемое буровым раствором по всей скважине, превышает любое давление в пласте.

В скважине на депрессии гидростатическое давление бурового раствора ниже порового. Если, кроме того, пласт проницаемый, а поровая жидкость имеет достаточно низкую вязкость, возможен приток в скважину [8]. В терминологии бурения возникновение приток называется выбросом.

Если давление в скважине ниже давления гидроразрыва, буровой раствор начнет поступать в пласт, что называется потерей. Потеря может фактически вызвать выброс, поскольку давление в скважине снижается.



Рис 1. Поровое давление, давление гидроразрыва и давление в скважине

На рис. 1 серая прямая линия представляет давление в скважине из-за гидростатического напора и трения. В кольцевом пространстве падение давления на трение добавляется к гидростатическому напору. В изображенном случае увеличение падения давления на трение

за счет увеличения скорости потока вызовет потери, которые, в свою очередь, могут вызвать выброс.

Отсутствие герметизации скважины приведет к неконтролируемому выходу пластовых флюидов на поверхность. Если флюиды воспламеняются, выброс приводит

к гибели людей, как в случае аварии Deepwater Horizon [4] и аварии West Vanguard [5].

Годхавн [3] считает, что буровая установка, оснащенная MPD, должна быть в состоянии поддерживать давление в скважине в пределах $\pm 2,5$ бар от эталонного давления.

Упрощенный чертеж гидравлической системы буровой установки MPD с герметизированным кольцевым про-

странством показан на рисунке 2. На нем выделяются компоненты, которые обеспечивают циркуляцию бурового раствора по системе и создают давление в скважине. Циркулирующий буровой раствор хранится в так называемых ямах для бурового раствора, которые представляют собой ряд соединенных резервуаров, где буровой раствор обрабатывается и смешивается перед закачкой в скважину.

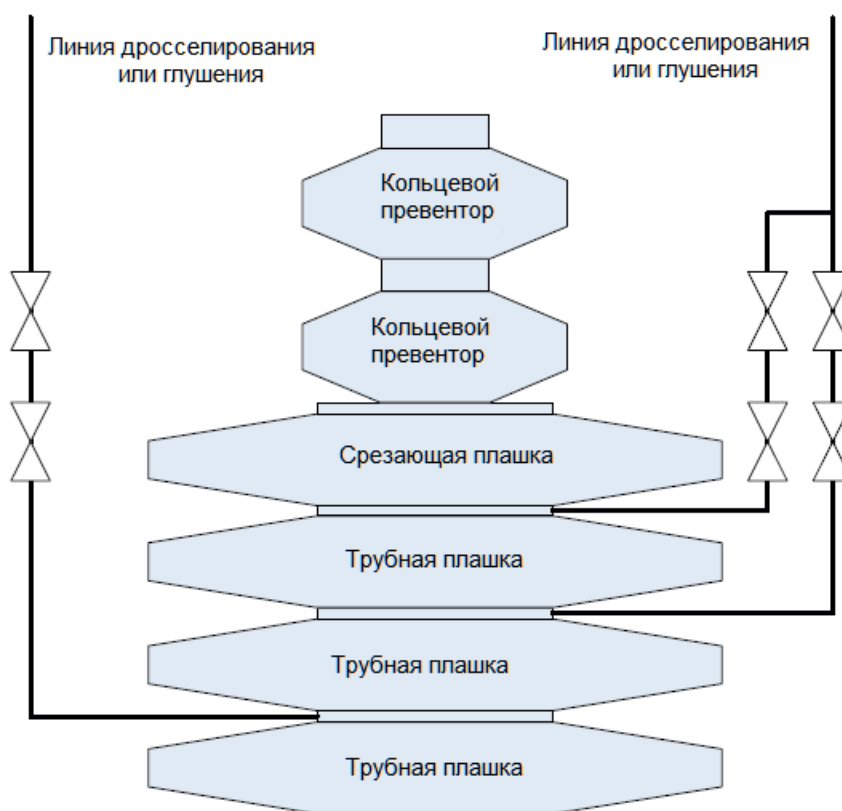


Рис. 2. Пример сборки противовыбросовых преенторов

Главный насос транспортирует буровой раствор по шлангу к верхнему приводу, который соединен с бурильной колонной. Затем буровой раствор проходит через внутреннюю часть бурильной колонны, через долото и обратно к буровой установке через кольцевое пространство. На буровой вращающееся управляющее устройство герметизирует кольцевое пространство, обхватывая бурильную колонну. Через штуцерный коллектор поток направляется в грязевые ямы. Давление в скважине можно быстро контролировать, манипулируя открытием штуцера. Поскольку дроссель сам по себе может не создавать достаточного давления при низких расходах, доступен дополнительный противоаварийный насос. Увеличение расхода от этого насоса помогает поддерживать желаемое давление в скважине.

Другой формой MPD является бурение с двойным градиентом (DGD). Этот метод основан на использовании двух жидкостей с разной плотностью в кольцевом пространстве и их пространственном разделении, что дает прямолинейный профиль гидростатического давления.

Существует ряд различных методов DGD, но только система с низким возвратом стояка (LRRS) описана в [1, 2]. LRRS использует стояк, как показано на рис. 3 и, как правило, более тяжелый раствор, чем при обычном бурении.

Буровой раствор прокачивается через бурильную колонну, как при обычном бурении, но его не нужно возвращать на буровую установку через стояк. Вместо этого линия в нижней части райзера соединяется с подводным буровым насосом, который поднимает буровой раствор обратно на буровую установку. Уровень в стояке обычно регулируется с помощью автоматического управления подводным насосом и ручного управления главным насосом. Это эффективно контролирует давление в скважине. Более жесткий контроль давления в скважине снижает вероятность выброса или потерь. А в случае выброса буровый насос может решить, основываясь на величине выброса, закрыть скважину или позволить углеводородам пройти мимо преентора.

Два ранее описанных метода MPD делают упор на контроле давления в определенной точке скважины. Обычно

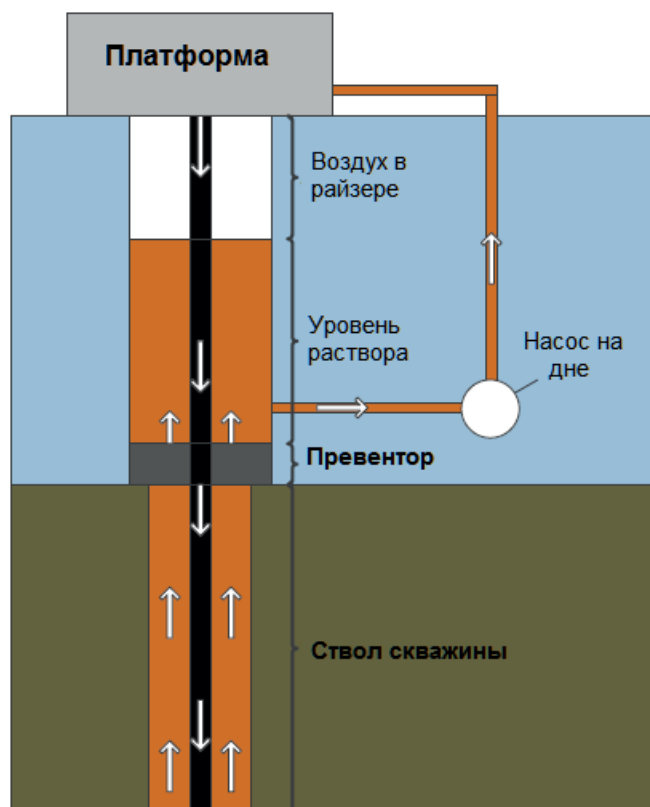


Рис. 3. Схема возвратной системы со стояком

это долото, но это также может быть так называемый башмак, который находится в начале открытого ствола, или любое другое ожидаемое слабое место в стволе скважины. Давление в точке в кольцевом пространстве скважины представляет собой сумму гидростатического давления и падения давления на трение, оказываемого сверху. Поддержание желаемого давления в скважине требует правильного перемешивания бурового раствора для получения желаемой плотности, а также знания о падении давления на трение.

Выражение эквивалентная плотность циркуляции (ECD) часто используется при упоминании трения в скважине. Из-за сложного поведения буровых растворов в сочетании с переменным диаметром скважины, вращением буровой колонны и криволинейной геометрией скважины, среди прочего, прогнозирование трения в скважине может быть затруднено.

Поддержание давления в стволе скважины в пределах, диктуемых пластом, является ключом к успешному управлению скважиной. Однако несчастные случаи все же случаются. В [9] перечисляет наиболее распространенные предупреждающие признаки нежелательного поступления в ствол скважины.

Выброс на самом деле очень вероятен, когда бурение не происходит, например, при спуске хвостовика или обсадной колонны, а также во время соединений. В случае события такого как выброс газа, основной барьер безопасности теряется, и необходимо восстановить контроль над скважиной. Для этого существуют процедуры, ко-

торые можно кратко охарактеризовать как закрытие преентора, второй защитный барьер и закачивание более тяжелого бурового раствора в скважину для уравновешивания пластового давления при циркуляции газа из скважины.

События управления скважиной могут возникать при отключении, т.е. слишком быстрое перемещение буровой колонны в ствол или из ствола скважины в зависимости от эффекта поршня в стволе скважины. Этот эффект среди буровиков называют помпажем и свабирование, где помпаж — это повышение давления, а свабирование — это понижение давления. Аналогичная проблема возникает на плавучих буровых установках, когда необходимо добавлять или снимать стойку с буровой колонны. Во время этой операции буровая колонна подвешивается с помощью, так называемых клиньев через буровую площадку. Вертикальное движение буровой установки из-за волн, также называемое качки, теперь передается на забой скважины через буровую колонну. Компонка низа буровой колонны (КНБК), имеющая больший диаметр, чем диаметр буровой колонны. Долото действует как поршень в стволе скважины, вызывая нежелательные колебания давления в открытом стволе. Были предприняты усилия в [6, 7], среди прочего, чтобы смягчить этот эффект для буровых установок MPD. Они используют управление на основе модели и манипулируют открытием штуцера и расходом от насоса противодавлением, чтобы поддерживать постоянное забойное давление во время соединения.

В отчете о расследовании аварии на Deepwater Horizon [4] четко указывается на необходимость автоматизации процесса бурения.

В будущем необходимо усовершенствовать приборы и дисплеи, используемые для мониторинга скважин. Нет очевидной причины, почему в систему отображения невозможно встроить более сложные автоматические сиг-

налы и алгоритмы, чтобы предупреждать бурильщика и бурового работника при возникновении аномалий.

В свете возможных последствий больше не приемлемо полагаться на систему, которая требует, чтобы правильный человек просматривал нужные данные в нужное время, а затем понимал их значение, несмотря на одновременные действия и другие обязанности по мониторингу.

Литература:

1. Falk, K., B. Fossli, C. Lagerberg, A. Flandal, and S. Sangesland. Well control when drilling with a partly-evaonated marine drilling riser. In IADC/SPE Managed Pressure Drilling and Underbalanced Operations Conference & Exhibition. Proceedings, Denver, Colorado, USA, April 5-62011. doi: 10.2118/143095-MS.
2. Fossli, B. and S. Sangesland. Managed pressure drilling for subsea applications: well control challenges in deep waters. In SPE/IADC Underbalanced Technology Conference and Exhibition, Proceedings, Houston, Texas, USA, October 11-122004. doi: 10.2118/91633-MS.
3. Godhavn, J.M. Control requirements for high-end automatic MPD operations. In SPE/IADC Drilling Conference, Proceedings t pages 589-003. — Amsterdam. Netherlands, 17-19 March 2009. doi: 10.2118/119442-MS.
4. Graham, B., W.K. Reilly, F. Beinecke, D.F. Boosoh, T.D. Garcia, C.A. Murray, and F. Ulmer. Deep water, the gulf oil disaster and the future of offshore drilling. Technical report, National Commision on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling, 2011.
5. Holand, P. Offshore Blowouts: Causes and Control Gilf Professional Publishing. 1997.
6. Landet, I., H. Mahdianfar, A. Pavlov, and O. Aamo. Modeling for MPD operations with experimental validation. In IADC/SPE Drilling Conference and Exhibition, Proceedings. 2012.
7. Mahdianfar, H., O. Aamo, and A. Pavlov. Suppression of heave-induced pressure fluctuations in mpd. In 2012 IFAC Workshop on Automatic. Control in Offshore. Oil and Gas Production, Proceedings. Trondheim. Norway. May 31 — June 12012. doi: 10.3182/20120531-2-NO-4020.00013.
8. Nas, S. Kick detection and well control in a closed wellbore. In IADC/SPE Managed Pressure Drilling and Underbalanced Operations Conference and Exhibition. Proceedings, Denver, Colorado, USA, April 5-62011. doi: 10.2118/143099-MS.
9. Schubert, J.J., H.C. Juvkam-Wold, and J. Choe. Well control procedures for dual gradient drilling as compared to conventional riser drilling. SPE Drilling & Completion, 21 (4):287-295. 2006. doi: 10.2118/99029-PA.

Исследование коррозионной стойкости металлического СКМ Cu-Al

Богданова Анастасия Игоревна, студент магистратуры;
Гринцов Владислав Дмитриевич, студент магистратуры
Волгоградский государственный технический университет

Композиционные материалы системы Cu-Al находят широкое применение в технике благодаря высоким тепло- и электропроводностью его компонентов. Он применяется при создании теплообменников и электротехнического оборудования, при этом в процессе эксплуатации подвергается ряду факторов — механических нагрузок, высоких температур и коррозионных сред. При этом вопросы коррозионной стойкости СКМ Cu-Al, полученного сваркой взрывом с последующим диффузионным отжигом, практически не изучен. В связи с этим, целью настоящей работы было изучение коррозионной стойкости слоистого КМ Cu-Al, полученного с помощью технологии, включающей в себя сварку взрывом и диффузионный отжиг, проведенный как в твердой фазе, так и с реализацией контактного плавления на границе слоев.

Образцы слоистого КМ были получены методом сварки взрывом. Сварку взрывом пакетов осуществляли при скоростях детонации заряда взрывчатого вещества и соударения плакирующей пластины с плакируемой, обеспечивающих качественное бездефектное соединение. Термическая обработка сваренных заготовок проводилась для получения между слоями из алюминиевого сплава и меди высокотвердой интерметаллидной диффузионной прослойки.

Образцы трех типов:

1 тип — исходный композит, полученный методом сварки взрывом без последующей дополнительной термической обработки.

2 тип — полученный сваркой взрывом и подвергнутый диффузионному отжигу при температуре 530 °С в течении 30 часов.

3 тип — получен сваркой взрывом и обработан при температуре выше температуры контактного плавления — 580 °С с выдержкой 1 час.

Коррозионные исследования проводились по ГОСТ 9.913-90 при переменном погружении в электролит, имитирующем воздействие влажной приморской атмосферы в течении 60 дней.

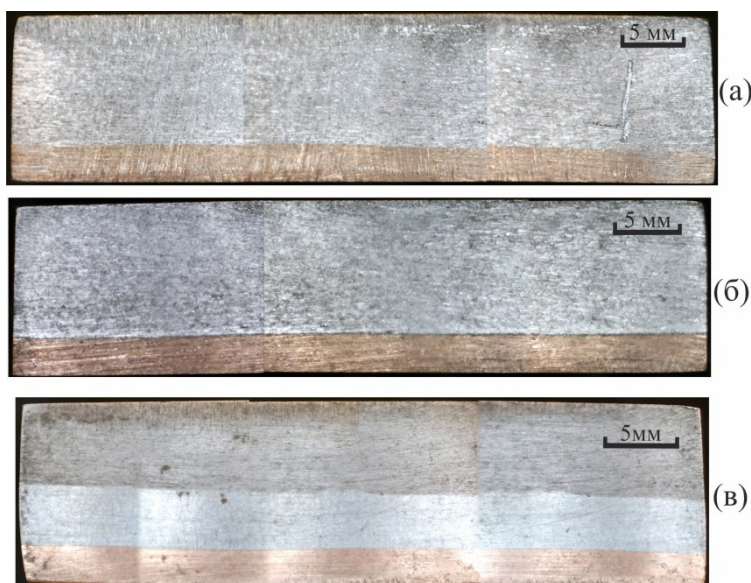


Рис. 1. Макроструктуры образцов до испытаний на коррозию: а — 1-й тип; б — 2-й тип; в — 3-й тип.

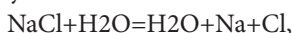
Воздействие коррозионной среды, имитирующей морскую воду, на биметалл алюминий-медь вызывает явление контактной коррозии, имеющей электрохимическую природу. При помещении в электролит пары Cu-Al запускается анодный процесс, при котором разрушается алюминий, обладающий большей электроотрицательностью (-1,7В), чем медь (+0,339 В).

При взаимодействии композита системы медь-алюминий с агрессивной средой, имитирующей как морскую воду можно выделить следующие реагенты:

1. Соль (NaCl)
2. Вода (H₂O)
3. Алюминий (Al)
4. Медь

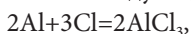
Рассмотрим этапы прохождения химических реакций при взаимодействии композита с агрессивной средой.

При взаимодействии поваренной соли (NaCl) с водой происходит реакция диссоциации (распада на ионы) молекулы соли:

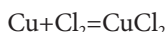


Таким образом получаем среду, имитирующую морскую воду, являющуюся сильным электролитом.

Между хлором и алюминием, медью и хлором, также протекают следующие реакции:



Медь взаимодействует с галогенами. При этом образуются галогениды меди (II)



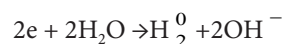
Любые границы раздела фаз энергетически неоднородны. В соответствии со статистикой Больцмана, на поверхности имеются активные (энергия больше средней)

и пассивные участки (энергия меньше средней). Медь — химически малоактивный металл. При нагревании медь может реагировать с некоторыми неметаллами: кислородом, серой, галогенами. Естественно, что химическое взаимодействие начинается на активных участках.

На активных участках происходит окисление алюминия:

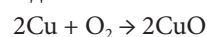


Катионы Al³⁺ переходят в раствор, электроны — на пассивные участки, где они ассимилируются полярными молекулами воды с восстановлением ионов водорода:



Окислительный и восстановительный процессы пространственно разделены, но совершаются одновременно.

Медь взаимодействует с кислородом с образованием оксида:

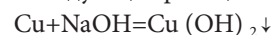


При взаимодействии с водным раствором поверхность алюминия покрывается гидроксидной пленкой Al(OH)₃ в результате следующей реакции:

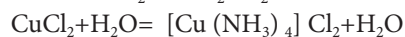
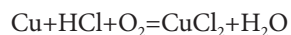
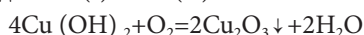


Выделяющийся газообразный водород разрывает гидроксидную плёнку, отслаивает её от алюминия, образуя участки коррозии. Это обеспечивает непрерывность процесса коррозии. Отслоившиеся чешуйки продуктов оседают на дне емкости.

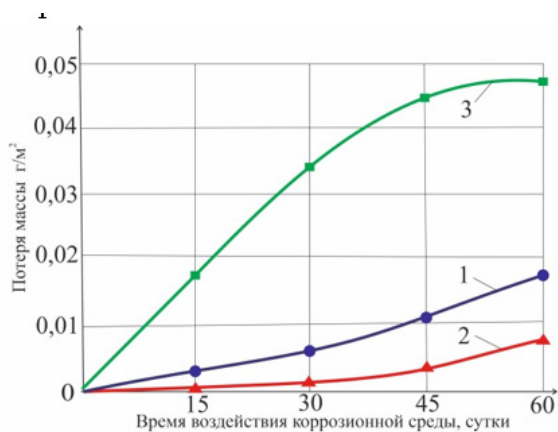
При взаимодействии меди с водным раствором поверхность меди покрывается гидроксидом меди, получается следующая реакция:



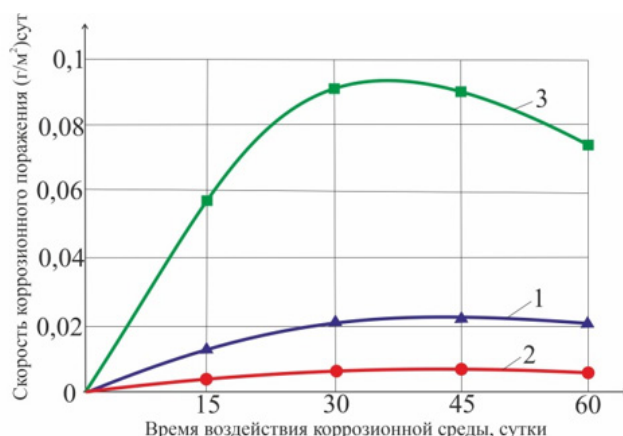
При длительном стоянии на воздухе, обогащённом кислородом, гидроксид меди (II) вступает в обратимую реакцию с кислородом, образуя грязно-красную смесь оксидов Cu (I) и Cu (II):



При электрохимической коррозии биметалла алюминий-медь за счет анодного процесса происходит разрушение алюминия, что должно вызывать потерю массы.



(a)

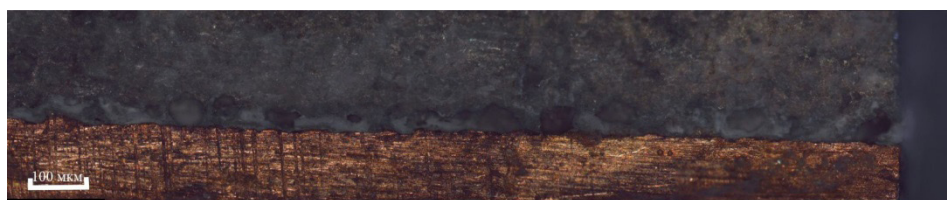


(б)

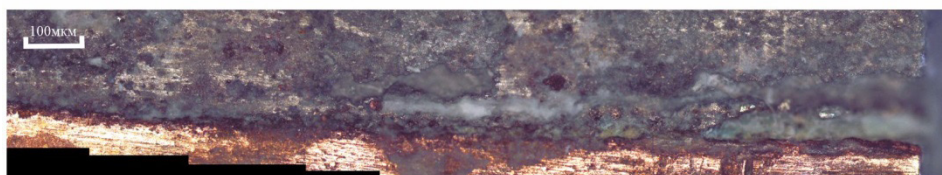
Рис. 3. Зависимость потери массы (а) и скорости коррозионного поражения (б) в СКМ Cu-Al от времени воздействия коррозионной среды: 1-1-й тип; 2-2-й тип; 3-3-й тип

Как видно (рис. 3, а), потеря массы зависит от времени воздействия коррозионной среды и условий термической обработки. Максимум она достигает на 60 день эксперимента, что связано с тем, что на алюминии оседает все больше продуктов коррозии при катодном процессе.

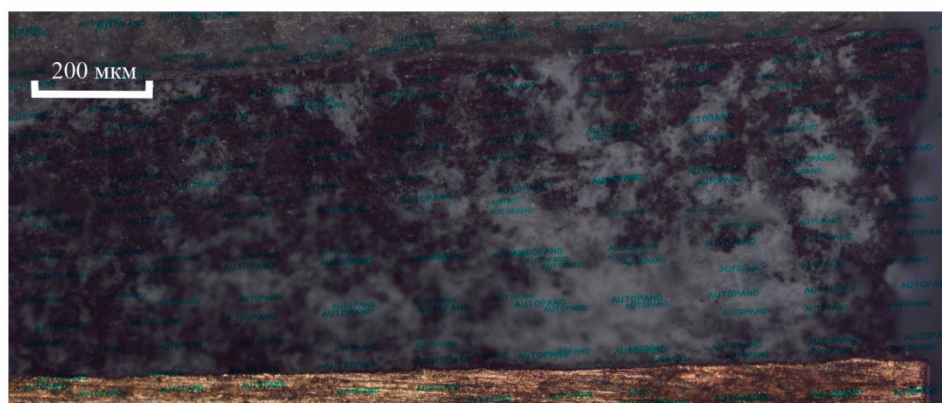
Скорость коррозии (рис. 3, б) достигает максимума на 45-й день эксперимента и может составлять до 0,1 (г/м²)*сут при термической обработке 580°C при выдержке 1 час. К 60-му дню эксперимента скорость коррозии падает не зависимо от условий термообработки.



(a)



(б)



(в)

Рис. 4. Микроструктура СКМ Cu-Al 60-й день эксперимента, x100: а — 1-й тип; б — 2-й тип; в — 3-й тип

Выводы:

Металлографическое исследование установило, что в зоне соединения двух металлов при воздействии коррозионной среды происходит выкрашивание частиц твердой интерметаллидной прослойки. Образцы третьего типа, полученные сваркой взрывом и обработанные при температуре выше температуры кон-

тактного плавления (580 °С с выдержкой 1 час) имеют наибольшую скорость коррозионного повреждения в присутствии жидкой фазы, что подтверждается данным о потере массы и скорости коррозионного повреждения. При этом слой меди практически не поврежден воздействием среды, благодаря протеканию катодного процесса в электролите.

Литература:

1. Конструкционные материалы: Справочник/Б.Н. Арзамасов, В.А. Брострем, Н.А. Буше и др., под общ. ред. Б.Н. Арзамасова. — М.: Машиностроение, 1990. — 668 с.
2. Семенова, И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. «Коррозия и защита от коррозии», 2002-336 с.
3. ГОСТ 9.908-85. Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости.
4. Слоистые композиты на основе алюминия и его сплавов. — М.: Metallurgizdat, 2004. — 230 с

О чёткости разделения компонентов реакционной смеси установки алкилирования изобутана олефинами

Бояринцев Лев Андреевич, студент магистратуры;
Попов Сергей Васильевич, кандидат технических наук, доцент;
Хабибрахманова Оксана Валерьевна, кандидат химических наук, доцент
Филиал Самарского государственного технического университета в г. Новокуйбышевске

Рассматривается работа массообменного оборудования процесса алкилирования изобутана олефинами. Исследование проводили с использованием моделирующей системы Honeywell UniSim Design, в которой сформировали модель установки. С целью ресурсосбережения и для обеспечения чёткого разделения компонентов алкилата предлагаются изменения в технологическую схему процесса.

Ключевые слова: алкилирование, изобутан, олефины, катализатор, моделирование, Honeywell UniSim Design.

Введение
Одним из способов производства высокооктановых неароматических углеводородов является промышленный процесс сернокислотного алкилирования изобутана олефинами [1]. Для совершенствования процесса в ряде работ исследуют возможность перехода от гомогенных к использованию твердофазных катализаторов [2-3], анализируются технологические схемы и оборудование установок [4], разрабатывают компьютерные системы для описания дезактивации катализатора [5]. На промышленных установках в зависимости от состава используемого сырья, технологических режимов и действующих на них возмущений и других воздействий возможны отклонения от регламентных значений фракционных составов технологических потоков, в частности содержания изобутана в рециркулируемой изобутановой фракции и, как следствие, для фракции н-бутановой измененное долевое присутствие изобутана, н-бутана и углеводородов C_{5+} (преимущественно изопентана, н-пентана, 2,2-диметилбутана и 2,3-диметилбутана с температурами кипения 28°C, 36°C, 49.7°C и 57.9°C соответственно).

Цель работы — исследование возможности на колоннах ректификации реакционной массы алкилирования снижения энергоёмкости и предотвращения присутствия углеводородов C_{5+} во фракции н-бутана, а также проведение предпроектных расчетов ректификационного аппарата с целью выделения изобутана из фракции н-бутановой, например для случаев ухудшения четкости разделения компонентов алкилата в колонне-деизобутанизаторе.

Методы

Исследования проводили с использованием моделирующей системы Honeywell UniSim Design [6], в которой сформировали модель установки сернокислотного алкилирования изобутана олефинами [7]. В качестве математического пакета для расчета термодинамических свойств компонентов фракций использовали метод Peng-Robinson.

Компонентный состав реакционной массы алкилирования (PMA) представлен в таблице 1 (используются обозначения углеводородов Honeywell UniSim Design). График ASTM D86 разгонки PMA приведен на рисунке 1, значение средней молярной массы составляет 84 кг/кмоль.

Таблица 1. Компонентный состав РМА

Наименование компонента смеси	i-Butane, Propene, 1-Butene, cis ² -Butene, tr ² -Butene, i-Butene, 2M-2-butene, Propane, n-Butane, i-Pentane, n-Pentane, 22-Mbutane, 23-Mbutane, 2-Mpentane, 3-Mpentane, n-Hexane, 22-Mpentane, 24-Mpentane, 23-Mpentane, 223-Mbutane, 33-Mpentane, 2-Mhexane, 3-Mhexane, 224-Mpentane, 234-Mpentane, 23-Mhexane, 24-Mhexane, 25-Mhexane, 223-Mpentane, 2-Mheptane, 34-Mhexane, 3-Mheptane, 225-Mhexane, 234-Mheptane, 224-Mhexane, n-Decane, n-C11, n-C12, n-C13, n-C14
-------------------------------	---

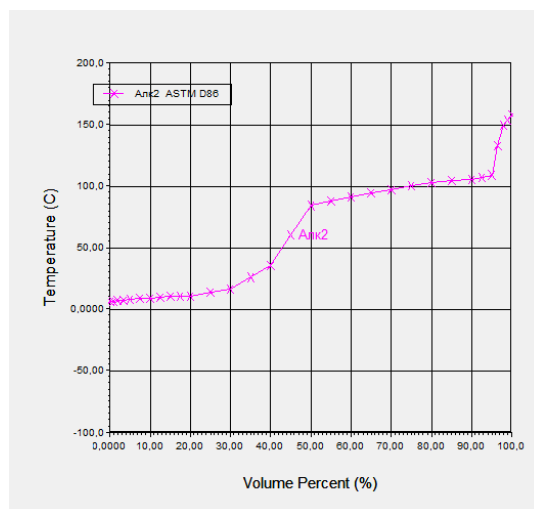


Рис. 1. График ASTM D86 разгонки реакционной массы алкилирования

На рисунке 2 показан фрагмент «типовой» технологической схемы установки сернокислотного алкилирования изобутана олефинами, демонстрирующий этапы разделения компонентов РМА.

Поток РМА (Алк²) поступает на 59 тарелку ректификационной колонны А1-1, предназначенной для выделения изобутана (поток **изобутан**) с целью его рециркулирования в поток питания реактора алкилирования.

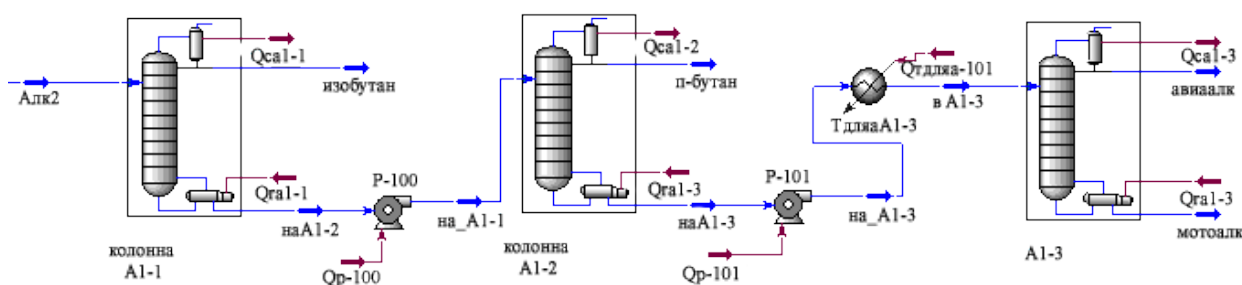


Рис. 2. Фрагмент «типовой» технологической схемы установки сернокислотного алкилирования изобутана олефинами (распечатка в Honeywell UniSim Design)

В колонне используют 80 тарелок с колпачковыми контактными устройствами. С низа колонны поток (**наА1-2**), также содержащий в смеси не отогнанный верхом изобутан, направляется на 19 тарелку ректификационной колонны А1-2, в которой происходит выделение н-бутана и поступивших в колонну остатков изобутана (поток **п-бутан**). Изобутан имеет температуру кипения $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$, поэтому в данном аппарате отгоняется вместе с н-бутаном, температура кипения которого $-0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Отметим, что в зависимости от технологического режима работы

колонны во фракции н-бутана кроме изобутана также могут присутствовать углеводороды C_{5+} . Колонна содержит 40 желобчатых тарелок. Низом отбирается сырой алкилат (поток **наА1-3**), который, пройдя теплообменник, подается на 8 тарелку колонны А1-3, имеющую 20 желобчатых тарелок. С верха колонны отбирается легкий алкилат (поток **авиаалк**), с низа — мотоалкилат (поток **мотоалк**).

Для моделирования технологической схемы (рисунок 2) использовали следующие значения технологических

параметров для потока РМА: расход 31.5 т/час, температура 62°C, давление 710 кПа.

Сходимость расчетных процессов, выполняемых средой моделирования для колонн, получена по следующим активным спецификациям: для А1-1 — содержание изобутана в потоке, отбираемом с верха аппарата, не менее 99% мас.; для А1-2 — содержание н-бутана в потоке верха колонны не менее 88% мас.; для А1-3 — температура начала кипения фракции легкого алкилата $T_{нк_ASTM_D86_0\%vol} = 54^\circ C$ и температура конца кипения $T_{кк_ASTM_D86_100\%vol} = 118^\circ C$.

Результаты и обсуждение

Для технологической схемы (рисунок 2) в моделирующей среде Honeywell UniSim Design было рассчитано (таблица 2) теоретически оптимальное аппаратное оформление колонн с целью разделения компонентов РМА, разгонка которой показана на рисунке 1. В этой таблице также приведены рассчитанные по модели целесообразные значения режимных параметров для существующих колонн с учетом их конструкции (используемое число тарелок в аппарате, тип контактного устройства), а профили температур по высоте аппаратов показаны на рисунке 3.

Таблица 2. Рассчитанные значения конструкционных и режимных параметров колонн*

Колонна	$P_{кон}$, кПа	$P_{реб}$, кПа	R_{min} R	N_{min}	$N_{акт}$ N	N_{opt} $N_{пит}$	$T_{кон}$, °C	$T_{реб}$, °C
А1-1 оптимальная	650	710	15.7	37	88	65	48.2	102.9
	— » —	— » —	17.0	—	80	59	48.3	100.7
А1-2 оптимальная	415	420	1.3	29	67	15	42.9	138.1
	— » —	— » —	1.5	—	40	19	42.1	138.2
А1-3 оптимальная	120	130	0.7	10	20	2	76.5	127.4
	— » —	— » —	1.6	—	20	8	80.7	150.1

* Обозначения: $P_{кон}$ и $P_{реб}$ — давление в конденсаторе и ребойлере; R_{min} и R — минимальное и применяемое в расчетах флегмовое число; N_{min} и $N_{акт}$ — минимальное и актуальное число тарелок; N — число тарелок в про-

мышленном аппарате; N_{opt} и $N_{пит}$ — оптимальная и используемая в расчетах тарелка питания; $T_{кон}$ и $T_{реб}$ — температура в конденсаторе и ребойлере.

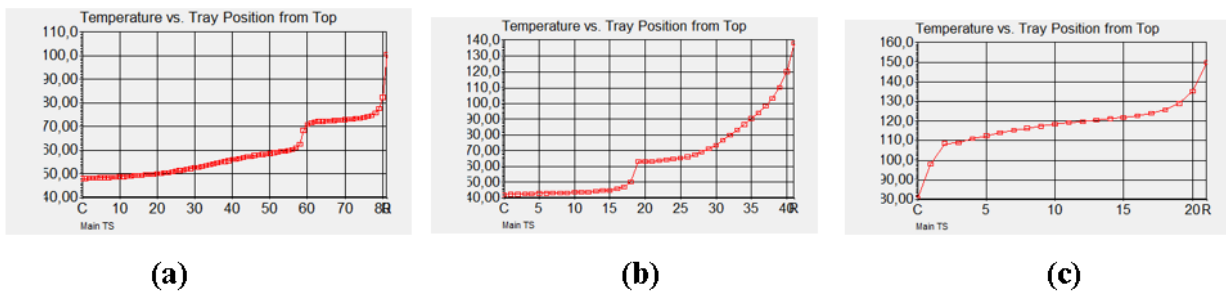


Рис. 3. Температурный профиль по высоте аппарата:
(а) — колонна А1-1; (б) — колонна А1-2; (с) — колонна А1-3

Как отмечено выше, в промышленных ректификационных колоннах используются колпачковые и желобчатые контактные устройства [7], эффективность которых составляет величину порядка 0.5÷0.6. С учётом приведенного показателя эффективности ниже проводится сравнение конструкционных параметров промышленных колонн с соответствующими теоретически оптимальными оценками из таблицы 2.

Промышленные колонны А1-1 и А1-3 по сопоставляемым показателям имеют значения достаточно близкие к теоретически оптимальным, что позволяет в практических условиях при правильной настройке технологиче-

ских режимов достигать требуемую четкость выделения изобутана из РМА и разделения легкого и мотоалкилатов соответственно.

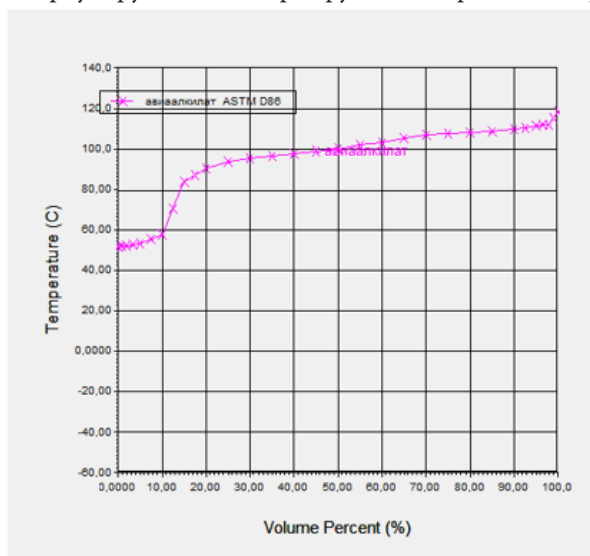
В промышленной колонне А1-2 используют существенно меньшее (40 шт.) по сравнению с оптимальным (67 шт.) количество тарелок, что может приводить к большой (по сравнению с другими колоннами) параметрической чувствительности аппарата к изменению технологических параметров.

Результаты моделирования рассматриваемой технологической схемы с конструкционными параметрами колонн действующей установки приведены на рисунке 4

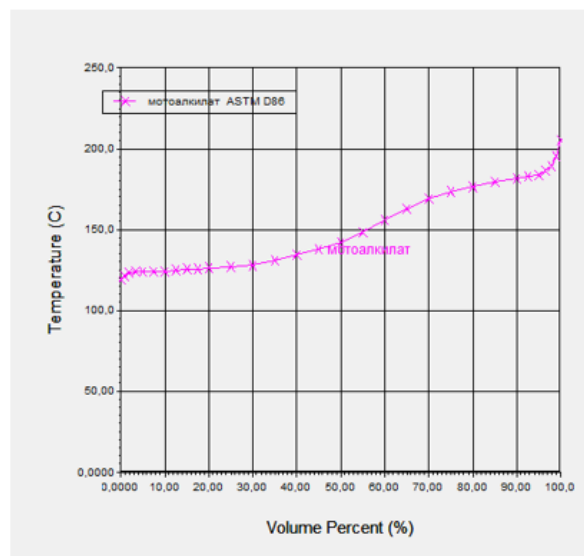
в виде графиков ASTM D86 разгонки целевых фракций. Анализ полученных расчетных результатов показывает, что для рассматриваемого состава РМА (рисунок 1) демонстрируется достаточно четкое разделение фракций легкого и мотоалкилатов.

В соответствии с СТП 2059-2001 во фракции изобутановой циркулирующей не нормируется содержание н-бу-

тана, следовательно в кубовом продукте, отбираемом с низа колонны А1-1 и поступающим на питание колонны А1-2, будут одновременно присутствовать изо- и н-бутаны, соответственно марка фракции н-бутановой, отбираемой с верха колонны А1-2, во многом определяется четкостью выделения изобутана в колонне А1-1.



(a)



(b)

Рис. 4. Графики ASTM D86 разгонки: (a) — авиаалкилат $M_{вес} = 103.5 \text{ кг/кмоль}$, $20 = 690 \text{ кг/м}^3$; (b) — мотоалкилат $M_{вес} = 131.4 \text{ кг/кмоль}$, $20 = 725 \text{ кг/м}^3$

Сказанное необходимо учитывать при оценке целесообразных режимов работы колонн.

Для оценки принципиальной возможности рекуперации тепла потоков схемы было рассмотрено влияние температуры потока питания колонны А1-2 на четкость разделения компонентов смеси. Расчеты показали, что при уменьшении температуры потока питания от 100 °С до 20 °С содержание углеводородов C_{5+} в потоке н-бутана уменьшается с 0.489%мас. до 0.003%мас., то есть для промышленных условий поддержание низких температур потока питания не дает возможность присутствия C_{5+} во фракции н-бутана и одновременно делает возможным использование отбираемого тепла потока для нагревания другого технологического потока. Из таблицы 2 видно, что поток с низа колонны А1-1, являющийся потоком питания колонны А1-2, имеет температуру порядка 101÷102°С, следовательно, имеется возможность, снизив температуру потока питания (например, до 62°С), передать его теплоту другому потоку (например, потоку питания колонны А1-1). Отмеченное позволяет снизить энергопотребление на установке.

Предлагаемая технологическая схема показана на рисунке 5, на которой рекуперация теплоты обеспечивается включением в схему теплообменника Т-100.

Для моделируемой установки также представляет интерес рассмотрение вопроса четкости разделения углеводородов изобутан-бутан. Это связано с тем, что в техно-

логическом регламенте для потока изобутана рециклового допускается содержание изобутана более 50%мас. Содержание изобутана менее 99%мас. (поток **изобутан**, рисунок 5) возможно из-за изменения состава РМА, некорректной настройки режимов работы колонны под конкретный состав потока питания и других факторов. В этом случае соответствующее большое количество изобутана поступит в колонну А1-2, с верха которой отбираемый поток **н-бутан** будет включать весь поступивший в колонну изобутан. Изобутан является реактантом процесса алкилирования, поэтому его необходимо отделить от н-бутана и вернуть на питание реактора алкилирования.

С целью разделения бутанов возможно включение в технологическую схему дополнительной колонны **+Кдоп** (рисунок 5).

Расчеты показали, что для формирования потока **рец-іС4** с содержанием изобутана 95%мас. может быть использована колонна со следующими конструкционными и режимными параметрами: число клапанных тарелок 37 (эффективность контактного устройства 0.75), тарелка питания 26, давление верха и низа 160 кПа и 170 кПа соответственно, флегмовое число не ниже 30, температурный профиль по высоте аппарата показан на рисунке 6а. Расчет потоков фаз по высоте колонны (рисунок 6б) и оценка геометрических размеров исчерпывающей и укрепляющей частей показали на возможность использования аппарата одного диаметра.

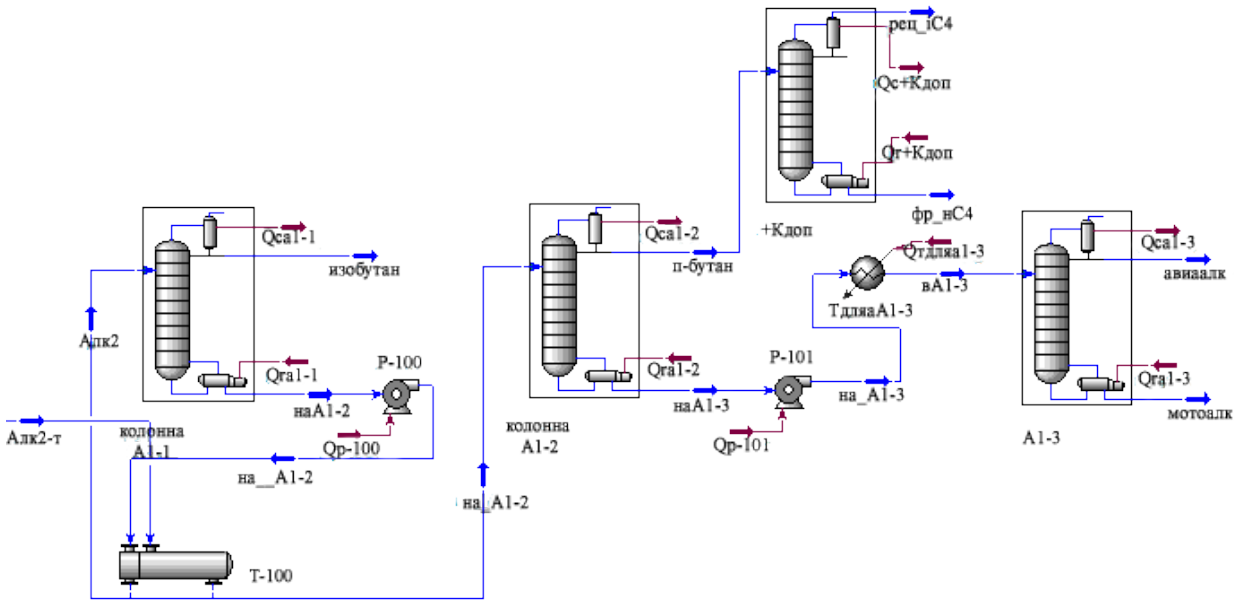
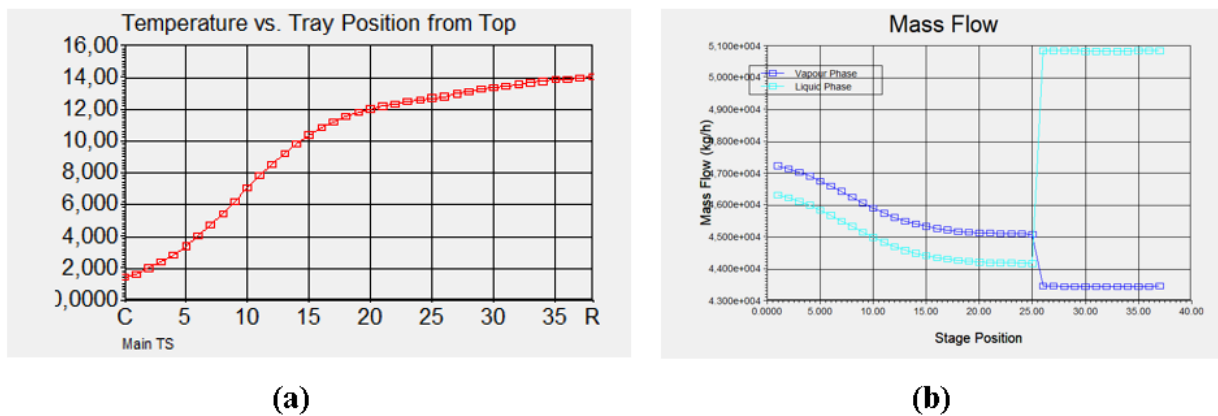


Рис. 5. Фрагмент измененной технологической схемы установки сернокислотного алкилирования изобутана олефинами (распечатка в Honeywell UniSim Design)



(a)

(b)

Рис. 6. Графики изменения технологических характеристик по высоте колонны +Кдоп: (a) — температурный профиль в оС; (b) — потоки жидкой и паровой фаз в кг/час (распечатка в Honeywell UniSim Design)

Заключение

Проведенный вычислительный эксперимент позволяет сделать следующие выводы.

Для обеспечения энергосбережения при ректификационном разделении компонентов РМА предложено включение в технологическую схему дополнительного рекуперативного теплообменника, обеспечивающего нагревание потока питания колонны А1-1 (для рассматриваемой

схемы с 20°С до 62°С) охлаждением потока питания колонны А1-2.

С целью разделения бутанов, отбираемых с верха колонны А1-2, предложено использовать дополнительную ректификационную колонну, обеспечивающую четкое выделение изобутана для его возврата на питание реактора алкилирования.

Литература:

1. Алкилирование. Исследования и промышленное оформление процесса/Под ред. Л. Ф. Олбрайта и А. Р. Голдсби. — Пер. с англ./Под ред. В. Г. Липовича. — М.: Химия, 1982. — 336 с.
2. Солодова, Н. Л., Хасанов И. Р. Перспективные процессы алкилирования изопарафинов олефинами // Вестник технологического университета. — 2015, т. 18, № 9, с. 117-121
3. Шириязданов, Р. Р. Научно-прикладные основы процесса алкилирования изобутана олефинами на цеолитсодержащих катализаторах: Дисс. д-ра техн. наук. Уфа, 2017. — 409 с.

4. Солодова, Н. Л., Хасанов И. Р. Анализ работы установки HF-алкилирования ООО «ЛУКОЙЛ-НИЖЕГОРОДНЕ-ФТЕОРГСИНТЕЗ» // Вестник технологического университета. — 2015, т. 18, № 7, с. 119-123
5. Ушаков, А. С., Долганова И. О., Долганов И. М. Разработка компьютерной моделирующей системы процесса серноокислотного алкилирования изобутана олефинами с учетом дезактивации катализатора // Материалы XVIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке», Томск, 29 мая — 01 июня 2017. — Томск: НИ ТПУ, 2017 — с. 556
6. Honeywell, Unisim Design User Guide, 2013
7. Технологический регламент установки серноокислотного алкилирования ТР 24-36, ОАО «КНПЗ», 2013 г.

Физико-механические свойства и оптические величины некоторых прозрачных покрытий гелиотеплицы

Вардияшвили Афдандил Аскарлович, кандидат технических наук, доцент;
Каримова Салима Эламоновна, преподаватель;
Вардияшвили Асфандиер Аскарлович, преподаватель
Каршинский государственный университет (Узбекистан)

Холов Комил Нормаматович, доцент
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

В работе экспериментально исследуются физико-механические свойства и фотометрические характеристики во всем доступном диапазоне длин волн, необходимых для расчета теплового баланса пленочных покрытий.

Ключевые слова: использование солнечной энергии, интенсивность солнечного излучения, светопрозрачное ограждение культивационных сооружений, полиэтиленовая пленка, тепловое излучение, поток лучистой энергии, полимерные материалы, коэффициент теплопроводности ограждения, теплоотражающая способность пленки.

В последние годы светопрозрачную пленку начали использовать как заменитель стекла для культивационных сооружений в виде тоннелей и пленочных теплиц. Это дает возможность получать рассаду более высокого качества, чем в парниках под остекленными рамами.

Преимущество пленочных теплиц, малогабаритных арок и т. д. заключается в том, что в них благодаря герметичности пленки создается благоприятный температурный режим. В течение длительного периода основным материалом для покрытия культивационных сооружений защищенного грунта было стекло. Однако такие сооружения дорогостоящие, что препятствовало расширению площадей теплиц и парников.

В результате обширных исследований физико-механических свойств пленок ученые выявили перспективный вид пленки в овощеводстве: полиэтиленовая.

Полиэтиленовая пленка — самая распространенная пленка в овощеводстве. Она представляет собой гибкий, эластичный материал с глянцевой гидрофобной поверхностью, матовая с белесым оттенком. Ее получают полимеризацией этилена, который добывают из нефтяного и природного газа (Ващенко, 1974). Толщина пленки колеблется от 50 до 250 мк, ширина полотна 140-300 см. Для выращивания рассады овощей используется в основном пленка толщиной 100 мк, частично и 150 мк. Полиэтиленовая пленка широко применяется в овощеводстве благодаря ее положительным свойствам: она в 40-50

раз легче стекла, в 1 кг ее в зависимости от толщины содержится от 5 до 20 м², эластична, обладает хорошими физическими и оптическими свойствами, практически не поглощает воду и почти не изменяет линейные размеры, не набухает и не провисает, пропускает 52% ультрафиолетовых лучей, 73% видимого света, 81% коротких инфракрасных и 80% длинноволновых лучей, морозостойка — выносит понижение температуры до — 66°. Однако при использовании следует учитывать и ее недостатки: высокая проницаемость в области длинноволнового теплового излучения, в результате которого наблюдается большое колебание температуры днем и ночью, снижение прозрачности за 3-4 месяца эксплуатации на 15-20% [1].

Основное назначение светопрозрачного ограждения — пропускать лучистые потоки (наибольший интерес представляют лучистые потоки в видимой и инфракрасной областях спектра и дальней инфракрасной области). Прозрачность материалов для той или иной области спектра зависит от их физической природы. Для ограждающих конструкций культивационных сооружений используют силикатное стекло и полимерные материалы (пленки из полиэтилена, поливинилхлорида, полиамида, стеклопластики).

Способность светопрозрачного материала пропускать поток лучистой энергии определяется коэффициентом пропускания

$$\varphi = \varphi_T(1 - k_{гр})(1 - k_{ш})k_y, \quad (1)$$

Где φ_T — коэффициент пропускания чистого материала при падении лучей в направлении нормали к поверхности; $k_{гр}$ — коэффициент, учитывающий загрязнение поверхности (его значение может колебаться от 0 до 0,5); $k_{ш}$ — коэффициент, показывающий степень уменьшения светопрозрачности ограждения за счет несущих конструкций — рам, шпоров, прогонов (для стекла или стеклопластика его значение равно 0,03...0,1; для ограждений из полимерных пленок-0); k_y — коэффициент, учитывающий угол падения лучей.

При определении φ_T следует учитывать интегральное значение коэффициента пропускания как в области видимого и ближнего инфракрасного, так и дальнего инфракрасного спектра. Все указанные выше светопрозрачные материалы обладают высокой прозрачностью в видимой части спектра (результат теплового излучения) высоким коэффициентом пропускания обладают только пленки из полиэтилена.

Важной теплофизической характеристикой является альbedo r , при помощи которого оценивают способность поверхности отражать солнечную радиацию.

Альbedo зависит от состояния поверхности (гладкая, шероховатая, чистая), физической природы материала, угла падения лучей и ряда других факторов. Величина альbedo равна $r = r_T k_y$, (2)

где r_T — значение альbedo при падении лучей перпендикулярно к поверхности; k_y — коэффициент, учитывающий угол падения лучей. При величине угла между нормалью к поверхности и направлением лучей не более 30° для полимерных пленок и 50° для стекла величина r практически не меняется.

Альbedo стекла равно 0,07. для полимерных пленок его значение примерно в 1,5 раза больше.

Следующей теплофизической характеристикой является коэффициент теплопроводности ограждения. Вследствие малой толщины стенки светопрозрачных ограждений термическое сопротивление мало ($10^{-3}...10^{-4} \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$) и в инженерных расчетах теплового баланса сооружений защищенного грунта его не учитывают.

Потери теплоты через светопрозрачное ограждение можно уменьшить, если внутреннюю и наружную поверхность стекла покрыть специальной селективной пленкой, например, пленкой двуокиси олова, которая содействует уменьшению теплоизлучения в окружающую среду и лучистого потока, поглощаемого внутренней поверхностью ограждения вследствие теплоотражающей способности пленки.

Исследования [2] показывают, что при использовании стекла, покрытого пленкой двуокиси олова, температура воздуха внутри помещения и температура почвы на 8...9° выше, чем в сооружении, остекленном обычным стеклом. Это позволяет применять неотапливаемые культивационные сооружения в более северных районах или раньше вводить их в эксплуатацию. Кроме того, используют оксиды кобальта, железа, титана, хрома. Стекла, покрытые пленкой из этих материалов, имеют более высокие, чем обычное стекло, показатели прочности. Окиснометаллические покрытия несколько снижают светопропускание стекла.

В инженерной практике пользуются такими показателями, характеризующими температурные интервалы применения ограждений, как термостойкость и морозостойкость. Значения этих показателей светопрозрачных ограждений приведены в табл. 1.

Таблица 1. Термо- и морозостойкость светопрозрачных материалов

Материал	Термостойкость, °С	Морозостойкость, °С
Стекло	–	–
Полиэтиленовая пленка	80	–60
Полихлорвиниловая пленка	65	–15
Полиамидная пленка «Рильсан»	85	–65
Стеклопластик	80	–60

Полимерные материалы по своим физико-химическим свойствам обладают большими преимуществами по сравнению со стеклом. Это дает возможность широко их использовать при выращивании рассады и овощей.

Из существующих полимерных пленок наиболее перспективны полиамидная и полиэтиленовая, пропускающие 80-90% солнечного света. В процессе эксплуатации под действием различных факторов внешней среды светопрозрачность пленок падает, в результате снижается приход суммарной радиации.

Наиболее совершенный тип культивационного сооружения-теплицы. В них удобно проводить уход за овощными культурами, механизировать многие процессы.

Однако из-за отсутствия долговечной пленки и ограниченности ее производства пленочные теплицы менее распространены, чем малогабаритные пленочные укрытия тоннельного типа и парники.

В силу герметичности полимерная пленка создает благоприятные условия для роста и развития овощных культур: растения ускоряют созревание, становятся более крупными, что положительно сказывается на повышении урожая и улучшении его качества.

В работе экспериментально исследуются фотометрические характеристики во всем доступном диапазоне длин волн, необходимых для расчета теплового баланса пленочных покрытий. Лабораторные

исследования проводили на спектрофотометре СФ-4 и приборах ИСК-14, ИСК-22 и КФК-12. Как правило, материалы, используемые в гелиоустановках в качестве прозрачной изоляции, обладают селективными свойствами их оптические характеристики, в том числе пропускательная, отражательная и поглощательная способности лучистой энергии зависят от длины световой волны. Падающий на пленку световой поток Φ_0 делили на отраженный Φ_R , поглощенный пленкой Φ_A и прошедший пленку Φ_D . При измерении сравнивали световые потоки Φ_0 и Φ_D . Отношение $\frac{\Phi_D}{\Phi_0}$, выраженное в процентах, характеризует прозрачность пленки [3].

Спектральные значения оптических величин, в том

числе D , R и A для новой и отработанной (использованной на гелиотеплицах) полиэтиленовой пленки толщиной 0,2 мм, измеренные на приборах и вычисленные в соответствующих формулах, показывают, что прозрачность ее почти не изменяется.

В длинноволновой части спектра прозрачность почти постоянна для всех исследованных образцов.

Сравнивая оптические характеристики одних и тех же пленок до и после старения, можно заметить, что в процессе эксплуатации поглощательная способность несколько увеличивается, а пропускательная — уменьшается. Изменения эти не очень велики, в среднем можно считать для полиэтиленовой пленки $A \approx 0.2 \div 0.3$; $D \approx 0.64 \div 0.73$; $R \approx 0.05 \div 0.16$.

Литература:

1. Н. С. Бакурас, Р. К. Камбаров. Выращивание рассады и овощей в пленочных теплицах. Ташкент издательство «Фан». 1979. 104 с.
2. Б. Х. Драганов, В. В. Есин, В. П. Зуев. Применение теплоты в сельском хозяйстве. Киев: Вища школа. 1983. — 239 с.
3. Криксунов, Л. З. Справочник по основам инфракрасной техники. М., «Советское радио», 1978. — 399 с.
4. Вардияшвили, А. А. «Разработка и исследования многофункциональных энергоэффективных гелиотехнических комплексов с использованием энергетических отходов». Монография. Карши «Насаф» нашриёти 2013 г. 9,6 б. т.
5. Маркус, Т. А., Моррис Э. Н. Здание, климат и энергия. Ленинград. Гидрометеиздат 1985-542 с.
6. Вардияшвили, А. А. «Солнечный сельский дом гелиотеплицей». Ўқув-услубий қўлланма. Карши «Насаф» нашриёти 2017 г. 6,9 б. т.
7. Вардияшвили, А. А. «Муқобил энергия манбалари». Монография. Карши «Насаф» нашриёти 2016 г. 9,6 б. т.

Технология бурения скважин типа slim hole и ее преимущества

Джаббарлы Меджид Теюб оглы, студент магистратуры

Научный руководитель: Шмончева Елена Евгеньевна, доцент

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (г. Баку)

В статье представлено исследование по технологии бурения скважин с тонкими стволами (малого диаметра), а также преимущества и их применение. Поскольку в нефтяной промышленности существует высокий спрос и технологии развиваются быстрыми темпами, в настоящее время существует тенденция бурения скважин дешевым, безопасным и более эффективным способом.

Ключевые слова: тонкие стволы, горизонтальные скважины, боковые стволы, эффективность, экология.

Технология тонких стволов для разведочного бурения

Такие технологии могут быть очень полезны в отдаленных зонах для разведки. В таких областях возрастают как риски, так и потенциальные выгоды из-за отсутствия инфраструктуры или присутствия компании, дорожное строительство и логистика могут быть дорогими. В этой ситуации внедрение концепции бурения скважин малого диаметра может стать привлекательным. Метод может быть более эффективным в таких областях, используя меньшие буровые установки и оборудование, где его можно легко транспортировать на вертолете или по существующей дороге без необходимости модернизации [4].

В таких скважинах используется меньше буровых растворов, обсадных колонн, цемента, воды, дизельного топлива, и они образуют меньший объем шлама и требуют меньше людей для эксплуатации и поддержки буровой системы. Воздействие на окружающую среду при разведке и добыче также играет важную роль.

Как показано на рисунке 1, размер участка скважины уменьшился на 75 процентов, расход бурового раствора и шлама сократился на 75 процентов, а диаметр скважины уменьшился на 50 процентов. Общая стоимость снизилась с 40% до 60% по сравнению с обычной скважиной [4].

В 1990 году BP Exploration (BPX) определила потенциальные преимущества исследования тонких скважин. Это

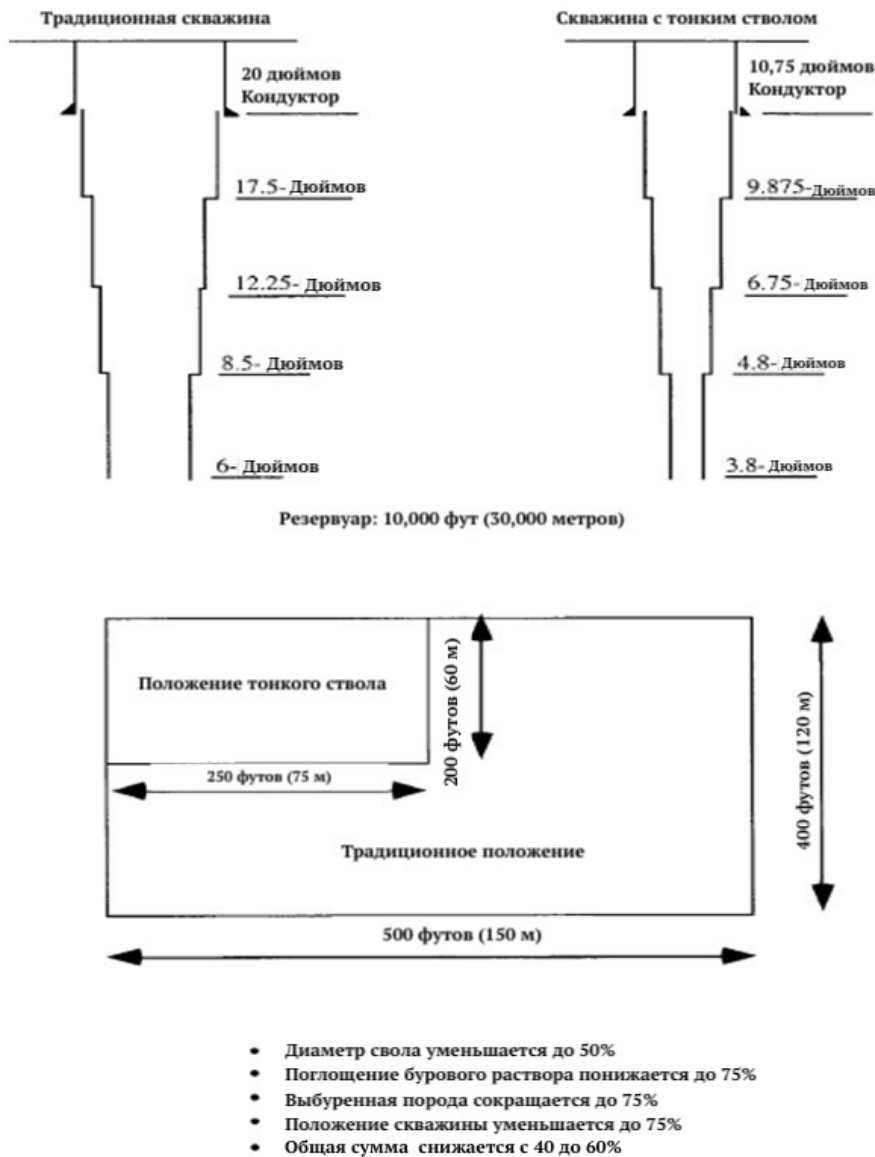


Рис. 1. Технология тонких стволов снижает затраты как на скважину, так и на площадку [7]

исследование было проведено в полевых исследованиях под руководством ВРХ, чтобы исследовать силу и слабость бурения скважин [4].

ВРХ пробурила шесть скважин для программы оценки на месторождении Plunger Field, Англия. ВР зафиксировала 70% экономии при подготовке площадки, чем обычная установка.

Экономия времени на установку и спуск оборудования уменьшенного диаметра позволило снизить транспортные расходы на 60-70%.

В одном исследовании скважин меньшего размера ствола зафиксировано шестикратное уменьшение объема шлама и, как следствие, снижение стоимости утилизации.

Была достигнута экономия за счет сокращения расходных материалов, таких как раствор, цемент и мазут [5].

Технология тонких стволов для горизонтального бурения

В конце 1991 года компания Oryx energy разработала концепцию программы горизонтального бурения на ме-

сторождении Pearsall, расположенном в Южном Техасе. Было решено разработать обширную программу горизонтального бурения для бурения новых скважин в этой области.

На рис. 2 показана типичная пробуренная скважина в трещиноватой формации Остин Мел.

Идея заключалась в том, чтобы снизить затраты в тех районах, где продуктивные нормы не зависят от размера бокового ствола скважины. Потому что использование меньших буровых или ремонтных установок и меньшего размера обсадной колонны может минимизировать стоимость бурения в горизонтальных скважинах.

Результаты Oryx, полученные в ходе бурения горизонтальных скважин, показали значительное снижение затрат. На основании результатов второй скважины, выполненной в очень типичных условиях, обнаруженных при бурении на месторождении Pearsall, была обнаружена полная потеря циркуляции. Несмотря на то, что показатели бурения были эквивалентны тем, которые наблюда-

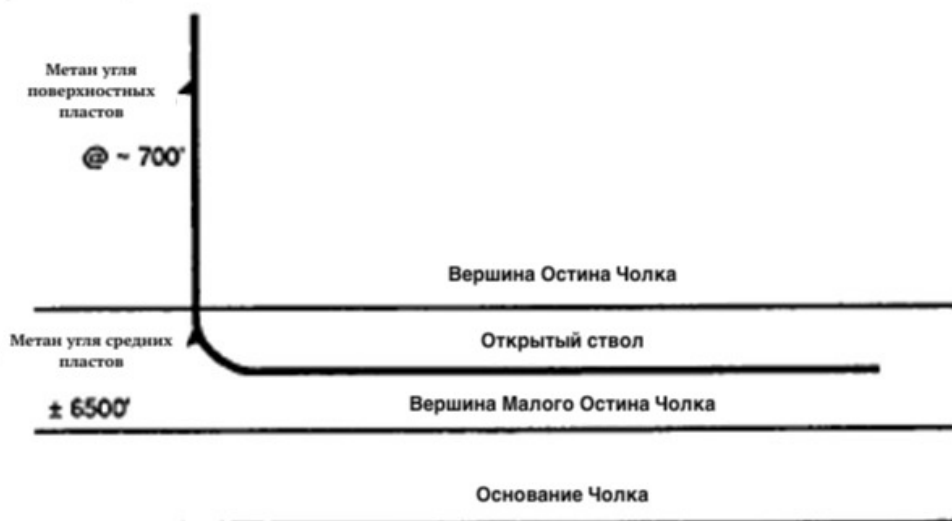


Рис. 2. Типичная конфигурация ствола скважины в формации Остин Мел [3]

ются в более крупных, обычных скважинах, затраты были значительно снижены. Цена горизонтальных скважин сократилась на 20%.

Бурение боковых стволов. Baker Huges и Husky Oil Operation (Hollies and Szutiak, 1997) сообщили об успешном применении технологий бурения тонких скважин для решения проблемы бурения при повторном входе в скважину на месторождении Rainbow Lake. Горизонтальная секция имела проблемы бурения, такие как дифференциальное прилипание, потеря циркуляции, перекрывающая газовая шапка и кислые забойные зоны.

Завершение этих скважин прошло не дороже, чем обычных скважин большого размера. Даже показатели добычи были одинаковыми для тонких скважин и обычных. Экономия благодаря тонкому профилю с двойными стволами составила 10-15%.

К тому же, было проведено сравнение полезного времени и затрат на бурение обычных боковых стволов и стволов с малым диаметром. Последний был самым эффективным по времени и стоимости. После изучения опыта, полученного в результате бурения стволов с малыми диаметрами, был сделан вывод о значительном снижении стоимости со временем, а длина боковой части также значительно увеличилась.

Использование технологии тонких стволов обеспечивает значительное экономическое преимущество по сравнению с обычной практикой за счет снижения стоимости бурения. Сообщается, что результаты бурения тонких стволов оказываются эффективными. Учитывая текущее состояние нефтяной промышленности, экономия затрат является очень важным аспектом из-за сокращения капиталовложений.

Экономия может быть достигнута в различных категориях, включая: [3]:

- Использование небольших буровых установок и ремонтных установок;
- Уменьшенные размеры конструкций;

- Меньшая площадь площадки и более легкая мобилизация оборудования;

- Меньше капиталовложений;

- Минимизированные отходы бурения и другие затраты, связанные с размером ствола

- Меньше объема шлама, скорости и времени установки, затрат на цементирование, раствор и топливо.

- Меньший объем шлама позволяет более эффективно очищать раствор или использовать более дешевый раствор.

- Легче бурить, оценивать и выполнять заканчивание скважин благодаря уменьшенным размерам обсадной колонны.

Совокупный опыт Carter Oil Co показал значительную экономию в 162000 долларов США при бурении тонких скважин. В этом случае скважины с тонкими отверстиями указывают на значительное экономическое преимущество по сравнению с обычным бурением, если используется оборудование с тонкими отверстиями соответствующего размера [2].

Во время операции бурения важно учитывать количество объема шлама, объем бурового раствора, цемента и жидкости для заканчивания, которые необходимо утилизировать.

В связи с растущими затратами, связанными с удалением отходов, нефтяная промышленность ищет новые технологии, которые меньше загрязняют окружающую среду, требуют меньшего объема раствора, шлама и цемента. Одним из способов достижения этого является уменьшение диаметра пробуренного ствола. Например, тонкая скважина с размером ствола, равным половине обычного, позволяет уменьшить объем шлама примерно до 25% от обычного объема. Это значительно снизит стоимость утилизации отходов.

Снижение воздействия бурения на окружающую среду становится все более приоритетным для нефтяных компаний. Таким образом, бурение тонких скважин может

быть новой технологией, которая уменьшает воздействие на окружающую среду и способствует снижению уровня шума, выхлопных газов и отходов. Этот аспект уже важен, так как окружающая среда становится все более важной для бурения скважин в будущем. Поэтому отрасль должна изменить свои действия и внимательно рассмотреть этот экологический аспект. И технология тонких отверстий дает возможность минимизировать отходы, это можно увидеть по следующим факторам:

— Сокращение подъездной дороги, пути и площадки обусловлено весом и размерами компонентов буровой установки.

— Размер площадки в 6 раз меньше, чем обычная площадка.

— Объемы отходов бурения уменьшаются.

Использование небольшого оборудования при бурении тонких скважин делает его особенно подходящим для участков, требующих небольшого воздействия на окружающую среду.

Мощность, необходимая для закачки бурового раствора для бурения тонких скважин, также меньше, чем у обычной, что снижает расход топлива и загрязнение воздуха. Использование тонкой оснастки уменьшит шум.

Тем не менее, экономия, достигнутая за счет снижения затрат на бурение скважин малого диаметра, может быть снижена увеличением механических отказов, уменьшением длины боковых стволов и отсутствием управления направлением стволов [3]. С точки зрения нефтяной промышленности, технология бурения тонких скважин ставит новые задачи для нефтяных месторождений [1]:

— Необходимо рассмотреть и изучить проблемы испытания пласта в скважинах малого диаметра.

— Операция цементирования может стать затруднительной в отношении затрубного пространства и разрушения слабых пластов из-за высокого давления насоса, необходимого для преодоления повышенного трения в малом кольцевом пространстве.

— В результате небольшого кольцевого зазора большая часть падения давления происходит именно в нем. В отличие от этого, в тех скважинах, которые пробурены с помощью обычной буровой установки, падение давления происходит в трубе.

Кроме того, глубина может быть ключевым ограничивающим фактором при проектировании скважины. Тем не менее, многие из технологических достижений позволяют достичь 17000 футов. Недавно компания Chevron сообщила о конструкции скважины с тонкими отверстиями при увеличении глубины до 17000 футов на месторождении Картер-Крик в юго-западном Вайоминге [6].

Некоторые из недостатков бурения тонких скважин могут заключаться в высоком показателе эквивалентной плотности циркуляции бурового раствора, который может ограничивать вес бурового раствора, ограничивать варианты заканчивания, производительность и потенциал для будущих вариантов бокового ствола, ограниченный объем получаемой первичной петрофизической информации.

Вывод. Анализируя всю информацию, можно сделать следующий вывод, что с технической и экономической точек зрения бурение скважин малого диаметра обещает значительно сократить затраты на бурение, заканчивание и ремонт.

Литература:

1. Deliac, Messirress and Thierree, 1991, Slim hole drilling –1 Mining Techniques finds Application in Oil Exploration, Oil and Gas Journal, June.
2. Flatt, H. J, 1959, Slim Hole Drilling Decreases Carter's Development Costs. SPE-1221-G, JPT. July, pp. 19-21.
3. Hall and Ramos Jr, Hall (Oryx Energy Co.) AA. B. Ramos Jr. SPE-24610-MS, Development and Evaluation of Slimhole Technology as a Method of Reducing Drilling Costs for Horizontal Wells, 4-7 October, pp. 681-691.
4. Murray and Spicer, 1993, Slimhole Exploration, A Case for Partnership in the Nineties, SPE/IADC 25724 Drilling Conference in Amsterdam, February 23-25.
5. Randolph, Bosio and Boyington, 1991, The slimhole drilling: the story so far, Oilfield Review, July, pp. 46-54
6. Weatherl and Marshall, 2005, Carter Creek Well Design Enhances Development Drilling-Economics, SPE-96239, SPE Annual Technical Conference and Exhibitio, 9-12 October, Dallas, Texas
7. [http://www.netl.doe.gov/kmd/cds/disk17/C %2020Drilling %20Completion %20Stimulation/NIPER-BDM-0155. pdf](http://www.netl.doe.gov/kmd/cds/disk17/C%2020Drilling%20Completion%20Stimulation/NIPER-BDM-0155.pdf)

Испытание и практическое применение вала-обогапителя для топливного насоса высокого давления КамАЗ модели 334

Ершов Владимир Николаевич, преподаватель;

Рожков Дмитрий Андреевич, курсант;

Плетнев Александр Сергеевич, студент;

Фонов Андрей Сергеевич, курсант;

Шаров Иван Николаевич, студент;

Кочетов Кирилл Дмитриевич, студент

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

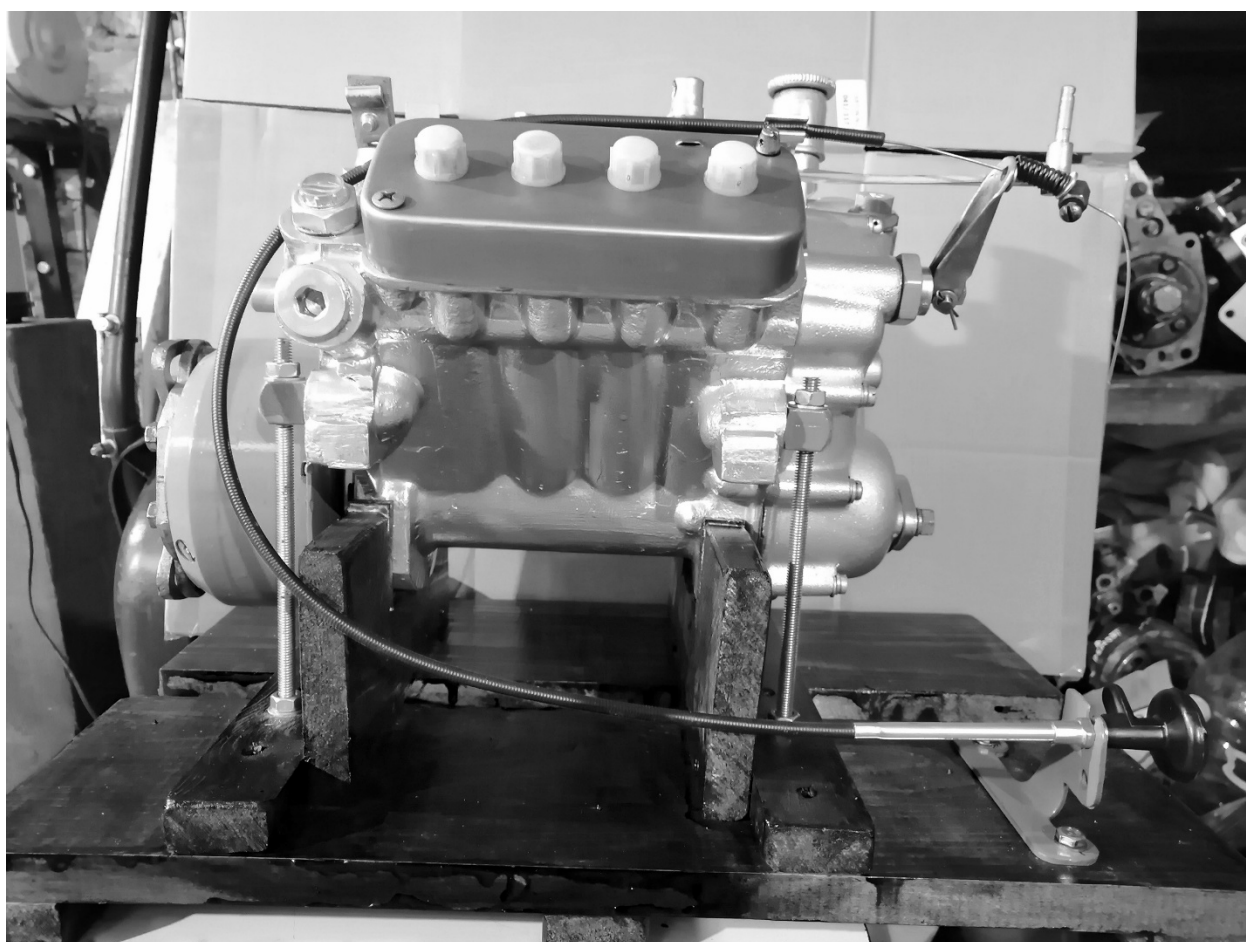
В данной статье автор описывает испытание и применение модернизации вала-обогапителя для ТНВД КамАЗ.

Ключевые слова: ТНВД, болт ОПТ, вал-обогапитель.

В предыдущей статье мы описали и теоретически обосновали необходимость постановки подвижного вала-обогапителя на топливный насос высокого давления (ТНВД).

Напомним, что актуальность данной работы заключается в увеличении подачи топлива, поступающего в блоки цилиндров автомобилей общего назначения КамАЗ, а следовательно повышения тягово-скоростных харак-

теристик и мощности двигателя. Всё это поможет водителю при преодолении сложных участков дороги (грязь, глубокий снег и т.п.), буксировке других транспортных средств, движении загруженного автомобиля на подъём или в качестве автопоезда. В военной среде, это также перевозка различных видов артиллерии и вооружения, имеющих немалые объём и массу.

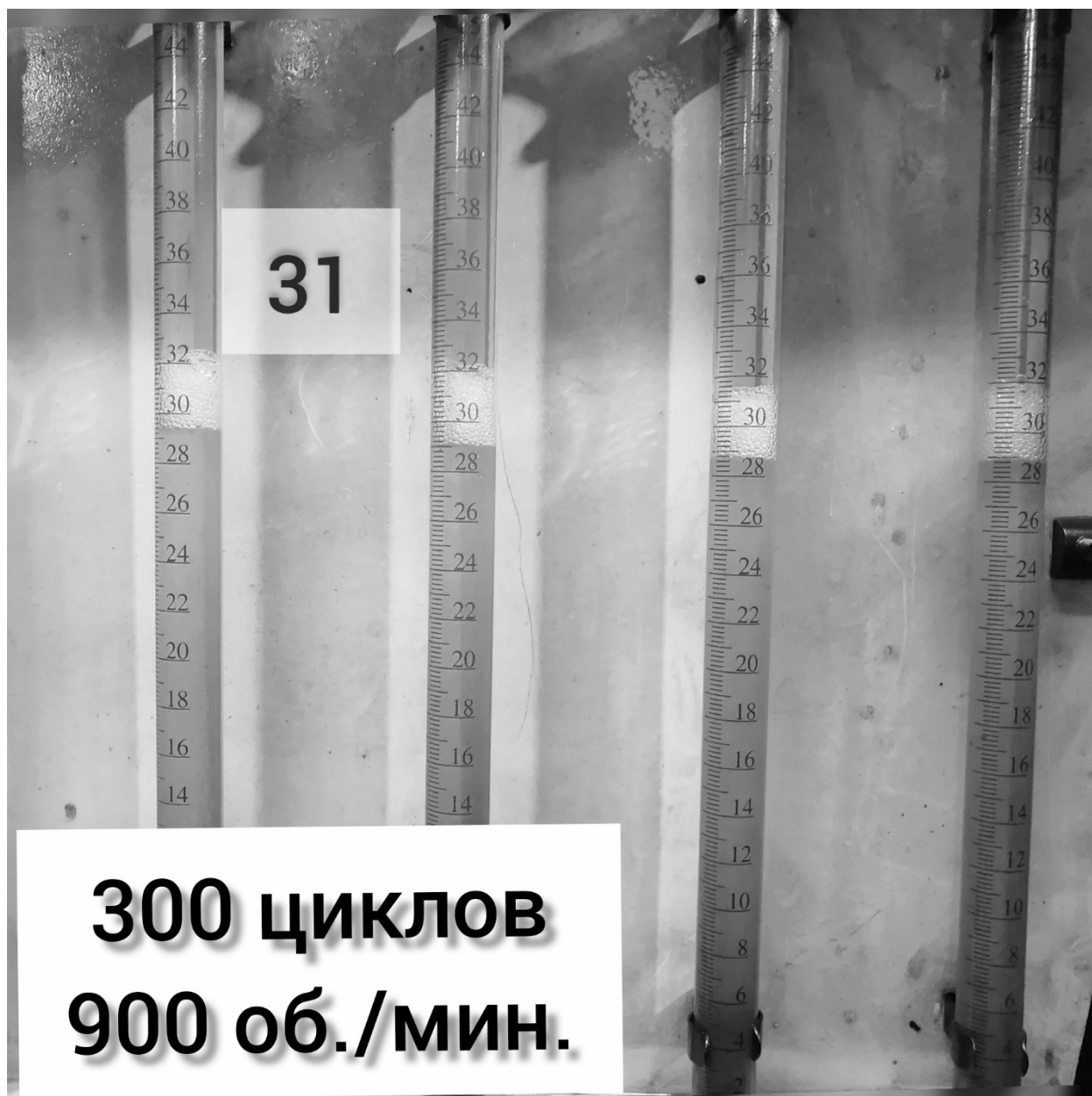


Расчёт габаритных размеров рассматриваемой конструкции исходил из размеров и толщины стенок самого ТНВД и его задней крышки. Он не потребовал особых усилий, так как это обычные геометрические расчёты, которые должны проводится под каждую испытываемую мо-

дель насоса. Пружины подбирались эмпирическим путем, из-за того что давление на болт общей подачи топлива (ОПТ) со стороны регулятора частоты вращения коленчатого вала (ЧВКВ) меняется, в зависимости от оборотов двигателя.

Когда все элементы конструкции были изготовлены, собраны и поставлены на свое место, оставалось лишь подобрать зазор между ограничительной гайкой и стенкой насоса, провести обкатку насоса для уточнения результата. Обратим внимание на то, что зазор о котором говорилось выше, и является ходом нашего болта ОПТ, то есть это расстояние, на которое он будет выдвинут при задействовании вала-обогапителя. Также регулировка данного расстояния будет пропорционально увеличивать процентную подачу топлива, а как следствие и мощность двигателя.

Всё это, естественно, регулировалось и подбиралось на специализированном стенде 05Э для испытания дизельных ТНВД, и после проведения нескольких экспериментов были достигнуты нужные показатели. Итог — увеличение подачи топлива на 18% при одинаковых количествах циклов и на всех основных частотах вращения коленчатого вала двигателя. На фотографиях наглядно показана разница на указанные проценты (на первой — без воздействия вала-обогапителя, на второй — с его участием).

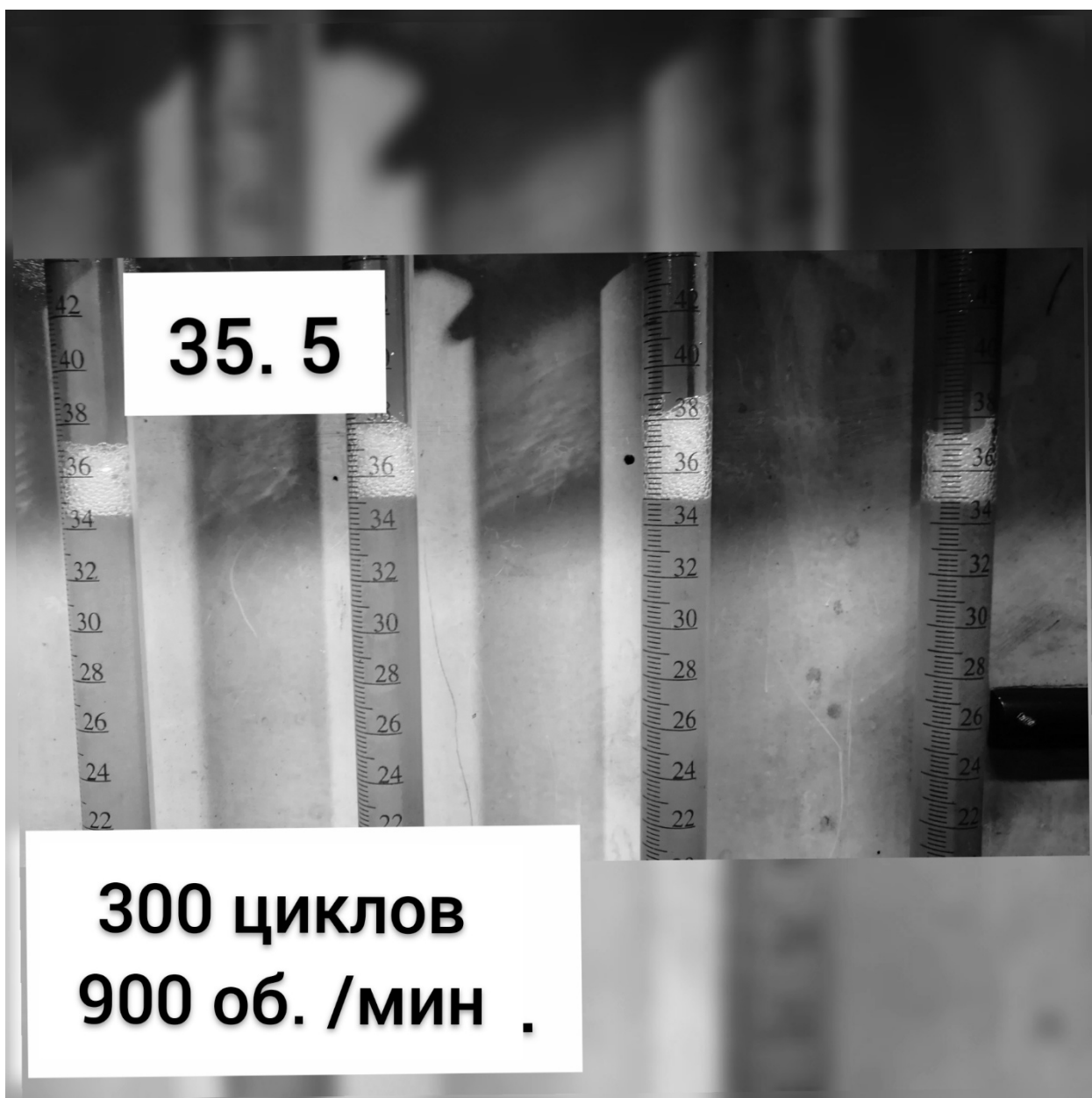


Это означает, что при необходимости, прямо в процессе езды, можно увеличить мощность двигателя на 18%.

На вопрос о взаимосвязи количества подаваемого топлива и мощности ДВС можно обратиться к каталогам ТНВД КамАЗ. Там можно явно увидеть разницу между моделями насосов 334 и 33-10: у них одинаковые ход и диаметр плунжеров, мощность различается на 20%, причём остальные геометрические параметры, всевозможные ры-

чаги, тяги, муфты и регуляторы также абсолютно одинаковые. Разница лишь в отсечном кромке плунжеров, которая на первой модели насоса увеличена, а значит и увеличены его активный ход и количество захватываемого топлива.

Мы же сделали подобное на те модели насосов, на которых это не было предусмотрено. Причём осуществление может происходить кратковременно по усмотрению водителя



На полный расчёт, изготовление и установку многочисленных деталей ушло два рабочих дня. Но стоит задуматься сколько это может сэкономить времени и физических усилий водителя. Ведь при наступлении сложного участка дороги или подъёма загруженный автомобиль

не всегда справляется с силами природы и физическими законами. А кратковременное увеличение мощности двигателя и его тягово-скоростных характеристик только может облегчить труд человека.

Литература:

1. Модернизация топливного насоса высокого давления с целью повышения мощности двигателя/Д.А. Рожков, В.А. Севостьянов, А.С. Фонов [и др.]. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 10 (352). — с. 35-37. — URL: <https://moluch.ru/archive/352/78956/> (дата обращения: 27.04.2021).
2. Каталог деталей и узлов топливных насосов высокого давления моделей 33-02, 33-10, 334, 337-40. ОАО «ЯЗДА»

Анализ методов повышения эффективности и качества лазерной сварки

Есенгельдиев Нурхан Саламатович, студент магистратуры
Карагандинский технический университет (Казахстан)

В данной статье проводится анализ методов повышения эффективности и качества лазерной сварки. Повышение требований к сварным соединениям при производстве ответственных изделий, выполненных из цветных и алюминиевых сплавов, поставило ряд проблем, поскольку комплекс физико-химических свойств создает неблагоприятные условия, для сварки и увеличивает вероятность образования ряда дефектов, ведущих к большому проценту отбраковки изделий. Одним из путей решения ряда проблем сварки плавлением, наряду с развитием дуговых способов, является применение высококонцентрированного источника энергии — лазерного луча, позволяющего повысить технологические возможности сварки. Мною предложена математическая модель для разработки производственной технологии лазерной сварки, позволяющая достигать наилучшей производительности сварки.

Ключевые слова: лазерная сварка, цветные металлы, малые толщины.

Как известно, развитие машиностроения и в особенности приборостроения, тесно связаны с новейшими методами получения неразборных соединений металлов с помощью сварки. Технологии лазерной сварки достаточно просты в использовании и управлении процессом сварки. Наиболее эффективной чертой лазерной сварки является:

1. Высокая пространственно-временная локализованность излучения;
2. Отсутствие механического воздействия пучка лазера на объект обработки.

Источником тепловой энергии для активации поверхности соединяемых твердых материалов при сварке лазером служит энергия излучения, поглощаемая материалами в зоне воздействия лазерного пучка.

В настоящее время лазерную сварку, применяемую в приборе- и машиностроении, можно условно разделить на три вида: микросварка (соединение элементов с толщиной или глубиной проплавления менее 100 мкм), мини-сварка (глубина проплавления 0,1-1 мм) и макросварка (глубина проплавления более 1 мм).

Для первых двух видов сварки, получивших наибольшее распространение в промышленности, используют преимущественно импульсные лазеры с чрезвычайно удачным сочетанием свойств излучения, необходимых для осуществления локальной сварки. Для получения литой зоны с заданными размерами требуется определенная энергия. Чем выше плотность мощности пучка в зоне нагрева, тем меньше необходимо времени для ввода этой энергии и расплавления требуемого объема металла, и тем меньше размеры зоны термического влияния (ЗТВ). Сочетание коротких импульсов излучения с высокой концентрацией энергии в малом пятне облучения — большие преимущества лазерной импульсной сварки, особенно при соединении легко деформируемых деталей. Для обеспечения технической чистоты импульсную сварку чаще всего осуществляют без значительного перегрева материала, т.е. исключая его интенсивное испарение. В этом случае передача теплоты в глубь свариваемых деталей происходит в основном за счет теплопроводности (теплопроводностный режим сварки).

Указанные положительные стороны технологического процесса сварки позволяют использовать эту технологию при различных особо ответственных операциях, не связанные со сваркой и резкой, но и скрайбированием, поверхностным упрочнением и другие операции. Причем указанные операции могут осуществляться не только с черными металлами, но и также на легко деформируемых изделиях и деталях, в том числе и вблизи теплочувствительных элементов.

Однако, при использовании лазерной сварки существует и ряд недостатков, среди них ограничение мощности лазерного излучения при низком КПД лазерного нагрева металла значительно сужают их технологическое применение и значительно препятствует использованию этой технологии.

Для начала определения методов повышения эффективности необходимо определить нестабильность режима сварки. Наиболее частая причина нестабильности режимов лазерной сварки происходит из-за неравномерности температуры свариваемых поверхностей материалов.

При анализе множества лабораторных испытаний было установлено, что при повышении температуры поверхности материала T до $T > T_k$ вызывает сильнейший локальный перегрев сварочной ванны, а снижение температуры поверхности материала T до $T < T_k$ — уменьшает глубину проплавления материалов.

Для анализа источников колебания температуры поверхности свариваемых материалов, нами предлагается следующая формула (1):

$$T = 2E_d(1 - R) \sqrt{\frac{a}{\pi^2 \tau k r_0^2}} \quad (1)$$

Где, E_d — энергия излучения лазерного луча, Дж;

R – коэффициент отражения;
 τ — длительность излучения лазерного луча на поверхность материала;
 r_0^2 - радиус светового пятна от лазерного луча;
 a — температуропроводность свариваемого материала.

Представленное уравнение (1) показывает зависимость от максимальной температуры нагрева поверхности материала, от равномерно-распределенного источника тепловыделения, с учетом его оптических характеристик.

Далее проведем исследование изменения максимальной температуры поверхности материала ΔT , с учетом постоянно изменяющихся параметров сварки лазерным лучом (2):

$$\Delta T = \left| \frac{\Delta T}{\Delta E_{\text{л}}} \right| \Delta E_{\text{л}} + \left| \frac{\Delta T}{\Delta r_0} \right| \Delta r_0 + \left| \frac{\Delta T}{\Delta \tau} \right| \Delta \tau + \left| \frac{\Delta T}{\Delta A} \right| \Delta A + \left| \frac{\Delta T}{\Delta k} \right| \Delta k + \left| \frac{\Delta T}{\Delta a} \right| \Delta a \quad (2)$$

Найдем частные производные первого порядка по соответствующим параметрам и представим в следующем виде (3):

$$\begin{aligned} \frac{\Delta T}{\Delta E_{\text{л}}} &= 2A \sqrt{\frac{a}{\pi^3 \tau k r_0^2}}; \\ \frac{\Delta T}{\Delta r_0} &= -4AE_{\text{л}} \sqrt{\frac{a}{\pi^3 \tau k r_0^3}}; \\ \frac{\Delta T}{\Delta \tau} &= -AE_{\text{л}} \sqrt{\frac{a}{\pi^3 \tau^3 k r_0^2}}; \\ \frac{\Delta T}{\Delta A} &= 2E_{\text{л}} \sqrt{\frac{a}{\pi^3 \tau^3 k r_0^2}}; \\ \frac{\Delta T}{\Delta k} &= -2AE_{\text{л}} \sqrt{\frac{a}{\pi^3 \tau k^2 r_0^2}}; \\ \frac{\Delta T}{\Delta a} &= \frac{AE_{\text{л}}}{\sqrt{\pi^3 \tau a r_0^2}} \end{aligned} \quad (3)$$

Множество математических исследований, проведенных по полученным данным, имеет наибольшую зависимость от параметров R и r_0 .

Учитывая полученные данные, нами предложена математическая модель для разработки производственной технологии лазерной сварки, позволяющая достигать наилучшей производительности сварки.

Первым шагом в разработке промышленной технологии сварки служит оценка скорости сварки, для этого предлагаем использовать следующую формулу (4):

$$v = 2r_0 F (1 - \varepsilon) \quad (4)$$

Где, F — определенная частота повторения импульсов лазера;

ε — коэффициент перекрытия точек.

Из уравнения (4), исходит вывод, что при увеличении скорости лазерной сварки, требуется уменьшение ε и пропорциональное увеличение r_0 и F .

Далее вводим в уравнение (4) вместо F вносим энергию излучения $E_{\text{л}}$, через выражение (5):

$$F = \frac{P_{\text{ср}}}{E_{\text{л}}} \quad (5)$$

Где, $P_{\text{ср}}$ — средняя мощность импульса.

Тогда, получим уравнения для скорости сварки (6):

$$v = \left| \frac{2P_{\text{ср}}(1-R)(1-\varepsilon)}{\pi k \tau T k} \right| \left(2 \sqrt{\frac{a \tau}{r_0}} \left(\frac{1}{\sqrt{\pi}} - \frac{r_0}{2\sqrt{a \tau}} \right) \right) \quad (6)$$

Следовательно, для регулирования скорости сварки лазерным лучом в режиме пульсации, подобный режим сварки преимущественно используется при сварке тонких пластин или пластин из разнородных материалов, необходимо регулировать энергию импульса $E_{\text{л}}$, а так изменять по уравнению (6) мощность излучения и снижать коэффициент отражения поверхности.

Таким образом, согласно полученной нами математической модели регулирования параметров лазерной сварки в условиях действующих предприятий, необходимо строго отслеживать радиус пятна до сотых долей мм, при одновременном снижении энергозатрат и увеличении количества импульсов.

Литература:

1. Лазеры в технологии. Ф. Стельмах. М.: Энергия, 2015: 216 с.
2. Новицкий, М. Лазеры в электронной технологии и обработке материалов: Д. И. Юренкоп. М: Машиностроение, 2014. 152 с.
3. Рыкалин, Н. Н., Углов А. А., Кокора А. Н. Лазерная обработка материалов. М.: Машиностроение, 2015. 295 с.

Перспективность внедрения генератора синтез-газа в систему двигателя автомобиля, работающего на пропан-бутане

Ивин Алексей Владимирович, студент магистратуры;
Мартиросян Артем Артурович, студент магистратуры
Волгоградский государственный технический университет

В статье рассмотрен вопрос проблемы использования газомоторного топлива среди автовладельцев. Проанализированы работы, посвящённые экономической эффективности применения газового топлива. Проведен социальный опрос среди автовладельцев Волгограда на вопрос возможного использования ГБО с установленным генератором синтез-газа.

Ключевые слова: газомоторное топливо, генератор синтез-газа, газовое топливо, газобаллонное оборудование, природный газ, пропан-бутан.

На сегодняшний день одним из главных вопросов, который интересует автовладельцев является вопрос о повышении затрат на топливо для автомобилей. Цены на традиционные топлива растут, а их запасы в мире ограничены, что также вызывает рост его стоимости. Поэтому уже относительно долгое время проводятся исследования по внедрению и использованию альтернативных источников топлива.

На данный момент традиционный вид топлива всё ещё находится приоритетным в использовании, потому что это топливо проверено временем, с точки зрения автовладельцев, а альтернативные варианты всё ещё находятся на стадии своего развития. Хотя уже сейчас возможно эффективное их использование с повышением некоторых эксплуатационных характеристик, большинство людей все равно предпочитает использование обычного топлива.

Основной альтернативой традиционному бензиновому топливу является газовое топливо — природный газ (метан) и пропан-бутан.

Одними из главных причин почему автовладельцы не переходят на другие виды топлива являются снижение мощностных характеристик двигателя при переводе на газовое топливо и возможная опасность, такая как взрыв оборудования. Но обе эти проблемы на данный момент решаемы. При качественном и регулярном обслуживании оборудование не будет иметь дефектов и вероятность несчастного случая сводится к минимуму. И уже доказано, что при использовании наиболее распространённого на данный момент ГБО 4-го поколения снижение стало практически незаметно, если рассматривать пропан.

Об эффективности перевода на газомоторное топливо говорит проведенное в работе [1] исследование.

Таблица 1. Экономические показатели установки ГБО

Показатель	Значение
Затраты на установку ГБО, тыс. руб.	430
Средний расход топлива на бензине, л/100 км	7,6
Средний расход топлива на газе, л/100 км	9,9
Затраты на эксплуатацию автомобилей на бензине в год, млн руб.	2,54
Затраты на эксплуатацию автомобилей на газе в год, млн руб.	1,85
Экономический эффект перевода автомобилей на газ, млн руб.	0,69
Срок окупаемости вложений, год	0,62

Также производятся различные изыскания для использования теплоты отработавших газов в целях рекуперации, что также дает положительные эффекты. Так, в работе [2] исследовано влияние добавок синтез-газа при его

создании на борту автомобиля благодаря использованию генератора синтез-газа. В ходе данной работы была получена экономия топлива около 12-25% и снижение токсичности отработавших газов.

В предыдущей работе в качестве топлива использовался природный газ. Также было проведено исследование при добавке синтез-газа к пропан-бутану [3], в котором было получено, что при 5% добавке синтез-газа содержание в отработавших газах несгоревших углеводородов и оксида углерода достигает наименьших значений. А при условии рекуперации теплоты ожидается увеличение экономичности около 10%.

Однако всё вышесказанное для обычного автовладельца носит теоретический характер.

Был проведен опрос среди автовладельцев города Волгоград. Из вопросов были:

— Какое топливо используется?

а) Если бензин:

— Планируется ли переход на газомоторное топливо?

— Изменится ли мнение если ознакомить с использованием генератора синтез-газа?

— Если мнение изменится:

— Будут ли использовать генератор синтез-газа сразу или подождут некоторое время и оценят рекомендации других пользователей?

б) Если газ:

— Будут ли использовать новое оборудование — генератор синтез-газа?

— Если будут использовать:

— Тот же вопрос, что и для владельцев бензиновых двигателей — использовать генератор синтез-газа сразу или подождут некоторое время?

Было опрошено 100 человек, среди которых 84 человека используют традиционное топливо, 16 человек используют газомоторное.

Из 84-х человек использующих бензин в качестве топлива 10 уже планировали переход на газ, 2 затруднились ответить. После небольшого описания особенностей генератора синтез-газа из оставшихся 72-х человек 8 сказали, что скорее всего рассмотрят вопрос перехода на газовое топливо более подробно, а 2 человека также затруднились ответить. В целом из 18-и человек, теоретически планирующих переход на газомоторное топливо, 5 человек сказали, что возможно будут использовать его с начала выпуска, а оставшиеся 13 — только после некоторого времени и обзора отзывов.

Из 16-ти человек, использующих газомоторное топливо, 12 человек согласны были использовать генератор синтез-газа, но только после обзора отзывов, а 4 человек в целом не высказали желания использовать оборудование.

Для наглядности данные опроса представлены на рисунках 1-4.

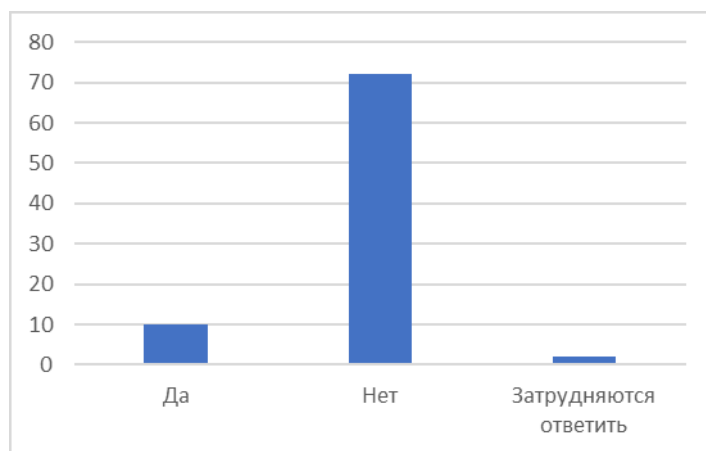


Рис. 1. Бензин. Планируется ли переход на газ

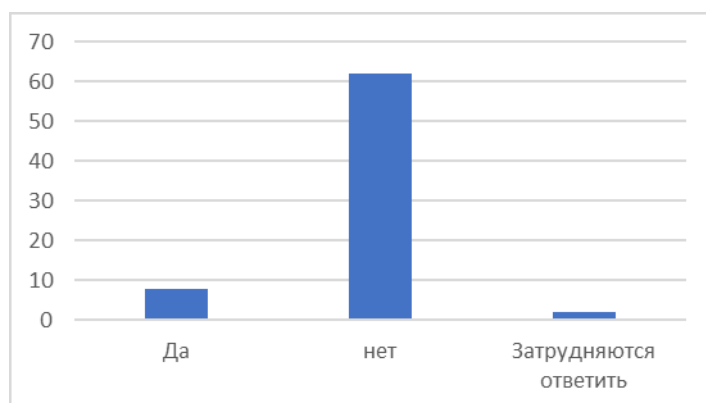


Рис. 2. Бензин. Изменится ли мнение после осведомления о генераторе синтез-газа

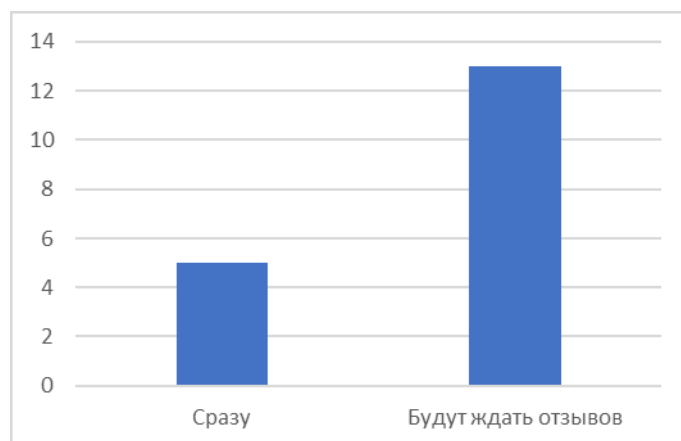


Рис. 3. Бензин. Будут ли использовать генератор сразу или подождут отзывов

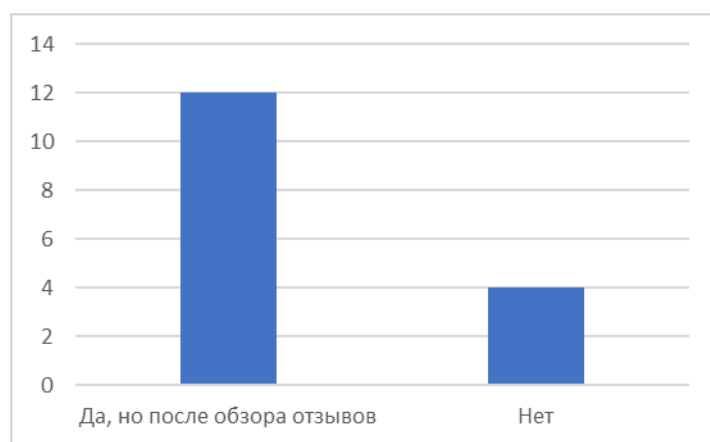


Рис. 4. Газ. Будут ли использовать генератор синтез-газа

Исходя из полученных данных можно заключить, что сразу после внедрения генератора синтез — газа в общее пользование он приобретет некоторый интерес среди автовладельцев, в особенности среди тех, кто планирует перевод с бензина на газ. Но широкого распространения сразу, если рассматривать город Волгоград, получит маловероятно, только спустя некоторое время.

Стоит отметить, что большее желание в использовании нового оборудования имеют люди, которые

на данный момент используют бензин в качестве топлива, потому что они готовы сразу внести все возможные изменения, если они принесут положительные эффекты, тогда как автовладельцы на газомоторном топливе отражают ситуацию с выбором между бензином и газом — они предпочитают использовать уже проверенное оборудование и с осторожностью относятся к нововведениям.

Литература:

1. Пестриков, С.А. Оптимизация расходов на гсм автомобилей с битопливным двигателем/С.А. Пестриков, Д.Н. Дранишников // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. — 2014. — № 1. — с. 305-307;
2. Бортовой генератор синтез-газа для ДВС с искровым зажиганием/С.Ф. Перетрухин, О.Ф. Бризицкий, В.А. Кириллов [и др.] // Транспорт на альтернативном топливе. — 2010. — № 5. — с. 69-74;
3. Влияние добавок синтез-газа к пропан-бутану на процесс сгорания в автомобильном двигателе/В.А. Алимов, Е.А. Захаров, Г. СафаровЭ, Е.А. Федянов // Двигателестроение. — 2020. — № 3. — с. 17-20.

Диодный смеситель СВЧ

Ионкин Максим Владимирович, студент магистратуры
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

В статье описаны конструкция и принцип действия смесителя частоты. Приведена методика расчета и моделирование балансного диодного смесителя с мостом Ланге. Получены основные характеристики.

Ключевые слова: радиотехнические устройства, преобразователи частоты, смеситель, СВЧ, сигнал.

Microwave diode mixer

Ionkin Maksim Vladimirovich, student master's degree program
Ryazan State Radio Engineering University

The article describes the design and operating principle of the frequency mixer. The method of calculation and modeling of a balanced diode mixer with a Lange bridge is presented. The main characteristics are obtained.

Keywords: radio equipment, frequency converters, mixer, microwave, signal.

Введение

Смеситель используется для преобразования СВЧ сигнала в сигнал промежуточной частоты ПЧ [1, с. 70].

Одним из наиболее важных узлов любой пассивной системы радиовидения является смеситель. Он обеспечивает преобразование сигнала на нелинейном активном сопротивлении диода и является неотъемлемой частью любого радиотехнического устройства.

Преобразователи частоты имеют различную полупроводниковую структуру, к которой предъявляются жесткие технические требования по обеспечению требуемых параметров, к которым относятся большой динамический диапазон, широкая полоса рабочих частот, хорошее подавление ложного сигнала по зеркальному каналу, а также комбинационных составляющих частотного спектра.

Наибольшее распространение получили смесители на диодах с барьером Шоттки (ДБШ), так как они обладают высокой чувствительностью, что положительно влияет на динамический диапазон приемных устройств, а также способны работать в широком диапазоне частот. Недостатком же является потребность в относительно большой, порядка милливатта, мощности гетеродина.

В данной статье рассматривается диодный балансный смеситель с мостом Ланге, который может использоваться в приемных узлах измерительных приборов СВЧ, контрольно-испытательных радиотехнических системах, а также в генераторах в нижнем участке СВЧ-диапазона.

Объекты и методы исследования

На рисунке 1 представлена функциональная схема исследования:

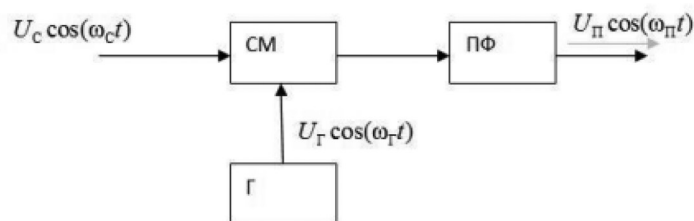


Рис. 1. Функциональная схема преобразования частоты

Преобразователь частоты в своем составе имеет три основных устройства: смеситель (СМ), содержащий нелинейный элемент и обеспечивающий преобразование входного СВЧ сигнала в сигнал промежуточной частоты (ПЧ); гетеродин (Г) — маломощный автономный генератор, вырабатывающий гармоническое колебание; полосовой фильтр (ПФ), обеспечивающий выделение требуемой гармоники.

По типу схемотехнической реализации смесители можно разделить на несколько основных групп (рис. 2):

- несимметричные (небалансные) смесители (Single Ended Mixer) (а, б);
- одиночные балансные смесители (Single Balanced Mixer) (в);
- двойные балансные смесители (Double Balanced Mixer);
- тройные балансные смесители (Triple Balanced Mixer);
- смесители с подавлением зеркального сигнала (Image Reject Mixer).

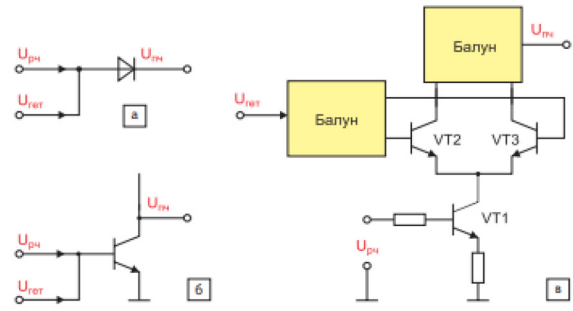


Рис. 2. Основные группы смесителей

Небалансные смесители (Single Ended Mixer, SEM), в виду плохой развязки между портами, и как следствие больших потерь преобразования, в настоящее время применяются крайне редко. В то время как балансные смесители являются наиболее распространенными и в данной

статье рассмотрена одна из возможных схематических вариаций такого смесителя.

На рисунке 3 представлена схема моделирования балансного смесителя на двух диодах с мостом Ланге:

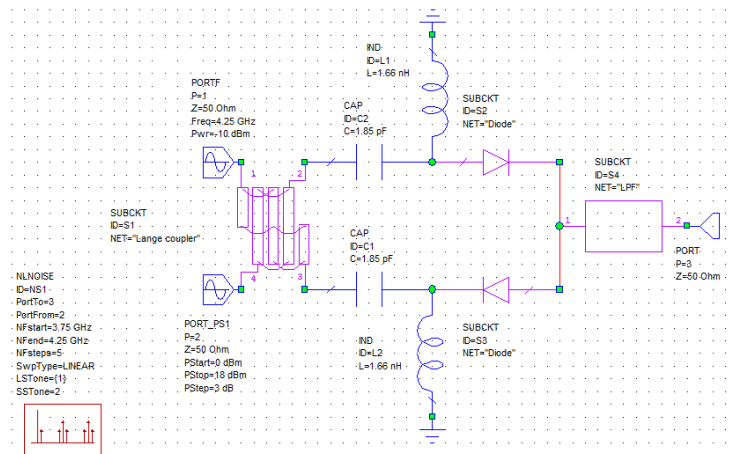


Рис. 3. Схема моделирования

- Первый порт формирует радиосигнал с частотой 4.25 ГГц и мощностью — 10 дБм;
- Второй порт формирует напряжение гетеродина с частотой 3.75 ГГц и мощностью от 0 до 18 дБм;

- L1, C1, L2, C2 представляют собой ФВЧ и обеспечивают развязку полезного сигнала и входных сигнала и напряжения гетеродина;
- Диоды обеспечивают преобразование частоты и представляют собой сложные модели (рис. 4), учитывающие паразитные емкости и индуктивности;

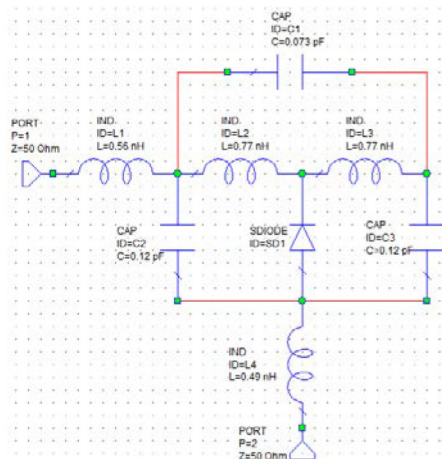


Рис. 4. Модель диода

— ФНЧ на выходе схемы выделяет сигнал ПЧ с разностной частотой 0.5 ГГц, а Порт 3 является выходом схемы.

Результаты исследования

На рисунке 5 представлены результаты моделирования моста Ланге:

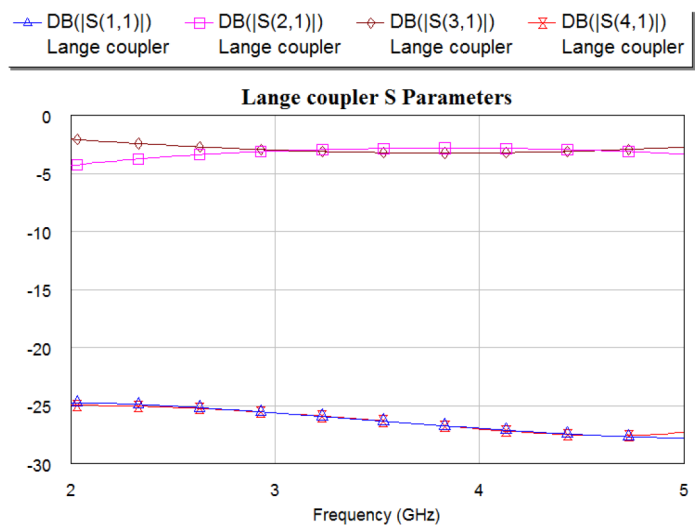


Рис. 5. S-параметры моста Ланге

Как видно из графиков, построенных на основе матрицы S-параметров, которая подробно описана в [2, с. 29], смоделированный ответвитель обеспечивает развязку между сигналом и гетеродином в районе 25 дБ, что является неплохим результатом.

На рисунке 6 приведены зависимости коэффициента шума и коэффициента преобразования смесителя от мощности сигнала гетеродина.

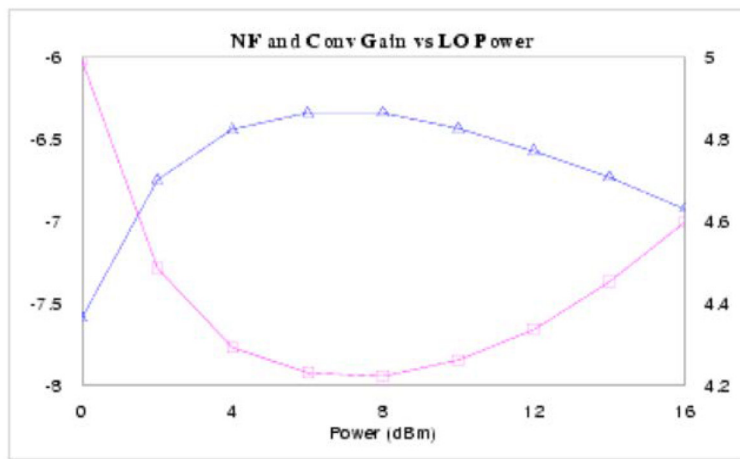


Рис. 6. Коэффициент шума и коэффициент преобразования смесителя

Как видно из графиков, для данного смесителя оптимальной мощностью гетеродина является 9 дБм, так как при данном значении наблюдаются минимальный коэффициент шума и максимальный коэффициент преоб-

разования. Также наблюдается достаточно низкий коэффициент шума — от 4.2 до 5 дБ, в то время как типовым значением для балансных смесителей является — от 5 до 8.5 дБ.

Литература:

1. Микроэлектронные устройства СВЧ/Н. Т. Бова, Ю. Г. Ефремов и др.: Техніка, 1984-184 с.
2. Черкашин, М.В., Бабак Л.И. Основы проектирования СВЧ полупроводниковых устройств: Учебное пособие/Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники. — Томск: 2010. 57 с.

Поиск рационального варианта переработки автомобильных катализаторов на металлической основе

Коновалов Михаил Васильевич, студент магистратуры

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

В работе рассмотрена и обоснована актуальность переработки автомобильных катализаторов как вторичного сырья для производства металлов платиновой группы, проведен сравнительный анализ существующих в настоящее время технологий переработки и сделаны выводы о дальнейших направлениях исследований.

Ключевые слова: автомобильные катализаторы, вторичное сырье, переработка, металлы платиновой группы, концентрат.

Загрязнение окружающей среды выхлопными газами автомобилей является одной из глобальных проблем современной экологии. С каждым годом количество продаваемых автомобилей растет, а требования по охране окружающей среды ужесточаются. Для снижения выбросов вредных газов в автомобилях используют катализаторы. Автомобильный катализатор представляет из себя керамический (на основе кордиерита) или металлический носитель, на рабочей поверхности которого нанесен несущий слой, содержащий металлы платиновой группы (МПП) — платина, палладий, родий. Данные металлы и являются катализаторами химических процессов окисления и восстановления токсичных продуктов, содержащихся в выхлопных газах.

Суммарное содержание металлов платиновой группы в катализаторах составляет порядка 0,15-0,2%. Но общие объемы производства автомобилей растут, и доля МПП, расходуемых на автомобильные катализаторы также увеличивается с каждым годом.

Ежегодно в автомобилях подлежат замене миллионы катализаторов, так как по мере эксплуатации на рабочей поверхности катализатора накапливаются продукты сгорания автомобильного топлива, из-за чего происходит пассивация рабочей поверхности и выход катализатора из строя. Деактивированные автомобильные катализаторы являются важнейшим вторичным ресурсом, содер-

жание МПП в которых в десятки раз превышает содержание ценных металлов в минеральном сырье.

В настоящее время выходящие из строя автокатализаторы на керамической основе перерабатываются только предприятием ОАО «Красцветмет», г. Красноярск, при этом рентабельной технологии переработки автокатализаторов на металлической основе по-прежнему не существует.

Переработка автокатализаторов проводится гидрометаллургическим, пирометаллургическим или комбинированным способом. Как и в любой технологии самым первым этапом является доводка сырья до требуемых кондиций. Поэтому первоочередной задачей ставится получение концентрата МПП, который удовлетворяет требованиям аффинажных заводов. Как правило, основным критерием является суммарное содержание платины и палладия в концентрате на уровне порядка 15%, родия — не менее 1%.

Обогащение отработанных катализаторов на керамической основе (рисунок 1) является трудоемким и малоизученным процессом. На практике широко используются пирометаллургические и комбинированные методы переработки подобного сырья.

Пирометаллургические методы позволяют на первом этапе получить концентрат требуемых кондиций, но основным недостатком технологии являются большой расход электроэнергии и низкое извлечение металлов

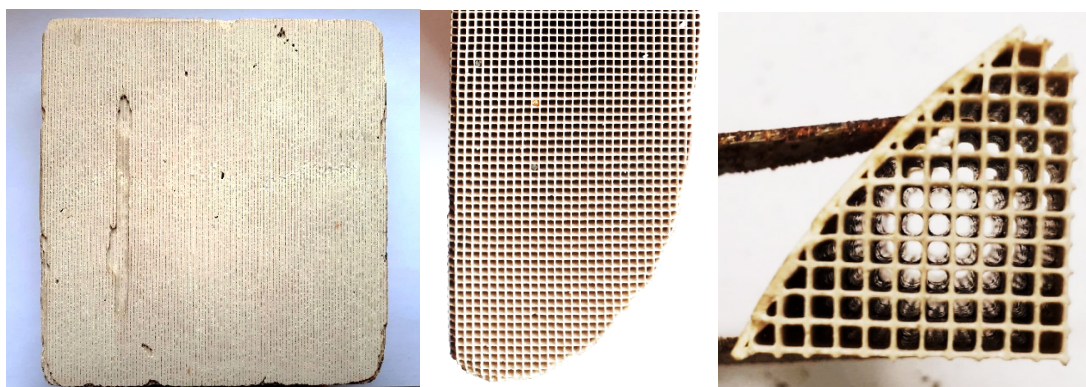


Рис. 1. Вид и структура керамического катализатора

из-за высоких потерь металлов со шлаками. Поэтому наиболее перспективными считаются комбинированные способы, в которых керамические катализаторы плавят

на металлический коллектор получая при этом сплав МПГ, а затем доводят его до кондиции выщелачиванием в различных реагентах (рисунок 2).

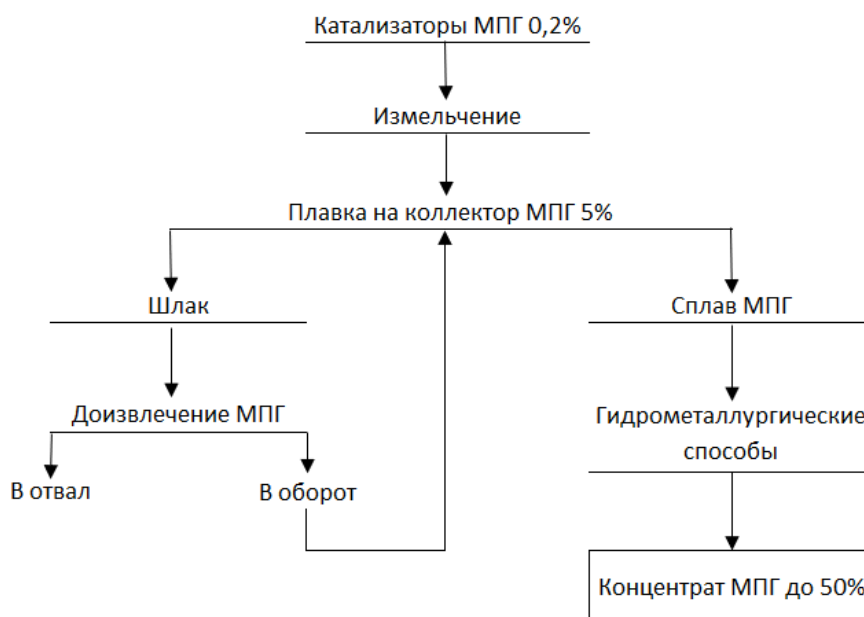


Рис. 2. Комбинированная схема переработки отработанных автокатализаторов

Преимуществом данной технологии является высокое извлечение металлов — до 99%, а также меньшая экологическая нагрузка, по сравнению с чисто пирометаллургической технологией.

В отличие от катализаторов на основе керамики, катализаторы на металлическом носителе поддаются обогащению крайне сложно. Несмотря на то, что в метал-

лических катализаторах содержание МПГ такое же, как и в керамических, соотношение полезного компонента к общей массе катализатора гораздо выше.

Основная проблема переработки металлических катализаторов в том, что их трудно измельчить и расплавить, так как их изготавливают из тугоплавких сталей (рисунок 3).



Рис. 3. Металлический катализатор

Расплавление такого сплава требует больших затрат энергоресурсов, что ведет к удорожанию процесса переработки. Поэтому в качестве дальнейших исследований

целесообразно провести изучение данной проблемы и начать поиск ее решения.

Литература:

1. Ю. А. Котляр, М. А. Меретуков. Л. С. Стрижко «Металлургия благородных металлов» Часть 2.
2. Патент РФ «Способ переработки материалов, содержащих платиновые металлы», номер RU 2618282
3. Патент РФ «Способ переработки отработанных катализаторов, содержащих металлы платиновой группы», номер RU 2138568
4. Патент РФ «Способ извлечения металлов платиновой группы» RU 2360984
5. Патент США «Процесс восстановления металлов платиновой группы», номер US5252305 (A)

Повышение достоверности данных при проведении экспертизы дорожно-транспортных происшествий

Мережко Марина Юрьевна, студент;
Шарантаев Алексей Геннадьевич, студент;
Комаров Юрий Яковлевич, кандидат технических наук, доцент;
Колодий Владислав Андреевич, студент магистратуры
Волгоградский государственный технический университет

Обеспечение безопасности дорожного движения — одна из главных задач государства. Сохранение здоровья и жизни граждан страны напрямую влияет на социально-экономическое, демографическое развитие и качество жизни. Сведение к минимуму количества ДТП позволяет уменьшить абсолютное количество погибших и раненых.

Для достижения поставленных задач государством разработан программно-целевой подход, в который входят Федеральные целевые программы, стратегии по развитию и др., находящиеся в постоянном взаимодействии друг с другом. Главная их цель — снижение смертности на дорогах Российской Федерации.

Следственный эксперимент — это неотъемлемая часть расследования ДТП. В процессе эксперимента представляется возможным получить наиболее точные значения коэффициента сцепления, замедления транспортного средства (ТС), время реакции водителя и др. на месте ДТП, которые эксперт использует при расчетах экспертизы. Чаще всего, проведением следственного эксперимента пренебрегают. Вследствие чего эксперт вынужден использовать при расчетах экспертизы средние значения, которые уменьшают точность, тем самым увеличивая риск ошибки. Поэтому каждый параметр при расчете экспертизы должен быть индивидуальным и соответствовать конкретному ДТП.

Для выявления причины возникновения того или иного ДТП применяются различные методики их расследования:

- столкновение с неподвижным ТС;
- перекрестное столкновение ТС;
- косое столкновение ТС;
- методика оценки объема деформации кузова легковых автомобилей.

При столкновении с неподвижным ТС в основе определения начальной скорости движения автомобиля лежит закон сохранения кинетической энергии: кинетическая энергия автомобилей, приобретенная ими после столкновения, переходит в работу по перемещению автомобилей от места их столкновения до конечного положения, зафиксированного на схеме ДТП [3, с. 76-79].

При перекрестном столкновении первоначальный контакт между ТС происходит под углом встречи примерно 90°. Водители автомобилей перед столкновением предприняли экстренное торможение. В результате столкновения в очень короткий промежуток времени кинетическая энергия переходит в потенциальную. В этот период происходит де-

формирование кузовов автомобилей. Затем потенциальная энергия снова переходит в кинетическую, которая расходуется на перемещение автомобилей до конечных положений. При этом каждый из автомобилей совершает плоскопараллельное движение и вращательное движения относительно центра масс автомобиля [3, с. 81-84].

Часто столкновения автомобилей происходит под углом встречи, отличающимся от прямого. Последовательность расчета подобных столкновений аналогична методике расчета при перекрестном столкновении.

Недостатки вышеперечисленных методик:

— пренебрежение деформациями кузова при столкновении. Кинетическая энергия в полном объеме расходуется на перемещение автомобилей.

— при расчетах используются средние значения коэффициента сцепления, коэффициента качения, замедления ТС в то время как, каждое ДТП индивидуально и требует следственного эксперимента.

Методика оценки объема деформации кузова легковых автомобилей основана на алгоритме Crash 3 и предназначена для определения доли затрат кинетической энергии на развитие деформаций и эквивалентную данным затратам скорость при технической реконструкции удара в следующих специализированных программных продуктах: Crash 3, PC Crash 7.2, Big Sums Pro, Damage, AR pro 7 и других, использующих расчет аналогичный следующей зависимости для определения затраченной на развитие деформаций энергии (формула приводится на примере 2-х характерных точек локализации деформаций).

При проведении исследований и измерений необходимо производить оценку объема обоих столкнувшихся транспортных средств, при этом рекомендуется на площадке осмотра экспериментально (вручную или с помощью подъемных кранов) измерять угол взаиморасположения продольных осей ТС [2, с. 111-113].

Недостатком методики, основанной на оценке объема деформации кузова, являются сложность и дороговизна расчета.

При расследовании ДТП эксперты используют общепринятое, средние значения замедления транспортных средств, коэффициента сцепления, время реакции водителя и т.д. Но каждое ДТП имеет множество индивидуальных аспектов, требующих полного и всестороннего анализа.

Так, например, большинство автомобилистов для движения в зимнее время года используют зимнюю резину с шипами. Некоторая часть водителей в силу определенных об-

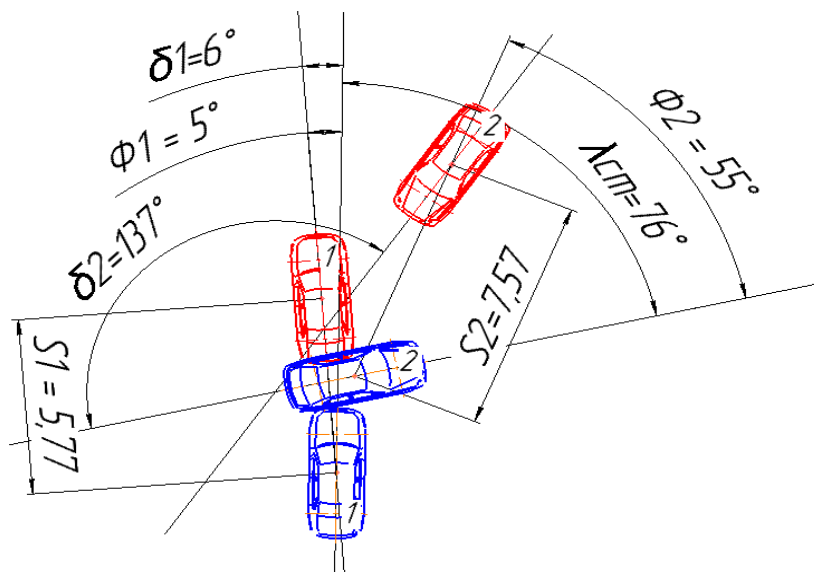


Рис. 1. Расчетная схема к определению скоростей движения при косом столкновении

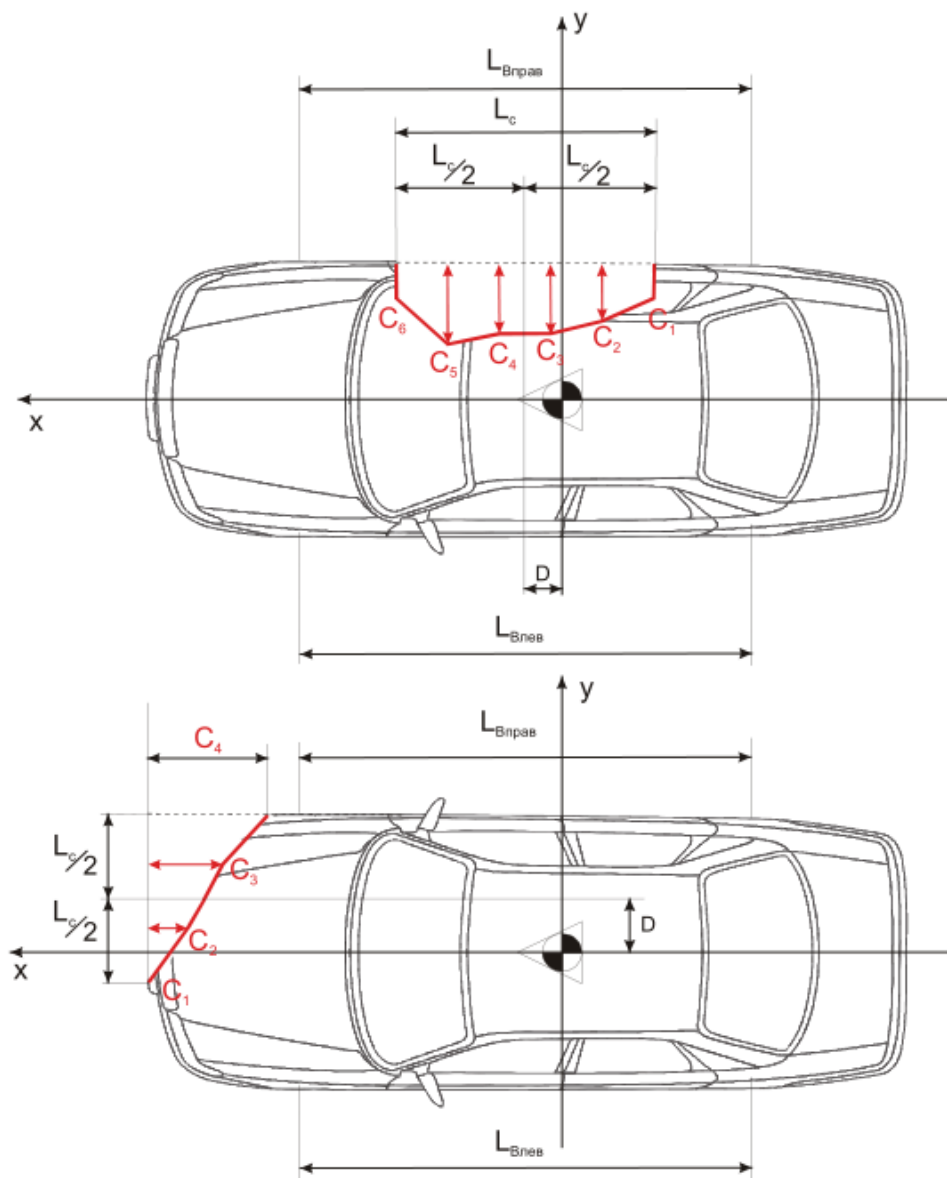


Рис. 2. Линейная съемка глубины зон деформаций и привязка размеров

стоятельств (зачастую финансовых возможностей) в летний период продолжает использование данного вида шин.

Эксплуатация в летний период шин, маркированных как зимние (именно шипованные) регулируется Техническим регламентом Таможенного союза 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».

Именно данный документ запрещает использовать шины с шипами в летние месяцы. Согласно п. 5.5 ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных ТС», запрещается эксплуатация транспортных средств, укомплектованных шинами с шипами противоскольжения, в летний период (июнь, июль, август).

Сроки запрета эксплуатации могут быть изменены в сторону увеличения региональными органами государственного управления государств — членов Таможенного союза [1].

Литература:

1. О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (вместе с «ТР ТС 018/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности колесных транспортных средств») [Электронный ресурс]: решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 N 877. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
2. Евтюков, С. А. Дорожно-транспортные происшествия. Расследование, реконструкция, экспертиза/С. А. Евтюков, Я. В. Васильев. — Москва: ДНК — 2008 г. — 412 с.
3. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий в примерах и задачах: учеб. пособие для вузов/Ю. Я. Комаров, С. В. Ганзин, Р. А. Жирков, Н. К. Клепик, Д. Ю. Комаров. — Москва: Горячая линия — Телеком, 2012-210 с.

Нетрадиционное сырье в технологии мучных кондитерских изделий

Темникова Ольга Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент;

Попова Анастасия Евгеньевна, студент;

Семёнова Софья Александровна, студент;

Соковых Екатерина Алексеевна, студент;

Попова Валерия Аркадьевна, студент;

Гренадерская Виталина Владимировна, студент;

Напаяк Алина Олеговна, студент

Самарский государственный технический университет

В статье авторы проводят исследование рецептуры маффинов, в приготовлении которых будут использоваться богатые витаминами, эссенциальными и биологически активными веществами продукты, а именно: плоды тыквы, закваска на ржаной муке и льняная мука.

Ключевые слова: льняная мука, нетрадиционное сырье, пшеничная мука, ржаная закваска, плод тыквы, состав тыквы, вещество, изделие, продукт, рецептура.

В настоящее время проблема беспокойства людей о собственном здоровье как никогда актуальна. Недостаток витаминов в организме человека сказывается как на его физическом состоянии, так и на психологическом, что выражается в усталости, апатии, снижении иммунитета. Современный житель города зачастую недополучает важных макро- и микронутриентов, предпочитая вкусную и быструю еду полезной.

Кондитерские изделия по своей сути обладают высокой пищевой ценностью и пользуются популярностью у людей за счет прекрасных вкусовых качеств и привлекательного внешнего вида. Это группа пищевых продуктов, которые различаются не только технологией производства, но и по потребительским свойствам и рецептурам.

В последнее время особое внимание стали уделять созданию тех кондитерских изделий, которые отвечали бы

потребностям конкретных групп населения, а именно: дети различного возраста, люди с различными заболеваниями, например, непереносимостью некоторых продуктов, диабет и т. п., а также люди, которые испытывают различные физические нагрузки, занимаются спортом или придерживаются диет [1].

Оптимизация качества, расширение ассортимента и, главное, обогащение полезными веществами осуществляется за счет вовлечения в производство кондитерских изделий нетрадиционного сырья, что позволяет сделать продукты не только вкусными, но и полезными.

В качестве продукта, в рецептуру которого будет добавляться нетрадиционного сырья, наша команда выбрала

маффины. Маффины — это аналог кексов, однако эти изделия менее сладкие и больше похожи на хлеб. Поскольку в маффины уже добавляют нетрадиционное сырье — морковь, наша команда решила добавить другой богатый кератином и иными полезными веществами плод — тыкву.

Плоды тыквы — это один из ценнейших пищевых продуктов питания. За счет содержания богатого набора биологически активных веществ и витаминного комплекса эти плоды так же являются популярным диетическим продуктом. В состав тыквы включены хорошо усвояемые белки, пектин, витамины, жиры, углеводы и другие вещества. Более подробный состав тыквы представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав тыквы

Нутриент	Количество	Норма	100% нормы, г
Калорийность	22 кКал	1684 кКал	1692
Белки	1 г	76 г	77
Жиры	0,1 г	60г	50
Углеводы	4,4 г	211г	210
Пищевые волокна	2 г	20 г	20
Витамины			
Витамин А, РЭ	250мкг	900мкг	899
β каротин	1,5 мг	5 мг	5
Витамин В1, тиамин	0,05 мг	1,5 мг	2
Витамин В2, рибофлавин	0,06 мг	1,8 мг	2
Витамин Е, альфа токоферол, ТЭ	0,4 мг	15 мг	15
Витамин РР, НЭ	0,7 мг	20 мг	20

Для обогащения питательного состава маффинов также было решено заменить часть пшеничной муки льняной, которая является одним из богатейших источников лигнанов, незаменимой α-линоленовой кислоты и калия. В льняной муке содержится около 22% белка, а содержание полифенолов составляет примерно 9,3 мг/г [2].

Вместо использования разрыхлителя и дрожжей в нашей рецептуре использовалась ржаная закваска, действие которой основано на комбинации спиртового и молочнокислого брожения. Во-первых, она способна разрушать глютен, который является причиной отказа от изделий из пшеничной муки у людей, имеющих на этот белок аллергию. Во-вторых, в закваске содержатся лактобактерии, которые оказывают благотворное влияние на микрофлору кишечника, выполняя функции пробиотиков.

За основу рецептуры был взят классический состав маффинов с дополнением в виде нетрадиционного сырья.

В первой емкости смешивались «мокрые» ингредиенты: 250 г ржаной закваски, приготовленной за сутки до начала эксперимента и подкормленной за пару часов до приготовления маффинов, 2 небольших яйца, 250 г тыквенного пюре, 50 г растительного масла и 110 г сахара. Во второй емкости смешали сухие ингредиенты 150-170 г цельнозерновой пшеничной муки, 20 г льняной муки и соль. Смешивали все в отдельной емкости, не используя миксер, поскольку замес таким способом негативно сказывается на пышности теста. В смазанные маслом формочки складывали тесто и выпекали при температуре 200°С в течение 20 мин.

В результате были получены маффины без комочков, с мягкой и связанной структурой с небольшими пустотами. С отобранными образцами полученного продукта провели анализы по ГОСТ 15052-2014 [3]. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Проанализированные показатели полученного продукта

Консистенция	Пористая структура
Разрез	Вид пропеченного теста с равномерной пористостью
Цвет	Золотисто-желтый со слегка оранжевым оттенком
Вкус	Свойственный данному виду изделий
Запах	Свойственный данному виду изделий с ароматом тыквы
Массовая доля влаги, %	19
Щелочность, град, не более	1,0

Исходя из выше написанного, можно сделать вывод, что пюре из тыквы в маффине может быть источником привлекательного желтого цвета и сладкого вкуса тыквы, а проведенные анализы доказывают, что такой продукт со-

ответствует нормативным показателям. Удобство данной рецептуры в том, что можно уменьшать содержание сахара и масла, не ухудшая качества и вкуса продукта.

Литература:

1. Панов, Д. П. Обогащение продуктов питания массового потребления/Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2017.
2. Теплов, В. И. Функциональные продукты питания/Учебное пособие. — М.: А-Приор, 2008.
3. ГОСТ 15052-2014. «Кексы. Общие технические условия»

Пути реализации контроля качества дорожного покрытия в реальном времени

Черняев Игорь Олегович, кандидат технических наук, доцент;
Петрова Марина Геннадьевна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Одним из основных условий, обеспечивающих эффективность разного рода (как коммерческой, так и некоммерческой) эксплуатации транспортных средств (ТС), является состояние дорожного покрытия, которое влияет на скорость передвижения ТС и частоту проведения технического обслуживания для большинства узлов ТС. Таким образом, в статье рассмотрены вопросы, связанные с обеспечением непрерывного контроля качества дорожного покрытия в условиях эксплуатации ТС. Будет описан метод контроля состояния дорожного покрытия путем внедрения дополнительного оборудования в ТС и объединения полученной информации в общую базу для составления общей картины состояния дорог.

Ключевые слова: транспортное средство, состояние дорожного покрытия, акселерометр, вертикальное ускорение, техническое обслуживание.

Дорожные службы по всему миру тратят миллионы долларов на контроль состояния дорожного покрытия, его обслуживание и ремонт. Несмотря на все эти инвестиции, большинство людей недовольны качеством дорог. Причины этого заключаются в том, что неудовлетворительное состояние дорожного покрытия увеличивает расход топлива и частоту технического обслуживания автомобилей и общественного транспорта, иногда опасны для водителей и пешеходов, и как минимум раздражают как водителей автомобилей, так и водителей мотоциклов и велосипедов.

Они также являются причиной дорогостоящих судебных исков, связанных с требованием о возмещении ущерба.

Следовательно, одним из основных условий, обеспечивающих эффективность коммерческой и не коммерческой эксплуатации транспортных средств (ТС), является состояние дорожного покрытия, которое влияет на скорость передвижения ТС и частоту проведения ТО для большинства узлов ТС.

Для решения данной проблемы необходимо внедрение рабочего способа контроля качества дорожного покрытия в реальном времени. Для этого можно использовать непрерывный контроль вертикальных ускорений поддресоренных масс, регистрируемых на кузове ТС, основанный на взаимодействии колес ТС с дорожным покрытием, которое, непосредственно, является источником колебаний

конструкций и самого ТС в целом. Степень воздействия силовых колебаний на конструкцию и её элементы является одной из основных причин ухудшения технического состояния ТС и оценивается параметрами, связанными с ускорениями, а параметры колебательных процессов элементов конструкции ТС в процессе движения имеют непосредственную связь с микропрофилем дороги, характерным для каждого типа дорожного покрытия, по которой это движение осуществляется [1].

Результат экспериментального определения вертикальных ускорений кузова ТС категории М1 с помощью жестко закрепленного на нем акселерометра при движении со скоростью 30 км/ч по дорогам с различными типами покрытий представлен на рисунках 1 и 2.

Оценка профилей вертикальных ускорений подтверждает возможность идентификации с их помощью типа дорожного покрытия, по которому передвигается ТС. Для обеспечения возможности определения типа дорожного покрытия не только визуальным методом, но и математическим способом путем обработки массива данных о вертикальных ускорениях, необходимо ввести средний уровень ускорений, который рассчитывается по формуле:

$$\bar{j}(t) = \frac{1}{\delta} \int_t^{t+\delta} j(t) dt,$$

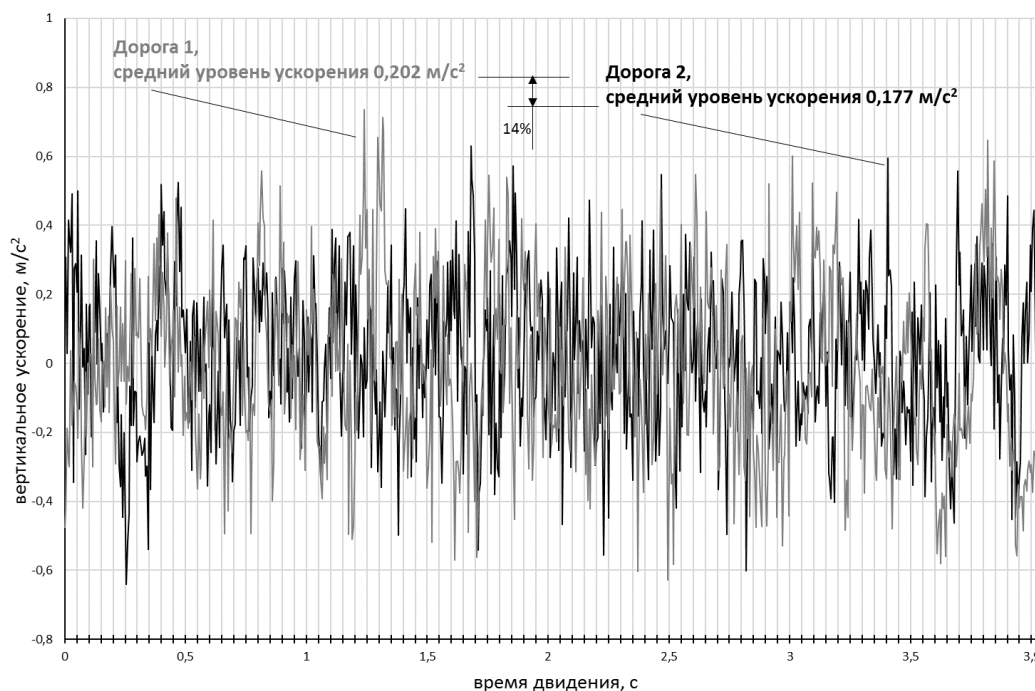


Рис. 1. Профиль вертикальных ускорений кузова ТС при движении по дороге с типом покрытия асфальтобетон Д1 (шаг замеров — 5 м/с)

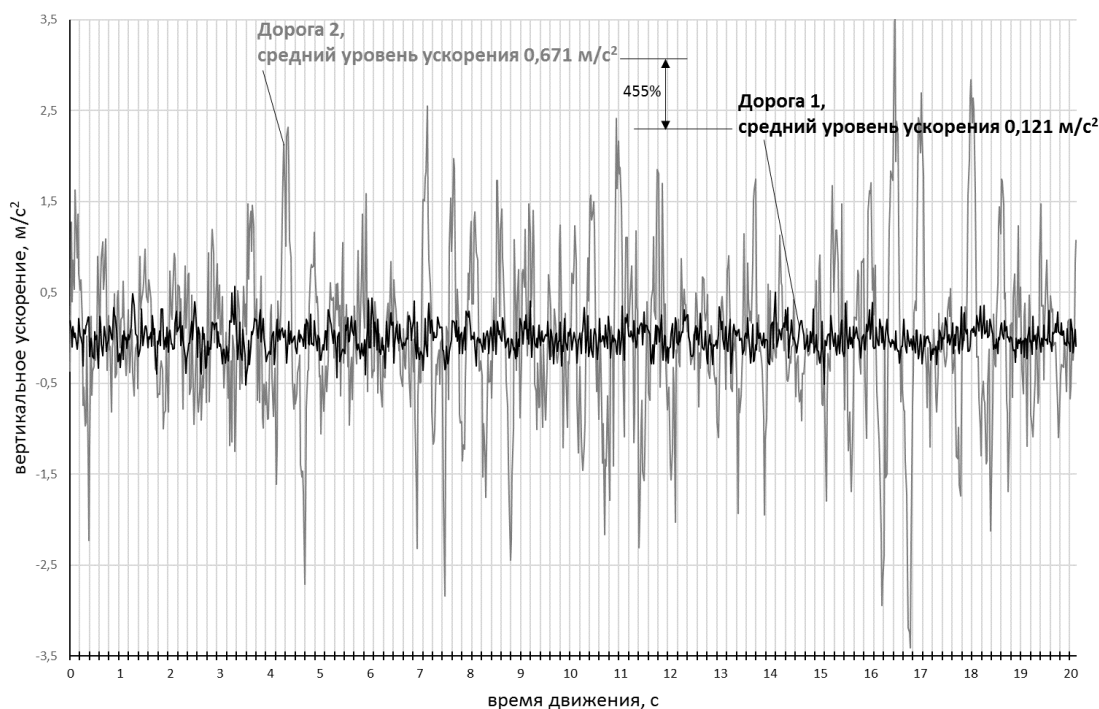


Рис. 2. Профиль вертикальных ускорений кузова ТС при движении по дороге с типом покрытия: дорога 1 — асфальтобетон Д1, дорога 2 — грунт, улучшенный местными материалами Д5 (шаг замеров — 5 м/с)

где $j(t)$ — текущее значение ускорения в момент времени t , $м/с^2$;

δ — период времени, для которого определяется средний уровень ускорений, с;

$\bar{j}(t)$ — текущее значение среднего уровня ускорений в момент времени t , $м/с^2$.

Данная формула является аналогом формул определения уровня силовых воздействий и значений индекса возможного ущерба в системе ЭРА-ГЛОНАСС [2]. В нашем случае рассчитанные по формуле величины средних уровней ускорений дает нам идентифицировать тип дорожного покрытия и сравнить их силовое воздей-

стве на элементы конструкции ТС. Так, одинаковые дорожные покрытия имеют схожие профили ускорений и мало отличающиеся величины среднего уровня ускорений (рис. 1), в то время как разница средних уровней ускорений для асфальтобетонного и грунтового покрытий может достигать 4,5 раз (рис. 2).

Отметим, что предложенный способ дает возможность идентифицировать и состояние дорожного покрытия. Так, на рисунке 3 приведены итоги эксперимента по определению вертикальных ускорений кузова ТС категории М1 при помощи жестко закрепленного на нем акселерометра при скорости движения 30 км/ч по дорогам общего пользования с асфальтобетонным покрытием в различном состоянии.

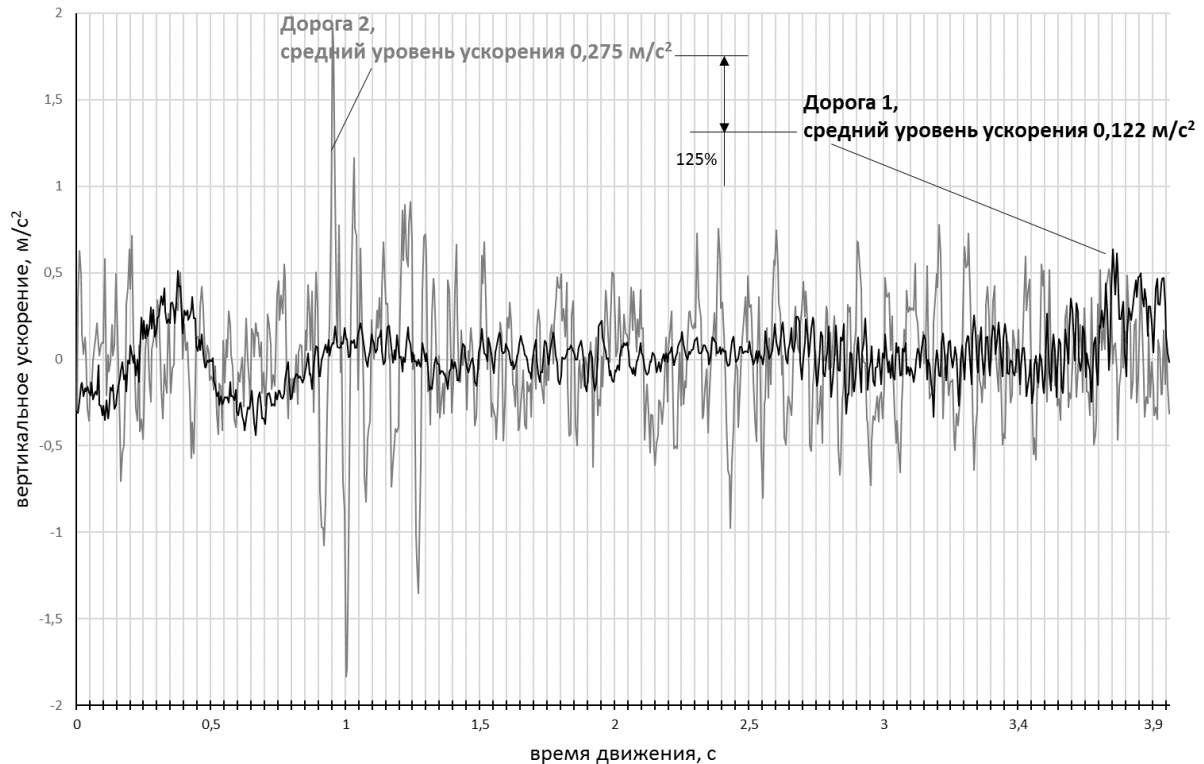


Рис. 3. Профили вертикальных ускорений кузова ТС при движении по дорогам с асфальтобетонным покрытием Д1 в различном состоянии (шаг замеров — 5 м/с): дорога 1 — хорошее состояние, дорога 2 — удовлетворительное состояние

Результаты показывают, что для асфальтобетонного покрытия в удовлетворительном состоянии значение среднего уровня ускорений (a , значит, и степени силовых воздействий колебательных процессов на элементы конструкции, являющихся причиной ухудшения технического состояния) может превышать в значение для покрытия в хорошем состоянии более чем в 2 раза.

Для реализации контроля качества дорожного покрытия в реальном времени в масштабном размере может быть полезной разработка мобильного приложения — системы мониторинга качества дорожного покрытия. И такая система нашла свою реализацию. «Дороги России» — совместный некоммерческий проект Google Россия и Auto.ru. Сервис позволяет оценить дороги в режиме реального времени и создать «карту качества дорожного полотна», при этом проект является самым масштабным картографическим сервисом в РФ, который позволяет оценить качество дорожного покрытия по всей стране. Система различает данные, которые по-

ступают от автомобилистов и пешеходов, что минимизирует погрешности и позволяет оперировать реальными данными. Приложение посредством GPS считывает информацию о колебаниях подвески автомобиля, характеристиках его движения. Для анализа используется математическая модель, которая позволяет с большой степенью достоверности выявлять из множества видов воздействия на смартфон именно те, которые имеют отношение к состоянию дорожного полотна. На основе этого анализа и GPS-координат можно создавать карты качества дорог [3].

Таким образом, определение в режиме реального времени типа дорожного покрытия и его состояния на основе анализа профиля вертикальных ускорений кузова ТС позволит как обеспечить индивидуальную корректировку периодичности технического обслуживания ТС, так и мониторинг состояния дорог в реальном времени, что позволит более эффективно обслуживать дороги и ТС.

Литература:

1. Литвинов, А. С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств/А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. –240 с.
2. ГОСТ Р 54620-2011. Глобальная навигационная спутниковая система. Система экстренного реагирования при авариях. Автомобильная система/устройство вызова экстренных оперативных служб. Общие технические требования.
3. «Дороги России» — мониторинг качества дорожного покрытия. URL: <https://te-st.ru/entries/russian-roads/> (дата обращения — 03.04.2020).

Конструкции наплавного блока Пенжинской приливной электростанции

Шевелева Людмила Ивановна, кандидат технических наук, доцент;
 Шамин Владислав Сергеевич, студент магистратуры
 Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В статье авторы предлагают новую конструкцию наплавного блока для Пенжинской ПЭС.

Ключевые слова: наплавной блок, Пенжинская губа, южный створ, наплавной метод строительства.

Пенжинская приливная электростанция — проектируемая приливная электростанция в Пенжинской губе, в заливе Шелихова, в Охотском море. Территориально должна располагаться в Магаданской области и Камчатском крае России [1]. Губа является одним из самых перспективных мест для строительства приливной электростанции по нескольким причинам:

- высота прилива достигает 13,4 м., что является наибольшим показателем в Охотском море;
- очертание в плане самой губы, позволяет перекрыть её плотиной и создать большой бассейн.

В настоящий момент существует 2 перспективных проекта: южный створ и северный створ (см. рис. 1). Основные характеристики 2-х створов приведены в таблице 1.



Рис. 1. Пенжинская губа и створы ПЭС [2, с. 264]

Таблица 1. Основные характеристики створов

Наименование	Северный створ	Южный створ
Месторасположение	Между мысами Средний и Водопадный	Между мысами Поворотный-Дальний
Мощность (N, ГВт)	21,4	87,4
Годовая отдача (ТВт*ч)	71,4	191,2
Длина (L, км)	32,2	72
Краткая описание	На участках с глубинами 26 м можно расположить 568 гидроагрегатов с $D_1 = 10$ м мощностью по 19,8 МВт каждый, а на участке меньших глубин (21 м) 920 агрегатов с $D_1 = 7,5$ м мощностью по 11 МВт каждый.	Здесь может быть расположено 519 восьмиагрегатных блоков размером 103x98 и высотой от 90 до 78 м.

При устройстве ПЭС как правило используют наплавной метод строительства.

Преимущество наплавного метода строительства перед другими методами в том, что строительство проходит на специально оборудованной территории, например, в сухом доке или котловане. Здесь изготавливают

наплавные блоки, представляющие собой железобетонные конструкции, которые после изготовления перемещают буксировкой к месту установки.

Примером успешной реализации наплавного метода строительства является единственная в России Кисло-губская ПЭС, построенная в 1968 году в губе Кислая Ба-

ренцева моря, вблизи поселка Ура-Губа Мурманской области [3]. Именно на этом объекте впервые применен наплавной метод строительства.

Блок Кислогубской ПЭС представляет собой тонкостенную железобетонную коробку докового типа и имеет размеры 36x18,3 м в плане и 15,35 м по высоте (см. рис. 2) [2].

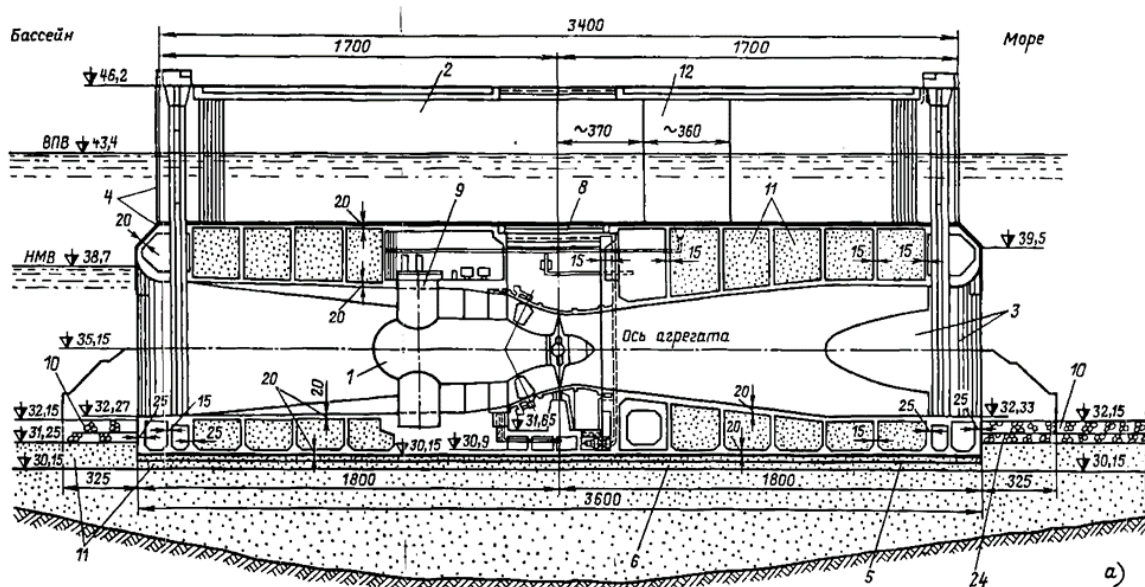


Рис. 2. Продольный разрез наплавного блока по оси агрегата [2, с. 244]

Разработкой наплавного блока Пенжинской ПЭС занимались в 80-х годах прошлого века. На данный момент существует лишь один экспериментальный проект

конструкции наплавного блока, описанный в трудах Л.Б. Бернштейна [2] в учебнике «Приливные электростанции», и он представлен на рисунке 3.

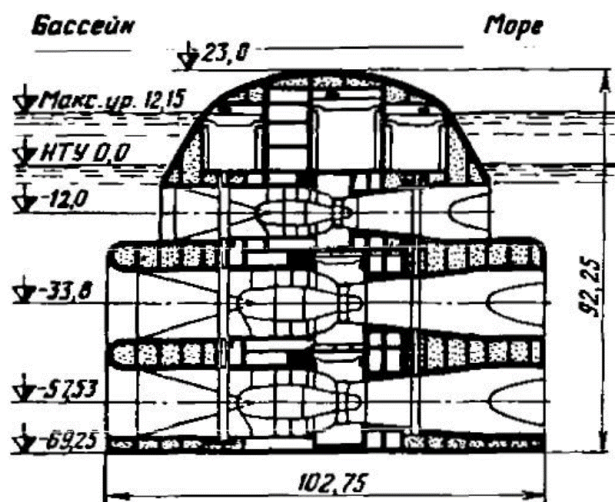


Рис. 3. Многоярусная наплавная конструкция Пенжинской ПЭС [2, с. 134]

В Пенжинской губе очень суровая ледовая обстановка. В ней образуются как неподвижные льды — припай, так и плавучие льды [4]. Представленная конструкция (рисунок 3) предусматривает переброску льда через верх плотины, что снижает ледовую нагрузку на блок. Недостатком этой конструкции является сложность переброски льда из бассейна обратно в море.

Автор настоящей статьи в рамках магистерской диссертации занимается разработкой конструкции наплав-

ного блока для южного створа Пенжинской ПЭС. На рисунке 4 представлен вариант разрабатываемого проекта. Предлагается Т-образное сечение блока, которое уменьшает влияние ледовых воздействий на работоспособность станции.

При разработке конструкции было принято решение вынести водопропускные отверстия перед напорной гранью по причине того, что в Пенжинской губе из-за сильного приливного течения образуется дрейфу-

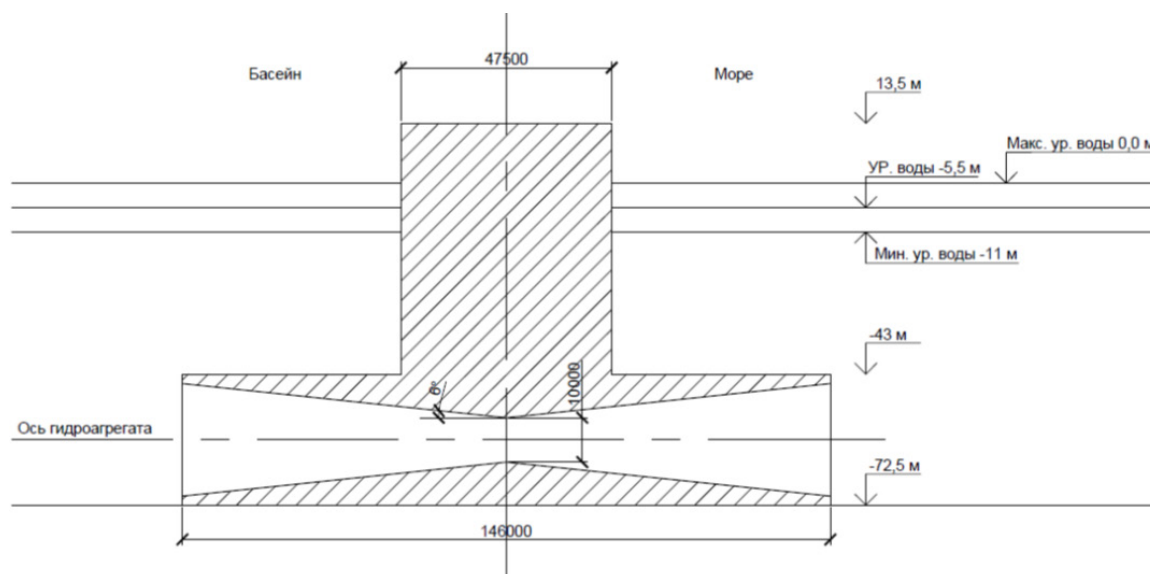


Рис. 4. Разрабатываемый проект наплавного блока Пенжинской ПЭС

ющий лед, скопление которого перед сооружением будет забивать водопропускные отверстия.

Отметка гребня была посчитана согласно СП 38.13330.2018 [5] и приняты габаритные размеры блока, а именно: высота блока — 86 м; ширина понизу — 146 м; ширина гребня — 47,5 м; длина 136,5 м. В одном блоке планируется установить 3 гидроагрегата на одном уровне, с диаметром рабочего колеса 10 метров.

Перед входными отверстиями предлагается уложить плиты, чтобы предотвратить возможный размыв грунта.

Входные отверстия защитить решетками для предотвращения попадания крупных масс в водовод.

Предложенная конструкция имеет своё право на реализацию. Расчеты показали прочность и устойчивость предлагаемой конструкции. Но поскольку она является абсолютно новой, требует более детальной проработки разных её элементов и оценки её работоспособности в суровых ледовых условиях. Не исключено внесение поправок и изменений.

Литература:

1. Пенжинская ПЭС. — Текст: электронный // aftershock. news: [сайт]. — URL: <https://aftershock.news/?q=node/944683&full> (дата обращения: 23.05.2021);
2. Приливные электростанции/Л. Б. Берштейн, П76 В. Н. Силаков, С. Л. Гельфер и др.; Под ред. д-ра техн. наук Л. Б. Берштейна. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 296 с.: ил;
3. Кислогубская ПЭС. — Текст: электронный // ru.wikipedia.org: [сайт]. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кислогубская_ПЭС (дата обращения: 23.05.2021);
4. Охотское море. — Текст: электронный // proznania.ru: [сайт]. — URL: http://proznania.ru/?page_id=2383 (дата обращения: 20.01.2021);
5. СП 38.13330.2018 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Подземная урбанистика как пример формирования инновационного мемориального пространства

Бортникова Олеся Сергеевна, студент магистратуры
Научный руководитель: Габрава Валерия Аркадьевна, доцент;
Научный руководитель: Строганова Людмила Алексеевна, доцент
Воронежский государственный технический университет

В третьей декаде XXI века опыт многих городов транслирует информацию о необходимости отказа от старой формы проектирования (плоскостной застройки) городов. Складывающиеся обстоятельства подвергают к неотвратимому переходу от горизонтального к вертикальному зонированию городских объектов социального, транспортного, культурного и мемориального характера. Целью данной статьи является изучение актуальных затруднений инновационного развития подземного городского пространства и подземной урбанистики с точки зрения примера формирования инновационного мемориального пространства. При формировании инновационного мемориального пространства с помощью подземной урбанистики реализуется освоение городского подземного пространства с социального, культурного, психологического и художественного направления.

Ключевые слова: урбанистика, подземная урбанистика, архитектура, мемориальное пространство, мемориал, градостроительство.

В настоящее время в целях решения транспортных, социальных и экологических проблем в сфере градостроительства является актуальной насущная идея развития подземного пространства, ввиду того что в третьей декаде XXI века площадь земной поверхности, занятой объектами промышленного, жилищного, социального, культурного и хозяйственного назначения, составляет около 5% всей поверхности материков в мире. В частности, достигая до 20% территорий государств Европы.

Улицы, проспекты и площади всех городов заполняет множество автомобилей и, несомненно, требуется перманентное расширение проезжей части и числа парковочных мест, в особенности. Если привлекать население к освоению новых территорий, это неизбежно приведет к сокращению лесных плантаций и площади земель, которые необходимы для возвращения сельскохозяйственной продукции. Исключительная нехватка земли в городах является причиной поиска дополнительных способов для оснащения пространства. Опыт многих городов транслирует информацию о необходимости отказа от старой формы проектирования (плоскостной застройки) городов. Складывающиеся обстоятельства подвергают к неотвратимому переходу от горизонтального к вертикальному зонированию городских объектов социального, транспортного, культурного и мемориального характера.

Целью данной статьи является изучение актуальных затруднений инновационного развития подземного городского пространства и подземной урбанистики с точки зрения примера формирования инновационного мемориального пространства.

Подземная урбанистика — это область градостроительства и архитектуры, связанная с комплексным использованием подземного пространства городов и прочих населенных пунктов. Подземная урбанистика должна отвечать требованиям градостроительной социальной гигиены, эстетики, и что немало важно технико-экономическим требованиям [4].

На данный момент наблюдается неудовлетворительная ситуация в сфере знаний о подземном пространстве. Многие исследования о подземной урбанистике реализуются только в пределах отдельных сооружений и зданий — это становится причиной наличия исключительно локальной информации. Более того, необходимые данные зачастую находятся у разных организаций как государственных, так и частных, и сбор воедино всех источников может занять много времени. Между специалистами, задействованными в данной сфере (инженеры, геологи, экологи), не наблюдается взаимодействия и сотрудничества.

Данные о подземных ресурсах находятся в закрытом доступе, информацией располагают лишь некоторые специалисты и организации. Многие желающие лица

не могут применять засекреченную информацию — это является причиной неполноценных знаний и недостаточной оценки потенциала подземных ресурсов, что в дальнейшем ведет к торможению развития городского потенциала [1].

Обязательно необходимо учитывать, что на градостроительное освоение подземного пространства накладываются многие причины такие как:

- необходимость сохранения различных систем функционирования городов;
- возрастающая интенсивность использования подземного пространства мегаполисов;
- повышенные требования к безопасности выполнения подземных работ;
- аварийные ситуации при выполнении подземных работ;
- экологические.

В сравнении с наземным, подземное строительство — достаточно дорогостоящее мероприятие. Если рассматривать данные строительства в сравнении с точки зрения необходимой валовой стоимости, то нужно сказать, что валовая стоимость наземного строительства снижается на перманентной основе в ряду сооружений последних десятилетий. Но беря во внимание эксплуатационные расходы и саму стоимость земли, то подземные проекты зачастую составляют конкуренцию наземным сооружениям. Для того, чтобы в полной мере принять в сравнение стоимость наземного и подземного решения, необходимо определиться с такими факторами как:

- стоимость земли;
- экологические издержки;
- полный жизненный цикл инфраструктуры, который включает в себя строительство, применение или эксплуатацию, демонтаж) [2].

Главная направленность современной актуальной градостроительной политики заключается в увеличении безопасности и уровня комфорта городской среды, главный смысл — это устойчивое развитие городской инфраструктуры. Для удовлетворительного результата требуется долгосрочное проектирование подземного пространства. Подземная урбанистика — это крепкая взаимосвязь пешеходных и транспортных потоков, при которых необходимо функциональное использование подземного пространства, экономический учет целесообразности и обязательный учёт в проектировании мест высокой концентрации потоков населения.

Литература:

1. Веретенников, Д. Б. Архитектурное проектирование. Подземная урбанистика: учебное пособие/Д. Б. Веретенников. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. — 176 с.
2. Голубев, Г. Е. Подземная урбанистика и город: учеб. пособие. — М.: МИКХиС, 2015. — 246 с.
3. Лезина, Е. П. Современное состояние и перспективы развития подземной урбанистики Перспективы развития технических наук // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. — Челябинск, 2015. — № 2. — 99 с.
4. Сегединов, А. А. Снова о подземной урбанистике // Строительство и архитектура. — 2010. — № 5. — 132 с.

В данном случае необходим подход «многоцелевого планирования», который берет во внимание, как геологический аспект окружающей среды, так и экономическую эффективность, социальную принадлежность развития подземной урбанистики [3]. После чего, в будущем, рядовые города будут в способности предоставлять более широкий спектр услуг в урбанизированном пространстве. Всё это будет осуществляться в благополучие будущих поколений и без многочисленных потерь ресурсов самих городов.

Далее предлагается к вниманию подземная урбанистика в качестве примера формирования инновационного мемориального пространства. В крупных городах самое большое развитие получили пешеходные переходы. И за частую в месте функционирования пешеходных переходов построено здание в виде торгового развлекательного центра (ТРЦ) или массивов жилищных многоквартирных домов. Благодаря многочисленным пешеходным потокам формирование инновационного мемориального пространства является весьма актуальным мероприятием. При этом реализованная подземная урбанистика получает торговое обслуживание пешеходов за счет наземной и подземной части торгового развлекательного центра.

Вдоль стен подземного перехода возможно нанесение мозаичных монументально-декоративных мемориальных панно, посвященных героям времен Великой Отечественной войны. При которых наружные входы в подземный переход могут иметь символическое архитектурное решение, опирающееся на ассоциации с арочными креплениями подземных горных выработок.

Внимания заслуживают разработки архитектурных объектов в местах недействующих промышленных карьеров и различных оврагов. При реализации вышеуказанных объектов ведущей задачей является композиционно-художественное осмысление и наглядное «олицетворение» взаимного перехода из подземной архитектурной среды в наземную среду с целью показать два типа среды с полярными свойствами. Применение заглубления в земную поверхность как композиционного приема является часто используемым направлением в архитектурной составляющей мемориалов.

При формировании инновационного мемориального пространства с помощью подземной урбанистики реализуется освоение городского подземного пространства с социального, культурного, психологического и художественного направления.

Ландшафтное благоустройство территории. Важность грамотного планирования озеленения

Бортникова Олеся Сергеевна, студент магистратуры
Научный руководитель: Валуйская Надежда Владимировна, преподаватель;
Научный руководитель: Хромцова Елена Анатольевна, преподаватель
Воронежский государственный технический университет

Плохо развитый участок земли с беспорядочно посаженными растениями никогда не будет выглядеть красиво. Но ситуацию можно исправить за счет благоустройства и озеленения территории. Эта услуга позволяет превратить даже самое неприглядное место в рай, где можно отдохнуть и подышать чистым воздухом. И чем больше будет таких зеленых зон, тем красивее и прозрачнее она станет. Цель данной статьи рассмотреть ландшафтное благоустройство территории, важность грамотного планирования озеленения.

Ключевые слова: благоустройство, территория, ландшафт, озеленение.

В настоящее время больше внимания уделяется такому вопросу, как благоустройство общественной территории. Дизайнеры и архитекторы воплощают самые смелые идеи, используя для этого современные технологии и материалы. Обратимся к истории, благоустройство и озеленение придомовой территории раньше было делом престижа. Теперь это вопрос фантазии, времени и желания. Например, до большевистской революции большинство владельцев частных домов, которые были обычными крестьянами, не могли позволить себе изысканный дизайн прилегающей территории.

И, в целом, земля имела скорее практическое назначение, чем эстетическое, на ней располагалась зона для содержания домашних животных, птицы и домашнего скота, а также выращивания продуктов питания растительного происхождения. В дворянских усадьбах благоустройство территории возле дома носило несколько иной характер. Входная группа отличалась декоративными элементами ковки, лепниной, а также декоративными породами деревьев. Дорожки и площадки были сделаны из гравия, песка или битого кирпича. Булыжники были более распространены в городах. Со временем благоустройство придомовой территории частного дома вышло на новый уровень, и был использован бетон. Он производил садовые скульптуры, колонны и подпорные стены, а также дорожки и ступени. Что касается стилистики, то здесь очень сильно ощущалось влияние Европы. Сады были спроектированы по регулярному образцу, по образу и подобию Версаля. А также по образцу классических английских садов в ландшафтном стиле. Последнее было более распространено среди дворян малого сословия. Регулярный стиль был более характерен для резиденций высшей знати и королевской семьи.

На сегодняшний день мода на стилистику, внешний вид экстерьера и благоустройство прилегающей территории претерпела значительные изменения. Это связано с развитием технологий, смешением культур и появлением новых материалов, которые позволяют нам

реализовать то, что ранее было невозможно. Например, дома облицовывают клинкерным кирпичом, керамической плиткой или зашивают фасад специальными панелями. Вместо бетона или гравия используйте тротуарную плитку, натуральный камень или морозостойкий керамогранит. Разнообразие материалов и технических средств дает архитекторам и ландшафтными дизайнерам широкое поле для творчества.

Учитывая нынешний уровень развития этого направления, вы легко можете все сделать сами, выбрав именно то, что вам подходит, и создав свой собственный уникальный и оригинальный вариант. Но сначала желательно ознакомиться со свойствами, техническими характеристиками и параметрами предлагаемого материала. Также стоит отметить, что важным аспектом является правильная установка или установка. Только в этом случае выполненные работы по благоустройству смогут радовать вас еще долгое время.

Учитывая дефицит растительности в парках, все больше специалистов, представителей общественных сообществ и профессионалов призывают к необходимости придания нового значения городским ландшафтными территориями специального назначения, таким как школьные участки.

По мнению психологов, территория общеобразовательной школы, как единственное место в микрорайоне, пригодное для культурного времяпрепровождения, не должна быть отделена от общественного пространства города, быть закрытой и недоступной. Следует отметить, что в последнее время активно формируется социальный запрос на разработку данного вопроса, создание проектов развития этих территорий заинтересованного контингента (сотрудников и студентов СОШ, жителей микрорайона). Представлен новый экологический подход к проектированию территории дошкольного учреждения. Она включает в себя создание естественной, относительно устойчивой экосистемы на территории средней школы, а также придание дизайну научного и когнитивного значения [4].

Территории ботанических садов, коллекций или парков, имитирующих природные экосистемы, становятся предметом интереса для любителей природы. На основе представленных ландшафтов и специального подбора растений посетитель может получить представление о природных комплексах той или иной территории, структуре экологических сообществ. Эти знания необходимы для формирования общей картины мира, а также могут быть использованы в практических целях.

В 2017 году в Музее истории Томска был создан цветник из растений местной аборигенной флоры. Цветник был разработан профессиональными ландшафтными дизайнерами и сделан добровольцами.

Цветник выполнен в природном и экологическом стиле, растения снабжены табличками с указанием названия на русском и латинском языках. Сами растения являются представителями местной аборигенной флоры.

Проект получил приз в номинации «Общественная территория «на XVI профессиональном конкурсе ландшафтных архитекторов, дизайнеров и строителей» Ландшафт Европа — Азия «в 2017 году [5].

Сотрудники музея отмечают большой интерес жителей и гостей города к ландшафтной выставке. Цветник несет ярко выраженную познавательную и информационную нагрузку, служит платформой, демонстрирующей возможности естественного, экологического стиля, где растения являются простым инструментом для создания эффективного, устойчивого и экономичного дизайна. Эта концепция органично вписывается в дизайн территории музея и поддерживает общую ориентацию краеведческого объекта.

Более глобально идея дизайна окружающего освещения была реализована в открывшемся в 2017 году парке «Зарядье», который сразу же стал самым популярным местом отдыха москвичей и гостей столицы. При этом парк выполняет не только рекреационную функцию, но и зна-

чительную познавательную и научную задачу. Позиционируется ли посаженное растительное сообщество как «ботанический заповедник»? коллекция, представленная разнообразными видами из разных географических районов и биоценозов России.

Стоит выделить новое направление, реализуемое за счет использования ресурсов ботанического сада: Садовая терапия. Это метод взаимодействия человека и природы. Находясь на территории крупных мегаполисов, ботанические сады могут быть не только научными, но и социально-бытовыми центрами.

Поэтому Ботанический сад Иркутского университета на своей территории проводит учебно-производственные занятия для различных социальных групп молодежи, например: реабилитационную работу для трудных подростков, состоящих на учете в полиции.

Такие мероприятия являются хорошей поддержкой для подростков, способствуют их социализации в обществе. Детям выгодно «сочетание психосоматического компонента с образовательным, культурным, художественным и природно-эстетическим компонентами пребывания в различных зонах Сада» [6]. Именно во время таких занятий закладываются основы экологического мировоззрения.

Представляет интерес взаимодействие ботанических садов с местным населением, а именно садоводами-огородниками, в консультировании, размножении и интродукции новых видов садовых и декоративных растений.

Применение экостиля в городском ландшафте-эффективный метод ландшафтного дизайна «новой волны». Море хрустящих злаков и других «диких» растений среди небоскребов создает ощущение, что природа наступает на город и отвоевывает территорию [1]. Зброшенны заводы, пустыри и бывшше железнодорожны веткы могут быть преобразованы в рекреационны объекты с помощью простого, но остроумного метода комбинаторных плантаций.

Литература:

1. Воронова, О. В. Ландшафтный дизайн: шаг за шагом/О. В. Воронова. — М.: Эксмо, 2011. — 304 с.
2. Воронова, О. В. Сам себе ландшафтный дизайнер/О. В. Воронова. — М.: Эксмо, 2010. — 184 с.
3. Воронова, О. В. Сам себе ландшафтный дизайнер (новое оформление)/О. В. Воронова. — М.: Эксмо, 2015. — 184 с.
4. Воронова, О. В. Сам себе ландшафтный дизайнер/О. В. Воронова. — М.: Эксмо, 2015. — 184 с.
5. Воронова, О. В. Ландшафтный дизайн для стандартных участков/О. В. Воронова. — М.: Эксмо, 2017. — 352 с.
6. Воронова, О. В. Сам себе ландшафтный дизайнер [нов. оф.]/О. В. Воронова. — М.: Эксмо, 2014. — 192 с.
7. Воронова, О. В. Сам себе ландшафтный дизайнер/О. В. Воронова. — М.: Эксмо, 2013. — 184 с.
8. Жиру, Ф. Ландшафтный дизайн для «чайников»/Ф. Жиру, Б. Бекстром, Л. Уолхайм; Пер. с англ. В. Н. Логвинов. — М.: Вильямс, Диалектика, 2011. — 304 с.

Опыт устройства одноэтажного склада на поверхностных фундаментах

Войтенко Полина Валерьевна, студент магистратуры;
Осипенко Валерий Валерьевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Объем спроса на складские помещения растёт, но не каждый может позволить себе строительство или даже аренду такого помещения. Основная задача, которая сейчас стоит перед проектировщиком сделать не только надежно, но и экономически выгодно.

Устойчивость, эксплуатационная надежность и долговечность малоэтажных зданий и других легких сооружений зависят от взаимодействия фундаментов с основаниями, особенно в процессе промерзания и оттаивания.

Конструктивная схема здания должна отвечать особенностям деформирования сезоннопромерзающих грунтов основания. Поэтому необходимо усовершенствовать конструкции малоэтажных зданий. Таким образом нужно рассматривать и усовершенствовать новые типы фундаментов, такие как поверхностные.

Ключевые слова: поверхностные фундаменты, сезоннопромерзающие грунты

Введение Спрос на одноэтажные госпитальные здания, торговые комплексы и качественные складские площади значительно превышает объем предложения, особенно это показал 2020 год. Нужно было в жатые сроки построить многофункциональные медицинские центры для борьбы с коронавирусной инфекцией COVID-19. Чаще всего проектировщики предпочитают перестраховаться и использовать устоявшийся метод устройства фундаментов, а именно закладывать подошву ниже расчетной глубины промерзания грунтов [1]. Это удорожает работы и увеличиваются сроки сдачи объекта. Стоимость фундаментов составляет существенную часть стоимости всего сооружения. Данную проблему можно решить с помощью строительства на **поверхностных фундаментах (ПФ)**.

ПФ рассмотрены в следующих патентных решениях. Устойчивость, эксплуатационная надежность и долговечность малоэтажных зданий и других легких сооружений зависит от взаимодействия фундаментов с основаниями, особенно в процессе промерзания и оттаивания. Фундаменты, расположенные в слое сезонного промерзания грунтов, подвергаются воздействию деформаций и сил мо-

розного пучения, а при последующем оттаивании основания испытывают влияние деформаций обратного знака-осадок, обусловленных оттаиванием при существенном снижении прочности грунтов. Традиционный способ устройства фундаментов, когда их подошва закладывается ниже глубины промерзания грунта, во многих случаях не гарантирует устойчивости малоэтажных зданий, при воздействии касательных сил морозного пучения. Применение поверхностных фундаментов исключает касательные силы пучения и накопление деформаций выпучивания фундаментов, увеличивающихся из года в год. Однако развитие по подошве фундаментов нормальных сил морозного пучения приводят к сложному характеру силового взаимодействия системы «сезоннопромерзающее основание-фундамент-сооружение». Закономерности указанного взаимодействия изучены недостаточно и требуют дальнейшего изучения. Именно для этого на строящемся объекте по адресу Московское шоссе 115 в п. Шушары (рис. 1) ведется научно-техническое сопровождение строительства склада сырья готовой продукции, который проектировался на основе патента № 2540738.



Рис. 1. Поверхностные фундаменты

Была запатентована конструкция железобетонной плиты для возведения незаглубляемых фундаментов, образованная плоской железобетонной конструкцией, отличающейся тем, что плоская железобетонная конструкция плиты выполнена в виде двух перекрещивающихся под углом 90 градусов балок, а в месте соеди-

нения балок выполнены криволинейные боковые вертикальные поверхности, с радиусом кривизны 1,5 ширины балки, причем длина балки в четыре раза больше ее ширины, при этом ширина балки определяется в соответствии с площадью основания колонны. Конструкцию железобетонной балки можете увидеть на рис. 2

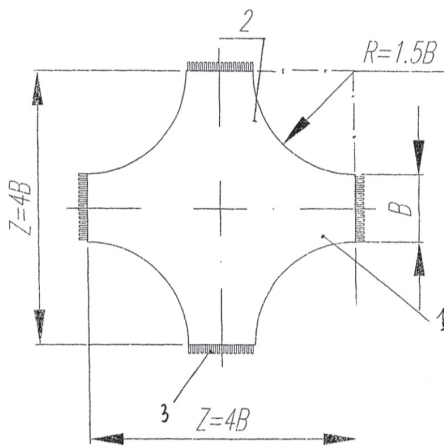


Рис. 2. Конструкция железобетонной плиты

Преимущества данной плиты в следующем:

1. Может иметь небольшие размеры и изготавливаться на заводе
2. Рациональная форма в виде перекрестных балок переменной жесткости равного сопротивления, что позволяет уменьшить контактные напряжения в системе «фундаментная плита-грунтовое основание»
3. Минимизированы затраты на бетон, благодаря правильно подобранной форме.

В настоящее время проектировщики не используют данную конструкцию железобетонной плиты, обеспечи-

вающей экономию материалов и позволяющей устраивать незаглубляемые фундаменты как для единичных нагрузок, так и для сетки колонн, стен, рандбалок и т. д.

Однако, благодаря запатентованной конструкции можно возвести фундамент, который прослужит долгое время. Т. е. если соединить балками фундаментные плиты, то получится единая конструкция, которая будет выполнять свои функции.

На объекте по проекту предложена схема расположения фундаментов (рис. 4), которая подтверждена расчетами.

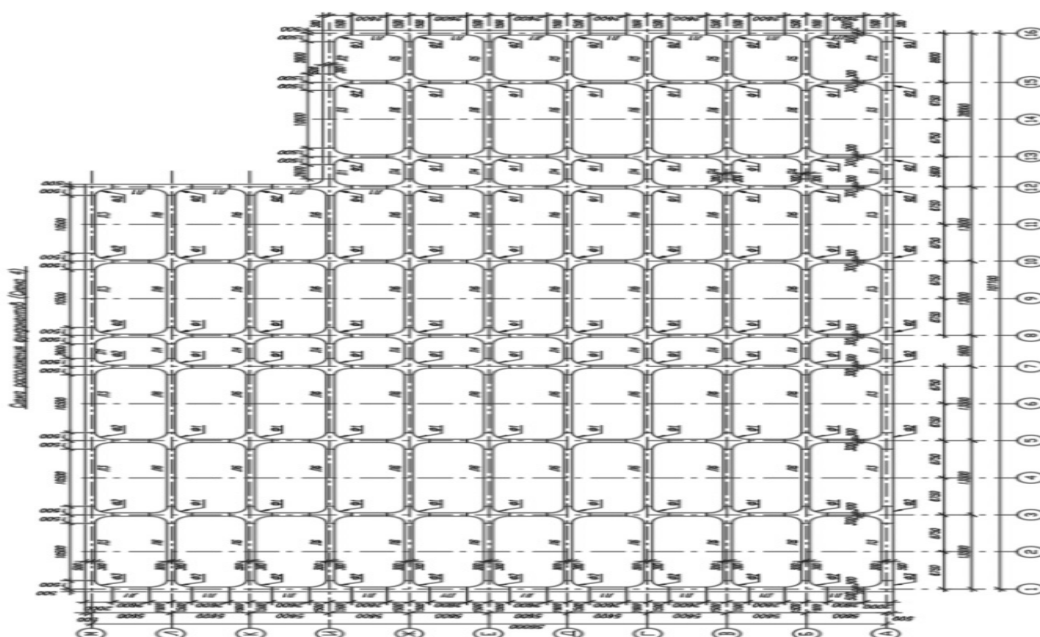


Рис. 3. Схема расположения фундаментов

Сама конструкция фундаментной плиты выглядит так:

- Уплотненное грунтовое основание
- Щебеночная подготовка
- Бетонная подготовка
- Щебеночная засыпка

- Фундаментная железобетонная балка
- Железобетонная плита пола (арм. 16 с шагом 300х300)
- Фибробетон (h=5 см) на синтетической фибре

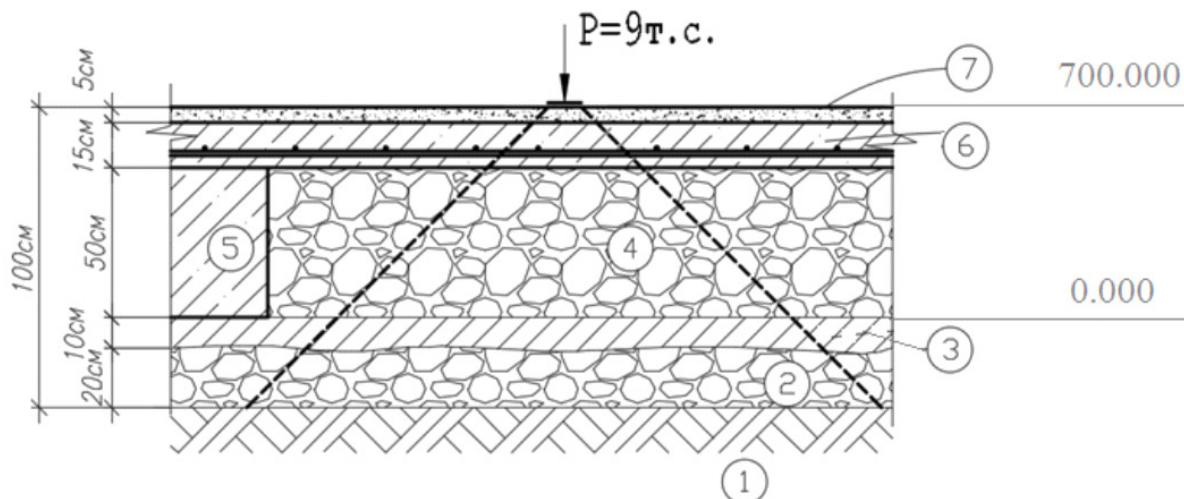


Рис. 4. Конструкция пола здания и фундамента

При этом фундаменты под колонны каркаса выполняются в виде плоских железобетонных плит, способных воспринимать изгиб, объединенных в продольном и поперечном направлениях железобетонными балками с об-

разованием единой конструкции. Объединение фундаментов с балками осуществляется посредством стыков арматуры, способных передавать только перерезывающую силу, что реализует требование п. 8.8. СП 22.13330.2016.



Рис. 5. Конструкция фундамента под колонну

Фундаменты под колонны образованы крестообразным пересечением двух коротких железобетонных балок ($l=3\text{ м}$) со скруглением входящих углов с площадью основания $4,8\text{ м}^2$. Высота фундаментов составляет 50 см. Железобетонная плита пола здания ($h=20\text{ см}$) уложена по верху балок, соединяющих отдельные 4-х лепестковые фундаменты (рис. 5), и опирается на щебеночное заполнение толщиной 50 см.



Рис. 6. Опалубка

Конструкция пола здания и фундамента под колонну показана на рис. 5. Это означает, что отдельные 4-лепестковые фундаменты, будучи включенными в «пирог», испытывают осадку вместе с ним, то есть все элементы «пирога» работают совместно.

В пониженных местах площадки был разложен и уплотнен кирпичный бой, далее произведена укладка геотекстиля и сделана бетонная подготовка.

Таким образом, работы ведутся на строительной площадке и в дальнейшем будут вестись наблюдения как работает фундаментная плита и производиться расчёты в программных комплексах.

Для научной составляющей — это прорыв, так как использование таких фундаментов еще не вошло в обиход

и в дальнейшем их можно будет приурочить ко всем районам, включая мерзлотные. Для заказчиков — это возможность строить экономически выгодно без лишних затрат, а, следовательно, востребованность.

Литература:

1. Железобетонная плита для возведения незаглубляемых фундаментов. Патент RU2540738C1. Григорий Иванович Белый Юрий Борисович Берман Игорь Игоревич Сахаров
2. Медведев Сергей Назарович, Технология устройства оснований и фундаментов зданий на сезоннопромерзающих грунтах
3. Карлов, В. Д. 3. Основания и фундаменты на сезоннопромерзающих пучинистых грунтах/В.Д. Карлов. — Санкт-Петербург: Нестор-История, 2016. — 359 с. — Текст: непосредственный. СП 25.13330.2020
4. СП 25.13330.2020 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах

Внедрение 4D-моделирования при проектировании линейных объектов

Градов Андрей Викторович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Рассматривается возможность применения программ 4D программирования в архитектуре, организация и технология строительства. Изучаются перспективы использования программ, основанных на этой технологии.

Ключевые слова: 4D проектирование, 4D моделирование, линейные объекты, организация и технология строительства, BIM-технологии, перспективы использования.

Компьютерное проектирование создано для экономии времени инженера, повышения точности вычислений и расчетов, повышения технико-экономические качества проекта. Условно, историю развития Системы автоматизированного проектирования можно разделить на три этапа:

— в 70-х годах 20 века начали задумываться об автоматизации процессов проектирования. В результате удалось добиться создания систем автоматизированного черчения.

— в 80-х годах появилось много различных программных продуктов и систем. Кроме 2D-моделирования появились первые системы 3D-моделирования. Это был прорыв в области проектирования: теперь стало возможно создавать и видеть не только плоский рисунок объекта, но и объемный.

— в 90-е годы появилась возможность без потери данных создавать большие проекты и переносить их из одной системы в другую.

В России судьба информационного проектирования в России была решена в 2014 году. Технология получила поддержку со стороны государства — Мосгосэкспертизой был рассмотрен первый BIM-проект, по которому было получено положительное заключение.

В декабре 2014 года Минстрой России издал приказ № 926 о поэтапном внедрении этой технологии в промыш-

ленном и гражданском строительстве. В тендерных заявках и технических заданиях от клиентов и государственных производственных компаний, использование BIM как для проектов новых зданий, линейных объектов, так и для проектов реконструкции становится желательным или даже обязательным условием для проектировщика.

С новыми 3D-технологиями стало возможно создать проект объекта, изображая все детали максимально точно и подробно. Проекты, созданные методами компьютерного моделирования, включают сложные многоуровневые чертежи, множество вычислений и документации. 3D-технологии позволяют создавать здания и сооружения любого назначения.

Высокая точность при разработке проектов достигается использованием современного программного обеспечения (систем автоматизированного проектирования — САПР), которое наглядно изображает внешний вид конструкций и их поведение с учётом нагрузок. Термины 2D-, 3D-моделирование, а также BIM (Building Information Modelling — технология, в которой представленный в 3D-модели прототип сооружения, визуально копирует сооружение и с высокой точностью отражает фактическую информацию о нём). BIM технологии уверенно входят в жизнь проектировщиков.

Концепция BIM уже давно заняла прочные позиции в строительном проектировании, в тоже время как тех-

нология 4D-моделирования (метод визуального планирования — MBIP) осторожно начинает проникать на рынок. Эту новую технологию часто называют 4D BIM, или «визуальным моделированием». 4D BIM объединяет в себе 3D-модель и календарно-сетевой график работ, тем самым дополняя привычную трехмерную модель четвертым — временным — измерением. Получаемые 4D-модели дают возможность проследить и проанализировать всю последовательность выполнения работ по реализации проекта во времени. Сегодня как проектировщиками, так и строителями такие модели используются во многих проектах

Переход от CAD к BIM открывает множество дополнительных и ранее невиданных возможностей.

4D технологии эффективнее классических способов решают следующие задачи:

- объединение календарного плана постройки и составляющих трехмерной модели.
- детальный и подробный анализ технологии выполнения строительства.
- проверка оптимальности и правильности календарного плана строительства.
- получение необходимых физических материалов с привязкой ко времени.
- оптимизация зон строительной площадки.
- разработка разделов ПОС и ППР (проект организации строительства и плана производства работ).
- проработка траекторий передвижения на строительной площадке.
- оптимизация логистики.
- выявление и устранение пространственно-временных коллизий.

В сравнении с традиционными методиками планирования строительства 4D технологии обладают следующими преимуществами:

- минимизация рисков, сроков и затрат благодаря своевременному выявлению и устранению ошибок технологического, финансового и управленческого характера.
- улучшенная координация и взаимодействие участников благодаря работе в единой информационной среде и созданию общей визуальной последовательности реализации всего проекта.
- планирование в формате 4D — достоверное и реалистичное, модель максимально соответствует будущему объекту.
- эффективный контроль за ходом выполнения строительных работ посредством использования электронных средств, видеоматериалов, детальных иллюстраций каждого этапа.
- возможности использования динамических презентационных материалов (видеороликов).

Ключевым преимуществом визуализации процесса строительства в контексте реального времени на строительной площадке для заказчика является возможность увидеть весь процесс строительства буквально «вживую». Это значительно упрощает понимание происходящих ме-

роприятий. Это дает возможность быстро и верно принять решения, включая логистические задачи. Другими словами, планирование и визуализация строительства в формате 4D содействует интуитивному восприятию и пониманию всего процесса.

4D-моделирование дает возможность буквально полностью исключить все виды коллизий, в том числе и такие сложные для восприятия специалистом пространственно-временные — за счет построения динамической визуализации и автоматического выявления пересечений.

Быстро исправлять возникающие расхождения и нестыковки дают возможность адаптивные свойства трехмерной модели. Все части модели взаимосвязаны, вследствие этого при внесении изменения в одну из них, другая автоматически обновляется. Ещё, в случае если меняются данные по оборудованию, то это автоматически отражается во всех разделах. Как правило, такие задачи решались путём обмена текстовыми заданиями, табличными данными и графическими материалами.

Сквозная передача информации между элементами минимизирует промахи в расчётах и ускоряет работу над проектом.

Поиск коллизий является трудоемким и сложным процессом. Вследствие этого сегодня процесс проектирования на базе трехмерного и информационного моделирования немислим без программ визуализации комплексных моделей и средств автоматического поиска коллизий на основе формальных правил.

К линейным объектам относятся: железнодорожные линии, автомобильные дороги, искусственно созданные внутренние водные пути, трамвайные линии, линии электропередачи, трубопроводы, линии связи, теплопроводы, коллекторы, газопроводы, водоводы, иные виды подобных объектов капитального строительства. Так на рис. 1 представлен готовый путепровод.

Проектирование линейных объектов — одно из важных условий эффективной застройки территории. Верный выбор их месторасположения не только минимизирует затраты на строительство, но и оптимально организует вопросы оформления документации.

Мне видится интересным пример работы над проектом строительства путепровода, о которой рассказал главный специалист по внедрению инновационных технологий компании «ВТМ дорпроект», кандидат технических наук Сергей Панфилов: *«Наши специалисты разработали 4D-модель, когда шла работа над проектом строительства путепровода общей длиной 543 м через железную дорогу на 33-м км Можайского шоссе (платформа Перхушково). Таким образом, получен практический опыт BIM-моделирования, при необходимости мы можем создать любой проект в 3D- и 4D-формате в зависимости от поставленных задач и тех возможностей, которые предоставляют производители ПО»*. Проект путепровода через железную дорогу на 33-м км Можайского шоссе (платформа Перхушково) представлен на рис. 2.



Рис. 1. Готовый путепровод

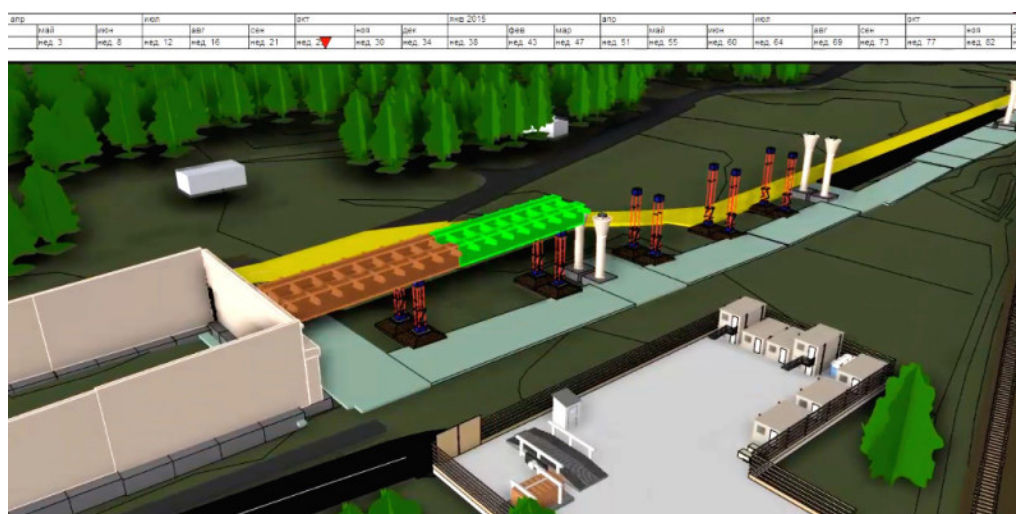


Рис. 2. 4D-модель строительства путепровода у пл. Перхушково. Возведение пролетных строений и подпорной стенки подходного участка

До сих пор инженер вынужден был работать с плоскостью, включать воображение в буквальном смысле слова. Применив 4D-модель, наши инженеры еще на первом этапе смогли увидеть все коллизии или спрогнозировать их. На упомянутом объекте действительно возникали такие вопросы, которые не были видны на стадии проектирования. Например, вопросы стыковки балок с опорными частями или автодорожной и мостовой частей. Дело в том, что, как правило, эти части работы готовят разные специалисты, да и сами работы производятся в разной последовательности. А моделирование позволяет проследить технологическую последовательность и заметить нестыковки, которые в реальности приведут к большим затратам.

4D-модель — это инструмент повышения эффективности работы подрядчика и заказчика, если этот инструмент появляется на начальном этапе для принятия правильных решений, то при осуществлении авторского надзора это упрощает контроль. Другими словами, у заказчика появляется возможность «прожить» стройку, не начав ее в реальности, не выкатив ни одного механизма на стройплощадку.

4D моделирование, несомненно, является важным инновационным прорывом в области организации и управления.

ВМ — это относительно новая технология в отрасли, которая обычно медленно адаптируется к изменениям.

Тем не менее, многие пользователи уверены, что BIM будет играть со временем еще более важную роль в создании документации.

Внедрение любой новой технологии — работа с нуля, без заданных ориентиров и правил, что не всегда согласуется с устоявшимся укладом работы российских компаний и государственного заказчика. Чтобы принять это как новый стиль работы, требуется время. За этим стоит перестройка многих бизнес-процессов компаний и получение сотрудниками новой квалификации.

Литература:

1. Людмила Изъюрова. В четырех измерениях // Транспорт России. (№ 24 (883). 8-14 июня 2015 года.)
2. Ермолов, Д. Е. 4D-моделирование строительства в России и за рубежом // Материалы IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум»
3. Инженерный вестник Дона, № 2 (2018) Статья: Инновационные методы 4D моделирования в организации строительства О. В. Богданова, Д. И. Докудовская

BIM — это процесс, а не программное обеспечение. BIM-технологии — это общая работа всех участников строительного процесса. Понимание этого поможет в работе и, в частности, во внедрении технологии информационного моделирования в компаниях строительного сектора.

Применение 4D BIM-технологий является мировой закономерностью и в ряде стран предписано на законодательном уровне. Можно констатировать, что внедрение BIM-технологий в России является неизбежным. Это только вопрос времени.

Обзор и сравнение методов исследования характеристик сцепления арматуры с бетоном

Стахов Даниил Олегович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматриваются получившие наибольшее распространение методики исследования характеристик сцепления металлической арматуры с бетоном. В ходе сравнения определяются достоинства, недостатки и области рационального применения данных методик. Подтверждение слов производится на основе результатов численных экспериментов, проведенных в соответствии с рассматриваемыми методиками в программном комплексе ANSYS Workbench при учёте физической, геометрической и конструктивной нелинейности.

Ключевые слова: анкеровка, сцепление, железобетон, арматура, эксперимент.

В настоящее время в нормах проектирования железобетонных конструкций разных стран, а также в международных нормах [1], господствует эмпирический подход в построении зависимостей по определению длины анкеровки и нахлёстки. Значительное расхождение длин анкеровки на уровне как расчётных, так и базовых значений [2, 3] свидетельствует о том, что различия появляются уже при получении экспериментальных значений прочности сцепления.

Чтобы разобраться в причинах этого, рассмотрим основные методики исследования характеристик сцепления, получившие наибольшее распространение в международной практике.

Несмотря на то, что понимание общих принципов механики и общемировой опыт проведения этих исследований позволяет судить о напряженно-деформированном состоянии используемых в испытаниях образцов, для получения более полной, часто недостижимой в реальных экспериментах, информации о распределении усилий в образцах, прибегнем к проведению численного экспери-

мента в универсальной программной системе конечно-элементного анализа ANSYS Workbench.

Описание расчётных моделей

При построении моделей была учтена симметрия расчётной области. Плоскость продольных ребер арматуры соответствует плоскости симметрии.

Для моделирования арматуры, стали и бетона применены трехмерные 20-ти узловые твердотельные конечные элементы SOLID 186. Для повышения точности решения и возможности учёта геометрии арматурного профиля конечно-элементная сетка измельчается по мере приближения к контакту между бетоном и испытуемым стержнем.

Учёт физической нелинейности обусловлен применяемыми моделями материалов:

— для описания поведения бетона был использован стандартный нелинейный материал Concrete NL доступный в библиотеке материалов ANSYS, который поддерживает модель Друкера-Прагера (Drucker-Prager Strength Piecewise);

— для описания поведения арматуры и стали применена модель полилинейного изотропного упрочнения (*Multilinear Isotropic Hardening*). За характерные точки кучочно-линейной диаграммы были приняты: предел упругости, начало и конец площадки текучести, а также одна промежуточная точка на ветви упрочнения. Координаты точек определялись согласно зависимостям, приведенным в пособии [4].

Прочностные и деформативные характеристики материалов задавались в нормативных значениях и соответствовали: для бетона образцов — тяжелому бетону класса В25; для испытываемого стержня — арматуре класса А500С; для конструктивного армирования — арматуре класса А240; для опорных конструкций — стали Ст³.

Диаметр испытываемого стержня был принят равным 16 мм. Геометрия арматурного профиля была задана на основе данных приложения А ГОСТ 34028-2016 [5].

В общем случае сцепление арматуры периодического профиля и бетона обеспечивается за счёт адгезии, трения и механического зацепления поперечных ребер арматуры за бетон. Учитывая, что после начала сдвига, неизбежно происходящего уже на ранних стадиях нагружения, адгезия будет потеряна, а вклад трения в общую емкость

сцепления невелик, в целях облегчения сходимости задачи, при моделировании контактной зоны учтено только механическое зацепление, что реализовано путем применения модели контакта *Frictionless*. Контакт бетонного образца и опорных конструкций реализован подобным образом, за исключением случая моделировании испытания по выдергиванию стержня из призмы, опёртой торцом, где применена модель контакта *Frictional*. Данный тип контакта назначен по плоскости соприкосновения между бетонным образцом и стальной опорной плитой. Коэффициент трения принят равным 0,35. Таким образом, в расчётной модели произведен учёт конструктивной нелинейности.

Учёт геометрической нелинейности реализован пошаговым приложением нагрузок и активацией опции *Large Deflection*.

В нелинейных задачах характер распределения усилий в значительной степени зависит от уровня нагружения. Поэтому важно в расчётных схемах задать значения усилий, наиболее ожидаемые на практике, т. е. в средних, а не в расчётных значениях. Такое усилие может быть определено по полуэмпирическим выражениям международного кодекса МС 2010 [1]. Данные о задаваемых в расчётные схемы нагрузках представлены в табл. 1.

Таблица 1. Силы, выдергивающие испытываемый стержень

Метод испытания	pullout test	beam test	beam-end test
F, кН	53,17	62,4	76,2

За рубежом принято различать две схемы разрушения сцепления:

— *pullout failure* — когда разрушения происходит от среза и смятия бетонных консолей между поперечными ребрами арматуры;

— *splitting failure* — когда радиальные трещины распространяются от стержня к поверхности бетона и происходит раскалывание защитного слоя.

Вышеописанный подход к моделированию сцепления позволяет рассмотреть напряженно-деформированное состояние образцов в момент перед разрушением по схеме *pullout failure* или в момент перед образованием значительных трещин и разрушения по схеме *splitting failure*.

Метод испытания призм, опёртых торцом

Метод определения характеристик сцепления путем выдергивания арматурного стержня из призм, опёртых торцом, является первым и наиболее применяемым. Он по-прежнему используется, наряду с другими методами, в странах Европы и Азии и является практически единственно применяемым в РФ. За рубежом такая методика получила название *pullout test*. Существует множество вариаций образцов для проведения подобного испытания. В своем классическом исполнении методика проведения данного испытания и требования к геометрическим параметрам образца зафиксированы в рекомендациях *RILEM RC6* [6].

Основным недостатком данного метода является несоответствие напряженно-деформированного состояния

бетона и конструктивного решения образца большинству реальных конструкций: бетон образца сжат, арматура растянута и равноудалена от граней на расстояние не менее 4,5 диаметров. Трение между бетоном образца и опорной плитой при нагружении способствует образованию сжатого «сводика» (рис. 2, а), что вызывает поперечное обжатие стержня и дополнительно препятствует раскалыванию.

Экспериментально доказано, что меньшая длина заделки способствует получению большей прочности сцепления за счёт более равномерного распределения сил сцепления по длине стержня. Поэтому длина заделки в 5 диаметров способствует завышению результатов и помимо этого делает невозможным фиксировать разницу смещений нагруженного и ненагруженного конца арматуры.

С одной стороны такой подход позволяет строить классический график зависимости условных касательных напряжений сцепления от смещения арматуры относительно бетона. С другой стороны, это плохо согласуется с работой реальных конструкций, где длина заделки составляет несколько десятков диаметров, и арматура на разных участках по её длине последовательно проходит разные стадии, описываемые графиком, а сдвиг незагруженного конца может и вовсе не наступить.

Влияние всех вышеописанных факторов в сумме приводит к тому, что прочность сцепления, получаемая

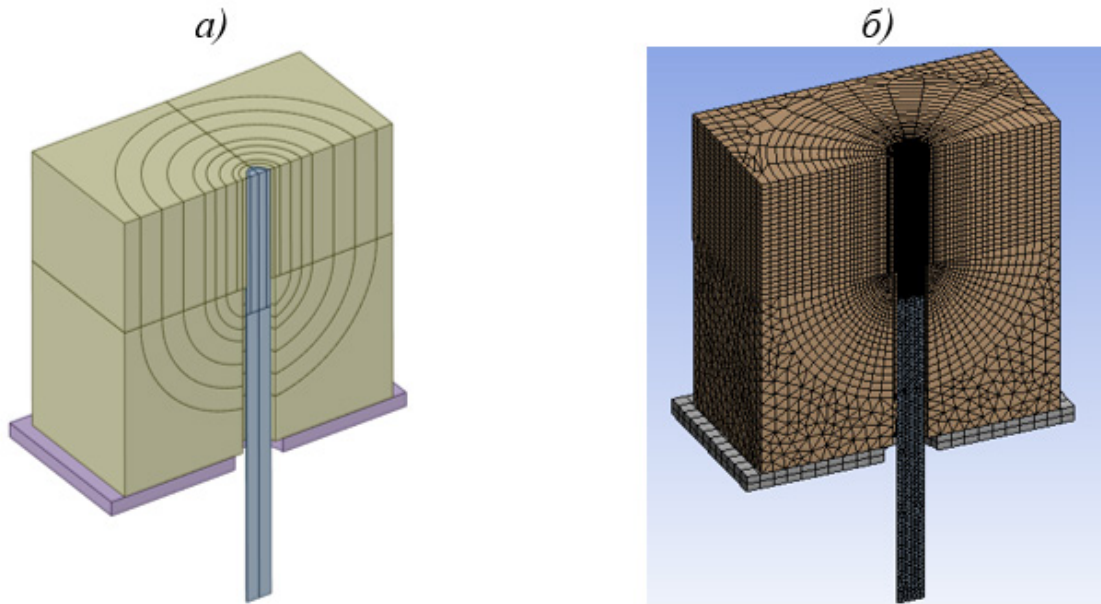


Рис. 1. Твердотельная (а) и конечно-элементная модель (б)

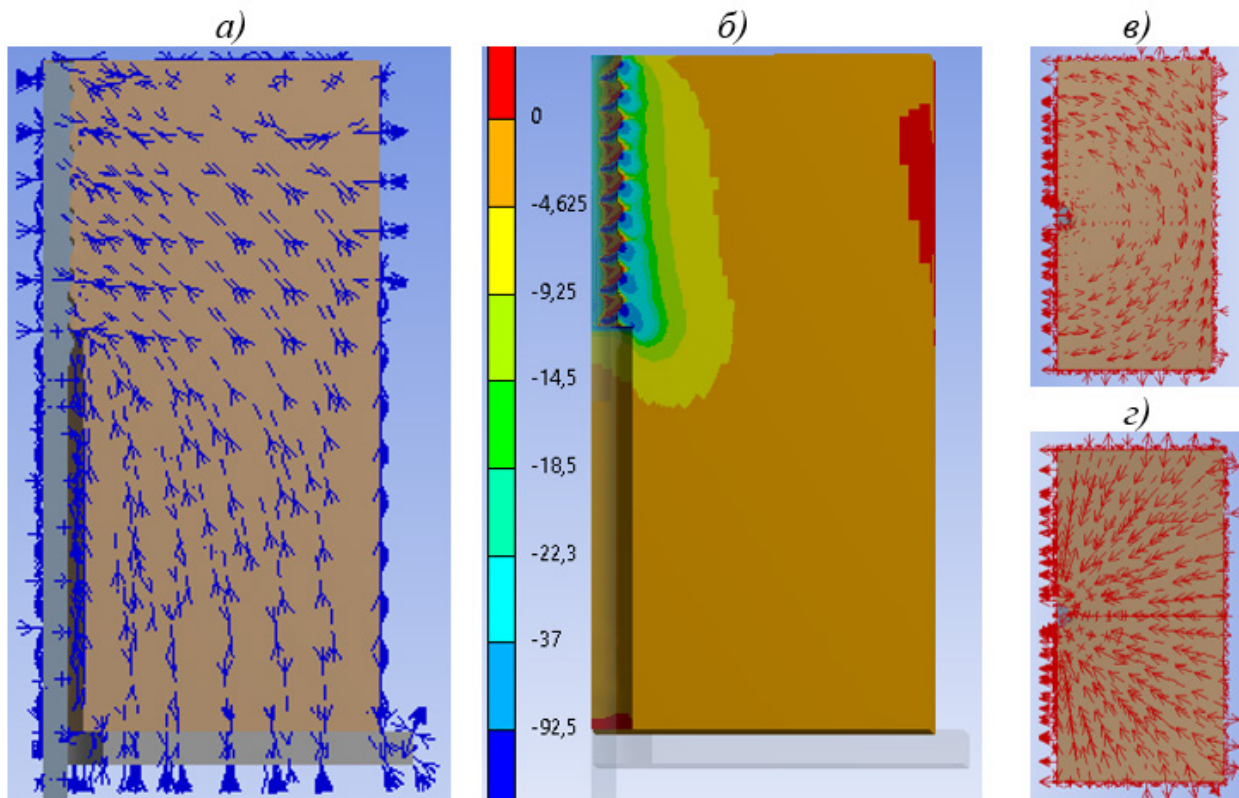


Рис. 2. Направление (а) и интенсивность (б) главных сжимающих напряжений, а также направление главных растягивающих напряжений в уровне нагруженного (в) и ненагруженного (г) конца арматуры

из данного опыта, до 60% превышает прочность сцепления, получаемую при испытании образцов работающих приблизительно к реальным конструкциям [7].

Конструктивное решение образца направлено на исключение разрушения анкеровки от раскалывания призмы. Таким образом, создается возможность рассма-

тривать характеристики сцепления только для схемы разрушения *pullout*.

С точки зрения удобства пользования простота опалубки, малые размеры и вес образца, большая база данных результатов испытаний являются неоспоримыми преимуществами данной методики. Однако стоит отме-

титель, что проведение данного эксперимента на наиболее распространенной испытательной машине невозможно без применения специальной оснастки.

Испытание балочного образца

Стремление приблизиться к условиям работы реальных конструкций привело к идее создания балочного метода испытания (*beam test*), методика проведения ко-

торого зафиксирована в рекомендациях *RILEM RC5* [8]. Данный метод наибольшее применение получил в странах Европы. Образец представляет собой два симметричных конца балки, соединенных между собой стальным шарниром в сжатой зоне. Предусмотрено 2 типоразмера: А для испытания стержней диаметром до 16мм и Б — для стержней большего диаметра.

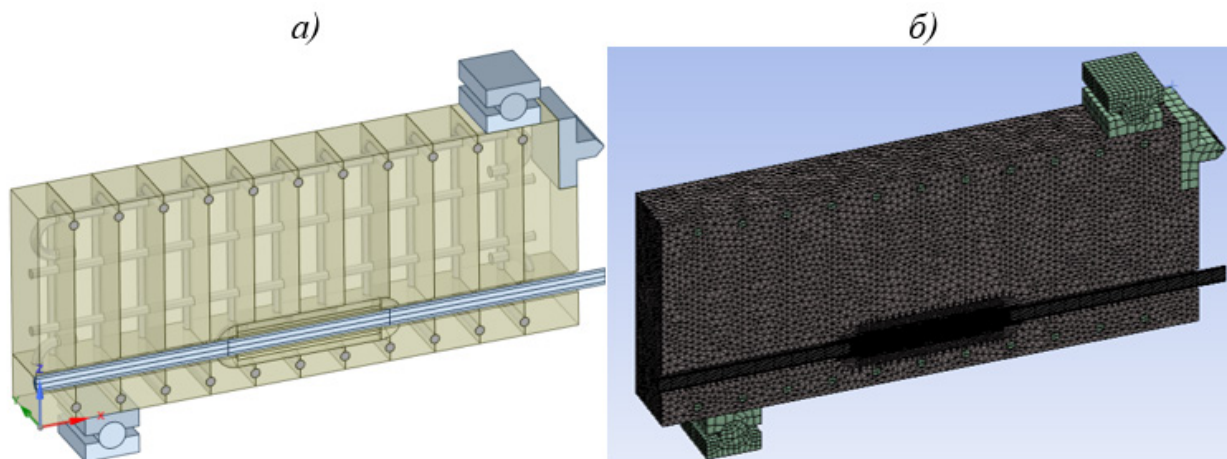


Рис. 3. Твердотельная (а) и конечно-элементная модель (б) балочного образца конца балки

По результатам конечно-элементного расчёта (рис. 4) видно, что в данном случае контактная область расположена, подобно реальным конструкциям, в зоне преимущественно растянутого бетона, при этом растягивающие напряжения по большей части параллельны оси стержня.

Тем не менее, стоит отметить несовершенство геометрии образца. Так, расстояние от ключевого шарнира до начала заделки одновременно чрезмерно мало в поперечном направлении и велико в продольном, что спо-

собствует образованию так называемой сжатой «стойки» от контактной зоны до ключевого шарнира (рис. 4) (эффект аналогичный образованию сжатого «сводика» в схеме *pullout test*). А из рассмотрения распределения главных растягивающих напряжений по сечению образца (рис. 7) заметно, что из-за малого различия величины защитного слоя до нижней и боковой грани, почти не наблюдается проявления влияния малости защитного слоя.

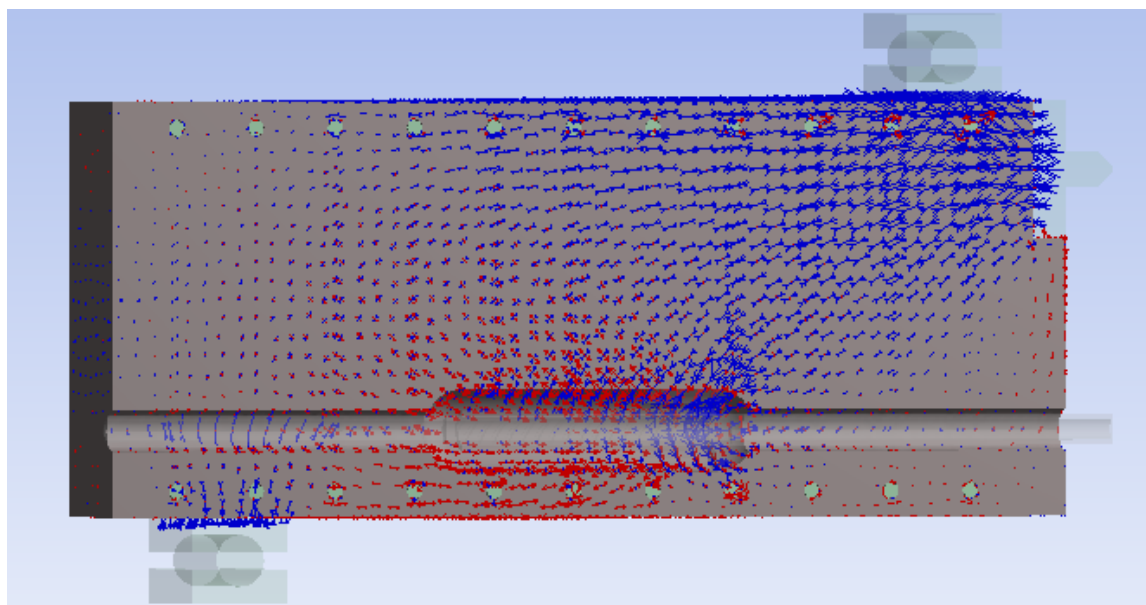


Рис. 4. Интенсивность и направление главных растягивающих (красным) и сжимающих (синим) напряжений по бетону балочного образца

Варьирование поперечного армирования образца, также как и величины защитного слоя, не предусмотрено. Согласно методике в образце типа А устанавливаются хомуты диаметром 6 мм шагом 50 мм, а в образце типа В — хомуты диаметром 10 мм шагом 50 мм, что обеспечивает объемный процент армирования $\mu_v = 0,57$ и $\mu_v = 1,57\%$ соответственно и разумеется значительно завышает значение разрушающей нагрузки, способствуя переходу или приближению разрушения образца от схемы *splitting* к схеме *pullout*.

Технологическими недостатками данного метода являются значительные габариты и вес образцов, который для образца типа А составляет 35 кг, а для образца типа В — 90 кг, а также тот факт, что конструктивное решение требует наличия ключевого шарнира в каждом образце. Помимо этого, представляется крайне сложным не на-

рушить сцепление в процессе изготовления или перемещения ещё не набравшего прочность образца.

Испытание образца конца балки

Метод испытания образца конца балки (*beam-end test*) получил наибольшее распространения на территории США. Методика проведения испытания и требования по конструированию образца закреплены американским обществом по испытаниям материалов в нормативном документе ASTM A944 [9]. Основным преимуществом данного стандарта является гибкость требований: строго установлена только длина образца, остальные геометрические параметры зависят от применяемой длины заделки, диаметра арматурного стержня. Таким образом, толщина защитного слоя, длина заделки и интенсивность поперечного армирования могут рассматриваться как варьируемые параметры.

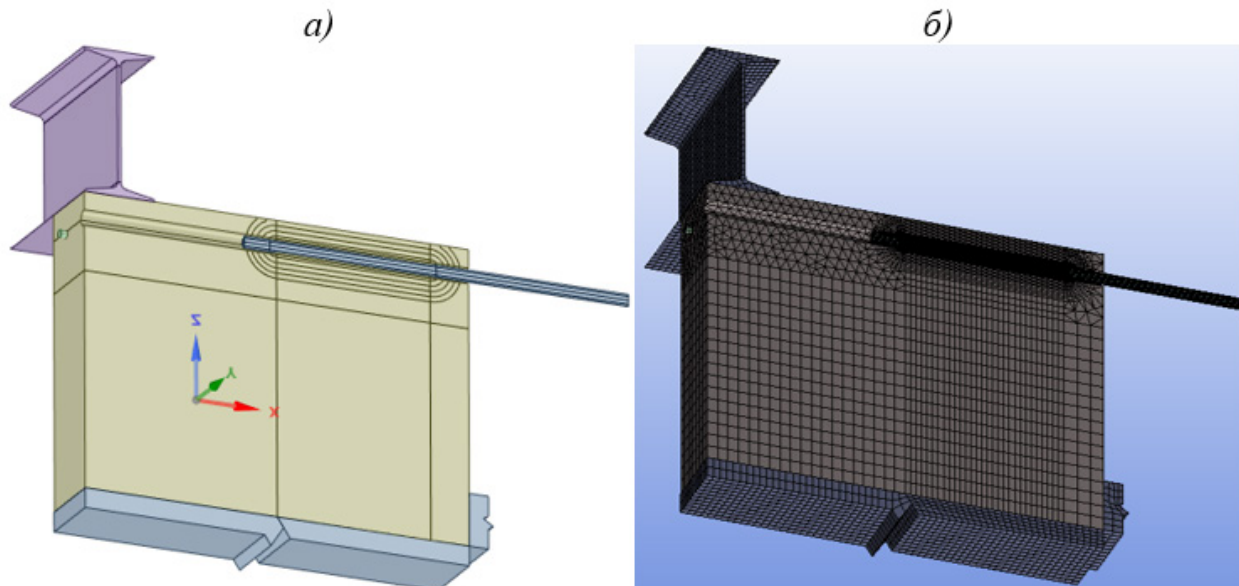


Рис. 5. Твердотельная (а) и конечно-элементная (б) модель образца конца балки

По своей работе образец конца балки схож с балочным образцом, однако его геометрические размеры способствуют получению более однородного напряженного состояния бетона по длине заделки, растягивающие напряжения в большей степени параллельны длине стержня, а сжатая «стойка» от начала длины заделки до опорной точки не образуется (рис. 6).

Из рассмотрения распределения напряжений по поперечному сечению образца (рис. 7в, г) заметно проявления влияния от малости защитного слоя.

С точки зрения удобства, эта методика значительно проигрывает вышеописанным: образец, чей вес составляет от 180 кг, невозможно транспортировать без использования грузоподъемного оборудования, а для проведения испытания не подходит ни одна стандартная испытательная машина и, следовательно, требуется изготовление специальной машины.

Вывод:

Метод вытягивания стержня из призм, опёртых торцом, дал возможность определить основные зависимости характеристик сцепления, являясь необходимым начальным звеном в цепи эволюции методик исследования данного явления. Тем не менее, при современном уровне развития строительной науки он не пригоден для определения характеристик сцепления из-за создания отличных от наблюдаемых в реальных конструкциях условий работы контактного слоя. Метод испытания балочных образцов (*beam test*), лишен этого недостатка и создает приемлемые условия работы бетона зоны заделки и пригоден для определения базовой прочности сцепления, для случая разрушения по схеме *pullout failure*, однако в своем классическом исполнении не позволяет рассматривать влияния конструктивных факторов на прочность и деформативность сцепления.

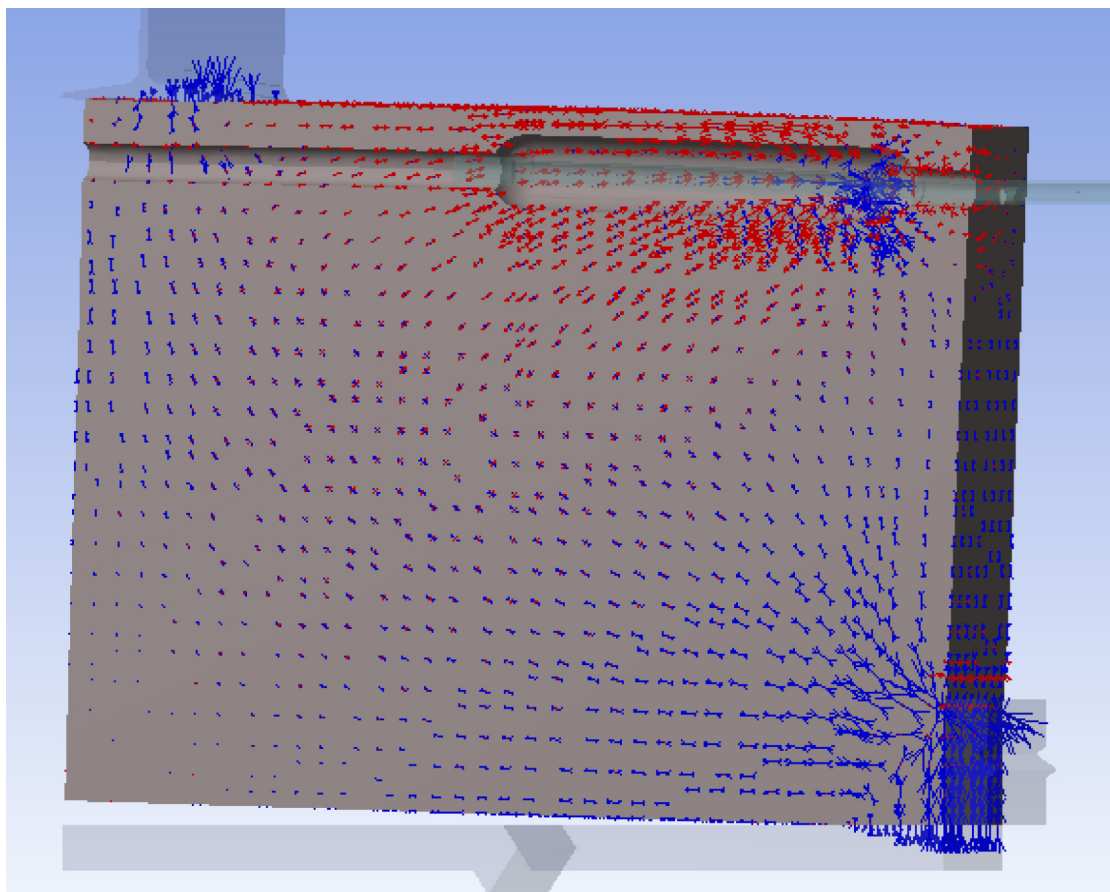


Рис. 6. Интенсивность и направление главных растягивающих (красным) и сжимающих (синим) напряжений по бетону образца

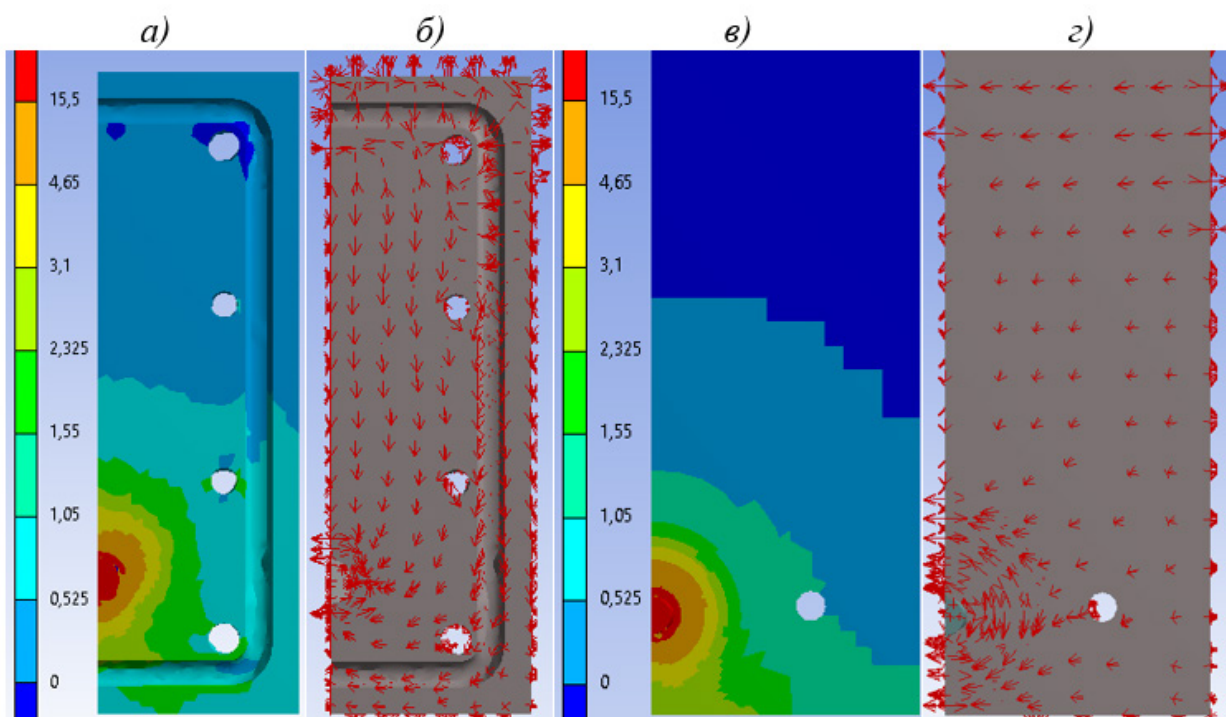


Рис. 7. Интенсивность и направление главных растягивающих напряжений в сечении балочного образца (а, б) и образца конца балки (в, г)

Наиболее предпочтительным методом для исследования характеристик сцепления является *beam-end test*, поскольку данный метод позволяет в точности моделировать НДС бетона зоны заделки и корректно учитывать влияние на прочность сцепления таких факторов

как интенсивность поперечного армирования, толщина защитного слоя, длина заделки и пр. Вместе с тем, использование данного метода связано с наибольшими технологическими трудностями при проведении испытания.

Литература:

1. fib Model Code for Concrete Structures 2010. — Berlin, Ernst & Sohn, — 2013. — 402 p.
2. Блинова, А. С. Трофимов А. В. Сравнительный анализ методов расчёта длины анкеровки арматуры // Молодой учёный. — 2018. — № 37. — с. 17-22.
3. Тихонов, И. Н., Мешков В. З., Судаков Г. Н. О нормировании анкеровки стержневой арматуры // Бетон и железобетон. — 2006. № 3. — с. 2-7.
4. Методическое пособие «Статически неопределимые железобетонные конструкции. Диаграммные методы автоматизированного расчёта и проектирования» — ФАУ «ФЦС», М. 2017.
5. ГОСТ 34028-2016 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия. — М.: Стандартинформ, 2017. — 41 с.
6. RILEM/CEB/FIB. Recommendation on reinforcement steel for reinforced concrete. RC6. Bond test for reinforcement steel. 2. Pull-out tests. 1983.
7. Zhenhai Guo Principles of Reinforced Concrete — Tsinghua University Press, Published by Elsevir Inc. Oxford, USA, 2014.
8. RILEM/CEB/FIP Recommendations RC5: Bond test for reinforcing steel, Beam Test, 1978.
9. ASTM A944-10 Standard Test Method for Comparing Bond Strength of Steel Reinforcing bars to Concrete Using Beam-End Specimen.

Разработка модели определения уровней шума при работе центральных систем кондиционирования воздуха

Супрун Татьяна Валерьевна, студент магистратуры
Сибирский федеральный университет (г. Красноярск)

В данной работе рассмотрена модель определения уровней шума при работе центрального кондиционера, определяются его шумовые характеристики, уровни снижения звуковой мощности в шумоглушителе, проводится анализ и расчет уровней снижения звуковой мощности по пути его распространения.

Ключевые слова: кондиционирование воздуха, шумовые характеристики, расчет уровней снижения звуковой мощности, шумоглушитель, звуковое давление.

Расчет уровней шума является достаточно трудоемкой задачей и должен учитывать множество факторов. Для облегчения выполнения расчетов уровней шума предложена модель.

В основу модели определения уровней шума при работе центральных систем кондиционирования воздуха заложена методика расчета приведенная [1]. На первоначальном этапе работы вычерчивается аксонометрическая схема системы кондиционирования воздуха. Сама модель состоит из следующих блоков, которые включают в себя исходные данные и сам расчет:

Блок 1. Определяются шумовые характеристики кондиционера со стороны всасывания и со стороны нагнетания по нормируемым среднегеометрическим частотам.

Блок 2. Определяются уровни снижения звуковой мощности в шумоглушителе (при наличии такового).

Блок 3. Проводится анализ, и определяются шумовые характеристики путевой арматуры системы и элементов воздухопроводов по позициям согласно аксонометрической схеме. Расчет проводится по методике изложенной в п. 6.4 [1], при этом каждому узлу присваивается свой номер позиции.

Блок 4. Проводится анализ, и расчет уровней снижения звуковой мощности по пути распространения шума по позициям согласно аксонометрической схеме. Расчет проводится по методике изложенной в п. 7 [1], при этом каждому узлу присваивается свой номер позиции.

Блок 5. Выполняется расчет уровней звукового давления для каждой расчетной точки отдельно, согласно аксонометрической схемы, с учетом затухания шума в помещении. При заполнении данного блока вводится только номер позиции и эквивалентный размер.

Блок 6. Проводится анализ, заносятся значения допустимых уровней шума, и определяется их соблюдение.

Согласно принятой схеме заносятся исходные данные в Блоки 1, 2, 3, 4, пример приведен в Таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные для расчета уровней шума при работе системы кондиционирования воздуха

№ позиции	Рассматриваемая величина	Среднегеометрическая частота, Гц								
		31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Блок 1. Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегеометрической частоте, Гц										
1	КЦКП-3,15-С1-УЗ (всасывание)	77	74	70	63	62	53	54	49	47
2	КЦКП-3,15-С1-УЗ (нагнетание)	70	67	67	68	64	59	61	60	56
Блок 2. Снижение уровней звуковой мощности в рассматриваемой величине, дБ, при среднегеометрической частоте, Гц										
3	Шумоглушитель ГТП 50-25-90	0	3	10	15	25	25	20	15	12
Блок 3. Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегеометрической частоте, Гц										
Элементы в системе отсутствуют										
Блок 4. Снижение уровней звуковой мощности в рассматриваемой величине, дБ, при среднегеометрической частоте, Гц										
4	Воздуховод 322x322 мм	0,6	0,6	0,45	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0
5	Воздуховод 500x250 мм	0,6	0,6	0,45	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0
6	Плавный поворот Ø333 мм	0	0	1	5	7	5	3	3	0
7	Решетка РВ1-200x500	16	10	6	2	0	0	0	0	0
8	Решетка АРН 600x650	10	5	1	0	0	0	0	0	0

После определения всех исходных данных, необходимых для расчетов, заполняет Блок 5. При этом вводится только номер позиции и эквивалентная величина (длина возду-

ховода, количество единиц арматуры и тд.) по данной позиции, все остальное программа рассчитывает сама. Результаты расчета приведены на Гистограмме (рисунок 1) [1].

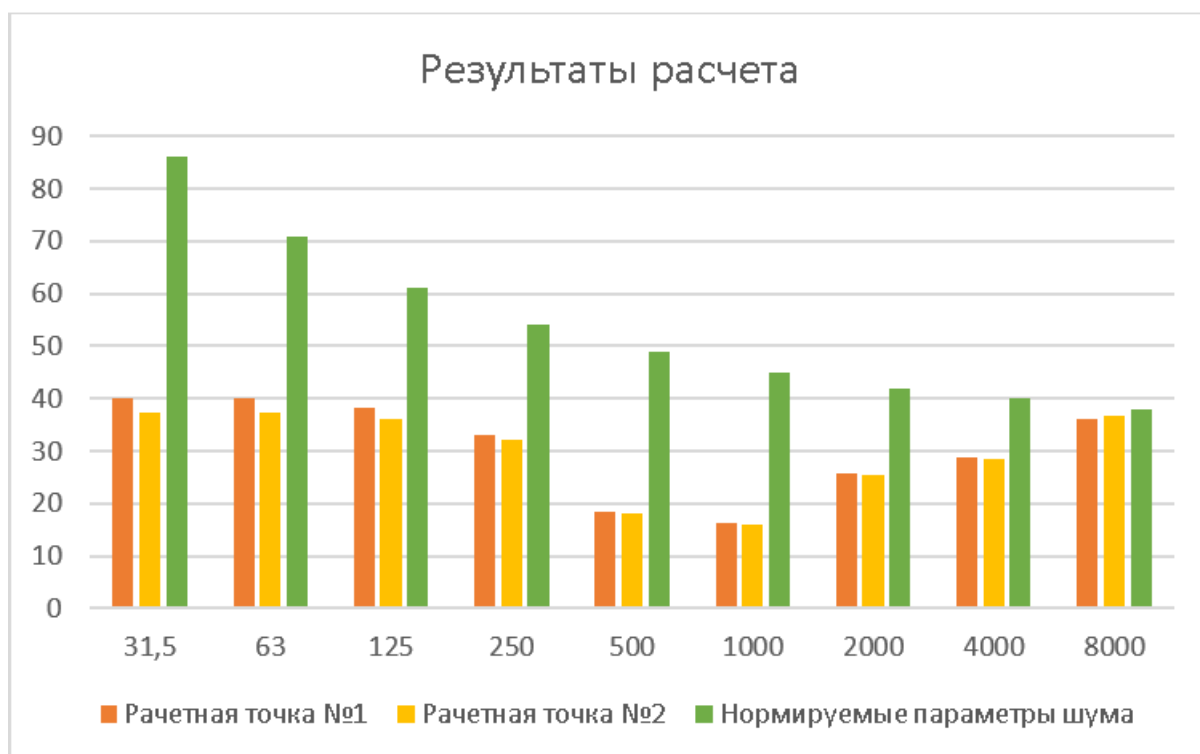


Рис. 1. Результаты расчета уровней звукового давления для каждой расчетной точки

По результатам определения уровней звукового давления в расчетных точках видно, что превышения уровней шума в помещениях офисного здания не выявлено.

В том случае, если бы в помещениях офисного здания было бы выявлено превышение уровней шума хотя бы в одной среднегеометрической частоте с нормируемыми

уровнями шума, разработанная модель позволяет внести другой шумоглушитель в позицию 3 таблицы 1 и оценить уровни звукового давления.

Данная модель позволяет оптимизировать расчет уровней звуковой мощности, а также определить исходные данные для расчета шума на прилегающей территории.

Литература:

1. СП 271.1325800.2016 «Системы шумоглушения воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха»
2. «Из опыта борьбы с шумом оборудования инженерных систем». Гусев В. П. АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2012. № 3. с. 64-75.
3. «Метод оценки распространения шума по воздушным каналам систем отопления, вентиляции и кондиционирования». Гусев В. П., Жоголева О. А., Леденев В. И., Соломатин Е. О. Жилищное строительство. 2012. № 6. с. 52-54.

Оценка транспортной системы в соответствии с устойчивыми стандартами в различных районах г. Эд-Дивании, Ирак

Туабан Мохаммед Фахим, студент
Волгоградский государственный технический университет

Целью исследования является оценка текущей транспортной реальности в трех выборочных районах в соответствии с устойчивыми стандартами, для того чтобы помочь достичь оптимальной транспортной системы, которая принимает во внимание влияние на окружающую среду в целом, а также на потребности людей в частности.

В последние годы становится все труднее добраться до места назначения по разным причинам, будь то плохие дороги, движение, плохой или дорогой общественный транспорт и множество подобных им. Эта потеря во времени оказывает значительное влияние на социальную жизнь людей, а также влияет на экономику страны. Это связано не только с отсутствием эффекта доступности в социальном, но и в экологическом спектре, поскольку транспортная система не учитывает воздействие на окружающую среду, которое она вызывает, яркий пример влияния тому — крупнейший источник парниковых газов. Правительство продолжает пренебрегать окружающей средой, в которой мы живем, если дело доходит до нашей транспортной системы.

Устойчивая транспортная система была определена во многих отношениях, но если бы нам пришлось подвести итоги в одном предложении, то, возможно, лучшим определением было бы следующее: «Транспорт, который отвечает текущим потребностям в мобильности без ущерба для способности будущих поколений удовлетворять эти потребности». [1]

Создание оптимальной транспортной системы привлекает во внимание эффективность и безопасность в удовлетворении индивидуальных и общественных потребностей непосредственно с учетом условия снижения социальных и экологических последствий для окружающей среды. Добиться этого можно путем сокращения ресурсов,

сведения к минимуму выбросов отходов и пагубного влияния общественного транспорта. Речь идет об адаптации методов и технологий, наиболее подходящих для удовлетворения необходимых потребностей. В данной работе мы попытаемся найти пути улучшения транспортной системы в выбранном районе с учетом сохранения и улучшения условий жизни граждан путем снижения общего трафика и введения необходимого транспорта. [2]

Основные принципы для создания искомой необходимой транспортной системы:

- Предоставление вариантов транспортировки с учетом инфраструктуры и запросов граждан, проживающих в выбранном районе.
- Защита природных ресурсов
- Повышение экономической конкурентоспособности и создание финансовых последствий
- Координация и использование государственной политики и инвестиций.

Экономические показатели оптимального транспорта

1. Удовлетворенность населения: Общие оценки удовлетворенности пользователей транспортной системы.
2. Время: Среднее время в пути от точки до точки.
3. Учет инфраструктуры города: среднее количество основных заведений (школы, магазины и правительственные учреждения) в нескольких минутах ходьбы от жилых домов.

4. Транспортное разнообразие: разнообразие и качество транспортных опций, доступных в сообществе.

5. Доступность: часть расходов домашних хозяйств, связанных с транспортом, особенно домохозяйствами с низким уровнем дохода.

Социальные показатели оптимального транспорта

1. Рейтинг среди населения: общая удовлетворенность транспортной системой, находящимися в неблагоприятном положении.

2. Безопасность: инвалидность на душу населения и смертельные случаи.

3. Детское путешествие: часть поездок в школу и другие местные пункты назначения пешком и на велосипеде.

4. Инвалиды: качество транспортных средств и услуг для инвалидов.

5. Доступность: часть бюджетов, расходуемых на транспорт жителями с низким доходом.

Экологические показатели оптимального транспорта

1. Загрязнение воздуха: частота нарушений стандарта загрязнения воздуха.

2. Шумовое загрязнение: часть населения подвергается воздействию высокого уровня шума уличного движения.

3. Загрязнения воды: на душу населения потери жидкости транспортного средства.

4. Земельные последствия: на душу населения земля, выделенная транспортным средствам.

5. Зоозащита: сохранение высококачественной среды обитания диких животных (водно-болотных угодий, староегодных лесов и т. д.)

6. Измерение: разработка показателей для устойчивых и пригодных для жизни транспортного планирования. [3-5]

Город Дивания был основан в 1747 году. Он расположен между (39 «31» широта к северу) и (44 «55» 15» долгота на восток), поэтому, он имеет центральное расположение на ближнем востоке Ирака (карта № 1). Он является столицей штата Кадисия и центром трех других городов (Шамия, Хамза, Афак), как показано на карте № 2.

Дивания расположена в центральной части южного Ирака на реке Евфрат с населением около 650000 человек. Он находится примерно в 180 км к югу от Багдада и в 320 км к северу от Басры, на восточной стороне реки.

Земля в Дивании известна своими плоскостями полей и с двух сторон находится река. Поверхность поднимается до 21 м от уровня моря на севере, но до 19 м на юге и постепенное различие с северной стороной на юг. Таким образом, его простые поля значительно облегчают планировщикам разработку стратегий развития и облегчают их доступ из одного места в другое. Карты местности указаны на рис. 1, рис. 2



Рис. 1. Карта № 1



Рис. 2. Карта № 2

Рассмотрев окрестности и учитывая их пути сообщения, мы приведем в результат необходимый минимум для разработки оптимальной транспортной сети. В качестве исходных объектов были взяты Ум Аль-Хайль, Аль-Аруба, Аль-Садр.

Ум Аль-Хайль является одним из лучших районов Дивании, так как он считается лучшим для жителей городов из-за его расположения рядом с рекой

и главной улицей. Его жители также имеют более высокий средний доход по сравнению с другими районами и более низкую плотность людей и зданий, которая варьируется от одного места к другому. Несмотря на то, что все это положительно звучит, окрестности имеют свои недостатки в отношении к транспортной доступности.

Транспортная карта местности приведена на рис. 3.

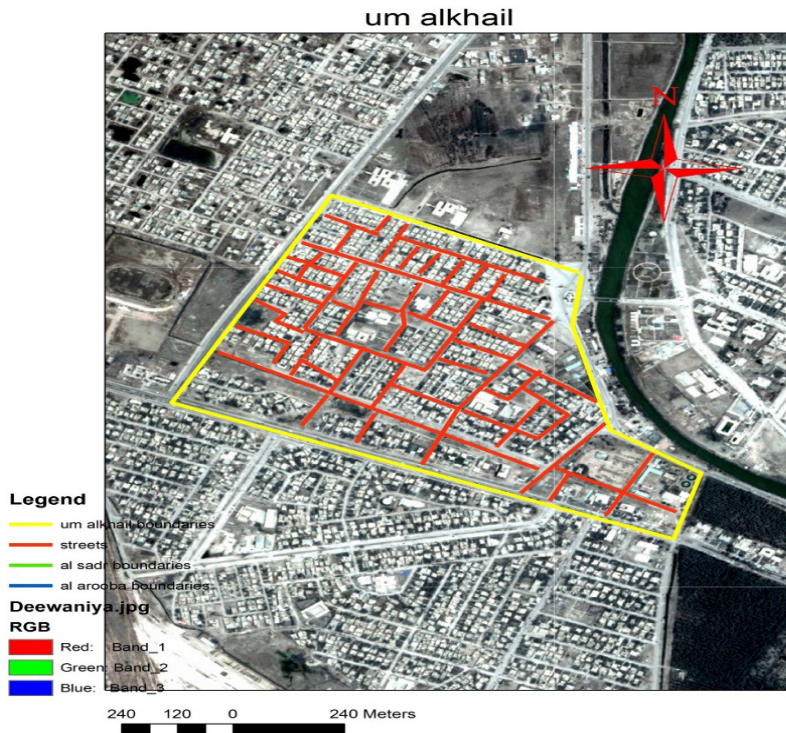


Рис. 3. Транспортная карта местности

Аль-Аруба является одним из старейших районов в Дивании, если даже не самым старейшим. Он известен своей более высокой плотностью и движением особенно в час пик. Несмотря на то, что он начал как жилой ком-

плекс, он быстро вырос в более коммерческий, особенно за последнее десятилетие с его магазинами одежды, ресторанами и кафе.

Транспортная карта местности приведена на рис. 4.

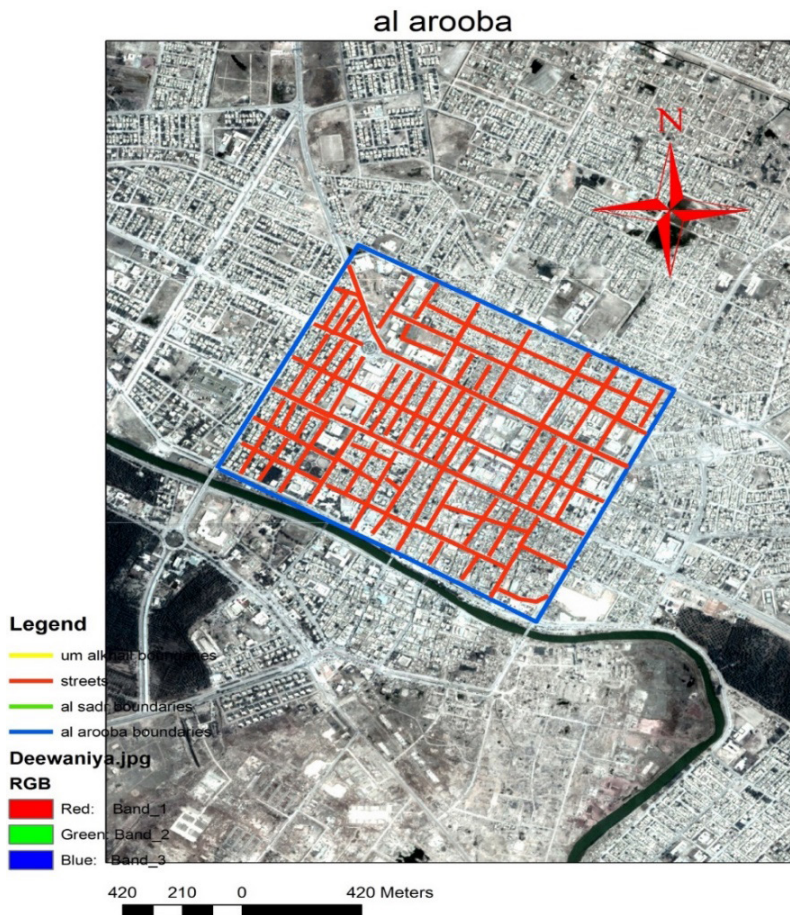


Рис. 4. Транспортная карта местности

Аль-Садр является одним из самых скромных районов в Дивании, поскольку он не имеет хорошей инфраструк-

туры, как остальные его предыдущие соседи. Он имеет умеренную плотность, а цены на земли ниже.

Транспортная карта местности приведена на рис. 5.

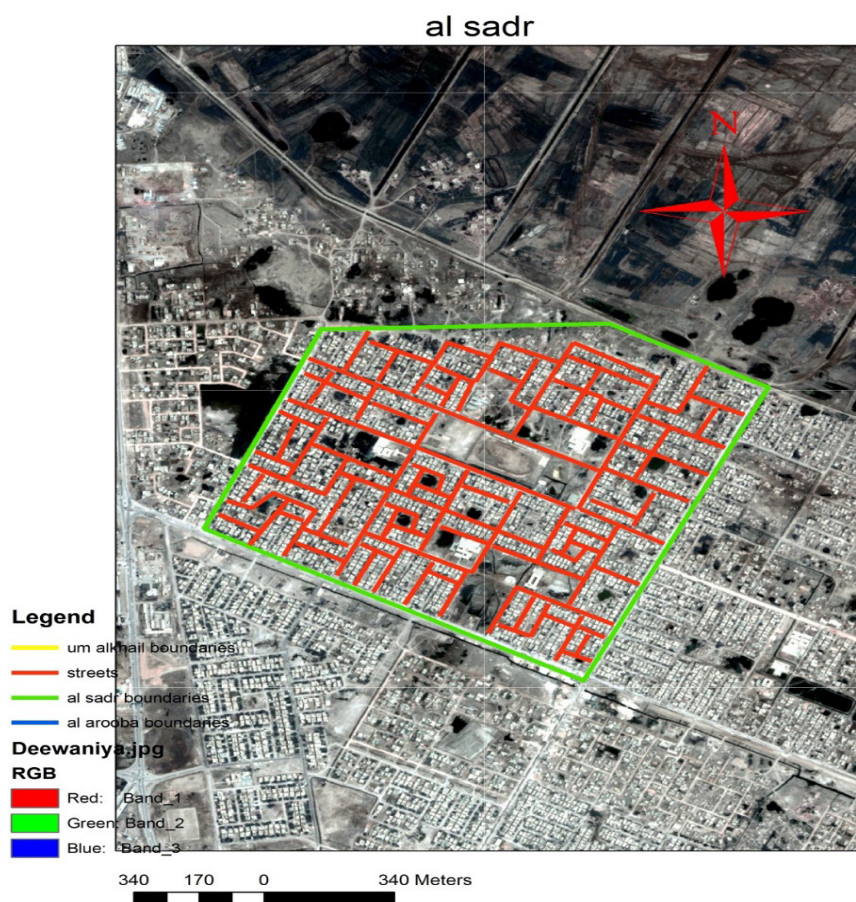


Рис. 5. Транспортная карта местности

В таблице 1 можно рассмотреть сравнение по характеристикам между выбранными районами.

Таблица 1. Сравнение между тремя соседними городами

Ум-Аль-Хайл	Ас-Садр	Аль-Аруба	Категория
4536	6672	8250	Населения
70	134	96	Площадь (акров)
987	1206	1254	Транспортные средства, введенные (средний в час)
852	1206	642	Транспортные средства, выехав (в среднем в час)
10	14	21	Вся плотность жилой недвижимости
8	15	21	Чистая плотность жилой недвижимости

Автором также был произведен опрос в выбранных районах на тему отношения населения к вопросу о качестве и желании улучшения возникшей транспортной проблемы.

Результаты опроса можно увидеть в таблице 2.

Анализируя полученные данные можно сказать, что есть несколько препятствий, стоящих перед созданием оптимальной транспортной сети:

1. Уже построенная сеть дорог делает более трудоемким внедрить оптимальную транспортную сеть, в особенности это видно в районе станции Транс.

2. Различие мнений людей о необходимом варианте использования общественного транспорта.

3. Существующие улицы не в полной мере поддерживают государственную транс-систему, поскольку они не имеют частных полос, которые отделяют общественные автомобили от частных автомобилей.

4. Отсутствие образования и знаний сообщества в пользу общественного транспорта и его положительное влияние на окружающую среду.

Таблица 2. Результаты проведенного опроса

В Алхал	Аль-Аруба	Аль-Садр, Саут-Да.А.	Показатели
			Экономические должники
			Удовлетворенность населения
			Время в поездке
			Заполненность дорог
			Транспортное разнообразие
			Доступность
			Социал indicators
			Рейтинг пользователей
			Безопасность
			Детские путешествия
			Ограниченные возможности
			Доступность
			Экологические должники
			Загрязнение воздуха
			Водная политика
			Шумовое загрязнение
			Воздействие землепользования
			Защита мест обитания

	Выше среднего
	Средняя
	Ниже среднего

*Эти оценки были даны в соответствии с информацией, собранной из мэрии, опрос жителей и рабочих в каждой области.

Автор изучил три района, где вероятно не было большого признака существования устойчивого общественного транспорта, но в них определенно есть потенциал его достижения.

Ключевой задачей для лиц, принимающих решения, а также планировщиков в области оптимального и устойчивого общественного транспорта, является осуществление мер, направленных на повышение эффективности различных видов транспорта, а также транспортной системы в целом. Поскольку не существует единого средства обеспечения эффективного транспорта, возникает задача обеспечения сбалансированного подхода к повышению эффективности перевозок.

В этом могут помочь следующие средства достижения цели создания оптимального и устойчивого общественного транспорта:

1. поощрение большей интеграции между видами транспорта в сторону повышения конкурентоспособности и уменьшения воздействия на окружающую среду;

2. содействие развитию и финансированию стратегической транспортной инфраструктуры;

3. поощрение людей к использованию более экологически эффективных режимов.

4. поощрение пользователей изучить все доступные варианты транспортировки и выбрать наиболее эффективный режим, особенно для доставки.

5. продвижение передовых технологий, которые улучшают работу системы

В заключении можно сказать, что цель проведенного мной исследования состояла в том, чтобы оценить реальность транспорта, доступного в городе, и предложить стратегию, как она может быть разработана, чтобы стать более устойчивой. Исследования, проведенные на основе собранной информации и обследований, показали, что, как правило, не существует транспортной системы, особенно в условиях выбранных территорий, где есть отсутствие инфраструктуры и доступности ее продвижения, которая показывает, что есть много возможностей для совершенствования с помощью местных органов власти и инженеров.

Литература:

1. Доклад «определение устойчивого развития» // Комиссия Брундтланд, 1987

2. Николаева, Р.В., Газизова З.С.. Формирование и развитие интеллектуальных транспортных систем // Техника и технология транспорта. 2016. № 1 (1). URL: transport-kgasu.ru/files/N1-2.-Nikolaeva-R. V.-_Gazizova_Zagidulina.pdf
3. Аль-Хатлул, С. (2017). Планы развития Эр-Рияда на последние пятьдесят лет (1967–2016). Текущие урбанистические исследования.
4. ОЭСР. Париж: ОЭСР // 1996. Устойчивый транспорт
5. Ричардсон, В. С. Устойчивый транспорт: Анализ рамок. J. Transp. Geogr. 2005 год
6. Вольни, А.; Огрызек, М.; З. Збек, Р. К устойчивому развитию и предотвращению
7. Белкина Татьяна Дмитриевна От стратегического планирования к стратегическому управлению городами: проблемы и решения // Проблемы прогнозирования. 2014. № 6 (147). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ot-strategicheskogo-planirovaniya-k-strategicheskomu-upravleniyu-gorodami-problemy-i-resheniya> (дата обращения: 01.06.2021).

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 23 (365) / 2021

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

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 16.06.2021. Дата выхода в свет: 23.06.2021.

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.