

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



19 2021
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 19 (361) / 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
Рахронов 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 изображена *Наталья Ивановна Басовская* (1941–2019), советский и российский историк-медиевист, специалист по истории Средних веков Западной Европы.

Наталья Басовская родилась в Москве в семье участника Великой Отечественной войны, полковника Ивана Федоровича Куренкова и агронома Марии Адамовны Куренковой (Варш). В школьные годы ее наставницей была Аделаида Анатольевна Сванидзе.

Басовская с отличием окончила исторический факультет МГУ, выбрав специальность «зарубежная история», и специализировалась на кафедре истории Средних веков. В университете Басовская стала сначала кандидатом, а затем и доктором исторических наук, защитив диссертации «Английская политика в Гаскони в конце XIII — начале XIV в.» и «Англо-французские противоречия в международных отношениях Западной Европы второй половины XII — середины XV в.».

«Я поступала на истфак МГУ с очевидным желанием заниматься русской историей, меня привлекал XVII век, Смутное время, которое тогда было мало исследовано. Но я сразу ощутила идеологический напор: в учебниках все ответы уже были... Поэтому у меня ориентир был такой — подальше. Я хорошо владела английским, поэтому выбрала Англию. Дипломную работу писала по Англии. А Средневековье — потому, что отползала подальше от идеологически понимаемой «актуальности»... С годами я отошла от узкого интереса к медиевистским штудиям», — говорила она.

Наталья Ивановна преподавала на кафедре всеобщей истории Московского государственного историко-архивного института (МГИАИ), ныне — Историко-архивный институт Российского государственного гуманитарного университета (ИАИ РГГУ), читала курс лекций «Всеобщая история. Средние века. Запад», спецкурс «Леопард против лилии...». Она стала заслуженным профессором РГГУ и в свое время организовала при кафедре студенческий кружок истории древности и Средневековья (КИДИС), ко-

торый проводил «суды истории» — театрализованные обсуждения судебных известных исторических персонажей. О некоторых «судах истории» в 1991–1993 гг. были сняты документальные фильмы. В 1990-е годы профессор неоднократно читала лекции по истории советской исторической науки в университетах США.

Под ведомством Басовской также была кафедра всеобщей истории Историко-архивного института РГГУ, она работала директором учебно-научного Центра визуальной антропологии и эгоистории (ЦВАЭ) и содиректором Российско-американского центра библеистики и иудаики. По характеристике, данной ей RFI (Международным французским радио) в 2012 году, — «ведущий преподаватель РГГУ, стоявший у истоков зарождения университета».

Начиная с 1970-х годов Басовская как историк выступала в теле- и радиоэфире. Два года она вела радиопередачу «Радио для урока истории», а вместе с главным редактором радиостанции «Эхо Москвы» Алексеем Венедиктовым была ведущей исторической передачи «Не так» на этой радиостанции, а позднее, опять-таки вместе с Венедиктовым, — ведущей исторической передачи «Все так».

Наталья Ивановна писала публицистические статьи в журналы «Знание — сила» и «Родина», являлась членом редколлегии последнего. Под ее авторством вышло более 150 работ.

По словам ректора РГГУ Безбородова, Басовская была выдающимся ученым и блестящим педагогом. «Речь идет о человеке, который в 1972–1973 годах обучал меня, студента первого курса, всеобщей истории, принимал у меня зачет, экзамен. Потом мы вместе шли всю жизнь. Она мне помогала максимально, я старался помогать ей — и в научном плане, и в любом другом. Она была выдающимся ученым, известным в мире, не говоря уже о нашей стране, медиевист, великолепный педагог», — отметил Александр Борисович.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

Вязовцева В. В., Сагинаев А. Т.
Утилизация отходов бурения1

Рагимова Н. М.
Кинетические закономерности и механизм реакции окислительного дегидрирования изомеров метилциклопентена 4

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Гилязетдинов А. О., Дёмин В. С.
Анализ нечетких методов сравнения при работе с несколькими источниками данных 9

Гурабанидзе В. Г.
Роль информационных технологий в создании мира электронных виз..... 11

Зарипов И. Р.
Перспективы распространения технологии роботизации процессов в России 13

Канукова В. А.
Моделирование жизненного цикла проектов в производственной компании методом системной динамики 15

Наместников Д. А.
Выбор методов улучшения динамического диапазона видеокамеры 19

Наместников Д. А.
Исследование алгоритма улучшения динамического диапазона 21

Наместников Д. А.
Динамический диапазон видеокамер..... 23

Торгушин И. В.
Реализация КИХ-фильтра с частотной выборкой в среде Matlab 25

Торгушин И. В.
Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой 28

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Камаев А. С.
Оловянная бронза, область применения и ее свойства..... 30

Мугаллимова И. И.
Система внешнего армирования как способ усиления монолитного безбалочного железобетонного перекрытия 32

Расулова М. А.
Газоконденсатные резервуары 35

Рудный И. А., Рябина М. В.
Анализ факторов, влияющих на ширину раскрытия нормальных трещин в изгибаемых железобетонных элементах 37

Садыков В. Ф.
Модернизация действующей системы электрообогрева промышленных трубопроводов на примере объекта подготовки и перекачки нефти 40

Силюнин В. А.
Проектирование и изготовление редуктора посредством аддитивного производства для мобильных робототехнических систем 41

Торянников А. Ю., Барышников А. А.
Сравнительный анализ высокоэнергетических методов поверхностного упрочнения стали 45

Хузин Р. И.
Преимущества применения технологии одновременно-раздельной эксплуатации на многослойных месторождениях..... 49

Шихиев М. Э. Системы повышения производительности скважин.....	51
--	----

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Кисабаева А. Е. Методы снижения сейсмической уязвимости зданий жилой застройки	55
--	----

Магомедов Р. А. Сравнительный анализ геометрических схем в купольном домостроении.....	57
--	----

Сидоренко Д. С. Сравнение современных методов расчета монолитных безбалочных железобетонных перекрытий	59
--	----

МЕДИЦИНА

Babajanova S. A., Kurbanova Z. S., Hidoyatov K. U. Comparative analysis of the effectiveness of lipid — lowering drugs in the treatment of ophthalmic diabetes on the basis of clinical and laboratory studies.....	63
---	----

Кудряшова Л. Н., Петрова О. М. Заболеваемость и смертность от злокачественных новообразований населения г. Уфы за 2018–2020 годы.....	64
---	----

Садрисламова А. Р., Корягин В. С. Анатомия и патология слюнных желёз. Сиалоаденит, сиалоз	69
---	----

ГЕОЛОГИЯ

Хузин Р. И. Факторы, влияющие на эффективность одновременно-раздельной эксплуатации.....	71
--	----

Ысаков А. Ж., Лян Цзюнь Анализ по применяемым методам интенсификации притока и способам увеличения нефтеотдачи	72
--	----

Ысаков А. Ж., Лян Цзюнь Геолого-физическая характеристика горизонтов (месторождений Кыргызской Республики).....	75
---	----

ХИМИЯ

Утилизация отходов бурения

Вязовцева Вероника Викторовна, студент магистратуры;
Сагинаев Аманжан Туремуратович, доктор химических наук, профессор
Атырауский университет нефти и газа имени Сафи Утебаева (Казахстан)

При добыче нефти образуются отходы бурения, которые являются основным источником загрязнения нефтедобывающей среды. Практически каждый процесс поиска и добычи нефти приводит к образованию многих видов отходов, которые негативно влияют на окружающую среду, таких как образование и удаление шлама и избыточных буровых растворов. Эти материалы сбрасываются за борт при морских операциях или закапываются при бурении на суше. Для управления отходами бурения и уменьшения их воздействия на окружающую среду был использован ряд методов. Такие технологии, как наклонно-направленное бурение, бурение мелких скважин, бурение с использованием гибких насосно-компрессорных труб и пневматическое бурение, — это лишь немногие из методов бурения, при которых образуется меньше отходов бурения. В данной работе обсуждаются экологически ответственные действия, которые требуют понимания типов отходов и того, как они образуются, а также ряд технологий управления отходами бурения для минимизации и устранения воздействия отходов бурения на окружающую среду.

Ключевые слова: утилизация отходов бурения, окружающая среда, исследование, добыча.

Вся деятельность, связанная с разведкой, добычей, хранением и транспортировкой нефти и газа, связана с образованием отходов, связанных с потенциальным риском для окружающей среды.

Типы отходов связаны с деятельностью по разведке и добыче.

Этими видами деятельности являются: буровые работы, производственные операции, операции закачивания, капитальный ремонт, операции газового завода.

Буровой раствор вместе с взвешенным буровым шламом и некоторыми тяжелыми металлами выносятся через кольцевое пространство на поверхность, где шлам отделяется от жидкости, и жидкость закачивается повторно для подъема большего количества шлама.

Затем твердый шлам либо обрабатывается, либо утилизируется, либо перемалывается в суспензии и закачивается, либо хранится в яме для отходов для дальнейшей обработки и захоронения.

Многие материалы и отходы, связанные с буровыми работами, могут оказать негативное воздействие на окружающую среду.

Потенциальное воздействие зависит в первую очередь от материала, его концентрации после высвобождения подвергающегося воздействию биотического сообщества.

Некоторые экологические риски могут быть значительными, а другие — очень низкими.

Основными последствиями, вызывающими серьезную озабоченность, являются загрязнение водоемов, загрязнение земель, а также загрязнение воздуха.

Неправильное удаление загрязненного бурового шлама в водоемы (океан) подвергает опасности морскую жизнь.

Чрезмерный выброс загрязнителей воздуха из двигателей внутреннего сгорания делает воздух небезопасным как для людей, так и для животных, и некоторые из их последствий включают респираторные проблемы у людей и животных, повреждение растительности и подкисление почвы.

Материалы и методы

Преимущества и недостатки захоронения отходов

Захоронение — это размещение отходов в искусственных или естественных выработках, таких как ямы или свалки. Благодаря своей простоте, он остается наиболее распространенным методом захоронения отходов бурения на суше. К другим преимуществам этого метода можно отнести дешевизну, низкую технологичность, а также отсутствие необходимости вывоза отходов с буровой площадки. Учитывая текущую осведомленность о путях миграции загрязнителей,

следует тщательно учитывать риски, связанные с захоронением отходов. Для отходов, содержащих высокие концентрации масла, соли, биологически доступных металлов, промышленных химикатов и других материалов с вредными компонентами, которые могут загрязнять пригодные для использования водные ресурсы, захоронение на месте может быть не лучшим вариантом.

Захоронение — это логичный выбор для отходов, которые были стабилизированы, так как миграция составляющих отходов будет замедлена процессом стабилизации. Недостатком этого метода является то, что при захоронении обычно создаются анаэробные условия. Это ограничивает любую дальнейшую деградацию по сравнению с отходами, которые выращиваются на земле или разбросаны по земле, где преобладают аэробные условия. Для надлежащей защиты почв и водных ресурсов необходимо учитывать такие факторы, как глубина залегания грунтовых вод и тип почвы, окружающей яму, до захоронения отходов. Наконец, когда захоронение и / или закрытие ямы завершено, территория должна быть классифицирована, чтобы предотвратить накопление воды, и зарастить местными видами, чтобы снизить вероятность эрозии и способствовать полному восстановлению экосистемы района.

Ямы для отходов: использование ям для отходов (земляных или футерованных) является важной частью любой операции по удалению отходов бурения на суше. Одна из основных задач, служащих многим целям, — собирать и хранить все отходы бурения, образовавшиеся в результате буровых работ. Другие виды использования включают испарение и хранение попутной воды и управление жидкостями для капитального ремонта скважин и аварийной локализацией добываемых жидкостей. Ямы для отходов должны быть расположены так, чтобы не допустить попадания отходов на место бурения или добычи, в близлежащий водоем или жилую зону. Чтобы предотвратить просачивание в грунтовые водоемы и загрязнение почвы, ямы обычно облицовываются натуральными или синтетическими покрытиями.

Хотя карьеры являются приемлемым компонентом любой программы управления отходами бурения, они могут представлять собой экологическую ответственность при неправильном управлении. Резервные ямы могут загрязнять почву, грунтовые и поверхностные воды металлическими жидкостями и углеводородами, если их не обработать и не закрыть должным образом. По мере испарения жидкости из резервной ямы происходит концентрация водорастворимых металлов, солей и других химикатов. Осадки, изменение уровня грунтовых вод на мелководье и наводнения могут переносить эти загрязнители в прилегающие почвы и грунтовые воды. Чаще всего хвостовики недостаточно герметизируют отходы бурения, особенно если они порваны. После завершения скважины запасные ямы остаются на месте после того, как буровая установка и другое оборудование будут удалены с площадки. Жидкости из резервной ямы пытаются высохнуть, а оставшиеся твердые частицы инкапсулируются синтетической футеровкой из резервной ямы и закапываются на место.

Согласно этому варианту, черенки, либо обработанных или необработанных, помещают в блок герметизации с прокладкой и крышкой, которые были разработаны, чтобы содержать отходы.

Способность свалки содержать отходы будет зависеть от качества конструкции и материалов, а также от геологических единиц.

Способность полигона для отходов будет зависеть от качества конструкции и материалов, а также нижележащих геологических единиц.

Ключевым моментом при эксплуатации полигона является необходимость обеспечения долгосрочной локализации, поскольку захороненные отходы не уничтожаются, а фактически находятся в долгосрочном хранении.

Ключевой момент в работе полигона является необходимостью обеспечения долгосрочного сдерживания, поскольку захороненные отходы не разрушаются, но на самом деле в длительном хранении.

Свалки обычно управляются выездными коммерческими операторами и в этом случае отходы могут быть получены от различных участков бурения.

Однако некоторые нефтяные компании с большим объемом буровых работ могут строить и эксплуатировать частные свалки.

Процесс биоремедиации является достаточно гибким и может быть использован для всех образцов бурового шлама и других отходов. К некоторым преимуществам биоремедиации относятся: доброкачественность относительно окружающей среде, производит мало выбросов; отходы превращаются в полезные продукты. Существуют различные формы биоремедиации, но наиболее распространенными типами являются земледелие: внесение удобрений, компостирование и культивирование вредителей.

Земледелие можно рассматривать как метод обработки, так и метод удаления. Цель этого метода состоит в том, чтобы позволить естественным микробным организмам почвы метаболизировать, преобразовывать и усваивать составляющие отходов на месте. В целом, земледелие относится к многократному внесению неочищенных отходов на поверхность почвы, тогда как разбрасывание земель относится к однократному внесению отходов на поверхность почвы. Обычно за этим следует механическая обработка почвы с добавлением питательных веществ, воды, воздуха и / или кислорода для стимуляции биодegradации и аэрации почвы естественными бактериями, разлагающими нефть. Этот метод удаления отходов бурения является относительно дешевым и может даже улучшить водоудерживающую способность песчаных грунтов. В зависимости от расположения земельной фермы может потребоваться облицовка, подкладка и/

или спринклерная система. Как земледелие, так и земледелие более эффективны в теплом тропическом климате и могут быть неприменимы в районах, где земля промерзает большую часть года.

Компостирование включает смешивание отходов бурения с наполнителями, такими как древесная щепа, солома, рисовая шелуха или шелуха для обеспечения повышенной пористости и способности к аэрации для биологического разложения. Навоз и другие сельскохозяйственные отходы обычно добавляют для увеличения водоудерживающей способности смеси отходов и среды и для обеспечения следовых количеств питательных веществ. Добавление азотных и фосфорных удобрений и следов металлов также увеличивает микробную активность и сокращает время, необходимое для достижения желаемого уровня биоразложения. Смеси отходов, почвы и других добавок могут быть помещены в кучи, достаточно маленькие, например, глубиной менее 3 футов, чтобы их можно было обрабатывать для аэрации, или помещены в контейнеры или на платформы, предназначенные для пропускания воздуха через компостируемую смесь. Комбинация помещения материала в кучу и добавления наполнителя приводит к высоким температурам в куче, что дополнительно увеличивает скорость биоразложения и улетучивания, дает компостированию преимущество перед разбрасыванием почвы или земледелием в холодном климате. Комбинированные отходы, отвечающие критериям здоровья, могут использоваться для кондиционирования почвы, покрытия свалок и обеспечения чистых засыпок [1–12].

Результаты и обсуждение

Объем отходов, образующихся при бурении скважины, является важным и дорогостоящим элементом любого комплексного плана управления отходами. Он служит подходящим инструментом планирования, поскольку от него зависит большинство компонентов плана управления отходами. Количество отходов можно рассчитать заранее, чтобы можно было спланировать их утилизацию. Например, подходящие планы минимизации отходов могут быть составлены только в том случае, если объем образующихся отходов приблизительно известен. При правильном обращении с отходами необходимо учитывать количество образующихся отходов. Общий объем отходов резания, образующихся на одну скважину, можно оценить как сумму номинального объема пробуренной скважины, объема промывки ствола скважины и объема бурового раствора, остающегося на выбуренной породе, что обобщает некоторые применения оценки объема отходов.

Объем сухого бурового шлама оценивали по уравнениям.

По этой оценке сухой буровой шлам эквивалентен промерному объему скважины плюс вымыв.

$$\text{Объем скважины (ft}^3\text{)} = \left(\frac{WF}{SF}\right) \cdot (1 + \text{коэффициент вымывания } 0,075)$$

Буровой шлам [баррель] = объем скважины \times 0,1781 баррель / ft^3

Буровой шлам [фунт] = буровой шлам [баррель] \times 910 фунт / баррель

Компоненты отходов оцениваются по формулам. Единицы измерения — фунты.

Общий объем отходов [TW] = базовая жидкость + вода + барит + буровой шлам

$$TW = (RF \times TW) + \left(\left[RF \times \left(\frac{WF}{SF}\right)\right] \times TW\right) + \left(\left[RF \times \left(\frac{BF}{SF}\right)\right] \times TW\right) + (DF \times TW)$$

где: TW — общий объем отходов [весь буровой раствор + сухой шлам], фунты; RF — указанная массовая доля синтетической базовой жидкости;

WF = массовая доля воды из пласта бурового раствора;

SF = массовая доля синтетической базовой жидкости из пласта бурового раствора;

BF = массовая доля барита из пласта бурового раствора;

DF = массовая доля бурового шлама;

$$DF = 1 - (RF \times \left[1 + \left(\frac{WF}{SF}\right) + \left(\frac{BF}{SF}\right)\right])$$

Общий объем отходов рассчитывается по уравнению:

$$TW = \frac{\text{буровой шлам, фунт}}{DF}$$

Весь объем бурового раствора оценивается уравнением:

Общий объем SBF [баррель] = синтетическая базовая жидкость [баррель] + вода [баррель] + барит [баррель]

Пластовая нефть во всем выгружаемом буровом растворе составляет 0,2 % [объема], рассчитанного на основе уравнения:

Пластовая нефть [баррель] = 0,002 \times весь объем SBF [баррель].

Вывод

На основании теоретических и практических наблюдений, сделанных в результате этой работы, можно сделать следующие выводы:

- Оценка объема отходов играет решающую роль в управлении бурением и связанными с ними отходами, и их следует всегда оценивать и включать в план управления отходами.
- Стоимость удаления и обращения с отходами напрямую связана с объемом образующихся отходов, и поэтому минимизация в качестве метода обращения с отходами должна быть приоритетом по сравнению с другими методами.
- Выбор оптимального метода управления отходами бурения всегда должен подвергаться тщательному экологическому, техническому и экономическому анализу, поскольку они являются основными движущими силами. Критерии отбора были разработаны, чтобы помочь ускорить процесс принятия решений.
- Для эффективного управления отходами бурения решающее значение должны иметь десять шагов по управлению отходами.

Литература:

1. Anon A (2011) Drilling Engineering Lecture Notes. Heriot-Watt University, Department of Petroleum Engineering, Edinburgh, Scotland.
2. Aird P (2008) Drilling Waste Management Technology Descriptions, USDOE, 2011.
3. Anon A (2011) The importance of oil, 2011.
4. Anon A (2011) Waste Management, 2011.
5. Anon A (2011) Drilling Fluids, 2011.
6. Carole F, Catalin I, William AP (2010) Theoretical and Practical Models for Drilling Waste Volume Calculation with Field Case Studies.
7. Gbokoyi A (2011) Horizontal Well Technology — Lecture Notes. African University of Science and Technology, AUST, Abuja, Nigeria.
8. International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA) (2009) Drilling fluids and health risk management — A guide for drilling personnel, managers and health professionals in the oil and gas industry. OGP Report Number 396, Prepared on behalf of the OGP/IPIECA Health Committee by the Drilling Fluids Task Force.
9. Osisanya S (2011) Waste Management Plan. Lecture Notes, African University of Science and Technology, AUST, Abuja, Nigeria.
10. Ramirez P Jr (2009) Reserve Pit Management: Risks to Migratory Birds. US Fish and Wildlife Service Region 6, Environmental Contaminant Program, Cheyenne, Wyoming, USA.
11. Rena S (2008) Facts and Data on Environmental Risks — Oil and Gas Drilling Operations, SPE 114993, Presented at the 2008 SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition held in Perth, Australia.
12. ANL (2011) Drilling Waste Management Information System. Argonne National Laboratory, US Department of Energy.
13. Oluremi J.R., Adewuyi A. P., Sanni A. A. Compaction characteristics of oil contaminated residual soil // Journal of Engineering and Technology. 2015. V. 6. No. 2. P. 75–87.
14. Гиладжов, Е. Г., Сериков Т. П., Букейханов Н. Р. Новый способ утилизации замазученных почв // Monografia «Bezpieczenstwo Ekologiczne i Techniczne». Poznan: Redakcja naukowa, 2014. с. 85–88.
15. Гиладжов, Е. Г., Сагинаев А. Т., Сорокина Т. В., Идрисова Э. К. Состав для укрепления грунтовых дорог // Патент РК № 2334 на полезную модель. Заявка № 2017/0091.2, 08.06.2015. Дата публикации 31.08.2017. Бюл.

Кинетические закономерности и механизм реакции окислительного дегидрирования изомеров метилциклопентена

Рагимова Нурлана Маариф кызы, диссертант

Институт нефтехимических процессов имени Ю. Г. Мамедалиева НАН Азербайджана (г. Баку)

Разработана кинетическая модель реакции окислительного дегидрирования изомеров метилциклопентена на HNa-мордените, модифицированным оксидами железа и неодима. На основании экспериментальных данных выбран механизм реакции. Определены ключевые вещества. Рассчитаны константы скорости отдельных стадий. Найдены значения

энергии активации и предэкспоненциальных множителей. Показано, что предложенная модель адекватно описывает экспериментальные данные.

Ключевые слова: окислительное дегидрирование, метилциклопентен, кинетическая модель, зерно катализатора.

Циклические C_5 - C_{12} диеновые углеводороды являются важными продуктами и полупродуктами нефтехимического и органического синтеза. Получаемые на их основе мостиковые углеводороды применяются в качестве высокоплотных топливных компонентов, синтетические каучуки — полипентенамеры и полиоктенамеры в производстве шин, а кислородсодержащие производные используются для приготовления лакокрасочных и полиграфических материалов, пластификаторов, душистых веществ, фармакологических, бактерицидных препаратов, пестицидов и т. д. [1–3].

Целью кинетического исследования реакции окислительного дегидрирования изомеров метилциклопентана является установление наиболее вероятного механизма ее протекания и построение на этой основе адекватной кинетической модели. Последнее является необходимым условием для моделирования, оптимизации и масштабирования химического процесса, позволяющего в кратчайший срок переходить от изучения в лабораторных условиях к его промышленному внедрению [4].

Экспериментальная часть

Исходные изомеры метилциклопентена (МЦПЕ) получены дегидратацией циклогексанола при 220–250°C и изомеризацией циклогексена при 300–320°C в проточной двухсекционной однореакторной системе над γ - Al_2O_3 с последующей четкой ректификацией изомеризата на ректификационной колонке. В качестве катализатора использовали образцы FeNd/HnaMOR приготовленные пропиткой декаатионированного цеолита Na-MOR($SiO_2/Al_2O_3=10$, степень декаатионирования 75 % водными растворами $Fe(NO_3)_3$ и $Nd(NO_3)_3$, сушкой при 100–110°C и прокаливанием в токе сухого воздуха при 520–550°C в течение 4 ч.

Активность синтезированных образцов испытывали в проточном интегральном реакторе с варьированием различных параметров реакции. Специальными опытами на бинарных смесях было изучено влияние продуктов на скорость основных реакций процесса и установлено практическое отсутствие тормозящего действия изомерами МЦПЕ и метилциклопентадиена (МЦПД), бензолом и диоксидом углерода.

Опыты по изучению кинетических закономерностей реакции проводились в лабораторной установке с безградиентным реактором при температуре 623–723К, объемных скоростях подачи МЦПЕ 62,9–426,2 час⁻¹, начальных парциальных давлениях углеводорода 12,7–15,5 кПа и кислорода 1,5–4,7кПа.

Контроль за ходом реакции осуществлялся методом ГЖХ, с использованием калибровочных кривых по изменению концентрации 1- и 3-МЦПЕ. Анализ проводился

на хроматографе «Хром 3» с пламенно-ионизационным детектором.

Эффективное разделение продуктов превращения МЦПЕ достигнуто на фазе тиио- β . β -дипропионитрила, нанесенного на ТЗК. Анализ газовых продуктов осуществлялся на хроматографе XL 1–3. В качестве сорбента использовался ТЭГНМК, нанесенный на ИНЗ-600.

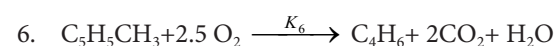
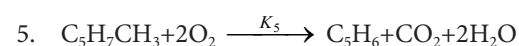
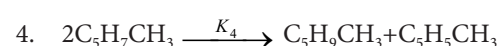
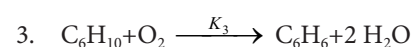
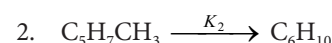
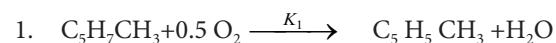
Предварительными опытами при вышеуказанных условиях установлено, что варьирование размера зерен катализатора от 0,5–1,0 до 4,5мм и частоты пульсации поршня в реакторе (25и 50Гц) не влияет на значения скоростей реакции, что указывает на отсутствие внутри- и внешне диффузионного торможения.

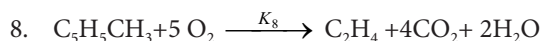
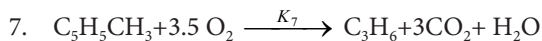
Обсуждение результатов

Результаты проведенных исследований (табл. 1 и 2) показывают, что качественный состав катализаторов, полученных превращением индивидуальных изомеров МЦПЕ, аналогичен, однако скорости накопления отдельных компонентов различаются.

Так, 1-МЦПЕ (табл.1) превращается преимущественно в направлении парциального и деструктивного окисления с накоплением в контактном газе изомеров МЦПД, C_2 - C_5 углеводородов и CO_2 . При идентичных условиях 3-МЦПЕ, наряду с вышеуказанными направлениями, подвергается также окислительному дегидродеметилированию в циклопентадиен. Дегидродеметилирование 1-МЦПЕ наблюдается лишь при условиях, способствующих повышению скорости миграции кратной связи из α – в β – положение. Следовательно накопление циклопентадиена в катализате, частично играющего роль акцептора водорода, характерно для 3-МЦПЕ, что вероятно, обусловлено образованием на поверхности катализатора стабильного π -аллельного радикала при отрыве водорода у третичного углеродного атома.

На основании экспериментального материала была выбрана совокупность независимых параллельно-последовательных маршрутов, описываемых следующими уравнениями:





где $\text{C}_5\text{H}_7\text{CH}_3$ вэ $\text{C}_5\text{H}_5\text{CH}_3$ – сумма изомеров МЦПЕ и МЦПД, соответственно, C_6H_{10} -циклогексен, C_6H_6 -бензол, C_5H_6 -циклопентадиен.

Определение кинетических констант осуществлялось минимизацией суммы квадратов отклонений между расчетными и экспериментальными значениями скоростей методом случайного поиска [5]. Учитывая данные хроматографического анализа состава контактного газа, скорости деструктивного окисления МЦП по маршрутам VI-VIII- r_6 , r_7 и r_8 были приняты практически равными $r_6 \approx r_7 \approx r_8$. Обработка экспериментального материала с учетом основных и побочных путей превращения углеводородов удовлетворительно описываются кинетическими уравнениями:

$$r_1 = k_1 \cdot P_{\text{C}_5\text{H}_7\text{H}_3} \cdot P_{\text{O}_2}^{0.5}$$

$$r_2 = k_2 \cdot P_{\text{C}_5\text{H}_7\text{H}_3}$$

$$r_3 = k_3 \cdot P_{\text{C}_6\text{H}_6} \cdot P_{\text{O}_2}$$

$$r_4 = k_4 \cdot P_{\text{C}_5\text{H}_7\text{H}_3}^2$$

$$r_5 = k_5 \cdot P_{\text{C}_5\text{H}_7\text{H}_3}^{0.5} \cdot P_{\text{O}_2} / (1 + k_\alpha \cdot P_{\text{C}_5\text{H}_7\text{H}_3}^{0.5})$$

$$r_6 = r_7 = r_8 = k_6 \cdot P_{\text{C}_5\text{H}_7\text{H}_3}^{0.5} \cdot P_{\text{O}_2} / (1 + k_\beta \cdot P_{\text{C}_5\text{H}_7\text{H}_3}^{0.5})$$

В качестве медленной стадии выбран маршрут взаимодействия МЦПЕ и МЦПД с кислородом поверхности катализатора. Остальные стадии принимаются быстрыми или равновесными. По правилу Хориути, число стехиометрических маршрутов, отвечающих стадийной схеме $P=S-J=8$, где S — число стадий, J -число промежуточных веществ на поверхности. Поскольку $P=\text{rank}(A)$, то в стадийной схеме пустые маршруты отсутствуют.

Скорость по маршрутам I-VIII (r_i) связана с наблюдаемыми значениями скоростей накопления отдельных стадий [6]:

$$\omega_{\text{C}_5\text{H}_7\text{H}_3} = -r_1 - r_2 - 2r_4 - r_5 \tag{1}$$

$$\omega_{\text{C}_6\text{H}_6} = r_2 - r_3 \tag{2}$$

$$\omega_{\text{C}_5\text{H}_5\text{H}_3} = r_1 + r_4 - 3r_6 \tag{3}$$

$$\omega_{\text{C}_5\text{H}_9\text{H}_3} = r_4 \tag{4}$$

$$\omega_{\text{C}_6\text{H}_6} = r_3 \tag{5}$$

$$\omega_{\text{C}_5\text{H}_6} = r_5 \tag{6}$$

$$\omega_{\text{C}_2-\text{C}_4} = 3r_6 \tag{7}$$

$$\omega_{\text{O}_2} = r_5 + 9r_6 \tag{8}$$

По результатам экспериментальных данных (табл.1 и 2), были рассчитаны значения констант скоростей превращения индивидуальных мономеров МЦПЕ для каждой температуры.

Таблица 1. Скорости накопления ключевых веществ реакции окислительного дегидрирования 1-метилциклопентена.

Pi ⁰ , кПа		i, l/l _{кат} ·час								
P ⁰ -C ₅ H ₇ CH ₃	P ⁰ _{O₂}									
		$\omega_{1-\text{C}_5\text{H}_7\text{H}_3}$	$\omega_{3-\text{C}_5\text{H}_7\text{H}_3}$	$\omega_{\text{C}_5\text{H}_5\text{H}_3}$	$\omega_{\text{C}_6\text{H}_6}$	$\omega_{\text{C}_5\text{H}_6}$	$\omega_{\text{C}_5\text{H}_9\text{H}_3}$	$\omega_{\text{C}_5\text{H}_6}$	ω_{O_2}	$\omega_{\text{C}_2-\text{C}_4}$
T=623K										
12,7	4,7	3,94	0,56	1,49	0,064	0,15	0,12	0,72	0,98	1,09
13,8	3,4	5,11	0,81	1,92	0,128	0,11	0,16	0,68	0,94	1,10
14,4	2,7	5,85	0,84	2,28	0,192	0,04	0,17	0,65	0,87	1,40
15,5	1,5	6,47	0,88	2,39	0,255	0,02	0,23	0,64	0,80	1,70
T=653K										
12,7	4,7	5,28	1,63	1,65	0,052	0,23	0,14	0,64	1,03	1,15
13,8	3,4	6,45	2,20	2,12	0,096	0,21	0,19	0,64	0,99	1,44
14,4	2,7	6,53	2,49	2,47	0,213	0,13	0,21	0,47	0,89	1,49
15,5	1,5	8,43	3,45	2,57	0,340	0,09	0,26	0,43	0,85	1,87
T=673K										
12,7	4,7	6,56	2,35	1,97	0,096	0,29	0,15	0,72	1,29	1,24
13,8	3,4	7,76	3,10	2,16	0,192	0,26	0,24	0,63	1,25	1,50
14,4	2,7	8,00	4,04	2,34	0,426	0,17	0,30	0,49	1,15	1,51
15,5	1,5	10,26	6,13	2,60	0,596	0,09	0,34	0,47	1,15	1,92
T=703K										
12,7	4,7	6,72	2,61	2,18	0,085	0,30	0,15	0,73	1,37	1,36

13,8	3,4	9,01	3,37	2,62	0,176	0,29	0,24	0,72	1,34	1,62
14,4	2,7	0,74	4,47	2,77	0,400	0,23	0,32	0,64	1,32	1,64
15,5	1,5	14,81	7,53	4,17	0,596	0,21	0,47	0,64	1,15	2,13
T=723K										
12,7	4,7	6,92	2,73	2,45	0,075	0,34	0,17	0,85	1,40	1,38
13,8	3,4	9,79	3,93	3,55	0,160	0,32	0,24	0,80	1,34	1,72
14,4	2,7	10,60	4,49	3,75	0,360	0,30	0,30	0,66	1,33	1,68
15,5	1,5	18,98	8,90	6,34	0,550	0,26	0,47	0,65	1,19	2,34

Таблица 2. Скорости накопления ключевых веществ реакции окислительного дегидрирования 3-метилциклопентена.

P _i ⁰ , кПа		ν _i l/l _{кат} ·час									
P ⁰ -C ₅ H ₇ CH ₃	P ⁰ O ₂	ω _{3-C₃H₇fl₃₃}	ω _{1-C₃H₇fl₃}	ω _{C₅H₅fl₃}	ω _{C₆H₆}	ω _{C₆H₆}	ω _{C₃H₉fl₃}	ω _{C₅}	ω _{C₂-C₄}	ω _{O₂}	
		T=623K									
11,01	6,97	3,23	1,86	0,600	0,0038	0,067	0,145	0,158	0,42	1,49	
12,70	4,73	5,69	3,66	0,854	0,0074	0,100	0,227	0,270	0,68	0,75	
13,80	3,45	8,69	6,32	0,901	0,0117	0,093	0,340	0,305	0,92	0,96	
14,54	2,78	11,90	9,93	0,653	0,0162	0,082	0,392	0,326	1,14	0,88	
T=653K											
11,01	6,97	3,34	1,79	0,695	0,0070	0,089	0,158	0,158	0,51	0,55	
12,70	4,73	5,90	3,52	1,095	0,0147	0,116	0,263	0,253	0,74	0,78	
13,80	3,45	9,04	6,21	1,201	0,0474	0,117	0,395	0,332	0,98	1,03	
14,54	2,78	12,34	8,97	1,200	0,0990	0,099	0,400	0,421	1,20	1,10	
T=673K											
11,01	6,97	3,60	1,68	0,840	0,0076	0,114	0,209	0,177	0,62	0,68	
12,70	4,73	6,25	3,45	1,327	0,0147	0,158	0,347	0,284	0,84	0,88	
13,80	3,45	9,48	5,99	1,691	0,0711	0,158	0,443	0,395	1,07	1,15	
14,54	2,78	12,97	8,93	1,663	0,1642	0,131	0,506	0,526	1,20	1,18	
T=703K											
11,01	6,97	3,93	1,62	0,941	0,0152	0,126	0,234	0,202	0,80	0,97	
12,70	4,73	6,88	3,39	1,663	0,0432	0,190	0,390	0,347	1,00	1,11	
13,80	3,45	10,38	5,89	2,276	0,1059	0,188	0,522	0,443	1,30	1,36	
14,54	2,78	13,75	8,59	2,211	0,2127	0,164	0,632	0,548	1,56	1,60	
T=723K											
11,01	6,97	4,25	1,54	1,074	0,0152	0,145	0,246	0,221	0,87	1,35	
12,70	4,73	7,16	3,24	1,864	0,0432	0,232	0,442	0,400	1,15	1,32	
13,80	3,45	10,94	5,91	2,686	0,1296	0,237	0,621	0,490	1,44	1,45	
14,54	2,78	14,21	8,32	2,758	0,2464	0,232	0,695	0,596	1,75	1,60	

Представив зависимость константы скорости реакции от температуры в виде уравнения Аррениуса.

$$k_i = k_{oi} \cdot \exp(-E/RT),$$

где k_i -константа скорости (л·час⁻¹·л⁻¹_{rfn}⁻¹ кПа^{-1.5}) k_{oi} -предэкспоненциальный множитель (л·час⁻¹·л⁻¹_{rfn}⁻¹ кПа^{-1.5}), E-энергия активации(Дж/кПа); R-универсальная газовая постоянная (Дж·кПа⁻¹·К⁻¹); T-температура(К), находим значения энергий активации и предэкспоненциальных множителей. Результаты расчета кинетических параметров представлены в табл. 3.

Кинетическая модель, составленная на основе принятого механизма при найденных значениях констант скорости, хорошо описывает процесс.

Адекватность модели проверяли на ПК путем минимизации суммы квадратов разности экспериментальных и расчетных величин [7].

Результаты расчета на ПК показали хорошую сходимость экспериментальных и расчетных данных. Расхождения по исходному и конечному продуктам не превышали 5–7 %. Это дает основание говорить что разработанная кинетическая модель реакции окислительного дегидрирования изомеров метилциклопентена адекватно описывает экспериментальные данные и ее можно использовать при моделировании и оптимизации адиабатического реактора.

Таблица 3. Кинетические параметры реакции

Константа скорости, k_i , $\text{л} \cdot \text{час}^{-1} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{г/л}^{-1}$ $\text{кПа}^{-1.5}$	Температура, К					Энергия активации, E_i , кДж. моль ⁻¹	Предэкспоненциальный множитель, k_0 , л. $\text{час}^{-1} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{г/л}^{-1} \cdot \text{кПа}^{-1.5}$
	623	653	673	703	723		
для 1-метилциклопентена							
K_1	0,0427	0,081	0,1234	0,219	0,2979	72896,1	$5,61 \cdot 10^4$
K_2	0,0069	0,01344	0,02005	0,0351	0,0498	73471,6	$1,034 \cdot 10^4$
K_3	0,3607	0,624	0,875	1,403	1,88	61722,7	$5,51 \cdot 10^4$
K_4	0,118	0,15	0,174	0,214	0,243	26765,1	$0,021 \cdot 10^2$
K_5	0,744	0,976	1,155	1,46	1,69	30668,1	$0,28 \cdot 10^3$
$K_6=K_7=K_8$	0,000173	0,000499	0,000958	0,002378	0,00418	119027,2	$1,72 \cdot 10^6$
для 3-метилциклопентена							
K_1	0,0304	0,0497	0,0673	0,103	0,133	55211,5	$1,32 \cdot 10^3$
K_2	0,00215	0,0045	0,0071	0,0134	0,0201	83254,7	$2,11 \cdot 10^4$
K_3	0,637	0,91	1,13	1,535	1,855	39977,5	$1,45 \cdot 10^3$
K_4	0,00195	0,0027	0,0033	0,00445	0,0053	37598,2	$0,028 \cdot 10^2$
K_5	0,0103	0,0149	0,019	0,026	0,032	42257,3	$0,364 \cdot 10^2$
$K_6=K_7=K_8$	0,004	0,0095	0,0162	0,034	0,0537	96714,1	$5,36 \cdot 10^5$

Выводы

Осуществлена реакция окислительного дегидрирования изомеров метилциклопентена.

Разработана кинетическая модель реакции окислительного дегидрирования изомеров метилциклопентена. Определены порядки, энергии активации и константы скоростей отдельных стадий.

Литература:

1. Пальчиков, В. А. Морфолины, синтез и биологическая активность. Ж Ор Х..2013., т.49, вып.6, с. 807–831.
2. Алимарданов, Х. М. Ионно-радикальное превращение пяти-и шести членных алициклических углеводородов на цеолитных катализаторах. Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2007, № 1, с. 6–32
3. Алимарданов, Х. М., Сулейманова Э. Т. Химия природных и синтетических душистых веществ. Баку-Элм, 2018, 520 с.
4. Слинко, М. Г. Основы и принципы математического моделирования каталитических процессов. Новосибирск: ИК СО РАН, 2004.
5. Абилов, А. Г., Велиева Ф. М, Алиев Ф. Т. Пакет прикладных программ. Оценка кинетических параметров многомаршрутных стационарных каталитических реакции. ГОСФАП СССР, 1987 Рег.№ 50880300906
6. Психа, Борис Львович. Кинетическое моделирование процессов цепного окисления углеводородов в жидкой фазе. Автореферат докторский диссертации. 2006.
7. Кетков Ю.Л, Кетков А. Ю, Шульц М. М. Матлаб 6-программирование численных методов. Санкт-Петербург, 2004. 662 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Анализ нечетких методов сравнения при работе с несколькими источниками данных

Гилязетдинов Александр Олегович, студент магистратуры;

Дёмин Владимир Сергеевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Сенкевич Людмила Борисовна, кандидат педагогических наук, доцент, профессор РАЕ
Тюменский индустриальный университет

При сопоставлении данных, собранных из различных источников, появляется сложность, связанная с возможными различиями формообразования в наименованиях и возникающих ошибках при ручном вводе данных. Были рассмотрены методы нечёткого сравнения строк.

Ключевые слова: алгоритмы, нечеткое сравнение, база данных, интеллектуальное сравнение.

Многие компании, занимающиеся деятельностью, связанной с оперированием большим числом различных данных, будь то сфера торговли, строительства или какая-либо другая, имеют необходимость в формировании некоторых справочных материалов, содержащих актуальную и архивную информацию о материалах, участвующих в технологическом процессе. В случаях, если компания имеет один централизованный источник данных, например, базы данных, эту операцию можно решить с помощью внутренних механизмов обработки данных. Однако в ситуации информация формируется из несколько различных типов источников, таких как базы данных, отчеты из информационных систем, архивные документы, в которых информация может быть представлена в различном формате. Также источники могут содержать синтаксические ошибки при ручном вводе, или иметь разный формат хранения из-за чего использование точного сравнения данных становится малоэффективным. Появляется необходимость применения нечетких методов обработки данных, содержащихся в источниках с последующей группировкой и консолидацией.

Данные, которые будут подвержены обработке, представляют собой кортеж полей, содержащий информацию характеризующий материал (код материала, краткое наименование материала, полное наименование и т. п.).

Данные для обработки хранятся в исторических выгрузках, которые поставляются из различных баз-поставщиков. Исходя из этого необходимо произвести обработку полученных данных, включающее исправление ошибок ввода, приведение данных к общему виду и формирования конечного файла, который в последствие будет загружен в единую базу данных.

Цель данной работы провести анализ применяемых методов нечеткого сравнения, которые позволят получить наибольшую эффективность при обработке поступающих данных.

Для характеристики алгоритмов нечеткого сравнения используется понятие метрика или в более обобщенном варианте — расстояние.

В данном направлении наибольшее применение получили такие метрики как расстояния Хемминга, Левенштейна и Дамерау — Левенштейна. Также для проведения анализа были рассмотрены такие алгоритмы как: алгоритм нечетко поиска с индексацией и Метод N-грамм. Были рассмотрены и другие алгоритмы нечеткого сравнения, однако они оказались малоэффективны для типа данных, который использовались в эксперименте.

Расстояние Хэмминга — метрика, показывающая число позиций, в которых соответствующие символы двух слов одинаковой длины различны. В более общем случае расстояние Хэмминга применяется для строк одинаковой длины любых ограниченных алфавитов и служит метрикой различия (функцией, определяющей расстояние) объектов одинаковой размерности [1,2].

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}| \quad (1)$$

Данный алгоритм показывает большую эффективность, когда в обрабатываемых данных встречаются редкие, но большие ошибки. В рассматриваемом случае, зачастую ошибки возникают при ручном вводе, поэтому основная проблема заключается в нахождении расхождения при небольших ошибках. Также в рамках рассматриваемой задачи, алгоритм имеет большой недостаток — в качестве вычисляемого расстояния находится «разность» между двумя символами, и при работе с расширенным алфавитом применяемый метод вносит большую погрешность при наличии нескольких языков.

Расстояние Левенштейна — метрика, измерения разности между двумя последовательностями символов. Она определяется как минимальное количество операций на каждый символ строки (вставки, удаления, замены) для превращения одной последовательности символов в другую. Каждой операции можно назначить свою цену.

Расстояние Левенштейна и его обобщения активно применяется для исправления ошибок в слове (в поисковых системах, базах данных, при вводе текста, сравнения текстовых файлов, при автоматическом распознавании отсканированного текста).

Однако метод показывает малую эффективность в ситуациях, при сравнении строк, в которых имеются перестановки слов.

Цены операций могут зависеть от вида операции (вставка, удаление, замена) и/или от участвующих в ней символов, разную вероятность разных ошибок при вводе текста, использование малоиспользуемых символов, или символов, которые маловероятно могут использоваться в середине слова и т. д.

Пусть S_1 и S_2 — две строки (длиной M и N соответственно) над некоторым алфавитом, тогда расстояние $d(S_1, S_2)$ можно подсчитать по следующей формуле: $d(S_1, S_2) = D(M, N)$, где

$$D(i, j) = \begin{cases} 0, & i = 0, j = 0 \\ i, & j < 0, i > 0 \\ j, & i = 0, j > 0 \\ \min(D(i, j-1) + 1, D(i-1, j) + 1, D(i-1, j-1) + m(S_1[i], S_2[j])) & j > 0, i > 0 \end{cases} \quad (2)$$

где $m(a,b)$ равна нулю, если $a = b$ и единице в противном случае;

$\min(a, b, c)$ возвращает наименьший из аргументов.

Здесь шаг по i символизирует удаление (D) из первой строки, по j — вставку (I) в первую строку, а шаг по обоим индексам символизирует замену символа (R) или отсутствие изменений (M).

Большим преимуществом перед ранее рассмотренным алгоритмом является возможность сравнения нескольких строк и универсальность алфавита, что позволяет получить большую эффективность при сопоставлении данных, содержащих с алфавиты сразу нескольких языков.

Расстояние Дамерау — Левенштейна (названо в честь учёных Фредерика Дамерау и Владимира Левенштейна) — это мера разницы двух строк символов, определяемая как минимальное количество операций вставки, удаления, замены и транспозиции (перестановки двух соседних символов), необходимых для перевода одной строки в другую [3]. Является модификацией расстояния Левенштейна: к операциям вставки, удаления и замены символов, определённых в расстоянии Левенштейна добавлена операция транспозиции (перестановки) символов.

Расстояние Дамерау — Левенштейна между двумя строками a и b определяется функцией $d_{a,b}(|a|, |b|)$ как:

$$d_{a,b}(i, j) = \begin{cases} \max(i, j) & \text{if } \min(i, j) = 0, \\ \min \begin{cases} d_{a,b}(i-1, j) + 1 \\ d_{a,b}(i, j-1) + 1 \\ d_{a,b}(i-1, j-1) + 1_{(a_i \neq b_j)} \\ d_{a,b}(i-2, j-2) + 1 \end{cases} & i > 1, j > 1, a_i = b_{j-1}, a_{i-1} = b_j \\ \min \begin{cases} d_{a,b}(i-1, j) + 1 \\ d_{a,b}(i, j-1) + 1 \\ d_{a,b}(i-1, j-1) + 1_{(a_i \neq b_j)} \end{cases} & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (3)$$

Применение алгоритмов с использованием нахождения расстояния Дамерау — Левенштейна имеет огромное преимущество, заключающееся в наличии операции транспозиции. В своих исследованиях Фредерик Дамерау показал, что 80 % ошибок при наборе текста человеком являются транспозициями.

Метод N-грамм представляет модель последовательностей в частности природного языка с использованием статистических свойств n-грамм. Идея данного метода была описана К. Шенноном в работе «теория информации» и заключалась в том, чтобы, учитывая последовательность букв, рассчитать вероятность появления последовательности каждой буквы.

N-грамм модели широко используются в статистической обработке естественного языка.

Из всех ранее рассмотренных способов для дальнейшего построения математической модели, выделяется модифицированный метод интеллектуального сравнения Дамерау-Левенштейна, поскольку он наиболее подходящий под поставленную задачу, в виду учета операции транспозиции, которая показывает хорошую эффективность при сравнениях строк, где имеет место перестановка слов и частей слов местами, а также перестановка символов при ошибочном ручном написании.

Литература:

1. Hamming distance: The number of digit positions in which the corresponding digits of two binary words of the same length are different (Federal Standard 1037C)
2. Харитоненков, А.В. «Поиск на неточное соответствие: коды Хемминга», <http://www.jurnal.org/articles/2009/inf32.html> (дата обращения 10.03.2021)
3. Расстояние Дамерау — Левенштейна, URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Расстояние_Дамерау_-_Левенштейна (дата обращения 01.03.2021)

Роль информационных технологий в создании мира электронных виз

Гурабанидзе Владислав Георгиевич, студент

Тбилисский государственный университет имени Ивана Джавахишвили (Грузия)

Цель данной статьи показать важность перехода стран на современный метод подачи документов в электронном виде через интернет-портал на получение визы или визы в форме электронного документа (электронной визы). В осуществлении данного метода важную роль играет интернет, информационные и веб-технологии.

Ключевые слова: электронные визы, интернет, информационные технологии, веб технологии, туризм.

Современный мир сегодня вряд ли можно удивить возможностью проведения процедуры в режиме онлайн. Это покупка авиа и железнодорожных билетов, страховых полисов или оплата разнообразных услуг в интернете.

Визовые центры и консульства являются организациями, которые предоставляют визовые услуги. В связи с тем, что ощутимо развивается прогресс в направлении информационных и веб технологий, к некоторым визовым центрам и консульства за получением визы теперь можно обратиться через интернет [1].

Это максимально упрощает процедуру визового оформления. Визовое оформление включает массу отрицательных моментов, в том числе — трата много времени в очереди, поездка в другой город или регион, чтобы подать документы в бумажном варианте на получение визы.

Такие страны как — США, Канада, Австралия, Новая Зеландия, Великобритания, Россия, Пакистан, ОАЭ, Мексика, Кипр и другие облегчили визовое оформление. Теперь можно заполнить визовую анкету через интернет, приложить необходимые документы в электронном виде и оплатить визовый сбор с помощью кредитной или дебетовой карты. После отправки вашего визового заяв-

ления на получение визы и всех необходимых документов в электронном виде, начинается рассмотрение вашего заявления на получение визы консульством или миграционной службой. Делать многие процедуры через интернет намного удобнее, чем тратить время, далеко ехать и подавать документы в бумажном виде. В случае одобрения вашего визового заявления на получение визы в Австралию или Новую Зеландию, эти страны присылают вам через интернет визу в форме электронного документа (электронную визу), которую надо напечатать на бумаге и предъявить эту электронную визу при прохождении пограничного контроля [2].

Австралия и Новая Зеландия отказались от практики вклеивания визового стикера в паспорт, так как более удобно для претендента на получение визы и консульства выслать визу в форме электронного документа (электронную визу) на электронную почту [3]. Претенденту на визу не надо будет посылать почтой свой паспорт в консульство для вклеивания визового стикера. При пересечении границы необходимо обязательно сделать распечатку, подтверждающую получение документа на въезд (электронную визу).



Рис. 1. Виза Австралии, вклеенная в паспорт (визовый стикер)

Получение визы в режиме онлайн — это очень большой прогресс и очень удобный формат для путешествий. Это особенно важно для туристов в период отпуска. Главную

роль внедрения упрощенной процедуры приема заявлений на получение виз в режиме онлайн сыграло развитие интернета, информационных и веб технологий в мире.

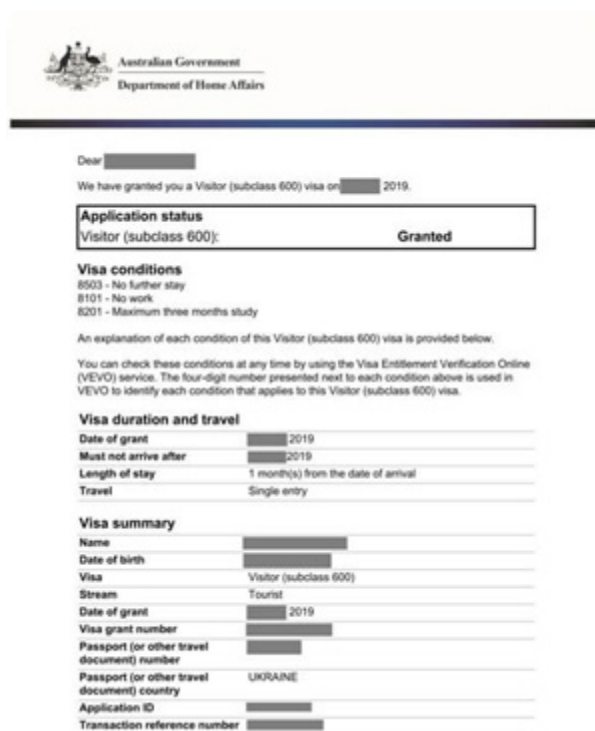


Рис. 2. Виза Австралии в форме электронного документа (электронная виза), которую стали выдавать в 2012 году

С помощью информационных и веб технологий были созданы веб сайты для приема заявлений на получение виз и веб системы для оплаты визового сбора в режиме онлайн. У большинства веб сайтов для приема заявлений на получение виз, есть функция загрузки на сайт электронных документов в режиме онлайн подтверждающие цель поездки, семейный статус и финансовую состоятельность. Тенденция использования в этом процессе бумажной версии документов уходит в прошлое, большинство претендентов на получение визы уже используют только современный метод подачи документов в электронном виде через ин-

тернет-портал на получение визы или визы в форме электронного документа (электронной визы).

В будущем вся информация о заявлениях на получение виз будет храниться не в бумажных архивах, а будет храниться на веб серверах. Прогресс этого направления был бы невозможен без развития информационных и веб технологий. При таком прогрессе очень много стран в будущем перейдут на выдачу виз только в форме электронного документа (электронных виз).

С 1 января 2021 года иностранцы могут въезжать в Российскую Федерацию по электронной визе. Заяв-

ление подается иностранцем на специализированном сайте министерства иностранных дел Российской Федерации в интернете или с использованием иных информационных технологий взаимодействия. Электронная виза оформляется иностранному гражданину диппредставительством или консульством Российской Федерации [4].

Можно сделать вывод, что прогресс развития интернета, информационных и веб технологий максимально упростил процедуру визового оформления и намного улучшил жизнь простых людей. Без веб технологий и создания современных веб сайтов для приема заявлений на

получение виз, создать данный сервис по выдаче электронных виз было бы невозможным.

В будущем многие развитые страны могут создать единую систему претендентов на получение визы, которая поможет многим странам более эффективно обмениваться важной информацией, а также поможет разработать более устойчивую единую стратегию визовой политики.

Все это еще раз указывает на важную роль развития информационных и веб технологий в мире. Роль веб разработчиков очень важная, так как они всегда стараются создавать веб сайты, которые приносят только пользу обществу и облегчают им жизнь.

Литература:

1. Электронные визы. Мировой и российский опыт. — Текст: электронный // ТАСС: [сайт]. — URL: <https://tass.ru/info/6678939> (дата обращения: 30.04.2021).
2. Австралия перешла на электронные визы? — Текст: электронный // RUTraveller: [сайт]. — URL: <https://rutraveller.ru/quest?id=7107> (дата обращения: 30.04.2021).
3. Как получить визу самостоятельно — 10 советов. — Текст: электронный // Linguatrip: [сайт]. — URL: <https://linguatrip.com/blog/visa-myself/> (дата обращения: 30.04.2021).
4. Евгений, Гайва Россия открыла въезд по электронной визе туристам из десятков стран / Гайва Евгений. — Текст: электронный // Российская Газета: [сайт]. — URL: <https://rg.ru/2021/01/01/rossiia-otkryla-vezd-po-elektronnoj-vize-turistam-iz-desiatkov-stran.html> (дата обращения: 30.04.2021).

Перспективы распространения технологии роботизации процессов в России

Зарипов Игорь Русланович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В эпоху быстрого развития информационных технологий особенно остро стоит вопрос увеличения количества данных в компаниях практически любой отрасли. Рост обрабатываемых данных и постепенное увеличение количества внедренных ИТ-решений ведут к увеличению временных затрат сотрудников предприятий на работу с данными, в том числе на выполнение большого количества повседневных рутинных операций.

Пандемия COVID-19 ускорила цифровизацию предприятий и стимулировала поиск решений для сокращения расходов компаний во всем мире. Ежедневно иностранные компании запускают ИТ-проекты, направленные на автоматизацию процессов.

Россия заинтересована в цифровизации бизнеса для увеличения производительности труда и сохранения конкурентоспособности на мировом рынке. Для решения задачи по обеспечению ускоренного внедрения цифровых технологий на отечественных предприятиях Правительством Российской Федерации была сформирована национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации».

В состав Национальной программы входят следующие федеральные проекты:

- «Нормативное регулирование цифровой среды»
- «Кадры для цифровой экономики»
- «Информационная инфраструктура»
- «Информационная безопасность»
- «Цифровые технологии»
- «Цифровое государственное управление»

Автоматизация процессов на отечественных предприятиях способствует достижению одной из целей проекта «Цифровые технологии», а именно ускорению технологического развития российских компаний и обеспечение конкурентоспособности разрабатываемых ими продуктов и решений на глобальном рынке. [1]

Одной из наиболее перспективных технологий автоматизации процессов на данный момент является технология роботизации процессов (RPA). Данный факт подкрепляется как исследованиями крупной компании Gartner, согласно которому одним из главных ИТ-трендов в 2021 году станет «Гиперавтоматизация» (сочетание технологий RPA и искусственного интеллекта) [2], так и ростом научной публикационной активности вокруг технологии роботизации процессов.

По результатам исследования компании АБВУ в 2020 году 57 % российских компаний изменили ИТ-стратегию.

65 % опрошенных отметили, что целью большинства инновационных проектов в 2021 году станет повышение эф-

фективности бизнеса. Результаты опроса респондентов из исследования представлены на рисунке 1.

Какова основная цель ваших ИТ-проектов в 2021 году?

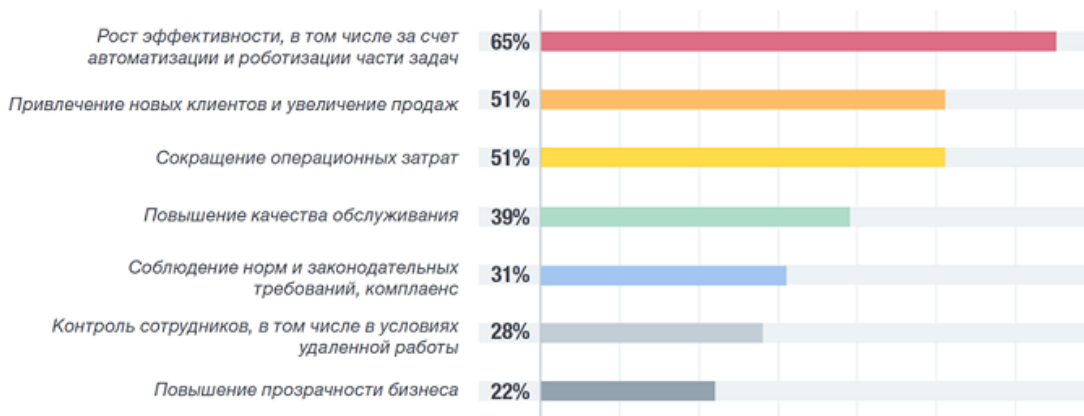


Рис. 1. Цели ИТ-проектов отечественных компаний в 2021 году

Согласно проведенному исследованию, технология роботизации процессов оказалась наиболее востребованной для российских компаний. Причем более половины опрошенных сообщили, что уже внедрили роботов или планируют использовать RPA в ближайшее время. [3]

RPA (от англ. Robotic Process Automation) — технология автоматизации процессов, позволяющая настроить программное обеспечение на выполнение автоматизируемого процесса, путем построения алгоритмов на базе специальной платформы [4].

Технология RPA направлена на автоматизацию информационных процессов, в которых возможно имитировать действия человека в цифровой среде без необходимости добавления дополнительного функционала к программному обеспечению. Такой подход в значительной степени сокращает затраты на автоматизацию процессов и позволяет быстро получить необходимый эффект от её применения.

Например, сотруднику требуется перенести большой объем данных из информационной системы (ИС) в электронную таблицу Excel. Часто бывает так, что при разработке информационной системы не было заложено подобной функциональности и сотруднику необходимо либо вручную переносить данные из одной программы в другую, что приводит к большим временным затратам и вероятным ошибкам во время процесса, либо настаивать на доработке информационной системы, что приводит к большим финансовым потерям. Альтернативным решением может стать внедрение RPA платформы, которая позволит произвести имитацию действий человека при переносе данных без перерывов и ошибок.

Для оценки текущей ситуации по внедрению решений в области роботизации процессов был проведен анализ 68 доступных кейсов по внедрению RPA на отечественных предприятиях [5]. Выявленные сферы внедрения технологии роботизации процессов представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Сферы внедрения RPA

Из проведенного анализа можно отметить, что RPA решения имеют достаточно широкую область применения среди российских компаний. На данный момент наиболее часто внедрение технологии роботизации процессов происходит в компаниях финансовой сферы (Сбербанк, ВТБ, Альфа банк, QIWI, первый ЦУПИС и др.) На втором месте расположились компании основной деятельностью которых является производство продукции (Северсталь, Норникель, ММК, Русагро и др.) Существенную долю по внедренным RPA решениям занимают ИТ-компании (mig33, ICL Services, HP inc., Chatme.ai и др.) Также по-

пулярно внедрение роботизации процессов в компаниях сферы транспорта и логистики, телекоммуникационных технологий, госсектора и сферы торговли.

Таким образом, технология роботизации процессов имеет отличные перспективы распространения в России, поскольку есть интерес как со стороны государства, так и со стороны отечественных предприятий различных сфер. Однако необходимо изучить, какой эффект от внедрения RPA могут получить российские компании и экономика России в целом, и что необходимо сделать для полного раскрытия потенциала технологии в нашей стране.

Литература:

1. Цифровая экономика РФ. — Текст: электронный // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации: [сайт]. — URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/> (дата обращения: 20.04.2021).
2. Тенденции мирового ИТ-рынка. — Текст: электронный // TADVISER: [сайт]. — URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Тенденции_мирового_ИТ-рынка (дата обращения: 22.04.2021).
3. Как изменились технологические приоритеты российского бизнеса. — Текст: электронный // АБВУУ: [сайт]. — URL: <https://www.abbyu.com/ru/survey-abbyu-search-ru-it/> (дата обращения: 29.04.2021).
4. Тимербаев, Р. Р. Использование технологии RPA на примере автоматизации процесса обработки мониторинговых сообщений — Текст: непосредственный // Научный электронный журнал «Меридиан». — 2020. — № 8(42). — с. 1.
5. База практик RPA. — Текст: электронный // ict.moscow: [сайт]. — URL: <https://ict.moscow/projects/rpa/> (дата обращения: 03.05.2021).

Моделирование жизненного цикла проектов в производственной компании методом системной динамики

Канукова Влада Алановна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Ключевые слова: моделирование, системная динамика, мультипроектная компания

В современном мире прослеживается значительный рост компаний, применяющих проектный подход. На данную тему существует немало исследований, написано множество книг, в том числе и некоторые из них по мультипроектному управлению. Стоит отметить, что управление несколькими параллельными проектами отличается от управления одним проектом. Среди наиболее важных факторов следует отметить борьбу за ограниченные ресурсы, а также управление приоритетом задач.

На данный момент существуют различные подходы и готовые модели для управления организацией, однако для мультипроектного управления их значительно меньше. Учитывая рост компаний, которые применяют мультипроектное управление, вопрос, касаемый создания данных подходов или моделей, является актуальным.

В связи с этим, целью данного исследования было изучение работы мультипроектной компании на примере

производственного предприятия, занимающегося изготовлением конвейерных систем, а также построение модели жизненного цикла проекта. Эта модель может применяться и для других производственных предприятий, использующих мультипроектное управление, необходимо будет только немного изменить количество и наименование этапов, а также факторы, которые оказывают влияние на движение проекта.

В настоящее время для описания похожих структур существует большое количество готовых вариантов моделей. Для решения определенной задачи можно использовать шаблон, который будет максимально соответствовать динамике поведения системы.

В книге Ткачева А. Н. и Багдасаровой М. В. [1] описывается модель для оценки и управления производственно-хозяйственной деятельностью малого предприятия малого бизнеса. В работах [2,3] СД применяется для моде-

лирования цепи поставок. Данную модель можно использовать также для оценки текущих показателей процесса и стратегического планирования.

В работе [4] СД используется для оценки целесообразности внедрения ERP-систем на предприятие. Автор данной работы также учитывает различные факторы, влияющие на процесс внедрения подобных систем. Статья [5] посвящена управленческой деятельности. В этой работе системная динамика применяется с целью оценки компетентности проектного менеджера, с учетом некоторых социальных и психологических факторов.

Моделирование деятельности мультипроектной организации описывается в работе [6]. Автор показывает важность трудового ресурса и существенное влияние человеческого фактора на функционирование предпри-

ятия. А в статье [7] рассматривается модель управления инновационным предприятием и особое влияние отдела НИОКР на деятельность других отделов. Следует отметить, что в этой работе не моделируются внутренние процессы отдела НИОКР.

Следует учесть, что в системной динамике рассматриваются не индивидуальные объекты, а только их количество и определенные агрегированные показатели. Данный подход используется, если необходимо изучить поведение системы именно на уровне этих показателей, либо нет возможности исследовать влияние отдельных объектов.

Так, для исследования жизненного цикла проектов в производственной компании был выбран шаблон вида «Main chain». На рисунке 1 показан данный шаблон на примере цепочки поставки.

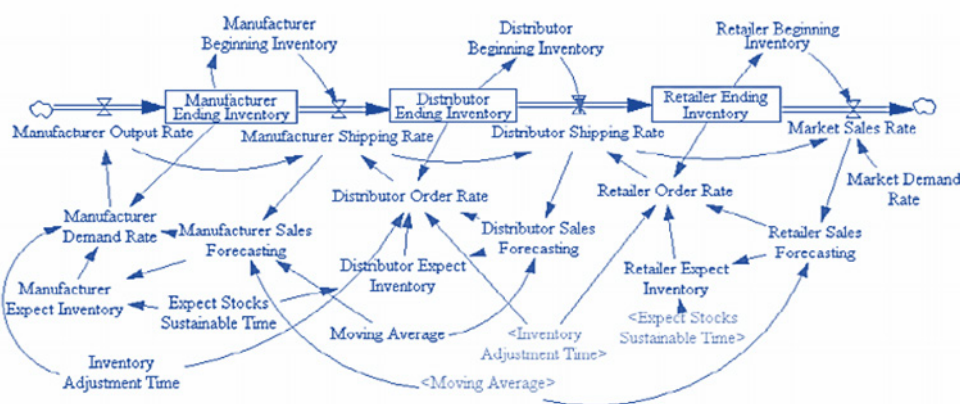


Рис. 1. Цепочка поставки (шаблон вида «Main chain»)

В этом примере показана трехуровневая система, в которой присутствует производитель, дистрибьютер и розничный продавец. Входным потоком являются готовые изделия, которые связаны с производственной мощностью предприятия. Поток закупки уменьшает запасы, а поток продаж является выходным.

Важной особенностью моделей с подобной структурой является распределение запасов в цепи в пропорции к среднему времени жизни каждого запаса, которое определяется как смесь проходящего через него потока и выхода, заданного постоянной времени. Для большинства моделей характерен один входной поток, поступающий на первый процесс (запас), при этом параметры остаются постоянными.

Структура «Main chain» является наиболее подходящей в случаях, когда необходимо представить последовательность стадий, через которые проходит объект.

В рамках данного исследования была построена модель прохождения проектов в производственной компании, базирующаяся на шаблоне вида «Main chain».

Потоковая модель состоит из двух связанных между собой частей. Первая часть отображает этапы прохождения проектов в производственной компании с учетом внешних и внутренних факторов, влияющих на скорость прохождения каждого этапа. Вторая часть потоковой модели ото-

бражает переход сотрудников организации из одной категории в другую. Две части модели связаны дублирующимися переменными «Итоговый коэффициент квалификации» и «Общее количество доступных сотрудников».

На вход модели подается определенное количество проектов, и этот набор в терминах данного исследования обозначается как «Портфель проектов», далее определяется «Базовая длительность» этого портфеля — суммарная длительность всех проектов или максимальный срок их выполнения. Показатель «Длительность портфеля проектов» обозначает фактические временные затраты на выполнения всего портфеля. Значение этого показателя может меняться в зависимости от штата сотрудников и их квалификации. Входной поток смоделирован таким образом, что проекты поступают в систему не одновременно, а с определенным темпом, что в большей степени соответствует действительности. На рисунке 2 отображено изменение запаса на первом этапе, исходя из графика можно сделать вывод, что переход проекта на следующий этап осуществляется с определенной задержкой, и к 11-му месяцу (согласно одного из прогнозов модели) все проекты полностью войдут в систему. Каждый из этапов занимает часть времени от общей длительности портфеля, устанавливать длительность каждого отдельного этапа можно с помощью соответствующих коэффициентов. На неко-

торых этапах подразумевается отток (этап обработки запроса, составления КП и подписании договора) — выход из проекта. Рассматривая жизненный цикл проектов в производственной организации, выход из проекта возможен в трех случаях, вероятность этих событий определяется с помощью коэффициентов (вероятность носит эмпирический характер и основывается на статистике компании и личном опыте ЛПР), кроме того, на прекращение проекта влияют внешние факторы. Внешний фактор может включать в себя такие показатели, как изменение курса валют, политическая ситуация и так далее.

На этапе подготовки к составлению коммерческого предложения на запрос влияет техническое задание, в котором указаны все данные для его выполнения, но на это техническое задание могут влиять требования заказчика. Техническое задание оказывает влияние на каждый этап движения проекта.

Этапы проектирования и изготовления оборудования могут быть пройдены несколько раз, в случае необходимости уточнения чертежей или корректировок конструкции модель допускает возврат на предыдущий этап. Вероятность повторного прохождения какого-либо

из этапов уменьшается с ростом общей компетенции сотрудников компании. На каждый из этапов влияют как внешние, так и внутренние факторы. В модели были учтены те переменные, влияние которых может существенно изменить динамику поведения системы.

Вторая часть потоковой модели, отображающая переход сотрудников из одной категории в другую, учитывает найм новых сотрудников, возможные увольнения текущего персонала, а также переквалификацию, позволяющую сотрудникам, проработавшим в организации определенное время и успешно завершившим текущие проекты, перейти на новый уровень (из конструктора третьей категории во вторую, затем в первую либо в ведущего конструктора и пр.). Исходя из количества работников и коэффициентов квалификации, скальвается общая компетентность сотрудников, определенным образом влияющая на прохождение каждого из этапов.

На рисунке 3 представлен график роста общей компетенции сотрудников и динамику выполнения портфеля проектов силами текущего кадрового состава, при заданных значениях переменных/

Потоковая модель представлена на рисунках 4–5.

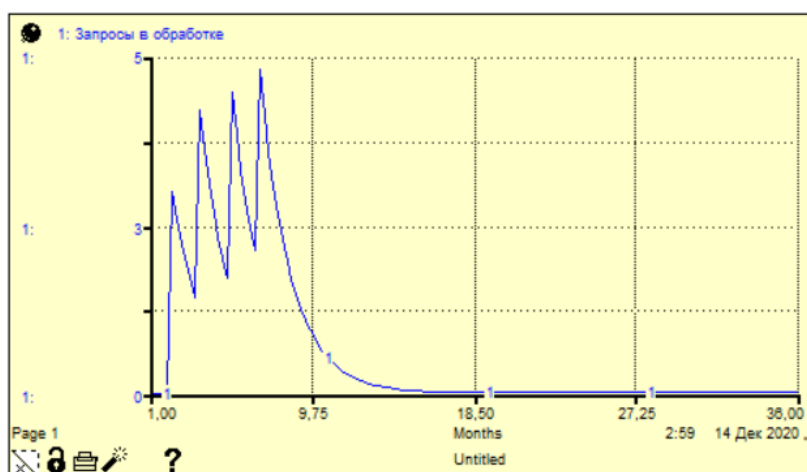


Рис. 2. График изменения начального запаса проектов

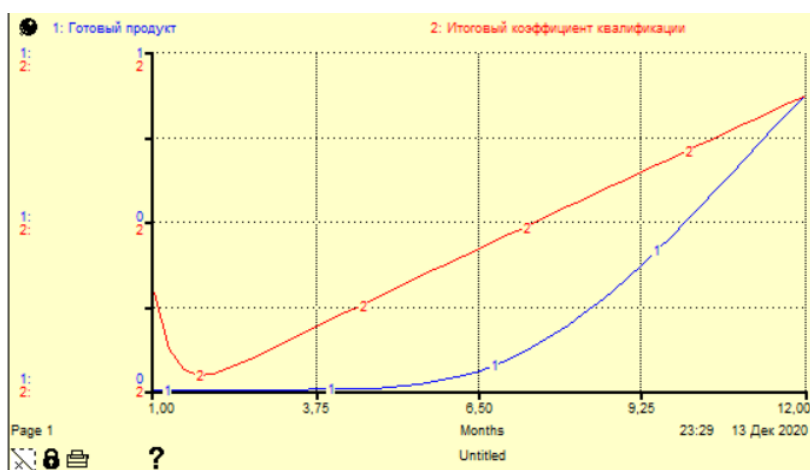


Рис. 3. График роста общей компетенций сотрудников и динамики выполнения проектов

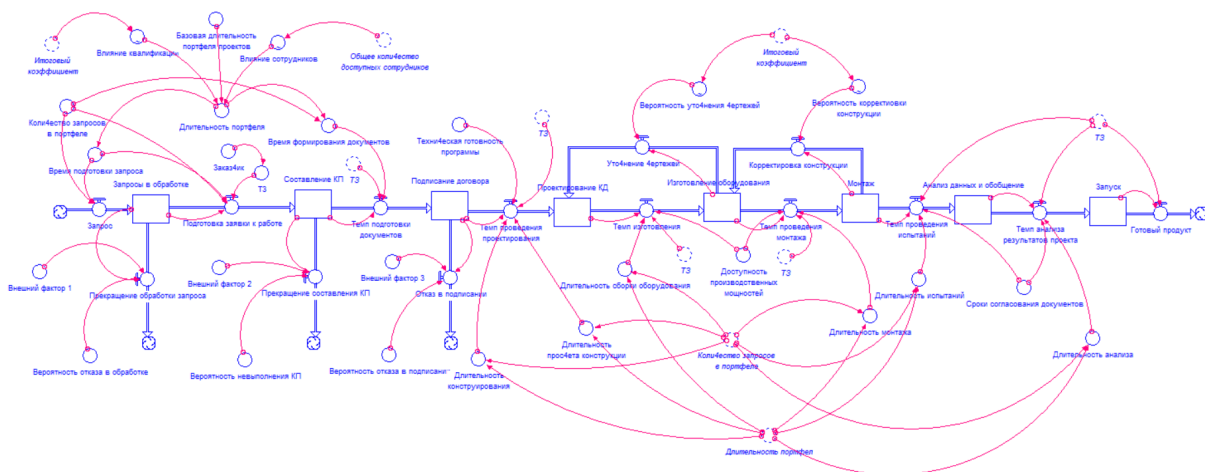


Рис. 4. Поточная модель. Часть 1 (Этапы прохождения проектов)

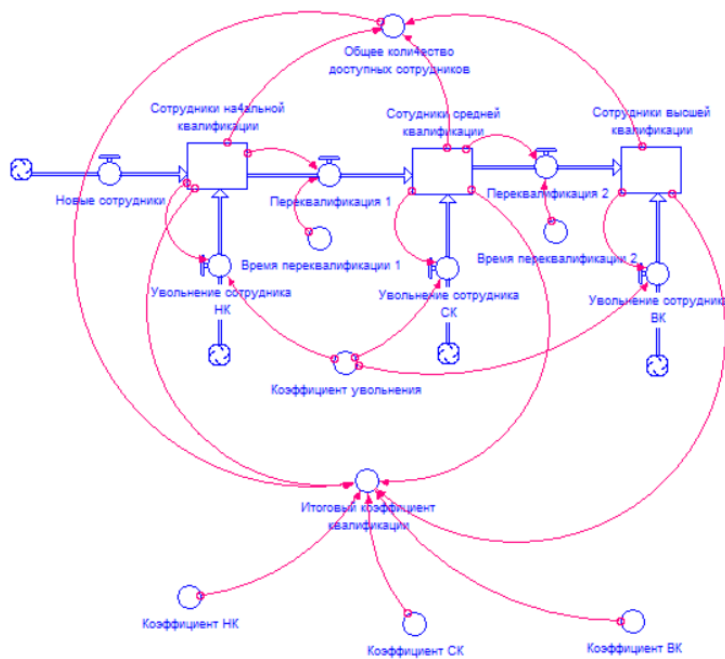


Рис. 5. Поточная модель. Часть 2 (Стадии перехода сотрудников)

Литература:

1. Ткачев, А. Н., Багдасарова М. В. Имитационное моделирование финансово-хозяйственной и производственной деятельности предприятий методами системной динамики // Современные проблемы науки и образования — Пенза: Изд-во Издательский Дом «Академия Естествознания». — 2014. — № 5. — 371 с.
2. Карабан, Л. А. Системная динамика в логистике. Изд: Брянский государственный технический университет. — 2015. с. 140–141
3. Зуйков, К. А. Устойчивость проекта. Подход, основанный на системной динамике, Управление проектами и программами, № 3(31),2012, 178–187 с
4. Селедцова, И. А., Редько С. Г. Использование инструментов системной динамики для управления проектами по внедрению ERP-систем. Журнал «Инновации».2016. с. 1–6

5. Ярыгин, О. Н. Системная динамика как основа современной управленческой компетентности. Журнал «Актуальные проблемы экономики» № 2. 2014. с. 1–10
6. Станкова, А. В. «Применение методов системной динамики для повышения эффективности работы мультипроектной организации». СанктПетербургский политехнический университет Петра Великого. 2017.с. 1–68
7. Николаева, В. М. «Моделирование структуры инновационных компаний методом системной динамики». Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. 2016. с. 1–75

Выбор методов улучшения динамического диапазона видеокамеры

Наместников Дмитрий Александрович, студент магистратуры
Поволжский государственный университет сервиса (г. Тольятти)

Рассмотрен принцип комбинирования изображений, использующий тональную компрессию. Показано, что необходимо использовать S-образные функции тональной компрессии.

Ключевые слова: тональная компрессия, гамма-коррекция.

Рассмотрим принцип комбинирования изображений, полученных обычной видеокамерой. Будем использовать для этого самый простой способ: объединение многих (сотен) кадров в одно изображение. Это проще, чем управление выдержкой. Оно требует знания детального знания команд управления выдержкой, что не всегда возможно.

Объединение осуществляется путем простого цифрового сложения нескольких сотен кадров. В результате получается кадр, как бы снятый с очень большой выдержкой. Для такого суммирования нужны исходные кадры, в которых сигнал не перешел в насыщение даже на самых ярких участках, то есть снятые с достаточно малой выдержкой. Тогда динамический диапазон по отношению к шумам повышается в $\sqrt{N_K}$ раз, где N_K — количество кадров [1]. Конечно, при этом возникает задержка на время снятия всех кадров, но для области применения данной работы это приемлемо. Например, при количестве кадров 256 и частоте кадров 30 Гц задержка составит всего $256/30 = 9$ с.

Требуется решение еще двух проблем:

- выбор формата данных, в который можно записать изображение с расширенным диапазоном яркостей (обычные 8-битные RGB файлы для этого не подходят);
- отображение кадра с большим диапазоном яркостей на мониторах, имеющих существенно меньший максимальный диапазон яркостей.

Первая проблема требует, в принципе, просто большего объема памяти.

Вторая проблема решается с помощью одного из двух методов:

- тональная компрессия, при которой большой диапазон яркостей уменьшается в небольшой диапазон бумаги, монитора или 8-битного sRGB-файла путем уменьшения контраста всего изображения, единым образом для всех пикселей изображения;
- локальное тональное отображение (англ. tone mapping), при котором производится нелинейное изменение яркостей пикселей, на разную величину для разных областей изображения.

Локальное тональное отображение сложнее, так как требует предварительной сегментации изображения, хотя бы на темные и светлые сегменты. Так как данная работа является предварительным исследованием, в ней ограничимся более простой тональной компрессией.

Тональная компрессия означает применение к каждому пикселю изображения нелинейной функции, преобразующей его яркость:

$$E_{\text{ВЫХ}} = f(E_{\text{ВХ}}),$$

где $E_{\text{ВХ}}$ — яркость исходного пикселя;

$E_{\text{ВЫХ}}$ — яркость результирующего пикселя.

Эта функция может быть применена к трем цветовым компонентам пикселя отдельно, или могут быть использованы три различные нелинейные функции. Среди таких функций наиболее широко известна так называемая гамма-

коррекция [2]. Такая коррекция помогает, например, если нужно выявить детали только в темных участках изображения, или только в светлых.

Обычно гамма-коррекция производится в соответствии с выражением

$$\frac{E_{\text{ВЫХ}}}{E_0} = \left(\frac{E_{\text{ВХ}}}{E_0} \right)^\gamma,$$

где γ — показатель степени, регулируемый в пределах 0,2...3;

E_0 — опорное значение яркости, которое не меняется при такой обработке, в качестве E_0 обычно берется максимально возможное значение (например, 255 при однобайтовом кодировании яркости).

Нетрудно видеть, что вычисление выходного значения может производиться по формуле

$$E_{\text{ВЫХ}} = E_0 \left(\frac{E_{\text{ВХ}}}{E_0} \right)^\gamma.$$

Примеры этой функции для $E_0 = 255$ приведены на рис. 1. Название гамма-коррекция произошло от обозначения показателя степени.

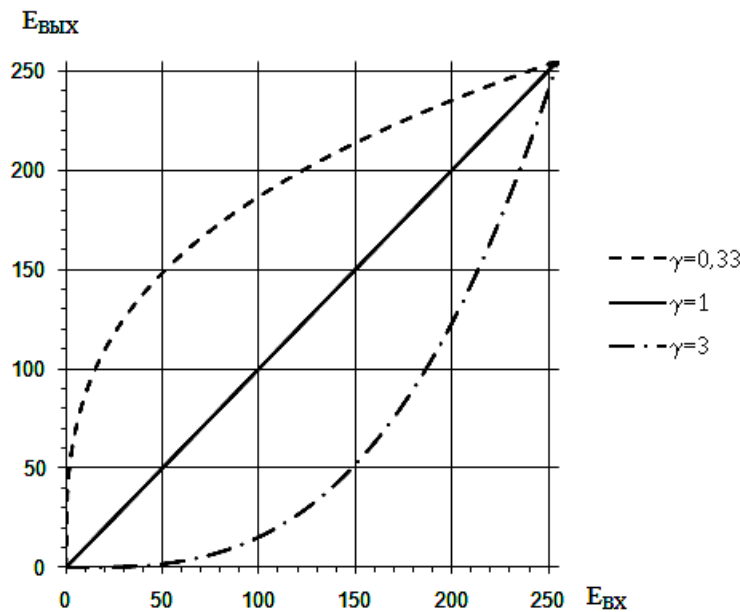


Рис. 1. Примеры нелинейной функции гамма-коррекции при различных γ

Если нужно подчеркнуть контраст деталей средней яркости, то гамма-коррекция не годится. Вместо нее используют так называемую S-образную кривую — функцию, у которой производная максимальна в средней части диапазона яркостей и убывает к краям этого диапазона. Примером такой функции служит

$$E_{\text{ВЫХ}} = E_0 \left(\frac{1}{1 + \exp(\eta(1/2 - E_{\text{ВХ}}/E_0))} \right).$$

На рис. 2 показаны примеры этой функции при разных параметрах η .

Для целей данной работы будет применяться разностное изображение $D(x, y)$, представляющее собой разность между текущим кадром видео $E(x, y)$ и усредненным кадром фона $E_\Phi(x, y)$:

$$D(x, y) = E(x, y) - E_\Phi(x, y) + \frac{E_0}{2},$$

где слагаемое $\frac{E_0}{2}$ добавляется, чтобы избежать отрицательных яркостей.

В таком разностном изображении все информативные детали сосредоточены как раз в середине диапазона яркостей. Поэтому необходимо использовать S-образные функции тональной компрессии.

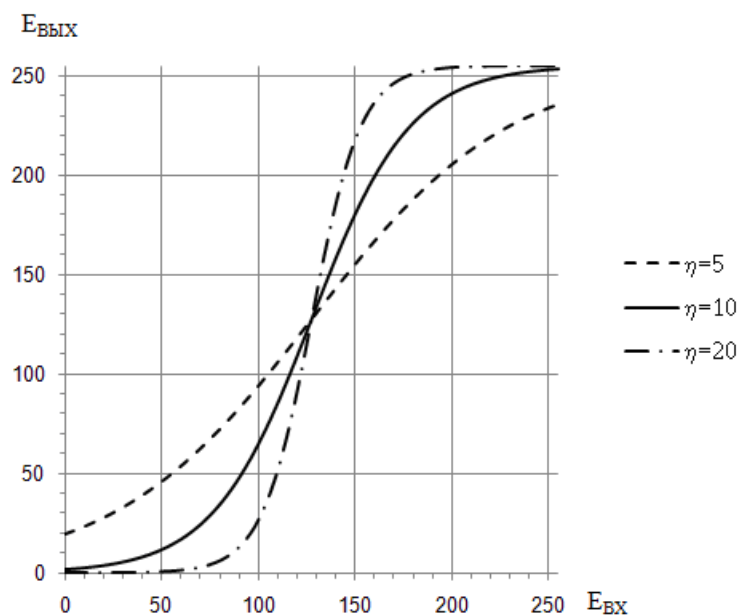


Рис. 2. Примеры нелинейной S-образной функции при различных η

Литература:

1. Динамический диапазон и его практическое значение [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.xela.ru/dinamicheskij-diapazon-i-ego-prakticheskoe-znachenie/> (дата обращения: 06.05.2021).
2. Гамма-коррекция [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.graph.unn.ru/rus/materials/CG/CG03_ImageProcessing.pdf (дата обращения: 06.05.2021).

Исследование алгоритма улучшения динамического диапазона

Наместников Дмитрий Александрович, студент магистратуры
Поволжский государственный университет сервиса (г. Тольятти)

Описана отработка и исследование алгоритма улучшения динамического диапазона. Выбрана структура хранения видеопотока в виде файлов формата BMP. Приведена последовательность проведения экспериментов.

Ключевые слова: динамический диапазон, видеокамера, формат BMP.

Экспериментальная отработка и исследование возможностей алгоритма проводились не в реальном времени. Это позволило на данном этапе обойтись минимальными затратами на оборудование. Для ввода видео использовалась веб-камера. Обработка не в реальном времени достаточно быстро осуществлялась на обычных персональных компьютерах.

Так как исследуемый алгоритм имеет дело не с одиночным кадром, а с большой их последовательностью, было необходимо выбрать структуру хранения видеопотока в виде файлов формата BMP, хранящих отдельные кадры видеопотока (той же длительности). Ввод кадров в виде изображений BMP легко программируется. Сжатые форматы также были отвергнуты по причине неконтролируемых потерь информации, которые они добавляют.

Известно сравнительно мало свободно распространяемых приложений, способных ввести видеoinформацию с камеры в таком виде. Была применена популярная и надежная свободно распространяемая программа VirtualDub [1]. Так как и она не может непосредственно записывать видеопоток с камеры в кадры BMP, работа с этой программой проходила в 2 этапа:

- запись в AVI без дополнительного сжатия;
- экспорт из AVI в последовательность кадров BMP.

Последующие этапы обработки проводились с помощью специально разработанного приложения. Кроме того, для быстрой оценки возможных алгоритмов и тональной компрессии использовалась программа — растровый редактор Corel PhotoPaint, а для построения графиков яркости пикселей — программа DSTest, ранее разработанная на кафедре ИиЭС.

Выполнявшиеся этапы технологии проведения экспериментов:

1. Камера была подключена к компьютеру с помощью интерфейса USB. Настройки камеры включали в себя выбранное разрешение 640*480 пикселей в кадре и кадровую частоту 15 Гц. При этом были приняты меры, чтобы камера не увеличивала выдержку и не вставляла из-за этого дублированных кадров, что могло бы исказить результаты опытов. В частности, была отключена авторегулировка выдержки.

2. Файл в формате AVI записывался с помощью приложения VirtualDub 1.9.11.

3. Также с помощью VirtualDub файл из формата AVI конвертировался в последовательность растровых изображений без сжатия в формате BMP. Для этого выбирался интересующий участок видео и применялись функции меню VirtualDub:

— начало выделения (Edit — Set selection start);

— перемотка вперед на 256 кадров;

— конец выделения (Edit — Set selection end);

— сохранение выделения в последовательность изображений (File — Export — Image sequence).

Таким способом в заданной папке формировалось по 256 отдельных растровых кадров в формате BMP.

Здесь и далее обозначим: отдельный кадр с номером z :

$$\left\{ \begin{array}{l} BR_z(x, y) \\ BG_z(x, y) \\ BB_z(x, y) \end{array} \right\} x = 0, \dots, 639, y = 0, \dots, 479,$$

где x, y — координаты пикселей, соответственно, по горизонтали и по вертикали;

$BR_z(x, y), BG_z(x, y), BB_z(x, y)$ — цветовые каналы (красный, зеленый, синий) пикселей.

4. В разработанном приложении DDProject производилось суммирование кадров для нахождения изображения фона:

$$\left\{ \begin{array}{l} R(x, y) = \sum_{z=0}^{255} BR_z(x, y) \\ G(x, y) = \sum_{z=0}^{255} BG_z(x, y) \\ B(x, y) = \sum_{z=0}^{255} BB_z(x, y) \end{array} \right.$$

5. В приложении DDProject вычитался фон:

$$\left\{ \begin{array}{l} DR(x, y) = 256R_0(x, y) - R(x, y) \\ DG(x, y) = 256G_0(x, y) - G(x, y) \\ DB(x, y) = 256B_0(x, y) - B(x, y) \end{array} \right.$$

где $R_0(x, y), G_0(x, y), B_0(x, y)$ — интересующий, например, текущий кадр.

Множитель 256 необходим из-за того, что после сложения кадров диапазон значений яркостей $BR_z(x, y), BG_z(x, y), BB_z(x, y)$ в 256 раз шире (0...255·256).

Для правильного отображения на экране разностное изображение преобразовывалось из диапазона со знаком -255·256...+255·256 в обычный 8-битовый диапазон без знака. Для этого сначала находились значения для корректировки границ диапазона полученного разностного изображения:

$$FMin = \min_{x,y} (DR(x, y), DG(x, y), DB(x, y)),$$

$$FMax = \frac{\max_{x,y} (DR(x, y), DG(x, y), DB(x, y)) - FMin + 1}{256}.$$

Здесь $FMin$ — минимальное (отрицательное) значение разностного изображения, $FMax$ — корректирующий коэффициент, показывающий, во сколько раз надо уменьшить диапазон значений.

Само преобразование диапазонов осуществлялось по формулам:

$$\begin{cases} CR(x, y) = \frac{DR(x, y) - FMin}{FMax} \\ CG(x, y) = \frac{DG(x, y) - FMin}{FMax} \\ CB(x, y) = \frac{DB(x, y) - FMin}{FMax} \end{cases},$$

где $CR(x, y), CG(x, y), CB(x, y)$ — изображение, выводимое на обычный монитор с 8-битовыми цветовыми каналами.

6. Тональная компрессия производилась в программе Corel PhotoPaint 13.0 с помощью функции меню настройка — цветовая кривая (Adjust — Tone curve). Наиболее полезными оказались функции, похожие на S-образные функции при больших $\eta = 10$ (рис. 3.18).

7. Для некоторых экспериментов перед дальнейшей обработкой в программе Corel PhotoPaint проводилось сглаживание по Гауссу с радиусом примерно 5 пикселей (рис. 3.19).

8. В некоторых экспериментах полученные после этого изображения вновь обрабатывались в приложении DDProject с целью выделения сигнала, характеризующего насыщенность цвета (отклонение от серого).

Каналом насыщенности $F(x, y)$ условно считался результат вычисления по формулам

$$S(x, y) = \frac{CR(x, y) + CG(x, y) + CB(x, y)}{3},$$

$$F(x, y) = 255 - V \cdot \left((CR(x, y) - S(x, y))^2 + (CG(x, y) - S(x, y))^2 + (CB(x, y) - S(x, y))^2 \right)$$

9. Графики зависимостей яркости от координаты пикселя вдоль строки строились с помощью приложения DSTest, разработанного на кафедре ИиЭС.

Литература:

1. Динамический диапазон и его практическое значение [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.xela.ru/dinamicheskij-diapazon-i-ego-prakticheskoe-znachenie/> (дата обращения: 06.05.2021).

Динамический диапазон видеокамер

Наместников Дмитрий Александрович, студент магистратуры
Поволжский государственный университет сервиса (г. Тольятти)

Приведены основные определения динамического диапазона видеокамеры. Показано, что существует возможность улучшения динамического диапазона системы с помощью учета информации из нескольких кадров.

Ключевые слова: динамический диапазон, видеокамера, видеопоток.

Динамический диапазон видеокамеры обычно определяется как отношение самого яркого фрагмента изображения к самому темному фрагменту того же самого изображения, то есть в пределах одного кадра. Это отношение по-другому называется максимальным контрастом изображения.

Реальный динамический диапазон видеокамер строго ограничен. Он существенно уже динамического диапазона большинства реальных объектов, ландшафтов и даже сцен кино и фотографии. Кроме того, условия применения видеокамер наблюдения в части освещения зачастую далеки от оптимальных. Так, интересующие

нас объекты могут быть расположены на фоне ярко освещенных стен и предметов или встречного света. В этом случае объекты или их детали на изображении будут слишком темными, так как видеокамера автоматически адаптируется к высокой средней яркости кадра. В некоторых ситуациях на наблюдаемой «картинке» могут иметь место яркие пятна со слишком большими градиентами яркости, которые трудно передаются стандартными камерами.

Совокупность методов по выделению или подчеркиванию слабых изменений яркости, контраста и цветности видео называется улучшением динамического диапазона.

Известно, что видеопоток цифровой камеры представляет собой трехмерный сигнал. Однако продолжающееся развитие цифровых электронных технологий приводит к появлению новых возможностей сбора информации об объекте. Сейчас можно вести речь уже не только об обработке двумерных изображений, но и об обработке многомерных сигналов.

Простейшее определение динамического диапазона может быть конкретизировано следующим образом.

Определение 1. Динамический диапазон — это отношение максимальной яркости объекта E_{\max} при которой еще нет ограничения сверху к минимальной яркости E_{\min} при которой еще нет ограничения снизу.

Для вычисления или измерения динамического диапазона необходимо вычислять или измерять яркости. Во многих случаях значительно легче измерить или вычислить уровень или код выходного сигнала. Если известна функциональная зависимость между яркостью и выходным сигналом, то динамический диапазон можно рассчитывать, по найденным максимальным и минимальным уровням или кодам сигнала [1].

Например, предположим, что камера использует одноканальное кодирование, а зависимость между яркостью и кодом прямо пропорциональная (линейная). Тогда динамический диапазон составит 255 или 24 дБ.

Определение динамического диапазона через диапазон ограничений обладает существенными недостатками. Наверно, самый серьезный из них — то, что не учитывается влияние помех, в первую очередь, создаваемых внутренними шумами камеры, а также погрешностей квантования при преобразовании в цифровой код.

С этой точки зрения более правильное определение динамического диапазона должно содержать указание на некоторое минимально допустимое отношение сигнал/шум. При малых отношениях сигнал/шум, то есть при малой яркости значительная часть информации о яркости также теряется [2].

Определение 2. Динамический диапазон — это отношение максимальной яркости объекта E_{\max} при которой еще нет ограничения сверху к минимальной яркости E_{\min} при которой отношение сигнал/шум еще не меньше минимально допустимого.

Несмотря на то, что определение 2 теоретически более корректно, в очень многих практических случаях под динамическим диапазоном упрощенно понимают величину, найденную по определению 1, то есть без учета помех.

Понятие динамического диапазона может быть применено как ко всей видеосистеме, так и к ее элементам. Циф-

ровые коды, полученные камерой, могут быть сохранены в файл или переданы по каналам связи в других форматах, с другим количеством битов, с преобразованием цветového пространства или со сжатием [3].

При этом если рассматривать одиночный кадр, то вся последующая система в целом не улучшает его динамический диапазон по сравнению с динамическим диапазоном камеры. Однако, конечно, правильно спроектированная система не должна заметно ухудшать динамический диапазон снимка, полученного камерой.

Например, динамический диапазон файла формата JPEG определяется стандартом sRGB и равен примерно 12 EV (по определению 1). Из них лишь 8...9 EV реально полезны из-за погрешностей квантования и сжатия (динамический диапазон по определению 2).

Динамический диапазон файлов и датчиков камер часто путают с количеством бит, используемых для записи информации, однако прямой связи между этими величинами нет. Поэтому, например, динамический диапазон Radiance HDR (32 бита на пиксель) больше, чем 16-битного RGB TIFF (48 битов на пиксель). Динамический диапазон файлов формата Radiance HDR — 256 EV (по определению 1). Яркости пикселей в Radiance HDR хранятся не в целочисленном виде, а в формате с плавающей запятой [4, 5].

Существует возможность улучшения динамического диапазона системы с помощью учета информации из нескольких кадров. В этом случае динамический диапазон результата обработки — выходного снимка может быть заметно лучше динамического диапазона отдельного кадра. Такие методы в настоящее время используются и в значительной мере исследованы, однако их актуальность остается высокой. Следует отметить, что улучшение динамического диапазона в рассматриваемых методах достигается в обмен на длительность выдержки выходного кадра, в связи, с чем они не пригодны для съемки быстро движущихся объектов.

Теоретически могут быть предложены также методы улучшения динамического диапазона отдельного кадра, например, в обмен на разрешающую способность. Однако снижение разрешающей способности очень часто недопустимо и по этим причинам такие методы здесь не рассматриваются.

Камеры с широким динамическим диапазоном предназначены для обеспечения качественного изображения при встречной засветке и наличии в кадре как очень ярких, так и очень темных областей и деталей. При этом яркие области не насыщаются, а темные не отображаются слишком темными.

Литература:

1. Расшифровка терминов объективов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://lens-club.ru/glossary/c_228.html (дата обращения: 22.04.2021)
2. Динамический диапазон в цифровой фотографии [Электронный ресурс] / Cambridge in Colour. — Режим доступа: <https://www.cambridgeincolour.com/ru/tutorials-ru/dynamic-range.htm> (дата обращения: 21.04.2021).

3. Сенсоры цифровых камер [Электронный ресурс] / Cambridge in Colour. — Режим доступа: <https://www.cambridgeincolour.com/ru/tutorials-ru/camera-sensors.htm> (дата обращения: 23.04.2021).
4. Методика тестирования по программе Imatest [Электронный ресурс] / Imatest. — Режим доступа: https://www.imatest.com/docs/imatest_instructions/ (дата обращения: 23.04.2021).
5. Динамический диапазон и его практическое значение [Электронный ресурс] / Xela.ru. — Режим доступа: <http://www.xela.ru/dinamicheskij-diapazon-i-ego-prakticheskoe-znachenie/> (дата обращения: 27.04.2021).

Реализация КИХ-фильтра с частотной выборкой в среде Matlab

Торгушин Иван Васильевич, студент магистратуры
Поволжский государственный университет сервиса (г. Тольятти)

Произведено моделирование цифрового фильтра с конечной импульсной характеристикой и частотной выборкой. Показано, что использование трёх элементарных цифровых фильтров расширило полосу пропускания.

Ключевые слова: цифровой фильтр, элементарный цифровой фильтр, конечная импульсная характеристика, моделирование.

Структурная схема цифрового фильтра (ЦФ) с конечной импульсной характеристикой (КИХ), реализуемого методом частотной выборки, приведена на рис. 1 [1].

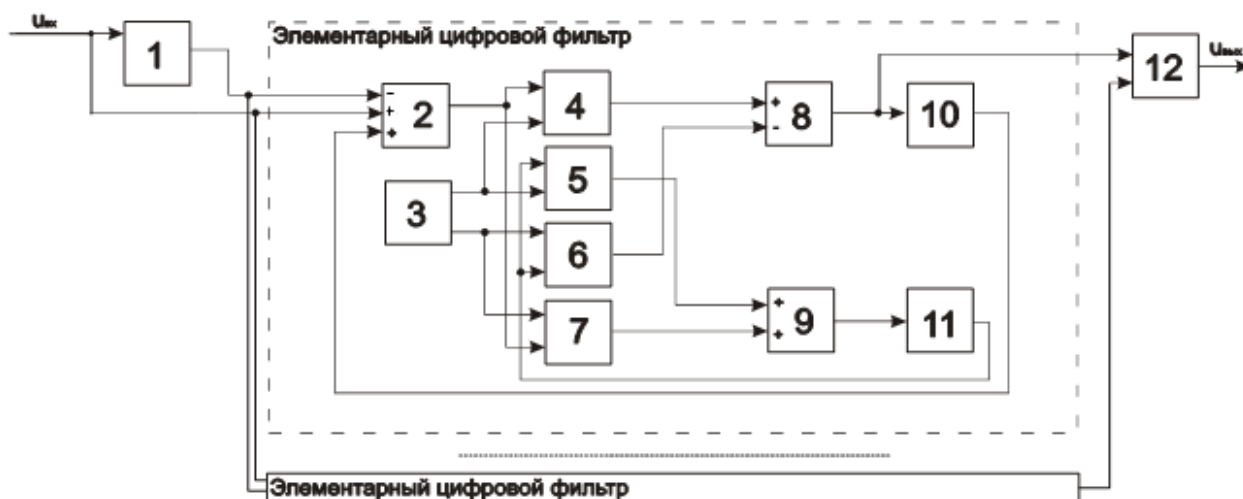


Рис. 1. Структурная схема цифрового фильтра

Реализуем её в среде Matlab-Simulink [2, 3]. Для этого, аналогично моделям, представленным выше, воспользуемся блоком подсистемы. Так как цифровой фильтр состоит из элементарных цифровых фильтров, внесём блок 1 структуры (рис. 1) в блок элементарного цифрового фильтра и реализуем элементарный цифровой фильтр независимо. Результат реализации элементарного цифрового фильтра представлен на рис. 2. При этом выбран высокий порядок — 4000. Модель для исследования работы представлена на рис. 3. Интервал дискретизации выбран равным 1/100000 с. Стоит заметить, что цифровой КИХ-фильтр прямой структуры реализации потребует уже 4000 операций умножения, в то время как в структуре их 4. Это лишний раз подтверждает высокую вычислительную эффективность представленного цифрового фильтра.

Результат работы модели представлен на рис. 4.

Рассмотрим теперь синтез цифрового фильтра по методу частотной выборки на основе суперпозиции элементарных цифровых фильтров. Для этого организуем независимую подсистему, которая будет являться телом цифрового фильтра и содержать элементарные цифровые фильтры. На рис. 5 представлен цифровой фильтр, содержащий три элементарных цифровых фильтра.

Для сравнения характеристик на рис. 6 приведена модель, содержащая как цифровой фильтр (рис. 5), так и элементарный цифровой фильтр [1]. Результат работы модели приведён на рис. 7.

По рис. 7 видно, что использование трёх элементарных цифровых фильтров расширило полосу пропускания. Таким образом, модель позволяет строить вычислительно-эффективные цифровые фильтры по методу частотной выборки.

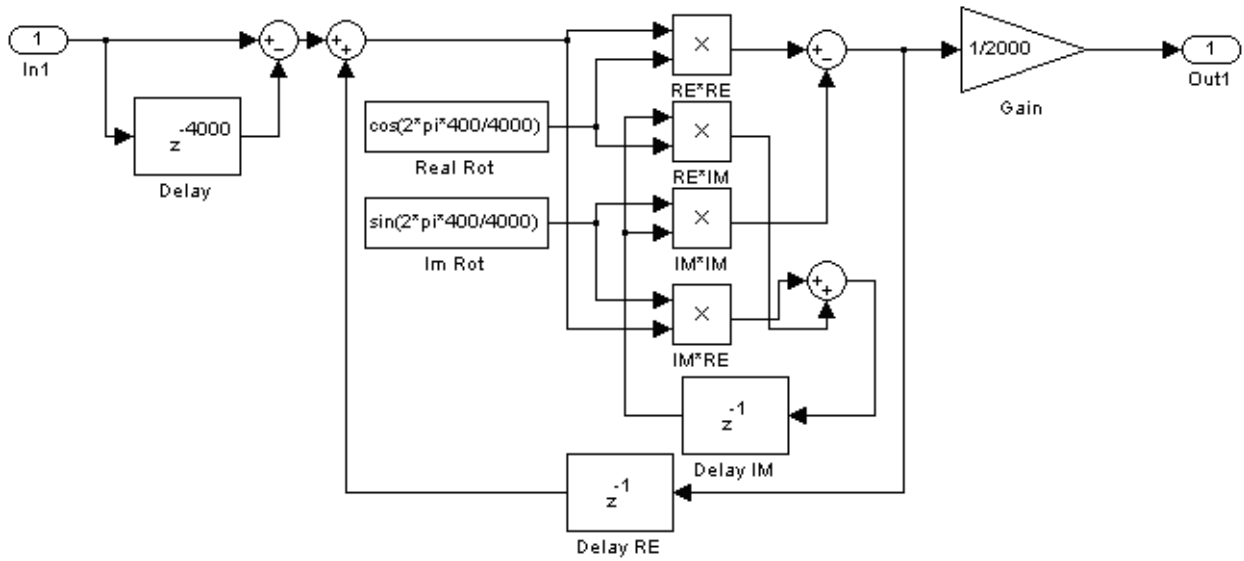


Рис. 2. Результат реализации элементарного цифрового фильтра

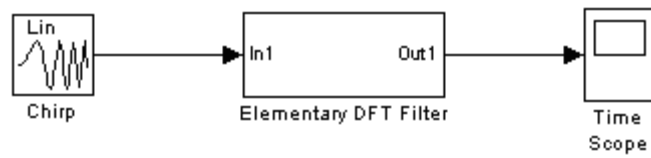


Рис. 3. Модель для исследования цифрового фильтра

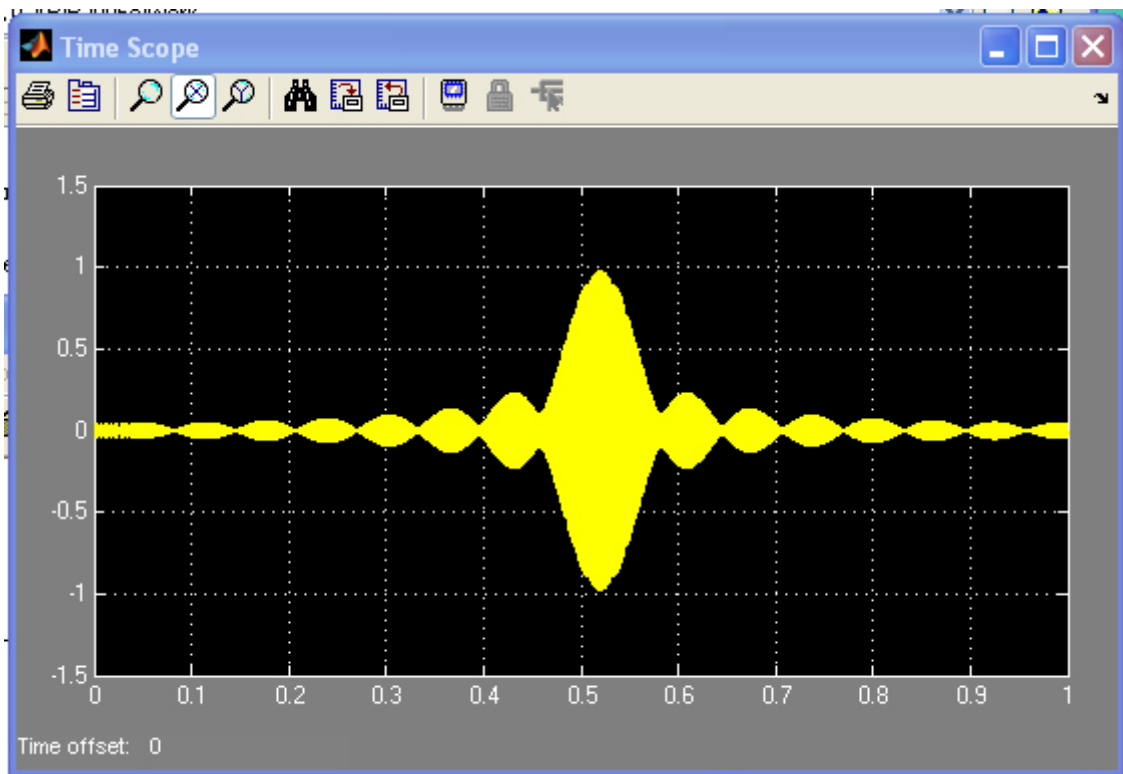


Рис. 4. Результат работы модели рис. 3.

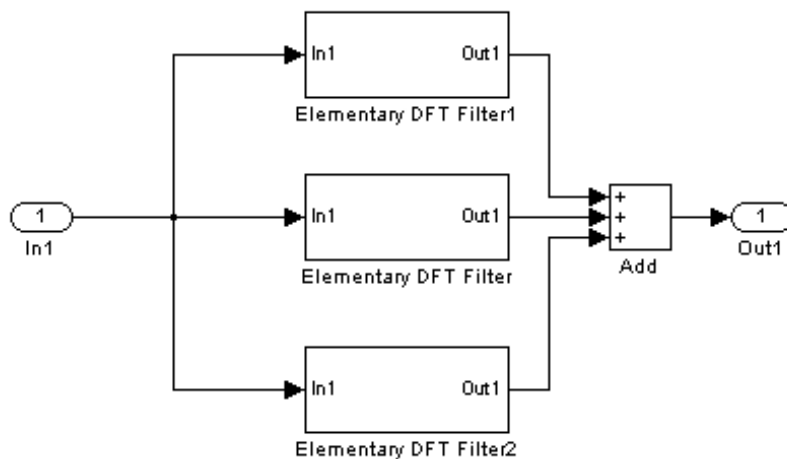


Рис. 5. Модель цифрового фильтра

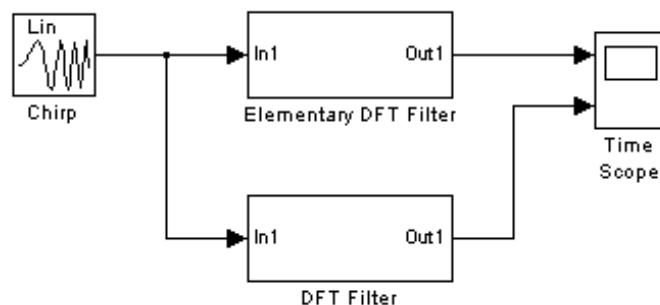


Рис. 6. Модель для исследования работы цифрового фильтра

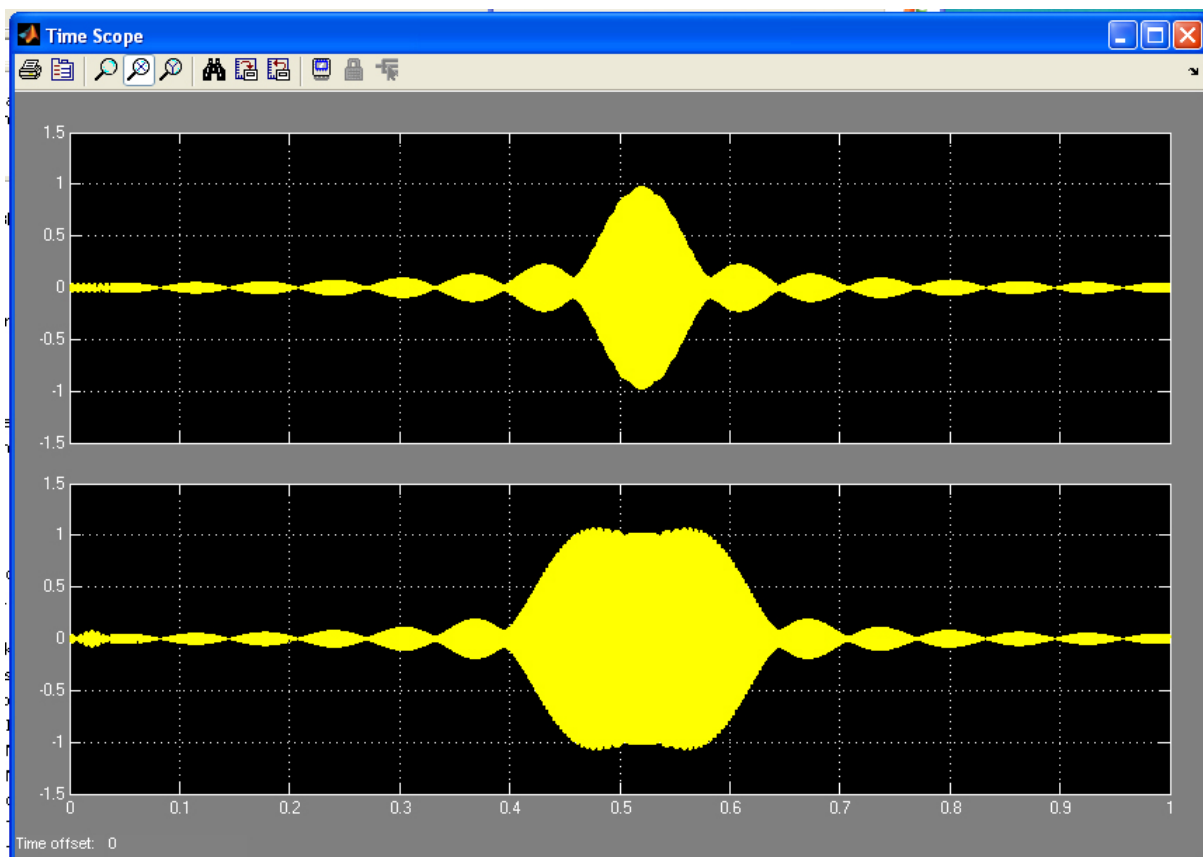


Рис. 7. Результат работы модели

Литература:

1. Иванов, В. В. Генераторные, фазовые и частотные преобразователи и модуляторы [Текст] / В. В. Иванов, В. К. Шакурский — М.: Радио и связь, 2003. — 172 с.
2. Андреев, И. В. MATLAB для DSP: SPTool — инструмент для расчёта цифровых фильтров и спектрального анализа сигналов [Текст] / И. В. Андреев, А. А. Ланнэ // Цифровая обработка сигналов. 2000, № 2. — с. 6–13.
3. Гадзиковский, В. И. Теоретические основы цифровой обработки сигналов [Текст] / В. И. Гадзиковский. — М.: Радио и связь, 2004. — 378 с.

Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой

Торгушин Иван Васильевич, студент магистратуры
Поволжский государственный университет сервиса (г. Тольятти)

Описаны основные характеристики цифровых фильтров, включая фильтры с конечной импульсной характеристикой. Показано, что изменение частоты дискретизации позволяет практически плавно изменять крутизну фазочастотной характеристики фильтра.

Ключевые слова: цифровой фильтр, конечная импульсная характеристика, фазочастотная характеристика.

Проблемой, ограничивающей использование цифровых фильтров (ЦФ) в различных системах передачи данных, является необходимость работы в широком диапазоне частот. При увеличении частот использования ЦФ уменьшается интервал дискретизации, что ограничивает максимально допустимый порядок цифровых фильтров.

Главной характеристикой ЦФ является алгоритм фильтрации. По алгоритму фильтрации осуществляется реализация фильтра.

Импульсной характеристикой ЦФ $h(n)$ является реакция фильтра на единичный импульс при нулевых начальных условиях. Импульсная характеристика позволяет определить выходной сигнал фильтра по формуле дискретной свёртки входного сигнала [1].

С импульсной характеристикой фильтра связана передаточная функция $H(z)$. Она определяется как отношение Z -преобразований выходного и входного сигналов. Импульсная и передаточная функции связаны парой Z -преобразований. С помощью передаточной функции $H(z)$ так же можно найти реакцию фильтра на любое входное воздействие.

Комплексная частотная характеристика фильтра $H \times \exp(j\omega T)$ определяется как отношение преобразований Фурье выходного и входного сигналов при нулевых начальных условиях. Комплексная частотная характеристика равна значениям передаточной функции на единичной окружности Z -плоскости, и связана с импульсной характеристикой парой преобразований Фурье. Комплексная частотная характеристика является периодической по частоте с периодом, который равен частоте дискретизации [2].

Импульсная характеристика, передаточная функция и комплексная частотная характеристика дают полное описание ЦФ как линейной стационарной системы.

Модуль комплексной частотной характеристики рассматривают как амплитудно-частотную характеристику $A(\omega T)$ (АЧХ), а аргумент — как фазочастотную характеристику $j(\omega T)$ (ФЧХ). Они также являются периодическими функциями с периодом, который равен частоте дискретизации.

По алгоритму работы ЦФ делятся на рекурсивные и нерекурсивные.

В рекурсивных алгоритмах фильтрации процесс вычисления выходного сигнала в заданный момент времени осуществляется с использованием предыдущих отсчётов входного и выходного сигналов. В рекурсивных фильтрах имеет место обратная связь. Количество используемых отсчётов выходного сигнала характеризует глубину рекурсии [3].

В нерекурсивных алгоритмах фильтрации процесс вычисления выходного сигнала в заданный момент времени осуществляется только с использованием предыдущих отсчётов входного сигналов. Обратная связь отсутствует. Нерекурсивные алгоритмы являются частными случаями рекурсивных алгоритмов при глубине рекурсии равной нулю.

В зависимости от расположения нулей передаточной функции на Z -плоскости различают фильтры минимально-фазового и неминимально-фазового типа. У минимально-фазовых фильтров $A(\omega T)$ и $j(\omega T)$ связаны между собой парой дискретных преобразований Гильберта.

У неминимально-фазовых фильтров $A(\omega T)$ и $j(\omega T)$ являются независимыми. То есть, при неизменной $A(\omega T)$ можно получить необходимую характеристику $j(\omega T)$. Кроме этого, в классе неминимально-фазовых фильтров существуют фильтры с идеальными линейными $j(\omega T)$.

Последнее свойство ЦФ является наиболее важным, так как позволяет выполнить условие линейности характеристик разработанных генераторных преобразователей, обладающих повышенной чувствительностью.

Рассмотрим условия реализации ЦФ с линейными ФЧХ [4]. Их реализация возможна в классе одномерных скалярных вещественных стационарных нерекурсивных линейных неминимально-фазовых цифровых фильтров.

Известны 4 вида фильтров с линейными ФЧХ.

Фильтры вида 1 имеют импульсную характеристику симметричную относительно центра, а значение отсчётов импульсной характеристики M является чётным: $h(n) = h(M - n)$. Такие фильтры могут быть фильтрами нижних частот, верхних частот, полосными и режекторными.

В фильтрах 2-го вида импульсная характеристика симметрична относительно центра, а значение отсчётов импульсной характеристики M является нечётным: $h(n) = h(M - n)$. Такие фильтры могут быть фильтрами нижних частот или полосными.

У фильтров вида 3 импульсная характеристика асимметрична относительно центра, а значение отсчётов импульсной характеристики M является чётным: $h(n) = -h(M - n)$. Такие фильтры могут быть только полосными.

У фильтров вида 4 импульсная характеристика антисимметрична относительно центра, а значение отсчётов импульсной характеристики M является нечётным: $h(n) = -h(M - n)$. Такие фильтры могут быть фильтрами верхних частот или полосными.

Сравнительный анализ фильтров указанных видов показывает, что предпочтение следует отдать фильтрам вида 1. Используя метод «окон» получим фильтры с конечной импульсной характеристикой или КИХ-фильтры.

ЦФ с конечной импульсной характеристикой (КИХ) имеют один неоспоримый плюс: линейные фазочастотные характеристики.

ФЧХ КИХ-фильтров ступенчатые и всегда проходят через начало координат, либо смещены на 90 градусов. Для получения большей точности необходимо увеличивать частоту дискретизации системы. Однако быстродействие процессора не всегда позволяет получить необходимую частоту дискретизации, а, соответственно, и точность.

Кратко остановимся на двух характеристиках КИХ-фильтров.

Как уже отмечалось выше, ФЧХ КИХ-фильтров является ступенчатой прямой, проходящей через начало координат или с постоянным смещением относительно начала координат. Чтобы фазовый сдвиг изменился скачком на одну ступеньку, надо чтобы период входного сигнала фильтра получил приращение, равное периоду дискретизации. Крутизна ФЧХ S_φ зависит от порядка фильтра R и частоты дискретизации F_d :

$$S_\varphi = -\pi \frac{R}{F_d} = -\pi RT .$$

Порядок фильтра определяется количеством отсчётов КИХ, длина которой равна RT . Порядок фильтра в основном определяет форму АЧХ. Изменение порядка фильтра приводит к скачкообразному изменению крутизны ФЧХ, поэтому этот способ настройки ФЧХ не подходит.

Изменение частоты дискретизации позволяет практически плавно изменять крутизну ФЧХ. Этот способ настройки ФЧХ наиболее удобен.

Литература:

1. Антоною, А. Цифровые фильтры: анализ и проектирование [Текст] / А. Антоною; Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1983. — 320 с.
2. Гадзиковский, В. И. Теоретические основы цифровой обработки сигналов [Текст] / В. И. Гадзиковский. — М.: Радио и связь, 2004. — 378 с.
3. Голденберг, Л. М. Цифровая обработка сигналов: Справочник [Текст] / Л. М. Голденберг, Б. Д. Матюшкин, М. Н. Поляк и др. — М.: Радио и связь, 1985–312 с.
4. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов [Текст] / А. Б. Сергиенко. — СПб.: Питер, 2004. — 608 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Оловянная бронза, область применения и ее свойства

Камаев Артур Сергеевич, студент

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева

Бронзы представляют собой семейство сплавов на основе меди, традиционно легированных оловом, но могут относиться к сплавам меди и других элементов. Бронза несколько прочнее латуни, но все же обладает высокой степенью коррозионной стойкости. Как правило, они используются, когда в дополнение к коррозионной стойкости требуются хорошие свойства при растяжении. Например, бериллиевая медь достигает наибольшей прочности (до 1400 МПа) из любого сплава на основе меди.

Исторически сложилось так, что легирование меди другим металлом, например, оловом, для получения бронзы впервые практиковалось примерно через 4000 лет после открытия плавки меди и примерно через 2000 лет после того, как «натуральная бронза» вошла в общее употребление. Древняя цивилизация в бронзовом веке производила бронзу путем выплавки собственной меди и легирования оловом, мышьяком или другими металлами. Бронза или подобные бронзе сплавы и смеси использовались для монет в течение более длительного периода. Бронза по-прежнему широко используется сегодня для пружин, подшипников, втулок, подшипников автомобильных трансмиссий и аналогичных фитингов, и особенно распространена в подшипниках небольших электродвигателей. Латунь и бронза являются распространенными инженерными материалами в современной архитектуре и в основном используются для кровли и облицовки фасадов из-за их внешнего вида.

Ключевые слова: оловянная бронза, сплав, свойства, напряжение, деформация, предел.

В целом, бронзы представляют собой семейство сплавов на основе меди, традиционно легированных оловом, обычно с содержанием олова около 12–12,5 %. Добавление небольших количеств (0,01–0,45) фосфора дополнительно повышает твердость, усталостную стойкость и износостойкость [1]. Добавление этих сплавов приводит к таким применениям, как пружины, крепежные детали, крепления каменной кладки, валы, шестерни и подшипники. Бронза также является предпочтительным металлом для колоколов в виде сплава бронзы с высоким содержанием олова, известного в просторечии как колокольный металл, который составляет около 23 % олова. Сплавы с высоким содержанием оловянной бронзы обычно используются в зубчатых передачах, а также в высокопрочных втулках и подшипниках, где присутствуют высокая прочность и большие нагрузки. Другие области применения этих сплавов – рабочие колеса насосов, поршневые кольца и паровые фитинги. Например, медный литейный сплав UNS C90500 представляет собой литой сплав медь-олово, который также известен как оружейный металл. Первоначально он использовался главным образом для изготовления оружия, но в значительной степени был заменен сталью.

Использование и применение бронзы

Основными областями применения меди являются электрические провода (60 %), кровля и сантехника (20 %), а также промышленное оборудование (15 %). Медь используется в основном как чистый металл, но, когда требуется большая твердость, ее добавляют в такие сплавы, как латунь и бронза (5 % от общего использования). Медь и сплавы на ее основе, включая латуни (Cu-Zn) и бронзы (Cu-Sn), широко используются в различных промышленных и общественных целях [2]. Некоторые из распространенных применений латунных сплавов включают ювелирию, замки, петли, шестерни, подшипники, гильзы от боеприпасов, автомобильные радиаторы, музыкальные инструменты, электронную упаковку и монеты. Бронза или подобные бронзе сплавы и смеси использовались для монет в течение более длительного периода. Латунь и бронза являются распространенными инженерными материалами в современной архитектуре и в основном используются для кровли и облицовки фасадов из-за их внешнего вида.

Свойства оловянной бронзы

Свойства материала являются интенсивными свойствами, что означает, что они не зависят от количества массы и могут изменяться от места к месту в системе

в любой момент. Основа материаловедения включает в себя изучение структуры материалов и соотнесение их с их свойствами (механическими, электрическими и т. д.). Как только материаловед узнает об этой корреляции структуры и свойств, он может перейти к изучению относительной производительности материала в данном приложении. Основными факторами, определяющими структуру материала и, следовательно, его свойства, являются составляющие его химические элементы и способ, которым он был переработан в свою окончательную форму.

Механические свойства оловянной бронзы [3]

Материалы часто выбираются для различных применений, поскольку они имеют желательные сочетания механических характеристик. Для конструктивных применений свойства материалов имеют решающее значение, и инженеры должны учитывать их.

В механике материалов прочность материала — это его способность выдерживать приложенную нагрузку без разрушения или пластической деформации. Прочность материалов в основном учитывает взаимосвязь между внешними нагрузками, приложенными к материалу, и результирующей деформацией или изменением размеров материала. Предел прочности на растяжение оловянной бронзы — UNS C90500 — оружейный металл составляет около 310 МПа.

Предел прочности при растяжении является максимальным на кривой «напряжение-деформация». Это соответствует максимальному напряжению, которое может выдержать структура в напряжении. Часто это значение значительно превышает предел текучести (на 50–60 процентов больше, чем выходные значения для некоторых типов металлов). Когда пластичный материал достигает своей предельной прочности, появляется «горловина», где площадь поперечного сечения локально уменьшается. Кривая напряжения-деформации содержит не более высокое напряжение, чем предел прочности. Несмотря на то, что деформации могут продолжать увеличиваться, напряжение обычно уменьшается после достижения максимальной прочности. Это интенсивное свойство, поэтому его значение не зависит от размера испытываемого образца. Однако это зависит от других факторов, таких как подготовка образца, наличие или отсутствие дефектов поверхности, а также температура испытательной среды и материала. Предел прочности при растяжении варьируется от 50 МПа для алюминия до 3000 МПа для очень высокопрочных сталей.

Предел текучести оловянной бронзы — UNS C90500 — оружейный металл составляет около 150 МПа. Предел текучести — это точка на кривой напряжение-деформация, которая указывает предел упругого поведения и начало пластического поведения. Предел текучести — это свойство материала, определяемое как напряжение, при котором материал начинает пластически деформироваться, это точка, в которой начинается нелинейная (упругая + пластическая) деформация. До достижения предела текучести материал будет упруго деформироваться и вернуться

к своей первоначальной форме, когда приложенное напряжение будет снято. Как только предел текучести будет пройден, некоторая часть деформации будет постоянной и необратимой. Некоторые стали и другие материалы демонстрируют поведение, называемое явлением предела текучести. Предел текучести варьируется от 35 МПа для низкопрочного алюминия до более 1400 МПа для очень высокопрочных сталей.

Модуль упругости Юнга оловянной бронзы — UNS C90500 — оружейный металл составляет около 103 ГПа. Модуль упругости Юнга — это модуль упругости для растягивающих и сжимающих напряжений в режиме линейной упругости одноосной деформации, который обычно оценивается с помощью испытаний на растяжение. До предельного напряжения тело сможет восстановить свои размеры при снятии нагрузки. Приложенные напряжения заставляют атомы в кристалле двигаться из положения равновесия. Все атомы смещены на одинаковую величину и все еще сохраняют свою относительную геометрию. Когда напряжения снимаются, все атомы возвращаются в исходное положение, и никакой постоянной деформации не происходит. Согласно закону Гука, напряжение пропорционально деформации (в упругой области), а наклон равен модулю Юнга. Модуль Юнга равен продольному напряжению, деленному на деформацию.

$$\sigma = E/\epsilon,$$

где σ — напряжение (давление) [Па],
 ϵ — деформация = $\frac{\Delta L}{L_0}$, E — модуль эластичности [Па]

Твердость по Бринеллю оловянной бронзы — UNS C90500 — оружейный металл составляет приблизительно 75 НВ.

Испытание на твердость по Роквеллу является одним из наиболее распространенных испытаний на твердость при вдавливании, которое было разработано для испытания на твердость. В отличие от теста Бринелля, тест Роквелла измеряет глубину проникновения индентора под большой нагрузкой по сравнению с проникновением, произведенным предварительно под незначительной нагрузкой. Незначительная нагрузка устанавливает нулевое положение. Основная нагрузка прикладывается, а затем удаляется, сохраняя при этом незначительную нагрузку. Разница между глубиной проникновения до и после приложения основной нагрузки используется для расчета числа твердости по Роквеллу — глубина проникновения и твердость обратно пропорциональны. Главным преимуществом твердости по Роквеллу является его способность напрямую отображать значения твердости. В результате получается безразмерное число, отмеченное как HRA, HRB, HRC и т. д., где последняя буква — соответствующая шкала Роквелла. Испытание Роквелла проводится с помощью алмазного конуса с углом 120° и основной нагрузкой 150 кг.

Термические свойства материалов относятся к реакции материалов на изменение их температуры и на применение тепла. Поскольку твердое тело поглощает энергию в виде тепла, его температура повышается, а размеры увеличиваются. Но разные материалы по-разному реагируют на применение тепла.

Теплоемкость, тепловое расширение и теплопроводность — это свойства, которые часто имеют решающее значение при практическом использовании твердых тел.

Температура плавления оловянной бронзы — UNS C90500 — оружейный металл составляет около 1000°C. В общем случае плавление — это фазовый переход вещества из твердой фазы в жидкую. Температура плавления вещества — это температура, при которой происходит это фазовое изменение [4]. Температура плавления также определяет состояние, при котором твердое и жидкое вещества могут существовать в равновесии.

Теплопроводность оловянной бронзы — UNS C90500 — оружейный металл составляет 75 Вт/(м*К). Характеристики теплопередачи твердого материала измеряются

свойством, называемым теплопроводностью, k (или λ), измеряемой в Вт/м*К. Это мера способности вещества передавать тепло через материал с помощью проводимости. Важно, что закон Фурье применим ко всей материи, независимо от ее состояния (твердое, жидкое или газообразное), поэтому он также определен для жидкостей и газов.

Теплопроводность большинства жидкостей и твердых тел изменяется в зависимости от температуры. Для паров это также зависит от давления. В общем случае:

$$k = k[\vec{r}, T, (\vec{r}, t)] = \frac{\vec{q}_x}{\partial T / \partial x}$$

Большинство материалов очень близки к однородным, поэтому обычно можно написать $k=k(T)$. Аналогичные определения связаны с теплопроводностью в направлениях y и z (k_y , k_z), но для изотропного материала теплопроводность не зависит от направления переноса, $k_x=k_y=k_z=k$ [5].

Литература:

1. Адашкин, А. М. *Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов: Учебник* / А. М. Адашкин, А. Н. Красновский. — М.: Форум, 2018. — 592 с.
2. Оськин, В. А. *Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Кн 1* / В. А. Оськин, В.В Евсиков. — М.: КолосС, 2008. — 447 с.
3. Пожидаева, С. П. *Материаловедение: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования* / С. П. Пожидаева. — М.: ИЦ Академия, 2013. — 352 с.
4. Черепяхин, А. А. *Материаловедение: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования* / В. Б. Арзамасов, А. А. Черепяхин. — М.: ИЦ Академия, 2013. — 176 с.
5. Шубина, Н. Б. *Материаловедение.* / Н. Б. Шубина, О. В. Белянкина. — М.: МГГУ, 2012. — 162 с.

Система внешнего армирования как способ усиления монолитного безбалочного железобетонного перекрытия

Мугаллимова Ильмира Ильясовна, студент
Уфимский государственный нефтяной технический университет

В статье автор приводит общие сведения о системе внешнего армирования углекомпозитными материалами CarbonWrap и ее применении на примере монолитного безбалочного железобетонного перекрытия.

Ключевые слова: система внешнего армирования, усиление углекомпозитные материалы, монолитное безбалочное перекрытие.

Основная цель усиления строительных конструкций — повышение прочностных и жесткостных характеристик, несущей способности, трещиностойкости. Работы по усилению конструкций представляют собой целый комплекс мероприятий, в результате которых происходит увеличение уровня безопасности и срока службы конструкции.

Для бетонных и железобетонных конструкций данная проблема актуальна на протяжении всего срока службы, так как в процессе эксплуатации наружный слой бетона будет неизбежно разрушаться под действием многих факторов. Одним из способов усиления таких конструкций является устройство систем внешнего армирования из углекомпозитных материалов.

В зависимости от типа обрабатываемых конструкций и характера напряженно-деформируемого состояния выделяют три основных схемы усиления:

- усиление лентами (бандажами);
- усиление ламелями;
- усиление сетками.

Усиление железобетонных плит перекрытия производят для восстановления несущей способности. Самой распространенной причиной образования дефектов на горизонтальных несущих конструкциях является коррозия арматуры. При этом коррозия разрушает и окружающий арматуру бетон, что приводит к еще большим объемам «поражения» конструкции (рис. 1).



Рис. 1. Коррозия арматуры и осыпание наружного слоя бетона плиты перекрытия

При усилении монолитного перекрытия зачастую используют ленты. Они приклеиваются в продольном на-

правлении по всей поверхности (рис. 2). При этом увеличивается сейсмостойчивость конструкции [4].



Рис. 2. Усиленное композитными материалами монолитное перекрытие

Одним из известных производителей материалов для системы внешнего армирования является CarbonWrap [5]. Данная продукция позволяет выбрать необходимые материалы для усиления, в том числе, плит перекрытия.

Укрепление и ремонт монолитного перекрытия требует предварительных расчетов несущей способности, чтобы

определить, как скажется дополнительная нагрузка на работе конструкции.

Шилин А. А. [3] дает подробное описание работы различных железобетонных конструкций, усиленных углекомпозитом. Основные положения по расчету конструкций, усиленных системой внешнего армирования

CarbonWrap, и подробная технология производства работ представлены в СТО 38276489.2017 [1].

Также авторы [1] говорят о требованиях техники безопасности и охране окружающей среды, связанных с композитными материалами:

При обработке и подготовке поверхностей под наклейку следует использовать респираторы. Необходимость использования респираторов диктуется тем, что при нарезании углеродных наполнителей и последующей работе с ними на поверхности может скапливаться тонкодисперсная углеродная пыль;

Компоненты системы внешнего армирования ни при каких условиях не должны попадать в почву и водоемы. Все отходы производства в ходе работы и после их завершения должны быть утилизированы согласно рекомендациям поставщиков и изготовителей материалов.

Приведем небольшой расчет затрат труда на выполнение усиления плиты перекрытия углеродными лентами CarbonWrap — Tape 530/600 в один слой.

Объемы работ:

- площадь зоны усиления — 10 м²;
- площадь элементов усиления — 5 м².

Состав работ, выполняемых при усилении железобетонного перекрытия композитными материалами:

- очистка бетонных поверхностей;
- разметка насечек на бетонной поверхности;
- раскрой лент усиливающего элемента;
- нанесение эпоксидного клея на ленты («мокрый» способ);
- укладка ленты, пропитанной клеем, на перекрытие;
- посыпка песком;
- покрытие огнезащитным материалом.

В таблице 1 представлена калькуляция затрат труда при производстве работ по усилению плиты перекрытия.

Таблица 1. Калькуляция затрат труда

Наименование работ	Обоснование ГЭСН, ЕНиР	Ед. изм.	Объем работ	Н _{вр} на ед. изм.		Н _{вр} на весь объем	
				чел.-ч	маш.-ч	чел.-ч	маш.-ч
Очистка бетонных поверхностей	Е20–1-176	100 м ²	10 м ²	9	-	0,9	-
Разметка насечек на бетонной поверхности	Е8–1-1	100 м ²	10 м ²	57	-	5,7	-
Наклейка композитного материала с устройством защитного слоя	ГЭСН 12–01–003–01	100 м ²	5 м ²	32,26	-	1,61	-
Покрытие системы внешнего армирования огнезащитным материалом	Е8–1-15	100 м ²	10 м ²	5,4	-	0,54	-
Итого:			35 м ²			8,75	-

В заключении хотелось бы отметить, что система внешнего армирования как способ усиления монолитной железобетонной плиты перекрытия не является сложной, но имеет свои нюансы при выполнении работ. Качественно

выполненная работа с соблюдением всех предписаний даст свои результаты в виде улучшенной несущей способности и большего срока службы

Литература:

1. СТО 38276489.001–2017. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Проектирование и технология производства работ: стандарт организации. — Введ. 2017–01–12. — Москва, 2017. — 125 с.
2. ТУ 1916–041–38276489–2017. Углеродные однонаправленные ленты для системы внешнего армирования: технические условия. — Введ. 2017–01–12. — Москва, 2017. — 15 с.
3. Шилин А. А., Пшеничный В. А., Каргузов Д. В. Внешнее армирование железобетонных конструкций композитными материалами. М.: Издательство «Стройиздат», 2007. 184 с.
4. СтройПартнер. Информационный сайт о строительстве — Электрон. дан. — М., [2009–2021] URL: <https://st-par.ru/info/perekrytiya/usilenie-plity-perekrytiya/> — Усиление плиты перекрытия.
5. CarbonWrap. Сайт компании по продаже углекомпозитных материалов — Электрон. дан. — М., [2021] URL: <https://carbonwrap.ru/> — Система внешнего армирования CarbonWrap.

Газоконденсатные резервуары

Расулова Минаханым Ага Рза кызы, студент магистратуры
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (г. Баку)

В статье приводится обзор работы газоконденсатных пластов и скважин. Для оценки всех компонентов системы добывающих скважин предлагается использовать узловой анализ.

Ключевые слова: газоконденсат, продуктивность, узловой анализ.

На первой стадии газоконденсатные пласты действуют как газовые пласты при истощении. Когда давление достигает точки росы в пластовых условиях, в пласте развивается ретроградная фаза конденсации, что приводит к потере продуктивности скважины, следовательно, к потере прибыли.

Когда есть только одна фаза, предполагается, что добыча пропорциональна разнице давлений между пластом и стволом скважины. Константа пропорциональности — это показатель производительности, который основан на законе Дарси для установившегося радиального потока одиночной несжимаемой жидкости. По достижении давления точки росы начинается поток жидкости, и этот поток газа и жидкости характеризуется законом многофазного потока.

Давление депрессии для горизонтальной скважины меньше, чем для вертикальной скважины при том же дебите, и насыщение жидкостью вокруг вертикальной скважины может достигать 15 %, тогда как в горизонтальной скважине оно не может превышать 6 %. Также низкое давление депрессии наблюдается в мощных пластах; в результате восстанавливается больше жидкости [1].

Углеводороды в газоконденсатном пласте на момент вскрытия полностью или преимущественно находятся в паровой фазе. После изотермического истощения, когда пластовое давление падает ниже точки росы углеводородной фазы, образуется жидкая углеводородная фаза.

Появление жидкой фазы при расширении пара невозможно для чистых веществ, поэтому такое поведение классифицируется как «ретроградное» для смесей данного типа. Если истощение продолжится, ретроградная жидкость может испариться [2].

Производительность газоконденсатной скважины такая же, как и у скважины с сухим газом, при условии, что забойное давление скважины выше начальной точки росы коллектора. Как только забойное давление скважины падает ниже точки росы, производительность скважины начинает отклоняться от производительности скважины с сухим газом. Конденсат начинает выпадать сначала возле ствола скважины, сначала он мобильный, жидкий конденсат накапливается до тех пор, пока не будет достигнута критическая насыщенность конденсата. Эта богатая жидкостью зона расширяется наружу и углубляется в резервуар по мере того, как истощение продолжается.

Накопление жидкости или скопление конденсата вызывает снижение относительной проницаемости по газу и действует как частичное препятствие для добычи газа.

Поскольку конденсат остается в пласте, скопление конденсата проявляется в увеличении газойль-фактора добычи в скважине или, наоборот. При прогнозировании характеристик газоконденсатной скважины с помощью симуляторов коллектора необходимо уточнить локальную сеть вокруг скважины, чтобы учесть влияние скоплений конденсата. Определение производительности газоконденсатной скважины может быть выполнено с использованием метода двухфазного псевдодавления.

Метод двухфазного псевдодавления, однако, не может применяться независимо для оценки производительности скважины, так как он требует в качестве входных данных газовое соотношение добычи нефти и газа.

Недавно были опубликованы упрощенные методы расчета продуктивности газоконденсатных скважин без использования симуляторов пласта [4].

Проектирование строительства скважин, а также диагностика и оптимизация работы скважины в значительной степени основаны на моделировании продуктивности скважины, которое объединяет гидравлические расчеты труб с моделью продуктивности коллектора.

Поведение газоконденсатных скважин уникально в том смысле, что оно характеризуется быстрой потерей продуктивности скважин. Обычно, когда текущее забойное давление опускается ниже точки росы, вблизи ствола скважины образуется область высокой конденсатонасыщенности, вызывая более низкую подачу газа в основном из-за снижения газопроницаемости.

Когда текущее забойное давление ниже точки росы, пласт может содержать три области потока. Область 1 определяется как зона, более близкая к внутреннему стволу скважины, где одновременно текут газ и нефть. За пределами коллектора область 2 содержит скопление конденсата, в котором течет только газ. Наконец, примыкающая к области 2, область 3, которая простирается до границ коллектора, существует только в том случае, если давление коллектора выше, чем давление точки росы. Размер каждой области изменяется со временем по мере истощения резервуара.

Для оценки всех компонентов системы добывающих скважин, начиная со статического пластового давления и заканчивая сепаратором, используется узловой анализ. Этот анализ позволяет определить расход, при котором

скважина будет производить при заданной геометрии и заканчивании скважины, чтобы увидеть, когда из скважины прекратится добыча, решить, когда наиболее экономично установить искусственный подъемник, проанализировать каждый компонент, чтобы определить, ограничивает ли он поток.

Оптимизация добычи нефтяных и газовых скважин с использованием компьютеризированных моделей скважин способствовала усовершенствованию методов заканчивания, повышению эффективности и увеличению добычи на многих скважинах. Две основные причины необходимости оптимизации производства — это изменение допустимых темпов добычи и быстрое вычисление сложных алгоритмов. Слишком много ошибок связано с различными корреляциями многофазных насосно-компрессорных труб или выкидных линий, формулами заканчивания.

Следовательно, трудно получить график прогнозного анализа скважины, чтобы показать пересечение с точным дебитом, поскольку скважина в настоящее время добывается. Даже если точная добыча не может быть сопоставлена, анализ может показать процентное увеличение добычи при изменении, например, давления на устье скважины или размера НКТ.

Прогнозирование загрузки газовой скважины может быть выполнено с помощью узлового системного анализа. Нагрузка газовых скважин часто является определяющим фактором при отказе от зрелых истощенных коллекторов. Нагрузка происходит в газовых скважинах при низких эксплуатационных давлениях, когда скорость потока становится недостаточной для переноса и непрерывного удаления добываемых флюидов из ствола скважины. Точные

прогнозы условий добычи, при которых произойдет перегрузка газовых скважин, важны для оценки эксплуатационных модификаций и определения запасов.

Узловой анализ часто используется для оценки производительности скважины путем анализа зависимости давления от дебита в различных точках или узлах по всей добывающей системе скважины. Однако в прошлом анализ узловых систем считался ненадежным для газовых скважин низкого давления, поскольку приложения обычно недооценивают пластовое давление и скорость, при которой происходит нагружение.

Газ, добываемый из пласта, содержит водяной пар, который конденсируется в жидкость в стволе скважины по мере того, как температура и давление снижаются с течением. При прогнозировании характеристик потока важно понимать, что, хотя содержание воды в добываемом газе является постоянным в любой точке ствола скважины до начала нагружения, фаза, занимаемая этой водой, изменяется с течением вверх по насосно-компрессорной трубе.

Увеличение добычи конденсированной воды, которое происходит при снижении пластового давления, значительно увеличит давление, необходимое для поддержания разгрузки скважины. Когда пласт приближается к истощению, расход газа станет слишком низким, чтобы постоянно выносить конденсированную воду из ствола скважины. Этот минимальный расход и соответствующее давление отмечают начало загрузки. Добываемые жидкости начнут накапливаться в стволе скважины до тех пор, пока гидростатическое давление не станет слишком большим для преодоления скважиной, и поток добычи не прекратится [3].

Литература:

1. Dehane, A., Sonatrach, Tiab D., and Osisanya S. O. Performance of Horizontal Wells in Gas-Condensate Reservoirs, Djebel Bissa Field, and Algeria. SPE paper 65504 presented in International Conference on Horizontal Well Technology held in Calgary, Alberta, Canada, 2000.
2. Lus, F. Ayala, Turgay Ertekin, and Michael A. Adewumi. Analysis of Recovery Mechanisms for Naturally Fractured Gas-Condensate Reservoirs. SPE paper 90010 presented at the International Petroleum Conference held in Mexico, 2004.
3. Moltz, A. K. Predicting Gas Well Load-Up Using Nodal System Analysis. SPE paper 24860 presented at the Annular Technical Conference and Exhibition held in Washington D. C., 1992.
4. Xiao, J. J. and Ahmad J. AL-Muaraikhi. A New Method for the Determination of Gas Condensate Well Production Performance. SPE paper 90290 presented at the Annual Technical Conference and Exhibition held in Houston, Texas, 2004.

Анализ факторов, влияющих на ширину раскрытия нормальных трещин в изгибаемых железобетонных элементах

Рудный Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Рябина Марина Вячеславовна, студент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассмотрен один из факторов, влияющих на ширину раскрытия нормальных трещин в железобетонных балках по актуальным и единым нормам Евросоюза (Eurocode 2) и российским (СП 63.13330). За расчетный элемент принята железобетонная балка с сечением 400x400мм, длиной 6м. В данной статье рассматривается не сам расчет, а его результат.

Ключевые слова: ширина раскрытия трещин, расчёт, анализ, нормативная документация.

Analysis of factors affecting the width of the opening of normal cracks in bending reinforced concrete elements

The article considers some of the factors that affect the width of the opening of normal cracks in reinforced concrete beams according to the current and uniform standards of the European Union (Eurocode 2) and Russian (SP 63.13330). A reinforced concrete beam with a cross-section of 400x400mm and a length of 6 m is taken as the design element. This article does not consider the calculation itself, but its result.

Keywords: crack opening width, calculation, analysis, regulatory documentation.

Введение

В 2009 г. Федеральный закон № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» установил обязательные требования в сфере проектирования и включил СНИПы в общенациональную систему стандартизации, придав им статус сводов правил. Тогда же началась актуализация норм и правил, а затем — гармонизация с Еврокодами.

Гармонизация отечественной нормативно-технической базы необходима для интеграции системы технического регулирования строительной отрасли в европейскую систему, устранения барьеров на пути реализации иностранных инвестиционных проектов, применения передовых зарубежных технологий, инноваций и научных разработок.

Большинство публикаций по сравнительному анализу отечественных и европейских норм касаются расчетов по прочности и меньшей степени расчетов по второй группе предельных состояний.

Существует множество методик вычисления ширины раскрытия нормальных трещин в изгибаемых элементах. Каждая методика предполагает применение своих формул между трещинами, зависящих от различных факторов. Все подходы к решению задач и результатов, получение различными авторами, разделены на группы.

Первая группа составляет большинство работ, использующих исходные условия, изложенные в теории В. И. Мурашева, по которым ширина раскрытия трещин определяется как разность удлинения арматуры на участке между трещинами минус деформация бетона.

Вторая группа составляют эмпирические формулы, построенные по результатам экспериментальных исследований. Исследования, выполненные в НИИЖБе, показали, что основными параметрами, влияющими на ширину раскрытия трещины, являются напряжения в растянутой арматуре, ее диаметр, процент армирования, толщина защитного слоя.

К третьей группе относятся исследования, в которых «раскрытие трещин рассматривается как накопление смещений арматуры и бетона на участках между трещинами».

Описание рассчитываемого элемента

Рассчитывалась железобетонная балка по двум разным нормам проектирования по СП 63.13330 и Еврокод 2. Балка прямоугольного сечения (400x400) на двух опорах длиной 6м. Для расчёта были взяты различные диаметры арматуры.

СП 63.13330

Ширина раскрытия трещин нормальных к продольной оси элемента определяется по формуле СП 63.13330 4.10 [1,2]:

$$a_{cr} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \psi_s \frac{\sigma_s}{E_s} l_s$$

Где

σ_s — напряжение в продольной растянутой арматуре в нормальном сечении с трещиной от соответствующей внешней нагрузки.

l_s — базовое (без учета влияния вида поверхности арматуры) расстояние между смежными нормальными трещинами.

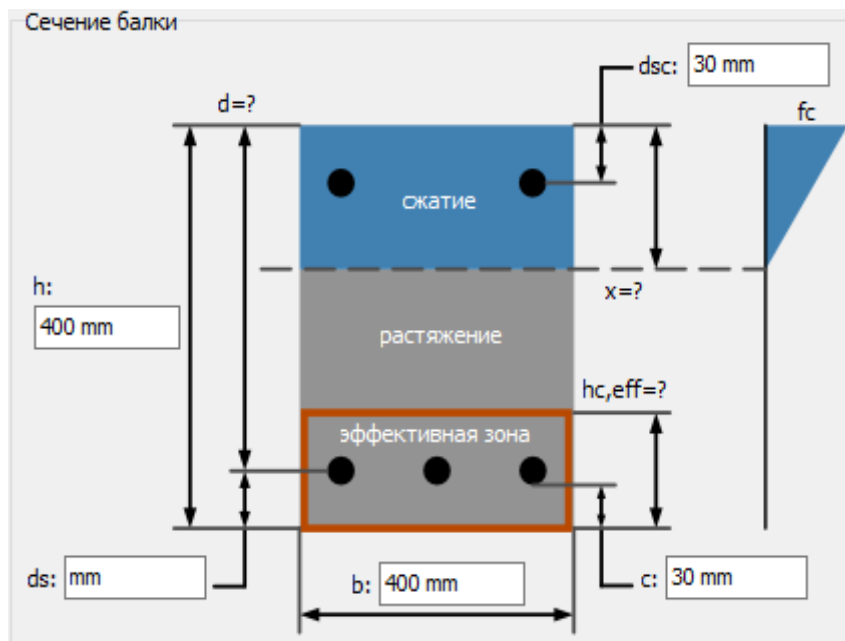
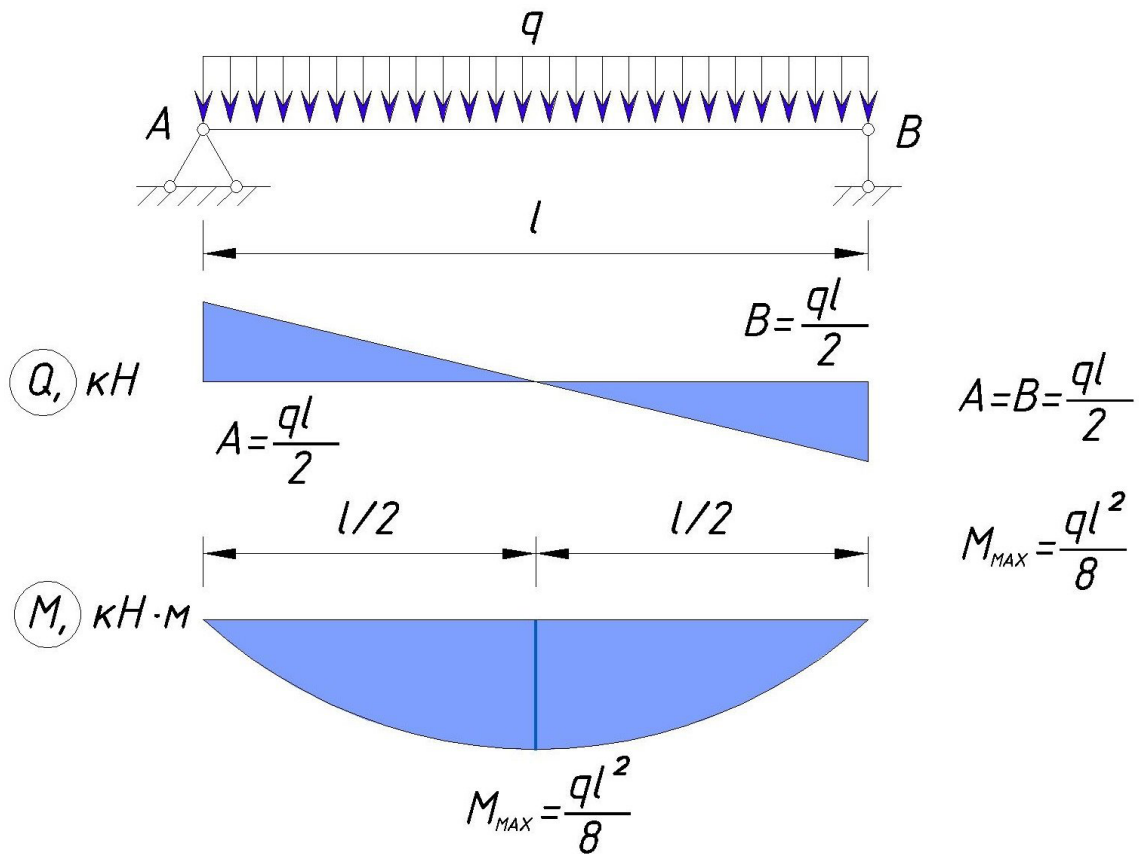


Рис. 1. Сечение балки

Ψ_s — коэффициент, учитывающий неравномерное распределение относительных деформаций растянутой арматуры между трещинами;

φ_1 — коэффициент, учитывающий продолжительность действия нагрузки.

φ_2 — коэффициент, учитывающий профиль продольной арматуры.

φ_3 — коэффициент, учитывающий характер нагружения.

Eurocode 2

Ширина раскрытия трещин по Еврокоду 2 [3] определяется по формуле 7.8 (п.7.3.4.) [3]:

$$W_k = S_{r,\text{max}} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

$$S_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\sigma}{\rho_{p,eff}}$$

где
 k₃ — коэффициент =3,4;
 c — толщина защитного слоя бетона, мм;
 k₁ — коэффициент, учитывающий свойства сцепления арматуры с бетоном;

k₄ — коэффициент=0,425;
 ρ_{p,eff} — отношения площади рабочей арматуры к эффективной площади растянутого бетона в конструкциях без предварительного напряжения (п.7.3.2 EN 1992-1-1 [3];

Анализ сравнения расчета по разным нормам проектирования

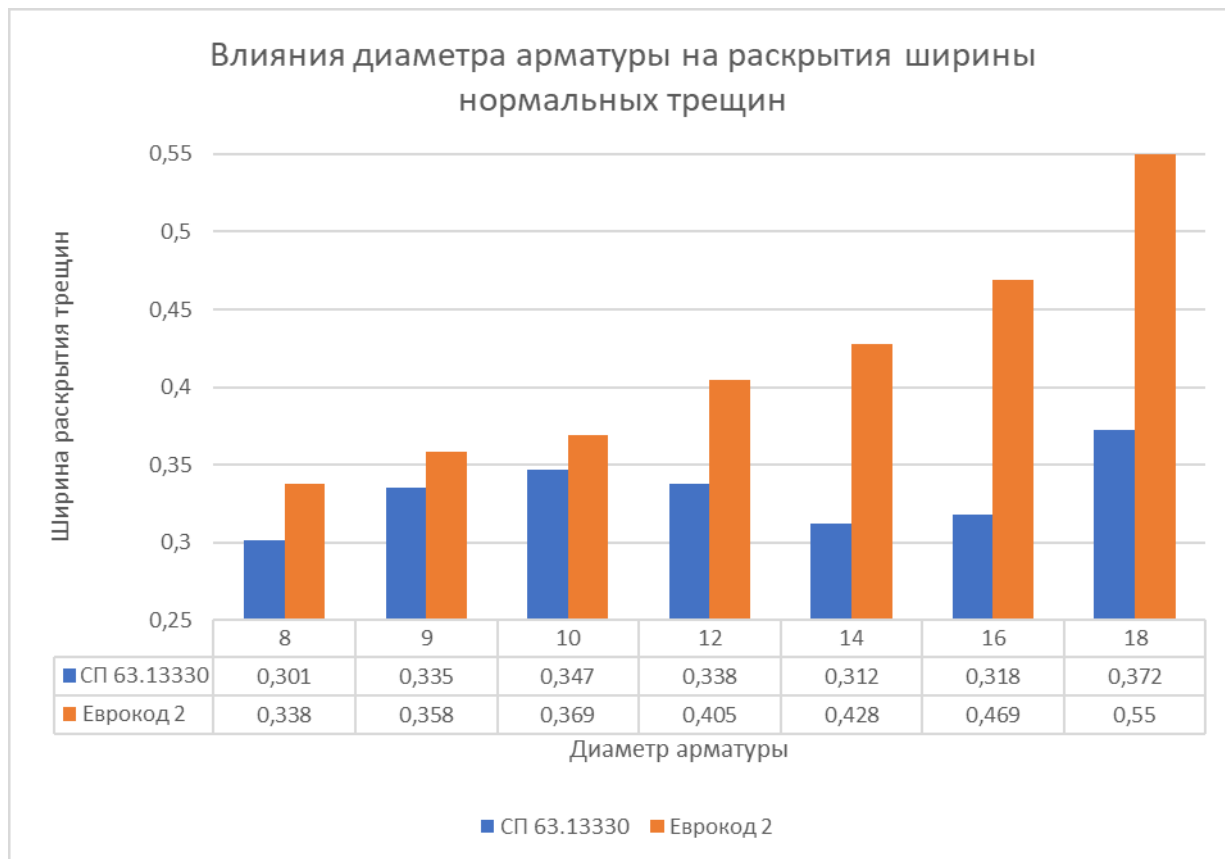


Рис. 2. Ширина раскрытия трещин

Основные выводы

Анализ расчетов показал, что при одной и той же требуемой площади арматуры в сечении, ширина раскрытия

нормальной трещин будет зависеть от диаметра выбранных стержней.

Литература:

1. СП 63.13330.2012
2. Пособие к СП 63.13330
3. Eurocode 2
4. «Руководство для проектировщиков к Еврокоду 2» Э. В. Биби, Р. С. Нараянан изд. МГАСУ 2015 г.
5. Расчет железобетонных конструкций по еврокоду EN 1992 С. К. Яковлев, Я. И. Мысляева изд. МГАСУ

Модернизация действующей системы электрообогрева промышленных трубопроводов на примере объекта подготовки и перекачки нефти

Садыков Виктор Фанурович, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

В статье рассматриваются доказательства снижения потребления электроэнергии, идущей на обогрев трубопроводов, а также повышение энергетической эффективности, за счет модернизации действующей системы электрического обогрева по средствам управления питанием.

Ключевые слова: система электрообогрева, энергоэффективность, промышленный трубопровод.

Модернизация системы электрообогрева промышленных трубопроводов заключается в повышении энергоэффективности технологических процессов за счет использования инновационных и надежных технических решений при максимально низких общих эксплуатационных расходах [2, с. 16].

Автоматизация систем электрообогрева объектов и коммуникаций нефтетранспортной системы необходима на трубопроводах, где обогрев осуществляется только по средствам саморегулирующегося греющего кабеля, абсолютно независимо от протяженности трубы и ее отдельных характеристик [3, с. 92]. Лишь в неко-

торых случаях, используется широко известный метод управления включением/отключением системы электрообогрева по температуре окружающей среды, который поддерживает систему включенной на полную мощность в течение всего времени, когда температура окружающей среды ниже контрольной точки 5 °С.

В реальности включение электрообогрева необходимо лишь тогда, когда реальная температура меньше контрольной точки + 5 °С [3, с. 26].

Мною был произведен расчет энергопотребления реализованной существующей системы обогрева на примере объекта ДНС с УПСВ, выбрав 8 шкафов управления [1, с. 112].

Таблица 1. Расчет энергопотребления шкафов управления

№ п/п	Наименование комплекта проектной документации	Наименование ШУ	Мощность потребления ШУ
1	7500-Ж-С037 ЭЛ.СО	Шкаф ШУ1	38,28 кВт
2	7500-Б.УП-ЭЛ5.СО	Шкаф ШУ15	33,2 кВт
3		Шкаф ШУ16	38,1 кВт
4		Шкаф ШУ17	41 кВт
5		Шкаф ШУ18	38,2 кВт
6		Шкаф ШУ19	35,9 кВт
7		7500-Б.УП-ЭЛ6.СО	Шкаф ШУ10
8	7500-Б.УП-ЭЛ7.СО	Шкаф ШУ51	23,5 кВт

Общая мощность потребления выбранных шкафов системы электрообогрева $N_{\Sigma} = 253,9$ кВт/час.

Расчётное время работы системы электрообогрева в год (период с сентября по май) составляет 243 суток, или 5832 часа.

Стоимость 1 кВт для нефтегазовых компаний составляет 3,63 руб.

Итого, стоимость электрообогрева в год составляет 5 376 162,13 руб. в год.

Эту сумму компания ежегодно тратит на оплату электроэнергии для питания системы электрообогрева (на 8 выделенных шкафов).

Далее я рассчитал, сколько электроэнергии будет потреблять модернизированная система электрообогрева при управлении по температуре обогреваемой поверх-

ности с помощью датчиков температуры, закрепленных на трубах и электронного контроллера, расположенного в шкафу управления.

Для этого были выполнены специальные теплотехнические расчёты при помощи программного обеспечения для следующих климатических условий: ХМАО, город Нефтеюганск. Диаметр трубопровода 159 мм, теплоизоляция — минеральная вата с коэффициентом теплопроводности равном 0,05 Вт/м °С и толщиной 60 мм [1, с. 224].

В результате выполненных расчетов, были получены данные о времени нагрева (система включена) и времени остывания (система выключена) трубопроводов.

Ниже приведены параметры времени разогрева и остывания трубопровода с расчетом по месяцам.

–Таблица 2. Расчет времени работы/остывания СЭО в течение года

№	Название месяца	Число часов	Средняя температура месяца	Время разогрева с 5 °С до 10 °С (часы)	Время остывания с 10 °С до 5 °С (часы)	Время длительности цикла разогрев-остывание (часы)	Время работы СЭО в месяц (система включена) (часы)	Время остывания СЭО в месяц (система включена) (часы)	
1	Январь	744	-21,5 °С	11,73	2,99	14,72	592,9	151,1	
2	Февраль	672	-20,4 °С	11,4	3,13	14,53	527,2	144,8	
3	Март	744	-12 °С	10,35	4,45	14,8	520,2	223,8	
4	Апрель	720	-2,8 °С	12,95	8,45	21,4	436,1	283,9	
5	Май	372	5,1 °С	61,48	57,72	119,2	191,9	180,1	
6	Июнь	-	13,7 °С	-	-	-	-	-	
7	Июль	-	17,7 °С	-	-	-	-	-	
8	Август	-	14,1 °С	-	-	-	-	-	
9	Сентябрь	372	8,2 °С	68,5	65	133,5	190,6	181,4	
10	Октябрь	744	-1,7 °С	13,82	9,48	23,3	441,6	302,4	
11	Ноябрь	720	-12,6 °С	10,38	4,32	14,7	508,3	211,7	
12	Декабрь	744	-18,2 °С	10,86	3,38	14,24	567,4	176,6	
ИТОГО:								3976,2	1855,8
								68,18 %	31,82 %

Время работы системы электрообогрева при ее управлении по температуре трубы составляет 68,18 % от времени работы системы при её управлении по температуре окружающего воздуха. То есть, после проведения модернизации, система управления электрообогрева будет эко-

номить 31,82 % электроэнергии в год, что составляет 5 376 162,13 x 31,82 % = 1 710 694,79 руб. в год (на 8 ШУ).

Проведенный аналитический анализ по данному объекту подтверждает необходимость усовершенствования системы электрообогрева на действующих объектах нефтегазовых комплексов.

Литература:

1. Струпинский, М. Л., Хренков Н. Н., Кувалдин А. Б. Проектирование и эксплуатация систем электрического обогрева в нефтегазовой отрасли. — Инфра-Инженерия, 2015. — 328 с.
2. Коняев, Н. В., Назаренко Ю. В. Модернизированная система обогрева. — Электрика, 2015. — 414 с.
3. Фрайштетер, В. П., Кудряшов Р. А. Электрические нагрузки и электропотребление систем электрообогрева трубопроводов на нефтяных промыслах северных районов Сибири. — ДизайнПолиграфСервис, 2010. — 344 с.

Проектирование и изготовление редуктора посредством аддитивного производства для мобильных робототехнических систем

Силиунин Виктор Андреевич, студент магистратуры
Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

В данной статье представлена разработка и изготовление планетарного и циклоидального редуктора для испытательного стенда мобильной робототехнической системы. Механические компоненты были задуманы с возможностью использования аддитивного производства и готового оборудования, чтобы ограничить затраты и время, затрачиваемые на создание прототипов.

Ключевые слова: электромеханический привод; аддитивное производство; планетарный редуктор; циклоидальный редуктор.

Для изготовления деталей редукторов необходимо выполнить инженерный расчет. Проектировались два редуктора: планетарный и циклоидальный редукторы.

Проектирование планетарного редуктора

Перед проектированием необходимо выполнить некоторые расчеты, чтобы определить передаточное число или количество зубьев, необходимых для каждой части системы редуктора.

Чтобы зубчатая передача работала должным образом (1), важно, чтобы количество зубьев коронной шестерни равнялось количеству зубцов солнечной шестерни плюс удвоенное количество зубцов планетарной шестерни [1,2].

$$R = 2 \times P + S \tag{1}$$

Формула (2), которая помогает определить передаточное число для системы:

$$(R + S) \times T_y = T_s \times S \tag{2}$$

Где:

R — количество зубьев коронной шестерни;

S — количество зубьев солнечной шестерни;

P — количество зубьев сателлитов;

T_y — скорость вращения водила;

T_s — скорость вращения солнечной шестерни.

i — передаточное соотношение.

Следующее уравнение позволяет рассчитать скорость вращения солнечной шестерни или водила.

$$T_y = T_s \times [S / (R + S)] \tag{3}$$

$$T_s = [(R + S) / S] \times T_y \tag{4}$$

На основании приведённых формул были полученные результаты, показанные в таблице 1.

Таблица 1. Данные полученные при расчетах

R	S	P	T _y	T _s	i
35	11	12	300	1200	4 к 1

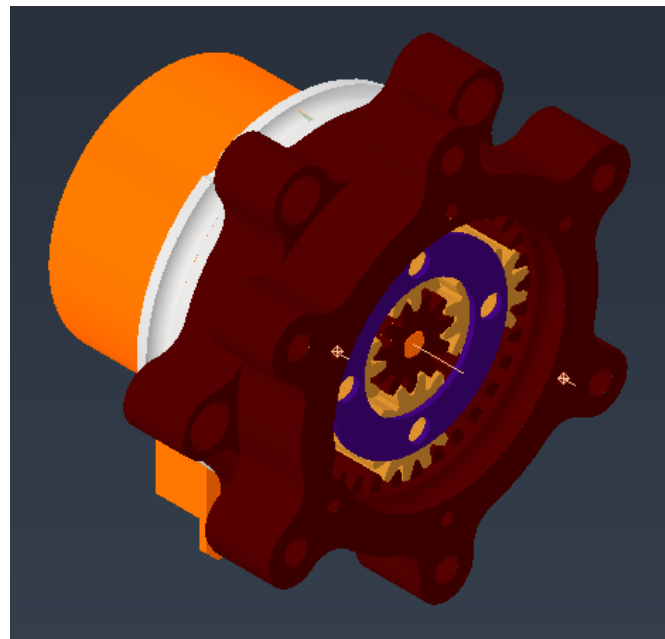


Рис. 1. Спроектированный планетарный редуктор

При помощи полученных результатов спроектирован планетарный редуктор для робототехнических систем показанный на рисунке 1. При помощи аддитивных технологий, а именно на 3D-принтере напечатаны шестерни и корпус редуктора, что показано на рисунке 2.

Проектирование циклоидального редуктора

Входной вал приводит в действие эксцентриковый подшипник, который, в свою очередь, приводит в движение циклоидальный диск эксцентричным циклоидальным движением. Периметр этого диска соединен с неподвижной коронной шестерней и имеет ряд штифтов или роликов выходного вала, расположенных через поверхность диска. Эти пальцы выходного вала непосредственно

приводят в движение выходной вал при вращении циклоидального диска. Радиальное движение диска не передается на выходной вал [3]. Перед проектированием необходимо провести расчеты, чтобы определить: количество штифтов коронной шестерни (N), количество выступов на циклоидальном диске (n), эксцентриситет (e), диаметр циклоидального диска (d), диаметр штифтов (d_c). Ниже представлены формулы для расчетов.

$$e = \frac{D - d}{2} \tag{4}$$

$$d_c = \frac{\pi \cdot D}{2N} \tag{5}$$

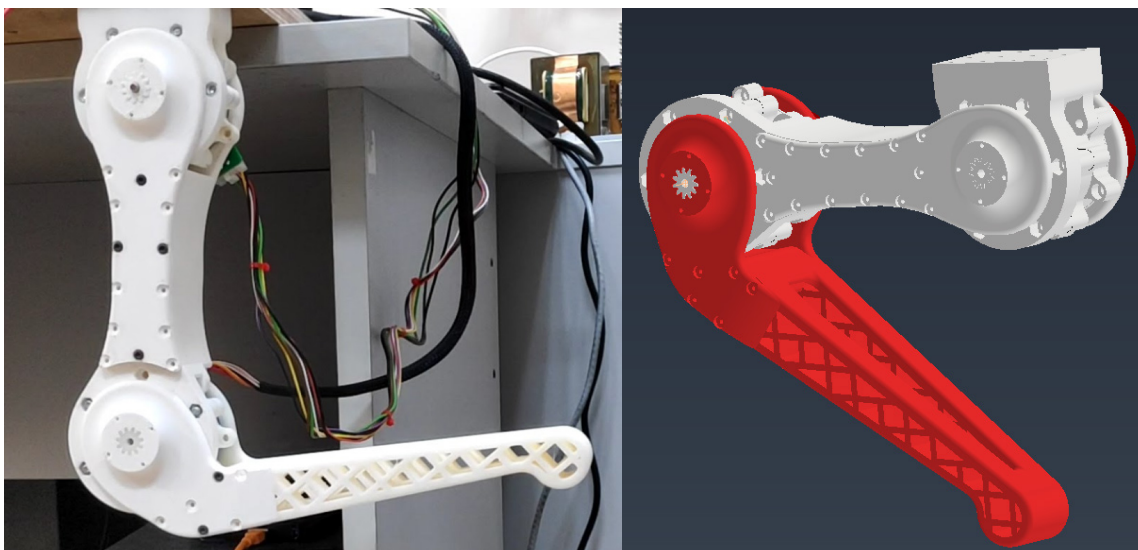


Рис. 2. Нога робота, изготовленная на 3D-принтере

$$d = \frac{2e \cdot n}{N \cdot n} \quad (6)$$

В таблице 2 представлены полученные при расчетах значения для дальнейшего проектирования редуктора.

Таблица 2. Данные полученные при расчетах

D	d	e	N	n	d_c
45 мм	42,55 мм	1,225 мм	20	19	3,516 мм

На рисунке 3 представлен спроектированный циклоидальный редуктор по полученным при расчете данным. Редуктор также был напечатан на 3D-принтере

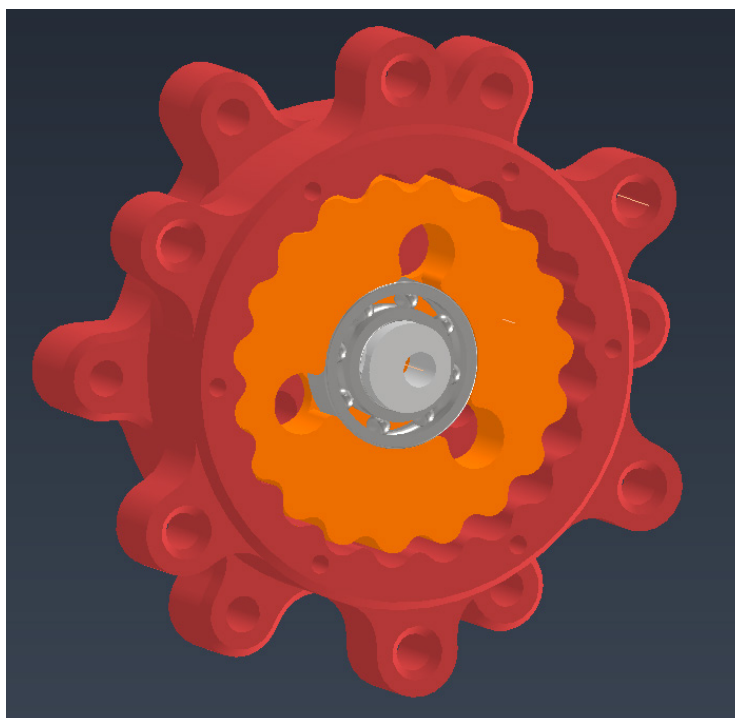


Рис. 3. 3D-модель циклоидального редуктора

Преимущества и ограничения аддитивного производства на 3D-принтере

При проектировании испытательного стенда широко использовалась 3D печать для сокращения затрат и времени на создание прототипов редукторов. По той же причине, где это было возможно, использовались легкодоступные готовые компоненты.

Использование 3D-печати, как и любой другой производственной технологии, необходимо учитывать, начиная с ранних этапов проектирования механического оборудования. Этот метод предлагает несколько преимуществ по сравнению с традиционными технологиями. Во-первых, можно работать с очень сложной геометрией без дополнительных процессов, необходимых для производства. По этой причине можно с самого начала проектировать детали со структурным облегчением, ребрами жесткости и шарнирной трехмерной геометрией, не уделяя чрезмерного внимания ограничению требуемых процессов. Кроме того, количество деталей в сборке может быть значительно уменьшено, поскольку сложные компоненты могут быть изготовлены как одно целое.

Аддитивное производство позволило снизить затраты на изготовление прототипа планетарного редуктора; некоторые детали было бы сложно производить с использованием традиционных технологий, а стоимость одного прототипа была бы очень высокой без преимущества масштабного производства.

При 3D печати можно столкнуться с некоторыми ограничениями при использовании для производства функциональных механических компонентов. Во-первых, механические свойства большинства материалов для печати плохие; прочность на разрыв пластика ABS и PLA составляет порядка 30 МПа с модулем упругости от 1,2 до 3,5 ГПа. Эти свойства относятся к основному материалу и зависят от процесса печати [4, 5]. Твердость поверхности также низкая, и следует избегать высокого контактного давления при соединении компонентов.

Литература:

1. Ликин, А. М. Механический привод с цилиндрическим редуктором: учебно-методическое пособие к курсовому проекту по дисциплине «Детали машины и основы конструирования» / А. М. Ликин, В. Н. Никитин. — Омск: СибАДИ, 2014. — 68 с.
2. Чернавский, С. А. Проектирование механических передач: учебно-справочное пособие для вузов / С. А. Чернавский, Г. А. Снесарев, Б. С. Козинцов. — Москва: Альянс, 2008. — 590 с.
3. He, W.D.; Li, L.X.; Li, X. New optimized tooth-profile of cycloidal gear of high precision RV reducer used in robot. *Chin. J. Mech. Eng.* 2000, 36, 51–55.
4. Brischetto, S.; Torre, R.; Ferro, C. G. Experimental evaluation of mechanical properties and machine process in fused deposition modelling printed polymeric elements. *Adv. Intell. Syst. Comput.* 2020, 975, 377–389.
5. Brischetto, S.; Ferro, C.G.; Torre, R.; Maggiore, P. 3D FDM production and mechanical behavior of polymeric sandwich specimens embedding classical and honeycomb cores. *Curved Layer. Struct.* 2018, 5, 80–94.
6. Cavestri, R. C. Compatibility of refrigerants and lubricants with engineering plastics. In Final Report Prepared for the Air-Conditioning and Refrigeration Technology Institute Under ARTI MCLR Project Number 650–50600; Imagination Resources, Inc.: Dublin, OH, USA, 1 December 1993.

Кроме того, некоторые смазочные материалы, обычно используемые для металлических деталей, химически несовместимы с пригодными для печати полимерами. Имеется мало литературы относительно совместимости смазочных материалов с полимерами для печати. Однако, похоже, что большинство минеральных и синтетических масел и смазок имеют тенденцию разрушать PLA и ABS [6]. Погружение образца PLA в силиконовую смазку на неделю не привело к значительному изменению его механических свойств. Поэтому мы решили использовать его в качестве смазки для коробки передач.

Вывод

Планетарный и циклоидальный редукторы были разработаны и изготовлены для мобильной робототехнической системы. Отсутствие гибких компонентов приводит к более высокой жесткости и большей устойчивости к усталостным повреждениям. Дополнительными преимуществами предлагаемой конфигурации являются низкая инерция. В результате достигается хорошая устойчивость к высокому крутящему моменту и высоким радиальным нагрузкам.

Большинство компонентов сборки было произведено с использованием 3D печати, чтобы снизить затраты и быстро изготовить функциональный прототип. В результате мы получили несколько уроков, извлеченных для создания прототипов функциональных механических деталей с помощью недорогих методов аддитивного производства, в частности 3D-печати. Были рассмотрены ограничения материалов с точки зрения плохих механических свойств и химической совместимости со смазочными материалами, а геометрия компонентов была определена с учетом возможностей выбранной технологии производства.

Дальнейшая работа будет включать количественную оценку трения и механической эффективности, как в условиях вспомогательной, так и противодействующей нагрузки, а также сравнение с экспериментальными результатами.

Сравнительный анализ высокоэнергетических методов поверхностного упрочнения стали

Торянников Антон Юрьевич, аспирант;
Барышников Александр Алексеевич, аспирант
Волгоградский государственный технический университет

В этой статье представлен сравнительный анализ существующих высокоэнергетических способов поверхностного упрочнения стали.

Ключевые слова: плазменное поверхностное упрочнение, лазерная закалка, электронно-лучевая обработка, упрочняемая поверхность, материал, поверхность

1 Введение

Решение вопросов повышения надежности и долговечности ответственных изделий, работающих в экстремальных условиях при переменных контактных, ударных, статических нагрузках, требует применение современных высокопрочных материалов и конструкционных решений. Обеспечить необходимые параметры изделия можно и путем изменений состояния поверхностного слоя стали. Существует большое количество традиционных технологических процессов обработки (закалки) поверхностей, которые имеют свои особенности, преимущества и недостатки, но в последние десятилетия большое внимание уделяется высокоэнергетическим методам улучшения поверхности сталей и, несмотря на многочисленные публикации, механизмы упрочнения металлов и сплавов нельзя считать выясненным полностью.

В данной статье проводится сравнительный анализ высокоэнергетических способов поверхностного упрочнения сталей.

2 Современные материалы и методы

На сегодняшний день, в промышленном производстве применяют следующие высокоэнергетические методы поверхностной упрочняющей обработки сталей:

- 1) импульсного энергетического воздействия
- 2) концентрированных потоков частиц или излучения.

К первой группе относится метод упрочнения взрывом. Ко второй группе относятся:

- а) лазерная и электронно-лучевая обработка;
- б) детонационное и плазменное поверхностное упрочнение;
- в) вакуумная ионно-плазменная обработка.

Упрочнение взрывом

Первый патент на взрывное упрочнение высокомарганцевой стали был выпущен в 1955 году (Сталь Гадфильда (110Г13Л) имеет особое свойство, упрочняется под действием различных нагрузок, наибольшее воздействие оказывает взрывное упрочнение) [7]. С тех пор научно-исследовательские работы продолжались в США, в 1960-х годах они начались в СССР, а затем в Японии, Китае и других странах. Установлено, что сильная ударная волна, генерируемая взрывом, может нагреть

вещество до температуры плавления, индуцировать фазовые переходы и двойникование (полосы Неймана), изменять микроструктуру и механические свойства, такие как твердость, пластичность и прочность. Скорости деформации во фронте ударной волны, движущейся в металле, превышают 10^3 с^{-1} [10]. Для заметного упрочнения ударная волна должна быть достаточно сильной, т. е. иметь амплитуду, превышающую предел упругости материала.

Хотя прошло уже более 65 лет с тех пор, как начались исследовательские работы по упрочнению взрывом, интерес к этому явлению все еще существует, и исследования продолжают, например, в поисках новых взрывчатых веществ, пригодных для упрочнения взрывом [3].

Основным преимуществом упрочнения взрывом являются: равномерность упрочнения по всей упрочняемой поверхности, возможность упрочнения криволинейных, труднодоступных внешних и внутренних поверхностей, большие скорости деформации, большая производительность, возможность получения композиционных материалов высокого качества.

Область применения данного метода упрочнения: крестовины железнодорожных путей, зубья ковшей экскаваторов, детали дробилок, стали перлитного и мартенситного классов дают незначительный прирост твердости, но износостойкость их увеличивается существенно.

Лазерное упрочнение

Лазерное (термическое) упрочнение поверхности — это бесконтактный процесс, обеспечивающий химически инертную (неактивную) и чистую среду (т. е. заготовки не нуждаются в очистке, промывке после термической обработки) при воздействии лазерного луча. Использование лазеров большой мощности является хорошо отработанным процессом и таким способом упрочнения достигают различных результатов:

- 1) лазерная термическая обработка (закалка, отжиг, отпуск);
- 2) глазурирование (оплавление для получения остеклованной поверхности);
- 3) поверхностное легирование (процесс введения в состав материала определенных примесей);
- 4) наплавка (восстановление изношенных деталей);

5) плакирование (покрытие деталей тонким слоем другого металла).

Основой процесса лазерного упрочнения является быстрый разогрев поверхности до температуры плавления со скоростью более $10^2\text{--}10^3$ °C/c за счет воздействия на нее высокоэнергетическим пучком излучения и последующие быстрое охлаждение путем отвода тепла (за счет теплопроводности) в основной объем металла, который остается холодным [11].

Преимущества, использования лазеров, заключаются в том, что они обеспечивают локализованный подвод тепла, незначительные искажения, возможность обрабатывать мелкие детали сложной конфигурации, короткое время цикла, отсутствие или минимальное окончательное шлифование заготовок [6]. Этот способ более экономичен по сравнению с классическими процессами термообработки поверхности, а потребляемая энергия может регулироваться в широком диапазоне путем изменения мощности лазерного источника. Процесс лазерной закалки — это автоматизированный процесс, подходящий как для единичного, так и для серийного производства деталей [1].

Несмотря на весомые преимущества лазерной обработки существенными недостатками являются высокие затраты на оборудование, необходимость защиты от радиации, относительно низкий КПД лазеров, а из-за плохого поглощения лазерного света в металлах необходима соответствующая подготовка поверхности [1].

Электронно-лучевая поверхностная обработка

Электронный луч (ЭЛ) вместе с лазерным лучом относится к передовым технологиям, которые могут быть использованы для локальной термообработки поверхности. Оба метода имеют некоторые сходные характеристики, однако существуют явные различия, предопределяющие, какой из них будет выбран для конкретного применения. [4]

В основе электронно-лучевой обработки металлических материалов лежит взаимодействие электрон-

ного луча с поверхностью упрочняемого изделия. Когда концентрированный поток электронов передает свою энергию в очень тонкий поверхностный слой за короткое время импульса, сверхбыстрые процессы, такие как нагрев (скорость нагрева и охлаждения порядка $10^6\text{--}10^5$ градусов в секунду), плавление, испарение и последующее затвердевание, а также индуцированное динамическое напряжение придают поверхностному слою улучшенные физико-химические и механические свойства [2].

При этом возникающие в процессе электронно-лучевого упрочнения уникальные условия протекания структурных и фазовых превращений, которые невозможно реализовать традиционными способами закалки, ставят эту технологию в один ряд с наиболее прогрессивными методами металлообработки.

Отметим, что высокие прочностные свойства поверхности материала, упрочненного электронным лучом, предопределили наибольшую распространенность данного метода применительно к деталям, работающим в различных условиях трения с целью увеличения их износостойкости.

Преимуществом является то, что электронный луч способен упрочнить поверхностный слой деталей на глубину 0,2–5 мм с последующей отделкой поверхности шлифованием или обкаткой. Это позволяет достигать высокого качества легированного слоя.

В эту группу также стоит отнести метод электромеханического упрочнения. Это комбинированный метод упрочнения активно исследуемый на нашей кафедре, который реализуется при прохождении электрического тока высокой плотности ($10^8\text{--}10^9$ А/м²) и малого (2–6 В) напряжения сквозь площадь контакта детали и инструмента (твердосплавного ролика или пластины), находящихся в движении во взаимноперпендикулярных направлениях при скорости V и подаче S . Принципиальная схема электромеханической обработки показана на рисунке 1.

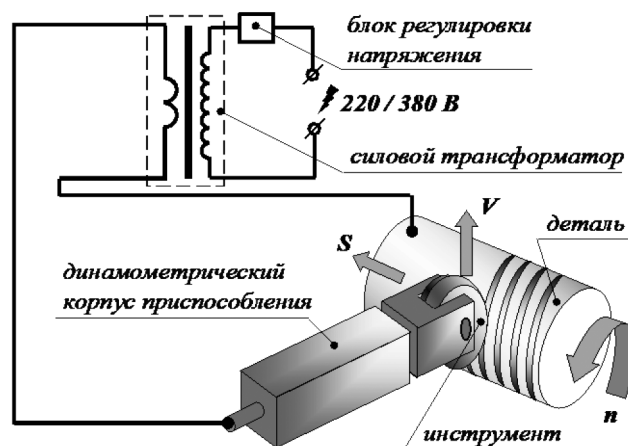


Рис. 1. Принципиальная схема электромеханической обработки

Преимуществом метода ЭМО является универсальность (гибкость), обусловленная возможностью использования в качестве базовых типовых металлорежущих станков, а также относительно несложного и удобного в применении электрооборудования, однако такой способ неприемлем при обработке деталей со сложным профилем [9].

Плазменное поверхностное упрочнение деталей

Плазменное поверхностное упрочнение изделий в основном применяется в мелкосерийном и единичном производстве. Сущность метода заключается в быстром разогреве поверхности за счет воздействия на нее плазменной струей и последующие быстрое охлаждение путем отвода тепла (за счет теплопроводности) в основной объем металла, который остается холодным [11].

Этот метод относится к газотермическим методам, где напыление упрочняющего материала может подаваться в виде порошка или проволоки, действие которых основано на полном или частичном нагреве материала до состояния плавления.

Особенностями и преимуществами этого процесса являются универсальность, большое количество наносимых материалов, неограниченная толщина покрытий, простота автоматизации, высокая производительность, сравнительно низкие эксплуатационные расходы, особенно при использовании сжатого воздуха вместо инертных газов, высокий коэффициент использования: не менее 70 % — для металлов и 50 % — для оксидных керамик.

Плазменная обработка может эффективно применяться для упрочнения не только деталей из стали, но и из чугуна. В этом случае широко используются в основном способы плазменного упрочнения с оплавлением рабочей поверхности, обеспечивающие создание на ней отбеленного слоя с дисперсной дендритной структурой [11].

Детонационное нанесение покрытий

В технологии детонационного напыления нанесение покрытий осуществляется разгоном и разогревом порошкообразного материала с помощью энергии газового взрыва. Продукты взрыва, находящиеся в детонационной пушке, нагреваются до 40 000 °С и вылетают со скоростью более 1 км/с. Такой газовый поток разогревает частицы введенного в ствол порошка до плавления и метает их с большой скоростью на деталь, установленную перед стволом пушки. При столкновении порошка с поверхностью изделия происходит микросварка, и материал прочно соединяется с поверхностью детали. Нужную толщину покрытия получают серией последовательных выстрелов, а для обработки поверхностей большой площади возможно установка оборудования на манипуляторе. Достоинством данного метода являются: низкая пористость покрытия, высокая прочность связи с основой обрабаты-

ваемой детали, незначительное термическое воздействие, позволяющее избегать нежелательных термонапряжений и коробления даже тонкостенных деталей сложной конструкции [12].

Вакуумное ионно-плазменное упрочнение

Большое внимание в промышленности уделяется вакуумным ионноплазменным методам, основанных на воздействии на упрочняемое изделие потоком частиц и квантов с высокой энергией. Характерной их чертой является прямое преобразование электрической энергии в энергию технологического воздействия, основанное на структурно-фазовых превращениях в осажденном на поверхности конденсате или в самом поверхностном слое детали, помещенной в вакуумную камеру.

Главным достоинством данного метода является высокий уровень физико-механических свойств материала в весьма тонком поверхностном слое, возможность нанесения плотных тугоплавких химических соединений, а также алмазоподобных соединений, которые невозможно получить традиционными методами.

Кроме того, эти методы позволяют:

- 1) обеспечивать высокую адгезию покрытия к подложке;
- 2) получать равномерные покрытия по толщине на большой площади;
- 3) варьировать состав покрытия в широком диапазоне, в пределах одного технологического цикла;
- 4) получить высокую чистоту поверхности покрытия;
- 5) обеспечивать экологическую чистоту производственного цикла [11].

Особенности, преимущества и недостатки выделенных нами методов в краткой форме сведены в таблицу 1, а характеристики источников нагрева для поверхностного упрочнения приведены в таблице 2.

3 Выводы

Исходя из проведенного сравнительного анализа, мы делаем вывод, что улучшение поверхности изделия технико-экономически выгоднее производить методом лазерного и электромеханического упрочнения, по сравнению с остальными рассматриваемыми нами методами.

Таким образом, в сравнении, например, с индукционной закалкой будут исключаться такие технологические операции как закалка в масле, промывка и термическая обработка инструмента, а как следствие и снижение затрат на расходные материалы — масло.

Преимуществом является и относительное сокращение электроэнергии и времени на производство изделия, то есть уменьшается время загрузки и выгрузки детали из моечной машины и отпускной печи.

Для того, чтобы дать окончательное заключение по упрочняющим поверхностным слоям технологиям потребуются проведение дополнительных исследований, стеновых и натурных испытаний.

Таблица 1. Сравнительная таблица методов поверхностного упрочнения

Метод	Преимущества	Недостатки
Лазер	<ol style="list-style-type: none"> 1) после лазерной закалки исключаются некоторые технологические операции, например, операция отпуска; 2) отсутствуют остаточные деформации; 3) сохраняются геометрические размеры изделия; 4) минимальное тепловложение в обрабатываемую деталь; 5) локальность воздействия на упрочняемую поверхность; 6) отсутствие охлаждающих жидкостей; 7) процесс поддается автоматизации; 8) резко снижают длительность термического цикла закалки; 9) повышение износостойкости и задиростойкости. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) высокая стоимость лазерных технологических комплексов; 2) ограниченная зона обработки; 3) глубина упрочненной поверхности зависит от теплофизических характеристик стали (прокаливаемости) и обычно не превышает 1,0...1,5 мм; 4) в зонах перекрытия упрочненных дорожек поверхности имеются зоны отпуска.
Индукция	<ol style="list-style-type: none"> 1) высокая производительность; 2) высокая скорость нагрева; 3) повышение предела выносливости: в два-три раза по сравнению с объемной (печной) закалкой; 4) сокращение машинного времени термообработки; 5) почти полное отсутствие окалины закаленной поверхности; 	<ol style="list-style-type: none"> 1) в зависимости от изменения геометрии детали необходимо изменять геометрию индуктора; 2) на деталях, имеющих острые углы, резкие геометрические переходы, глубокие впадины не удается получить равномерной толщины закаленный слой; 3) для деталей сложной формы, изготовление индуктора затруднительно;
Метод	Преимущества	Недостатки
Индукция	<ol style="list-style-type: none"> 6) уменьшение коробления при закалке; 7) возможность полной механизации и автоматизации процесса. 	<ol style="list-style-type: none"> 4) закалка ТВЧ вызывает небольшие деформации и коробление изделий особенно при односторонней поверхностной закалке плоских деталей; 5) в местах удара воды о поверхность (при охлаждении спреем) могут возникать микротрещины паутинообразной формы. Микротрещины в условиях контактного нагружения недопустимы, так как являются очагом разрушения.
Электронный луч	<ol style="list-style-type: none"> 1) высокая производительность процесса; 2) минимальное коробление изделия; 3) не зависящий от изделия характер подвода энергии; 4) возможность управления процессом с помощью ЭВМ и устройств с ЧПУ, встраивание установок в автоматические производственные линии; 5) независимость степени поглощения энергии от оптических свойств и шероховатости поверхности, отсутствие необходимости нанесения покрытия на поверхность для повышения поглощающей способности; 6) высокая надежность электромагнитной системы сканирования; 7) возможность использования одного оборудования для проведения различных технологических процессов — сварки, поверхностной закалки, плавления; 8) возможность быстрой и надежной развертки пучка в магнитном поле; 9) отсутствие окисления поверхности; 10) относительная экологичность процесса за счет отсутствия вредных выбросов в атмосферу. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) большие капитальные затраты на приобретение и монтаж оборудования; 2) затраты, связанные с его эксплуатацией и обслуживанием; 3) необходимость защиты от рентгеновского излучения, возникающего при работе на напряжениях свыше 20 кВ.

Таблица 2. Основные технико-экономические характеристики источников нагрева [8].

Источник нагрева	Мощность, Вт		Плотность мощности, Вт см ²		Эффективный КПД нагрева
	min	max	min	max	
Газовое пламя	10 ²	10 ⁴	2·10 ²	6·10 ²	0,55
Электрическая дуга	50	2·10 ⁵	5·10 ²	4·10 ⁴	0,75
Сжатая дата	10 ²	10 ⁵	5·10 ²	10 ⁶	0,80
Плазменная струя	10 ³	10 ⁵	5·10 ²	10 ⁵	0,80
Луч: ионный	10	10 ³	10 ²	10 ⁵	0,85
электронный	10	10 ⁵	5·10 ²	10 ⁷	0,85
лазерный	10	2,5·10 ⁴	10 ²	10 ¹⁰	0,05
Солнечные нагреватели	10 ²	10 ⁵	10 ²	2·10 ³	0,75

Литература:

1. Grum, J. Comparison of different techniques of laser surface hardening. J. Achiev. Mater. Manuf. Eng. 2007, 24, 17–25.
2. Hao, S. et al. Surface modification of steels and magnesium alloy by high current pulsed electron beam //Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. — 2005. — Т. 240. — №. 3. — с. 646–652.
3. Hu, X. Y. et al. On elastic-plastic explosives for explosive hardening //Advanced materials research. — Trans Tech Publications Ltd, 2014. — Т. 834. — с. 165–168.
4. Matlák, J., Dlouhý I. Properties of electron beam hardened layers made by different beam deflection //Manufacturing Technology. — 2018. — Т. 18. — с. 279–284.
5. Moradi, M. et al. A comparative study of laser surface hardening of AISI 410 and 420 martensitic stainless steels by using diode laser //Optics & Laser Technology. — 2019. — Т. 111. — с. 347–357.
6. Pashby, I. R., Barnes S., Bryden B. G. Surface hardening of steel using a high power diode laser //Journal of Materials Processing Technology. — 2003. — Т. 139. — №. 1–3. — с. 585–588.].
7. Macleod, N. A. Method of hardening manganese steel: пат. 2703297 США. — 1955.
8. Гилев, И. А. и др. Сравнительный анализ способов поверхностного упрочнения //Master’s Journal. — 2014. — №.2. — с. 19–24.
9. Григорьев, С. Н. и др. Влияние высококонцентрированных энергетических обработок на структуру и свойства среднеуглеродистой стали // Металлы. — 2020. — Т. 10. — №. 12. — с. 1669.
10. Дерibas, А. А. Физика упрочнения и сварки взрывом. Новосибирск, Наука, 1980.
11. Самохвалов, В. Н. Высокоэнергетические методы размерной и упрочняющей обработки / В. Н. Самохвалов // — Самара: Изд-во Самарского университета, 2019.
12. Ульяницкий, В. Ю. и др. Опыт исследования и применения технологии нанесения детонационных покрытий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2010. — Т. 12. — №. 1–2.

Преимущества применения технологии одновременно-раздельной эксплуатации на многопластовых месторождениях

Хузин Роман Ильдарович, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

В данной статье рассматриваются положительные и отрицательные аспекты применения на многопластовых месторождениях технологии одновременно-раздельной эксплуатации.

Ключевые слова: дебит жидкости, одновременно-раздельная эксплуатация, скважина.

Технология одновременно-раздельной эксплуатации применяется на многопластовых месторождениях для разработки одной скважиной одновременно не-скольких пластов. Применение данного метода дает возможность совмещения эксплуатационных объектов и позволяет проводить процесс контроля и регулиро-

вания отбора отдельно по каждому объекту. Также позволяет отказаться от необходимости бурения скважин на каждый пласт, что сокращает затраты, составляющих основную часть капитальных вложений на обустройство месторождений.

Скважины для ОРЭ оснащаются стандартным оборудованием, позволяющим разобщить пласты или специальной конструкцией. В таком случае скважины выбираются по особым требованиям.

Выбор скважин кандидатов проводится исходя из результатов опытно-промышленных работ по геологическим и техническим критериям. Геологические критерия характеризуются невыработанностью запасов, непроницаемой перемычкой не меньше 3м и пластами с разными коллекторскими свойствами. К техническим относятся наличие условного диаметра эксплуатационной колонны более 146 мм, набора кривизны не больше 2° на 10 м в интервале спуска компоновки, герметичности эксплуатационной колонны, надежного контакта цементного камня между разобщаемыми интервалами.

Внедряя в разработку технологии ОРЭ проводят необходимый комплекс геофизических исследований скважины, такие как применение кислотно-углеродного каротажа, позволяющего определить характер насыщения пластов, определение герметичности колонны, инклинометрия и акустическая цементометрия.

Технология ОРЭ имеет преимущества и недостатки.

Преимущества:

1. увеличиваются нефтеотдача пласта и дебит скважины;
2. увеличиваются степень охвата и интенсивность освоения;
3. затраты на бурение скважин сокращаются;
4. отбор жидкости из пласта регулируется;
5. срок рентабельной разработки месторождения возрастает;
6. затраты на эксплуатацию сокращаются.

Недостатки:

1. проблема подбора оборудования;
2. осуществление монтажа и демонтажа становится сложнее;
3. усложняется процесс обработки призабойных зон скважин;
4. определение дебита по каждому объекту усложняется;
5. при проведении ПРС на одном объекте требуется остановка всех объектов разработки.

Одновременно-раздельная эксплуатация (ОРЭ) нескольких объектов одной скважиной допускается при соблюдении следующих условий:

- обоснование проектными документами на разработку месторождения;
- наличие сменного внутрискважинного оборудования;
- обеспечение раздельным учетом добываемой продукции;

- наличие возможности проведения промысловых исследований каждого пласта в отдельности;

- наличие возможности проведения безопасного ремонта скважин с учетом различия давлений и свойств пластовых флюидов.

При соблюдении указанных условий одновременно-раздельная разработка (ОРР) нескольких объектов позволяет решать многие важные задачи, такие как:

- повышение нефтеотдачи и дебита скважины благодаря дополнительному вовлечению в разработку низкопроницаемых прослоев;

- увеличить степень охвата и интенсивность освоения многопластового месторождения путем раздельного привлечению отдельных тонких разнопроницаемых пластов-прослоев в разработку;

- сокращение капитальных вложений на бурение скважин;

- интенсифицирование процесса регулирования отборов и закачки во времени и по разрезу скважины;

- увеличение рентабельного срока разработки месторождения;

- снижение эксплуатационные затраты;

- проведение учета добываемой продукции из каждого пласта и закачиваемого в него рабочего агента;

- эффективное управление полем пластовых давлений, регулирование направления и скорости фильтрации пластовых флюидов;

- предупреждение вредоносных воздействий растворов глушения на ПЗП, изолирование скваженных установок от пласта без отрицательного техногенного воздействия на них;

- снижение вероятности осложнений гидратообразования, отложений асфальтенов, смол и парафинов, высоких значений температуры, газового фактора, обводненности и вязкости добываемой продукции, повышенного содержания в ней механических примесей, солей, серы и коррозионно-активных компонентов;

- возможность эксплуатации скважин с негерметичной эксплуатационной колонной;

- использование газа из газовой шапки или газовых пластов для организации бескомпрессорного (БКГ) или внутрискважинного газлифта (ВСГ), проведение совместной разработки нефтяной оторочки и газовой шапки без образования газовых конусов;

- возможность разработки водоплавающих залежей, предупреждая образование водяных конусов.

Из многообразия компоновок ОРЭ наибольшее распространение получила однолифтовой установки ЭЦН — ШГН, укомплектованной стандартным оборудованием. Отличительной чертой является наличие пакера с кабельным вводом, разделяющим объекты разработки, и расположение установки ЭЦН под пакером. На определенный объект разработки работает отдельный насос. Электроцентробежный производит добычу с нижнего объекта, а штанговым глубинным добыча с верхнего объекта разработки. Колонна НКТ является общей, где при

помощи СКЖ смешивается добываемая жидкость и поступает в выкидную линию скважины через устьевую арматуру, а после в систему сбора через ГЗУ.

Преимущества однолифтовой установки ЭЦН:

1. Эксплуатация нескольких объектов разработки;
2. Возможность проведения контроля требуемых параметров, таких как дебит жидкости и нефти, забойное давление, отдельный отбор проб добываемой продукции;
3. Замена насоса ЭЦН проводится без подъема колонны НКТ, в случае отказа насоса ШГН;
4. Технологическая обработка и закачка реагента для очистки лифта НКТ, насосных штанг и насоса ШГН от скважинных осложнений проводится через заглубное пространство;

Литература:

1. Телков, А. П. Одновременный отдельный отбор нефти и подошвенной воды / А. П. Телков, М. И. Забоева, К. О. Каширина, А. К. Ягофаров / Проблемы топливно-энергетического комплекса Западной Сибири: сб. ст. / Тюмень: Российская академия естественных наук, Тюменское областное отделение РАН, 2009. — с. 274–281.
2. Выбор скважин-кандидатов для применения технологии одновременно-отдельной эксплуатации скважин / Н. В. Федоренко, В. Н. Кожин, И.Г. Хамитов [и др.]. // Нефтепромысловое дело. — 2015. — № 1. — с. 4–7.
3. Мищенко, И. Т. Скважинная добыча нефти. / Мищенко И. Т. — Москва: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина., 2003. — 816 с.
4. Результаты и перспективы внедрения одновременно-отдельной эксплуатации пластов в одной скважине / А. И. Крякушин, Ю. В. Шляпников, А. А. Агафонов [и др.] // Территория нефтегаз. — 2009. — № 12. — с. 50–53.

5. Работы при обслуживании, ремонте и проведении СПО упрощаются за счет использования стандартного оборудования в компоновке.

Недостатки:

1. Невозможна промывка насоса ЭЦН;
2. Растёт вероятность отказа установки, т. к. полный комплект включает в себя УШГН и УЭЦН, спущенные в одну скважину;
3. Замер дебита жидкости и отбор проб по каждому эксплуатационному объекту требуется проводить с остановкой одного из насосов;
4. Нарушение работы УЭЦН, в случае, когда на приеме насоса содержится более 25 % попутного газа. Тогда в компоновку требуется добавить оборудование для сепарации газа.

Системы повышения производительности скважин

Шихиев Матин Эльшан оглы, студент магистратуры

Научный руководитель: Новрузова Судаба Гаджи кызы, доцент
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (г. Баку)

Растущий спрос на ограниченные ресурсы нефти и газа привел к острой необходимости в более эффективных методах добычи, которые позволят операторам увеличить добычу флюидов. В статье рассматривается технология интеллектуальных скважин, которая применяется для оптимизации всего производственного процесса.

Ключевые слова: клапаны регулирования, системы управления, контроля притока, интеллектуальные скважины.

Технология удаленного открытия и закрытия. Клапаны интервального регулирования (рис. 1) обеспечивают возможность управления потоком. Компания WellDynamics предлагает широкий диапазон возможностей управления интервалом, например клапан HS-ICV,

который разработан для глубоководных операций и может выдерживать давление до 15000 фунтов на квадратный дюйм и температуру до 325° F [1].

Чтобы иметь возможность регулировать поток, зоны коллектора должны быть изолированы. WellDynamics



Рис. 1. Клапан интервального регулирования

предлагает ряд высокопроизводительных пакеров и изолирующих устройств для различных областей применения. Пакер HF-1, который может выдерживать более высокие

нагрузки и давления, чем стандартные пакеры, пакер HFR, который разработан для глубоководных и сверхглубоководных применений (рис. 2).



Рис. 2. Пакер HF-1

При правильном сочетании эти компоненты образуют полнофункциональную интеллектуальную скважинную систему, позволяющую операторам удаленно контролировать добычу.

Скважинные системы управления. Они позволяют операторам управлять компонентами скважинной системы во время добычи, а также точно собирать и передавать данные обратно на поверхность. Наиболее часто используемая система управления — это система анализа и управления пластом с контролируемой поверхностью (SCRAMS).

Возможности интеллектуальной системы скважин Baker Hughes состоят из трех основных компонентов, а именно: приборы для мониторинга скважин, технологии интеллектуального заканчивания и автоматизированных химических приложений.

Инвентарь Schlumberger для технологии интеллектуальных скважин включает: Компактная модульная многозональная система управления Intellizone (ICMMMS), клапаны управления потоком в скважине (DFCV), зональная изоляция, системы постоянного мониторинга (PMS) и многопозиционные соединители [3].

Технологический дизайн и механизм. При необходимости увеличения продуктивности и максимальной эффективности, горизонтальные скважины с большим отходом от вертикали и многозабойные скважины все чаще используются как средство достижения повышенного контакта с пластом. Расширенный контакт с пластом позволяет операторам достигать таких же дебитов, как и в обычных скважинах, при меньшем давлении [5].

В некоторых коллекторах со скважинами с большим отходом от вертикали часто возникает эффект «пятки», который часто приводит к преждевременному окончанию продуктивного срока службы скважины, оставляя неизвлеченные запасы.

Эффект «пятка-носок» — это ситуация, в которой значительно более высокие давления депрессии испытываются на «пятке», чем на носке горизонтальной скважины, что приводит к неравномерному притоку вдоль траектории скважины. В результате более высокой депрессии (и, следовательно, потока) в пятке, прорыв воды или газа в этой области ускоряется, что приводит к раннему окончанию продуктивного срока службы скважины.

Карбонатные резервуары особенно уязвимы для этого состояния, поскольку они, как правило, имеют более высокий уровень неоднородности. На рис. 3 представлена наглядная демонстрация эффекта «пятка-носок» в горизонтальном разрезе и возможный способ восстановления с помощью устройства контроля притока [2].

Интеллектуальное нагнетание. Поддержание давления имеет решающее значение для извлечения углеводородов и достижения целевых показателей добычи. В отсутствие поддержки естественного давления, такой как водоносные горизонты или газовая шапка, многие нефтяные месторождения полагаются на закачку, чтобы обеспечить необходимое давление для работы приводного механизма. Однако профиль нагнетаемого потока редко бывает однородным, особенно в карбонатах с естественной трещиноватостью. В таких системах коллектора высокий контраст проницаемости между естественными трещинами и матрицей приводит к тому, что большая часть закачиваемых флюидов захватывается полосами с высокой проницаемостью, что значительно приводит к неравномерным профилям закачки и низкой эффективности охвата.

Высокие контрасты проницаемости между естественными трещинами и матрицей могут значительно привести к неравномерным профилям закачки.

Для таких сильно неоднородных пластов интеллектуальные системы заканчивания, могут регулировать скорость закачки вдоль ствола скважины для создания более равномерного профиля закачки. Этот расширенный операционный контроль позволяет операторам одновременно управлять несколькими зонами закачки, достигать более однородных профилей закачки, задерживать прорыв воды и, в конечном итоге, увеличивать нефтеотдачу.

Интеллектуальный газлифт. Операторы полагаются на газлифт для увеличения дебита нефти при добыче тяжелой нефти или для обеспечения прохождения «мертвых» скважин. Традиционно установки перекачивают газ с поверхности вниз по затрубному пространству скважины, что затем изменяет свойства потока нефти в скважине, снижая гидростатический напор и, таким образом, обеспечивая более высокие дебиты. Этот процесс требует значительных капиталовложений в оборудование (насосы, компрессоры) для наземного объекта.

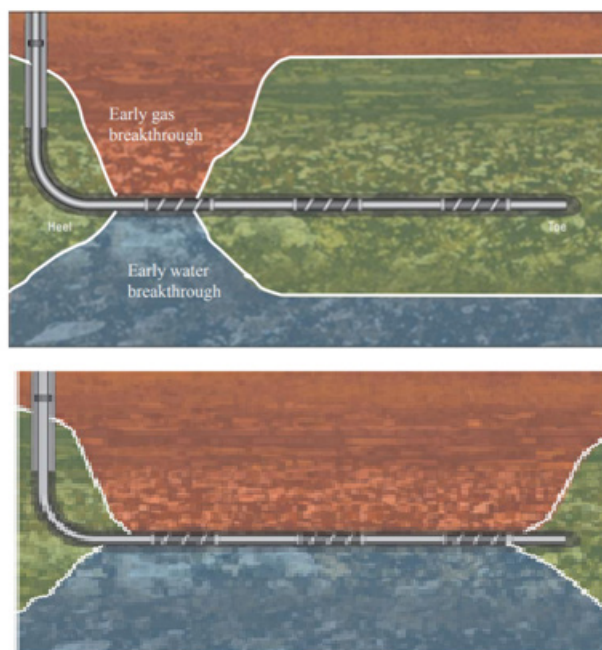


Рис. 3. Эффект «пятка-носок»

При интеллектуальной работе газлифта газоносная зона может быть завершена и оборудована интеллектуальной системой скважин. Это позволяет добывать газ и закачивать его в эксплуатационные колонны с контролируемой скоростью через клапаны потока в скважине. При правильной эксплуатации интеллектуальный газлифт создает дополнительную ценность, полностью устраняя затраты и риски.

Оптимальное управление резервуаром (отключение воды или газа). В сильно неоднородных системах коллектора с высоким контрастом проницаемости, горизонтальными барьерами и сильным водным потоком ранний прорыв может значительно увеличить количество добываемой воды. Высокий дебит воды может привести к преждевременному окончанию срока службы скважины из-за высокой стоимости очистки воды, оставляющей неизвлеченные углеводороды. Используя технологию умных скважин, ранний прорыв воды можно обнаружить с помощью датчиков температуры и давления в скважинных клапанах интервального регулирования [2]. Избыточное производство воды можно контролировать, полностью отключив или заблокировав зоны, которые прорываются раньше времени. Это также может быть применено для контроля раннего притока газа в скважину в ситуациях, когда присутствует газовая шапка и добыча газа нежелательна.

Смешанная добыча. Нередко встречаются системы коллектора, в которых несколько производственных зон, каждая с различным давлением, накладываются друг на друга. Такие перепады давления могут привести к перекрестному потоку во время добычи из зон с высоким давлением в зоны с низким давлением. Используя технологию умных скважин, смешанная добыча может быть до-

стигнута путем перекрытия потока из зон высокого давления, чтобы избежать перетока в зоны низкого давления.

Профилирование потока. Сбор и понимание данных профиля потока скважины имеет решающее значение для разработки точных моделей коллектора. Испытания скважин — один из наиболее распространенных методов, используемых для оценки условий скважин и характеристик коллектора [5]. Однако испытание скважины обходится дорого, поскольку занимает много времени и обычно предполагает прерывание нормальной добычи.

Интеллектуальное заканчивание скважины оснащено постоянными датчиками забойного давления, поэтому отпадает необходимость в спусках или остановке добычи. Данные о реальном давлении можно постоянно собирать во время производства [6].

Можно использовать интеллектуальное заканчивание скважин для увеличения добычи при значительном сокращении количества добываемой воды.

Технология «умных скважин» становится еще более ценной в глубоководных и подводных операциях, которые технически сложнее и дороже [6].

Таким образом преимущества Intelligent Well Technology включают: ускоренное производство за счет хорошо контролируемой смешанной добычи, уменьшение количества производимой воды, снижение капитальных затрат, снижение неопределенности за счет получения информации о характеристиках коллектора, продление срока службы скважины при сохранении пика добычи, регулирование потока внутрискважинными клапанами обеспечивает возможность дистанционного управления, улучшение оптимизации модели коллектора при обеспечении измерения в реальном времени, минимизация необходимости присутствия персонала и снижение риска несчастных случаев [4].

Литература:

1. Barreto, C.A., «Optimization Methodology for Use Assessment Control Valves Wells in the Selection of Oil Production Strategy» Support FAPESP, 2007–2014
2. Cui, J., Zhu, D. 2014. Diagnosis of Multiple Fracture Simulation in Horizontal Wells by Downhole Temperature Measurements. Paper IPTC 17700 presented at the International Petroleum Technology Conference, Doha, Qatar, 19–22 January.
3. Ellis, T., Erkal A., Goh G. et al. Inflow Control Devices—Raising Profiles. Oilfield Review Winter 2009/2010: 21, №. 4. Copyright © 2010 Schlumberger.
4. Esmail, T. E. H., (2007). Optimization of WAG in smart wells: An experimental design approach. Department of Geosciences & Engineering, Delft University of Technology.
5. Mansoori, M., Van den Hof, P., Jansen, J.-D., & Rashtchian, D. (2015, October 1). Pressure-Transient Analysis of Bottomhole Pressure and Rate Measurements by Use of System-Identification Techniques. SPE Journal 20(5): 1,005–1,027.
6. Paino W, Tengah N. Using Intelligent Well Technology to Define Reservoir Characterization and Reduce Uncertainty. SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition; 18–20 October 2004; Perth, Australia: Society of Petroleum Engineers; 2004.

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Методы снижения сейсмической уязвимости зданий жилой застройки

Кисабаева Асель Ерланкызы, студент магистратуры

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы)

Научный руководитель: Есенберлина Дильфуза Ильясовна, кандидат технических наук, аналитик

АО «Казахский научно-исследовательский и проектный институт строительства и архитектуры» (г. Алматы)

В статье рассказывается о новом методе сейсмической уязвимости зданий жилой застройки, так же приводится сравнительно-исторический анализ.

Ключевые слова: анализ, сейсмика, современное строительство, здания, сооружения.

Район юга и юго-востока Республики Казахстана занимает территорию сейсмически активных поясов Евразии и обуславливается частыми геодинамическими действиями, выражается это землетрясениями. На данном районе за предыдущие 140 лет состоялся целый ряд губительных сейсмических мероприятий, около двух из них были с магнитудой более 8. Степень сейсмоактивности сохраняется высоким и в наше время. Доказательством этих данных являются сейсмические активности с $M > 6,0$ (Жаланаш-Тюпское $M=6,8$; Зайсанское $M=6,8$; Байсорунское $M=6,3$), совершившиеся в данном районе за последние десятилетия. Из-за отличительных свойств естественной

среды данной области все наиболее промышленно прогрессивные и густонаселённые области юга и юго-востока Республики Казахстан находятся рядом с вероятно рискованными районами с магнитудой 6,0–8,0.

К сожалению, снизить сейсмическую активность мы не в силах, но для снижения вероятности опасности землетрясений мы можем сделать многое, таким образом уменьшить ущерб.

Проиллюстрируем это на рис. 1.

Виды методов

Самый распространённый метод по определению выносливости сооружения — это вибродинамический метод.



Рис. 1. Последствия землетрясений вблизи города Алматы

К сожалению, данный метод не предоставляет такие возможности как, ультразвуковой не наносящий вреда на стойкость бетона, то есть данный метод не позволяет осуществлять исследование строительных сооружений без вредных последствий.

Для того чтобы диагностировать динамические характеристики сооружения, целесообразно понять его воздействие на вибродинамическое исследование строительных сооружений. Испытываются образец передачи, угасание механических колебаний, амплитудная мода данного сооружения в резонансе. В целях тести-

рование применяющегося приспособления (вибродатчиков), результаты сопоставляют с результатами датчика-эталона.

Исследование сооружений под воздействием вибродинамического влияния предоставляют сформировать возможные риски и соответствующие мероприятия защиты от пагубных явлений. Посредством специального устройства профессионалы фиксируют уровень вибраций сооружений и выводят консультации о последующем применении конструкции.

Проиллюстрируем это на рис. 2.



Рис. 2. Гостиница «Казakhstan» подвергалась вибродинамическим испытаниям

Метод «невидимые здания» был создан для снижения сейсмической уязвимости зданий жилой застройки, то есть сделать сооружение невидимыми для волн землетрясений. Этот метод разработало сообщество британско-французских ученых. Ученые вдохновились авиационной методикой «стелс-методика», она способствует самолетам быть незамеченными, то есть невидимыми для радаров. Однако в нынешнем методе говорится о «невидимости» сооружений для сейсмических вибраций.

Важно отметить, что данная методика подтверждается на комбинировании применения определенного материала и нестандартной формы плоскости. В сумме данные особен-

ности делают самолеты незамеченными для радаров, в некоторой степени отклоняя, а некоторой степени поглощая волны. При воплощении «невидимых» сооружений мотив был тот же. Специалисты просчитали параметры «волнореза», содержащийся из пластика, меди и других материалов. «Волнорезы» по замыслу специалистов, будут поглощать и частично рассеивать губительную энергию сейсмических волн. Серия исследований на защищенные сооружения пускали сейсмические вибрации, которые были похожи на землетрясение при сейсмической активности. Система, напоминающая форму колец поглощали или рассеивали вибрации, максимально не впуская их вовнутрь колец.

Литература:

1. П РК 2.03–30–2017 «Строительство в сейсмических районах (зонах) Республики Казахстан».
2. Вестник АО «КазНИИАС» «Исследования сейсмостойкости сооружений и конструкций».
3. Результаты отчета по испытания конструкции на сейсмостойкость экспериментальным методом АО «КазНИИАС» 2017 г.; 26–29.
4. Жунусов, Т. Ж. Сейсмостойкое строительство зданий. Алма-Ата, 2002 г.
5. Результаты отчета по испытаниям конструкций навесных фасадных систем на сейсмостойкость экспериментальным методом АО «КазНИИАС» 2018 г.
6. Жунусов, Т. Ж. Исследование сейсмостойкости сооружений и конструкции. РГП «КазНИИАС» Алма-Ата, 2002 г.
7. СТ РК 1875–2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». 5. Вестник АО «КазНИИАС» «Исследования сейсмостойкости сооружений и конструкций».

Сравнительный анализ геометрических схем в купольном домостроении

Магомедов Рамазан Абдураупович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

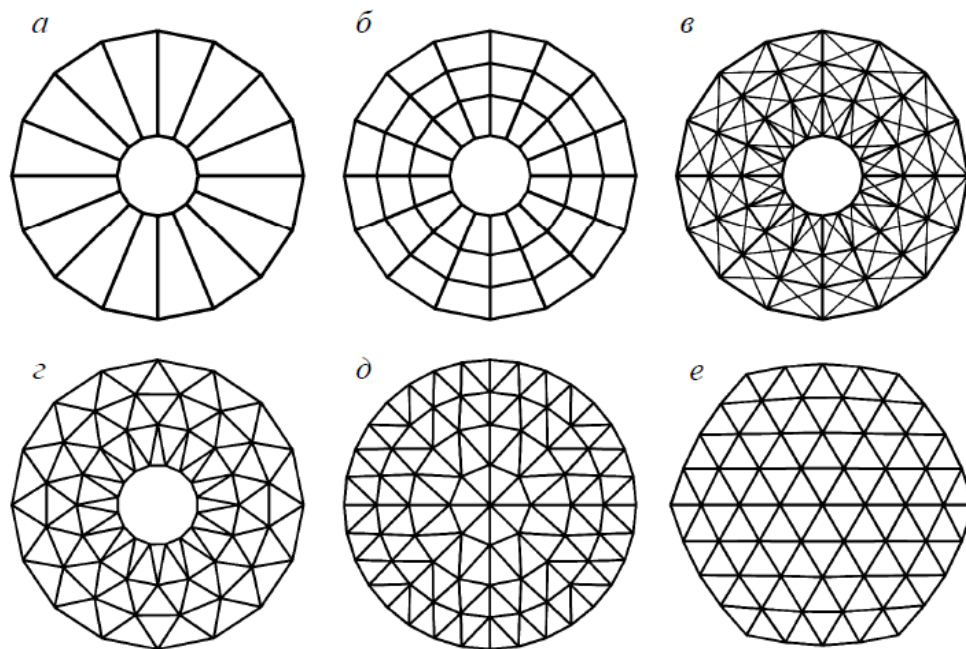
Обоснована актуальность исследования различных конструкций куполов для большепролетных объектов. Охарактеризованы геометрические схемы несущего каркаса куполов. Выявлены особенности ребристых, ребристо-кольцевых, сетчатых структур и их монтажа.

Ключевые слова: конструкция купола, геометрическая схема, ребристый купол, сетчатый купол, опорное кольцо.

Купольное домостроение набирает популярность, как в частном строительстве, так и при возведении общественных большепролетных зданий. Аэродинамические преимущества купольных конструкций позволяют возводить их в регионах с высокими ветровыми, снеговыми и сейсмическими нагрузками. При формировании купола из легких стержневых и соединительных элементов сроки строительства и число необходимой техники сокращается относительно монолитных конструкций [1]. При деформации или разрушении отдельных элементов купола не происходит обрушения всей конструкции, а элемент легко подвергается замене. Многообразие геометрии купольных решений большепролетных объектов делает актуальными сравнительные исследования различных конструкций куполов.

Можно выделить три базовых элемента в составе распорной конструкции купольного решения: нижнее и верхнее опорные кольца и оболочку сооружения. Основные распорные нагрузки ложатся на нижнее кольцо, формируя в нем напряжения изгиба, растяжения и кручения, что требует его надлежащего закрепления на жесткие опоры и исполнения кольца из металлических или железобетонных элементов. В проекции нижнее кольцо может принимать вид окружности, эллипса, многогранника. Верхнее опорное кольцо не является обязательным элементом купола, но при его наличии подвергается воздействию сжимающих напряжений, что следует учитывать при проектировании купола [2].

На рис. 1 представлены основные геометрические проекции несущего каркаса купола.



a — ребристый купол; *б* — ребристо-кольцевой купол; *в* — купол Шведлера;
г — звездчатый купол; *д* — секторально-сетчатый купол; *е* — геодезический купол

Рис. 1. Геометрические проекции каркасов в купольном домостроении [3]

Ребристые каркасы состоят из отдельных ребер плоского сечения (Рис. 1а), которые возводятся по радиальной схеме, а поверхность купольной конструкции формируется верхними поясами ребер. Проектирование

опорного кольца зависит от частоты размещения ребер; при высокой частоте возможно применение круглой опоры, при низкой — многоугольной.

В ребристо-кольцевых решениях (рис. 1б) дополнительно устраиваются кольцевые соединения, параллельные опорным кольцам. В отличие от простых ребристых геометрических форм преимущество дополнительных колец состоит в восприятии ими нормальных и изгибающих напряжений, что снижает нагрузку на нижнюю опору. Дальнейшее совершенствование ребристых куполов в целях лучшего распределения нагрузки на конструкцию состоит во введении в нее диагональных связей [2].

Проекция ребристо-кольцевого купола, когда диагональные связи исходят из каждой вершины каждой прямоугольной ячейки, представлена на Рис. 1в. Такую схему называют куполом Шведлера, преимущество которого перед другими ребристыми куполами состоит в большей жесткости и надежности конструкции. Дальнейшее совершенствование геометрических форм обусловило развитие сетчатых конструкций, включающих множество стержневых и соединительных элементов. Проектирование каркаса сетчатых решений предполагает разбиение большепролетной конструкции на систему треугольников, что повышает пространственную жесткость сооружений относительно ребристых форм и обеспечивает экономичность возведения [3].

Циклически симметричные сетчатые решения, например схема звездчатого купола Фёппля (Рис. 1г) или секторально-сетчатого купола Чивитта (Рис. 1д) имеют повторяющуюся геометрию по секторам. В этом конструкции аналогичны куполу Шведлера (Рис. 1 в), но в ребристой конструкции со связями, связи имеют гораздо меньшее сечение, чем несущий каркас. В то время как в сетчатых решениях сечения всех элементов сопоставимы, что обеспечивает равномерное перераспределение нагрузок.

Литература:

1. Животов, Д. А. Изучение опыта возведения геодезических куполов — Текст: непосредственный / Д. А. Животов, В. В. Латуга // Технологии и организация строительства: материалы I Всеросс. межвуз. науч.-практ. конф. Санкт-Петербург, 2020. — с. 157–160.
2. Тур, В. И. Купольные конструкции: формообразование, расчет, конструирование, повышение эффективности — Текст: непосредственный. / В. И. Тур. — М.: Изд-во АСВ, 2004–96 с.
3. Лебедь, Е. В. Большепролетные металлические купольные покрытия и их возведение — Текст: непосредственный / Е. В. Лебедь, А. Ю. Алукаев // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. — 2018. — Т. 14. — № 1. — с. 4–16.
4. Таратуга, В. Д. Большепролетные конструкции промышленных и гражданских зданий и сооружений — Текст: непосредственный / В. Д. Таратуга, А. М. Бегельдиев. — Краснодар: КубГАУ, 2017. — 187 с.

На Рис. 1е представлена геометрическая схема геодезической сферы. Можно отметить, что все элементы пространственной сетки имеют одинаковые размеры и сечение, формируя многогранник, имеющий грани в форме треугольника, пяти / шестигранника, ромба. В объемном изображении все углы-соединения стержней купола будут принадлежать его поверхности, а стержни — образовывать хорды. Однотипность всех элементов купола позволяет использовать их как пространственную оболочку и как несущую конструкцию [4]. Такие решения более экономичны и эргономичны в возведении, что сокращает временные и материальные затраты на монтаж.

Монтаж большепролетных купольных решений различных геометрических форм может производиться с применением одной центральной опоры, или в сочетании ее с дополнительными опорами по периметру сооружения, возводимыми на временной основе. Такой способ характерен для строительства ребристых куполов и их вариаций. Другим способом будет возведение с использованием лесов и временных подмостей, либо посредством перемещения предварительно собранных на площадке элементов. Такая технология используется для сетчатых решений, если позволяют пролеты конструкции. При существенных размерах пролетов монтаж сетчатых конструкций осуществляется поэлементно или блоками навесным способом, а также по комбинированной технологии [3].

Таким образом, показана эволюция и особенности монтажа купольных решений различных геометрических форм от ребристых куполов и их вариаций до сетчатых конструкций, которые являются более надежными, экономичными, устойчивыми к нагрузкам и быстро возводимыми сооружениями.

Сравнение современных методов расчета монолитных безбалочных железобетонных перекрытий

Сидоренко Дарья Сергеевна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассмотрены различные способы расчета монолитных безбалочных железобетонных перекрытий. Также проведено сравнение результатов расчета по современным отечественным и зарубежным методам расчета.

Ключевые слова: безбалочное перекрытие, метод предельного равновесия, метод конечно-элементного моделирования, метод заменяющих рам, метод прямого проектирования, Eurocode 2, ACI 318.

Безбалочное перекрытие состоит из плоской железобетонной плиты одинаковой толщины, опирающейся на ряд промежуточных колонн, на крайние колонны или на несущие стены.

Впервые конструкция здания с применением безбалочных перекрытий была использована в США в 1902 г. инженером Торнером [1]. В России такие перекрытия появились практически в то же время — в 1908 г. Под руководством инженера А. Ф. Лолейта было запроектировано и возведено четырехэтажное здания склада молочных продуктов. Особенностью данной конструкции было то, что колонны в них имели расширенный верх, что увеличивало площадь соприкосновения опор и плит, тем самым увеличивая надежность монтажа.

Впервые задумываться о проблемах расчета безбалочных перекрытий стали инженеры Дж. Р. Николсон (1914 г.), Вестергард и Слейтер (1925 г.) [2], а в СССР — Гвоздев А. А. и Мурашев В. И. (1933 г.) [3]. Далее по результатам теоретических исследований и практических расчетов были сформированы первые нормативные документы для расчета безбалочных перекрытий [4] и [5], на основе которых были разработаны современные нормативные документы, регламентирующие расчет безбалочных перекрытий [6].

Отсутствие теоретических и экспериментальных исследований безбалочных перекрытий в XX. в. обусловило использование грубо приближенных методов расчета таких конструкций. В дальнейшем было предложено несколько различных по сложности и точности методов расчета безбалочных перекрытий.

Первые точные методы, в которых безбалочную плиту рассматривают как пластинку, опирающуюся на капители, предложили Лолейт и Штаерман. По способу Лолейта вся нагрузка (постоянная и временная) предполагается равномерно распределенной по всему перекрытию и передающейся по обоим направлениям. При квадратных панелях нагрузка, передающаяся в каждом направлении, равно половине общей нагрузки. Толщина плиты определяется по наибольшему по абсолютной величине (положительному) моменту в крайнем пролете, а моменты в остальных пролетах служат для подбора арматуры.

М. Я. Штаерман в [7] предложил упрощенный способ расчета безбалочных перекрытий, который базируется на схеме: плита и воображаемые балки, ширина которых равна

половине пролета, а высота равна высоте плиты. Моменты рассчитываются отдельно для плиты и отдельно для балки.

Также существовали методы расчета с использованием бигармонических рядов (метод Галёркина) и метод расчета с использованием тригонометрических рядов (метод Лева), где безбалочное перекрытие рассматривается как плита, нагруженная сверху сплошной нагрузкой и снизу опорными реакциями капители, причем принимается, что это реактивное давление распределяется равномерно по всей площади капители. Данные методы были достаточно сложны и практически недоступны для проектировщиков, к тому же ряд положенных в основу этих методов предположений не соответствовал действительной работе плиты безбалочного перекрытия.

Далее появились упрощенные способы расчета, такие как метод упругих сеток и метод заменяющих рам. При расчете безбалочных перекрытий методом упругих сеток плита рассматривалась как система взаимно перпендикулярно пересекающихся нитей, которая в каждой точке пересечения должна находиться в равновесии. До приложения нагрузки сетка находится на условной координатной плоскости, а после приложения нагрузки точки пересечения нитей перемещаются относительно этой плоскости.

Расчет методом заменяющих рам предполагает рассматривать безбалочное перекрытие и колонны как две взаимно пересекающиеся рамы, ригель которой — плита шириной, равной полусумме смежных пролетов. Каждая из рам рассчитывается на полную приходящую на нее нагрузку. С учетом перераспределения моментов вследствие пластических деформаций, величины моментов в четырех расчетных сечениях панели плиты определяют с таким расчетом, чтобы сумма их равнялась балочному моменту.

Кандидат технических наук Шапошникова Юлия Александровна в своей диссертации [8] провела сравнительный анализ некоторых методов расчета безбалочных перекрытий. Перекрытие было рассчитано по следующим методам: Метод А. Ф. Лолейта, Метод М. Я. Штаермана, Метод бигармонических рядов, Метод заменяющих рам.

В данном исследовании рассчитывалась квадратная ячейка перекрытия пролетом 6м, толщина перекрытия была принята 200мм, нагрузка, приложенная на перекрытие принималась равной 15 кН/м².

Главный вывод, который можно сделать по результатам анализа: значения моментов значительно отличаются друг от друга (в 2–5 раз), что говорит о несовершенстве методов статического расчета. Также данные способы расчета не учитывают влияния трещин и пластических свойств бетона, таких как усадка и ползучесть.

Современные отечественные нормы предписывают рассчитывать безбалочное перекрытие методом предельного равновесия. Согласно [9] и [10] данный метод предполагает двухстадийный характер деформирования материала. На первой стадии материал работает упруго и подчиняется закону Гука, то есть напряжение в нем не достигает предела текучести. На второй стадии в опасных сечениях при постоянной нагрузке начинают развиваться пластические деформации, нарушается линейная зависимость между напряжением и относительными деформациями. Суть метода состоит в том, что в стадии разрушения плита рассматривается как система звеньев, соединенных между собой линейными пластическими шарнирами.

Экспериментально установлено, что для безбалочного перекрытия наиболее опасными являются загрузка полосовой нагрузкой через пролет и сплошной нагрузкой по всей площади перекрытия.

При загрузке полосовой нагрузкой в предельном равновесии образуется 3 линейных пластических шарнира, соединяющих звенья в местах излома. Также образуется пластический шарнир в пролете по оси нагруженных панелей.

При сплошном загрузке плиты безбалочного перекрытия в средних панелях возникают линейные пластические шарниры, которые являются взаимно перпендикулярными и параллельными рядам колонн. При таком загрузке каждая панель делится пластическими шарнирами на 4 звена, поворачивающихся вокруг линейных пластических шарниров, оси которых расположены в зоне капителей под углом 45° к рядам колонн.

Современные численные методы исследования конструкций приобрели большую популярность и являются мощным инструментом для решения сложных технических задач. Согласно [11] это метод решения уравнений равновесия, при котором исходная область определения функции разбивается на отдельные подобласти (конечные элементы). Расчет методом конечных элементов осуществляется с помощью различных программных комплексов САПР, например, ПК ЛИРА-САПР, SCAD Office, Robot Structural Analysis, Ansys и тд.

Моделирование зон опирания плиты перекрытия на колонны и стены выполняются при помощи функции АЖТ (абсолютно жесткое тело), что позволяет корректно учесть опорный контур плиты.

При расчете МКЭ существует линейная и нелинейная постановка задачи. При линейном расчете физическая нелинейность (неупругая работа конструкции) учитывается с помощью пониженных значений модуля упругости материалов в соответствии с п. 6.2.7 [12].

Также рассмотрим несколько зарубежных методов расчета, которые представлены в Европейских нормах (Eurocode2) и Американских нормах (ACI318).

В [13] содержится мало указаний по выполнению расчетов различных конструкций. Поэтому в [14] подробно рассмотрены 2 метода расчета плоских перекрытий: метод заменяющих рам и метод упрощающих коэффициентов.

Основная идея метода заменяющих рам в Еврокоде совпадает с идеей данного отечественного метода: конструкция разбивается на «рамы» по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Эти «рамы» включают в себя полосы плит, которые рассматриваются как балки, и колонны. Отличием является ширина балки, принимаемая для расчета. Согласно [14] эта ширина зависит от направления приложения нагрузки, а также от соотношения сторон панели. Дальше расчет можно выполнять с помощью любого стандартного метода упругого метода, например, с учетом перераспределения моментов, согласно разделу 3.7.1 [14]. Полученные в ходе расчета изгибающие моменты следует распределять по полосам с учетом упругого поведения плиты.

Метод упрощающих коэффициентов применяется для жестких зданий с тремя приблизительно равными пролетами и плитами, которые в основном подвергаются действию равномерно распределенной нагрузки. В данном случае изгибающий момент и поперечные силы могут рассчитываться при помощи коэффициентов, указанных в разделе 3.8.1 [14]. Полученный данным образом изгибающий момент следует распределять по полосам в пропорции, указанной в табл. 3.7 [14].

В [15] представлены два метода расчета монолитных безбалочных перекрытий: метод прямого проектирования и метод заменяющих (эквивалентных) рам. Метод прямого проектирования состоит из набора правил по распределению моментов по секциям перекрытия, удовлетворяющим требованиям к безопасности и удобству эксплуатации конструкций. Для того, чтобы произвести расчет безбалочного перекрытия по данному методу, необходимо осуществить три основных шага: определение полного статического момента, распределение суммарного статического момента на отрицательные и положительные и распределение отрицательных и положительных моментов по перпендикулярным друг к другу «секциям», включающим в себя колонны и полосы плит, которые в данном случае рассматриваются как балки. Распределение положительных и отрицательных моментов по «секциям» осуществляется согласно п. 8.10.5, 8.10.6 [15]. Следует отметить, что при определении коэффициентов для распределения моментов в пролетной полосе учитывается тип перекрытия — балочное/безбалочное, а в надколонной полосе — соотношение величины пролетов перекрытия, а в средней опорной полосе еще и параметр торсионной жесткости (параметр бэтта), который зависит от вида сопряжения колонны с плитой.

Согласно [15] основной идеей метода эквивалентных рам является представление трехмерной системы перекрытий через двумерные рамы, которые потом рассчитываются на нагрузки, действующие в плоскости рамы. Эк-

вивалентные рамы состоят из трех частей: горизонтальные полосы перекрытия, колонны или другие вертикальные опоры, выступающие над и под плитой, и торсионные элементы, обеспечивающие передачу момента между горизонтальными и вертикальными элементами. После того, как были определены элементы заменяющей рамы, необходимо рассчитать жесткость каждого элемента (то есть, плитной части, колонны и торсионного элемента). Далее необходимо определить коэффициенты распределения моментов для неподвижных концов элементов рамы с помощью таблиц в прил. 20 [15]. После всех проделанных операций

получается эквивалентная двумерная рама, состоящая из полосы перекрытия, колонны и торсионного элемента, которая должна быть рассчитана в расчетной программе.

В данной работе сравниваются результаты расчетов, полученных по следующим методам: Метод предельного равновесия (согласно СП63), Метод конечно-элементного моделирования (расчет производится в ПК ЛИРА-САПР), Метод заменяющих рам (Eurocode2), Метод прямого проектирования (ACI318).

На рисунке 1 представлена схема перекрытия для расчета.

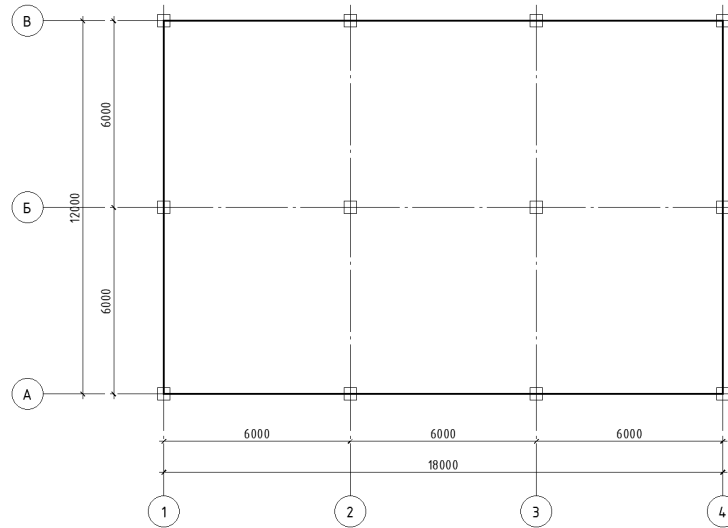


Рис. 1. Схема перекрытия

Толщина перекрытия принимается равной $h = 200$ мм, нагрузка, приложенная на перекрытие — сплошная равномерно распределенная нагрузка $q = g + v = 1$ т/м².

Расчет производился для надколонной и пролетной полос. Результаты показаны только для надколонной полосы, так как они более наглядные

Таблица 1. Моменты, полученные для расчета по надколонной полосе

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
СП	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16
МКЭ	5,27	2,43	7,92/6,98	1,68	6,98/7,92	2,43	5,27
ЕU	3,78	6,48	7,56	6,48	7,56	6,48	3,78
АСИ	1,22	2,45	3,29/3,06	1,65	3,06/3,29	2,45	1,22

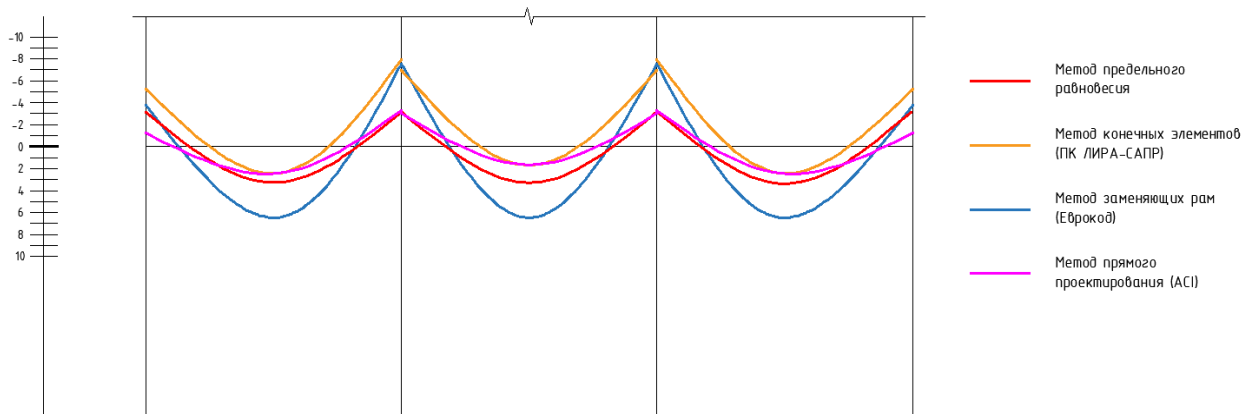


Рис. 2. Эпюра моментов для надколонной полосы

Исходя из полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшие пролетные моменты получаются при расчете методом заменяющих рам по EU2;
2. Наибольшие опорные моменты получаются при расчете методом заменяющих рам по EU2 и методом конечных элементов;

3. Наименьшие пролетные моменты получаются при расчете методом конечных элементов и методом прямого проектирования по ACI318;

4. Наименьшие опорные моменты получаются при расчете методом прямого проектирования по ACI318;

5. Моменты, полученные при расчете данными методами максимально различаются в 2,5 раза.

Литература:

1. Владимиров, Д., Кумпяк О. Г. Опорные зоны безбалочных перекрытий / Избранные доклады 64-й университетской научно-практической конференции студентов и молодых ученых, 2016 г.
2. Генри Дж. Коуэн Строительная наука XIX-XX вв, М.: Энергоиздат, 1982 г. — 236 с.
3. Мурашев, В. И. Железобетонные конструкции: Общий курс: учеб. Для вузов по спец. «Промышленное и гражданское строительство» // Мурашев В. И., Сигалов Э. Е., Байков В. Н.; под ред. П. Л. Пастернака — М.: Госстройиздат, 1962. — 659 с.
4. Руководство по расчету статически неопределимых железобетонных конструкций с безбалочными перекрытиями, — М.: Стройиздат, 1975–32 с.
5. Руководство по проектированию железобетонных конструкций с безбалочными перекрытиями, — М.: Стройиздат, 1979–54 с.
6. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52–01–2003. — Москва: Минрегион России, 2018 г.
7. Штаерман, М. Я. Безбалочные перекрытия / Штаерман М.Я, Ивянский А. М.// Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре. — Москва, 1953 г. — 335 с.
8. Шапошникова, Ю. А. Прочность монолитных безбалочных перекрытий с предварительно напряженной диагональной арматурой без сцепления с бетоном [Текст]: дис. ... канд. тех. наук: 05.23.01: защищена 28.02.16 / Шапошникова Юлия Александровна. — М., 2016–204 с.
9. Байков, В. Н., Сигалов Э. Е. Железобетонные конструкции: Общий курс: [Для вузов по специальности «Пром. и гражд. стр-во»] / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов, 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Стройиздат, 1976;
10. Бондаренко, В. М., Суворкин Д. Г. Железобетонные и каменные конструкции: [Учеб. для вузов по спец. «Пром. и гражд. стр-во» и «С.-х. стр-во»]. — Москва: Высш. школа, 1987.
11. Плоские безбалочные железобетонные перекрытия. Правила проектирования / НИИЖБ им. А. А. Гвоздева — Москва: ЦНИИПРОМИЗДАТ, 2017.
12. СП 52–103–2007. Железобетонные и монолитные конструкции зданий
13. EN 1992–1-1 Eurocode 2: «Design of concrete structures. Part 1: General rules and rules for buildings»
14. Beeby, A. W., Narayanan R. S. Designers' guide to EN 1992–1-1 and EN 1992–1-2 / ICE Publishinh, 2011
15. ACI 318–14 Building Code Req. for Structural Concrete — Commentary on Building Code Req. for Structural Concrete.

МЕДИЦИНА

Comparative analysis of the effectiveness of lipid — lowering drugs in the treatment of ophthalmic diabetes on the basis of clinical and laboratory studies

Babajanova Shaira Agzamovna, doctor of medical sciences, professor;
Kurbanova Zumrad Chutbaevna, candidate of medical sciences;
Hidoyatov Karomatullo Umedulloevich, student master's degree program
Tashkent Medical Academy (Uzbekistan)

Introduction. This article presents experimental data on the study of the possibility of early diagnosis of type 2 diabetes mellitus through the use of lipid-lowering therapy; statins are the drugs of choice. For the treatment of atherogenic dyslipidemia with high triglyceride levels and low concentration of high-density cholesterol (HDL-C), fibrates are traditionally used, including in patients with type 2 diabetes.

Purpose of the study. To evaluate the efficacy and safety of differentiated therapy with atorvastatin, fenofibrate and their combination in patients with type 2 diabetes.

Materials and methods. In clinics № 3 versatile TMA in branch endocrinology therapy and observed 35 patients with newly discovered type 2 diabetes, including 17 women and 18 men (mean age of men — 51.2 ± 0.3 years, duration of disease — 1.4 ± 0.49 years, the average age of women was 54.2 ± 0.3 years; the duration of the disease was 0.9 ± 0.51 years). The average level of body mass index (BMI) is 32.6 ± 4.7 kg / m², waist circumference (OT) is 107.2 ± 2.5 cm, waist-to-hip ratio (OT / OT) is 0,95. The level of total cholesterol and triglycerides was determined by a standard biochemical method, the content of HDL cholesterol was determined by an enzymatic method after precipitation from serum of LDL cholesterol and very low density lipoprotein cholesterol (VLDL cholesterol) with a mixture of phosphotungstic acid with magnesium chloride. The level of LDL cholesterol was calculated using the Friedwald formula: total cholesterol — (HDL cholesterol + TG / 2.2), the type of dyslipidemia was determined according to the Fredrickson classification.

Patients prepared formulations of sulfonylurea 2nd generation and metformin, on insulin readings applied to the achievement level of HbA1c 6.6 ± 0.8 %. After switching to the patients in the study conducted hypoglycemic and antihyperglycemic therapy is further for 1 year administered atorvastatin 20 mg / day, with hypertriglyceridemia more than 4.5 mmol / l was used fenofibrate. In the absence of achieving target triglyceride values during therapy with atorvastatin, fenofibrate was additionally prescribed. The safety of treatment was mon-

itored by monitoring the activity of alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) monthly in the first 3 months, then once every 3 months of treatment.

Results and discussion: The efficacy and safety of various lipid — lowering drugs (atorvastatin, fenofibrate) and their combination in patients with type 2 diabetes were studied for 7 months.

Atorvastatin at a dose of 20 mg / day effectively reduces the level of total cholesterol, triglycerides and LDL cholesterol after three months of use. We studied the effect of micronized fenofibrate on lipid fractions in patients with type 2 diabetes after 3 months, 0.5 years of use. Therapy with fenofibrate, like atorvastatin, effectively reduces the level of total cholesterol and triglycerides after three months of use, but with a less effective effect on the content of LDL cholesterol.

Combined therapy with atorvastatin and micronized fenofibrate has the most pronounced lipid — lowering effect, 60.0 % of patients with type 2 diabetes after 1 year of use had target levels of both LDL-C, TG, and HDL-C.

The effectiveness of the effect of atorvastatin and fenofibrate on lipid parameters is unequal, therapy with atorvastatin made it possible to achieve the target values of total cholesterol and LDL cholesterol after three months of use, and target TG values only after one year.

The use of lipid — lowering drugs for 1 year does not worsen the state of carbohydrate metabolism, rational antihyperglycemic therapy makes it possible to achieve target HbA1c levels in the group of patients taking lipid — lowering drugs. Fenofibrate is effective in reducing TG levels after three months of therapy, to a lesser extent, affects the value of cholesterol LDL. A tendency to an increase in the level of HDL cholesterol is observed with the use of each of the drugs, to enhance the effect of lipid-lowering therapy, primarily on HDL cholesterol, complex therapy is recommended using a combination of atorvastatin and fenofibrate for at least 1 year.

Conclusions. The study confirmed that treatment with fibrates reduces the severity of retinal exudation by more than

50 %. The 37 % decrease in the need for laser photocoagulation of the retina is explained by the direct effect of fenofibrate on endothelial dysfunction, regardless of the level of glycated hemoglobin (HbA1c), regardless of plasma lipid levels or a slight decrease in blood pressure.

Combined therapy with atorvastatin and micronized fenofibrate has the most pronounced lipid — lowering effect, 60.0 % of patients with type 2 diabetes after 1 year of use had target levels of both LDL-C, TG, and HDL-C. The effectiveness of the effect of atorvastatin and fenofibrate on lipid parameters is unequal, therapy with atorvastatin made it possible to

achieve the target values of total cholesterol and LDL cholesterol after three months of use, and target TG values only after one year. Fenofibrate is effective in reducing TG levels after three months of therapy, to a lesser extent, affects the value of cholesterol LDL.

Thus, fenofibrate is the first lipid — lowering drug that has demonstrated the ability to prevent both macrovascular and microvascular complications in patients with type 2 diabetes and optimal glycemic control. Traicor proved to be effective in both primary and secondary prevention, as well as regardless of the presence of dyslipidemia at the initial stage.

References:

1. Algorithms of specialized medical care for patients with diabetes mellitus. 9th edition. Ed. I. I. Dedova, M. V. Shestakova. M.,: 2019.
2. Batrak G. A. Clinical and functional state of the cardiovascular system in patients with type 2 diabetes mellitus: diagnosis of disorders and their prognostic value: dis.... Dr. med. Sciences: 14.19.04 / Batrak Galina Alekseevna. Ivanovo, 2014.195 p.
3. Batrak G. A., Myasoedova S. E. Evaluation of the effectiveness of long — term low-dose therapy with atorvastatin in the prevention of macrovascular complications in elderly patients with type 2 diabetes mellitus. Cardiovascular therapy and prevention, 2010. 9. 3: 68–72.
4. Batrak G. A., Myasoedova S. E. Efficacy and safety of fenofibrate in the correction of dyslipidemia in patients with type 2 diabetes mellitus. Preventive medicine, 2010.13.4: 63.
5. Dedov I. I. Diabetes mellitus: development of technologies in diagnosis, treatment and prevention (plenary lecture). Diabetes mellitus, 2010.3 (48): 6–13.
6. Diagnostics and correction of lipid metabolism disorders in order to prevent and treat atherosclerosis. Russian recommendations, V revision, M., 2012. Russian journal of cardiology, 2012.4 (96): 5–31.

Заболееваемость и смертность от злокачественных новообразований населения г. Уфы за 2018–2020 годы

Кудряшова Любовь Николаевна, кандидат медицинских наук, доцент;
Петрова Ольга Михайловна, аспирант, ассистент
Башкирский государственный медицинский университет (г. Уфа)

В работе представлен анализ заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований населения городского округа города Уфы, столицы Республики Башкортостан за 2020 год. Подробно отражена динамика основных показателей по заболеваемости и смертности от злокачественных опухолей за период с 2018 по 2020 гг.

Ключевые слова: злокачественные новообразования, заболеваемость, смертность, годовичная летальность, пятилетняя выживаемость.

Morbidity and mortality from malignant neoplasms among population of the Ufa city district in 2020

Kudryashova Lubov Nikolaevna, candidate of medical sciences, associate professor;
Petrova Olga Mihailovna, postgraduate student, assistant
Bashkir State Medical University (Ufa)

The paper presents an analysis of morbidity and mortality from malignant neoplasms (MN) of the population of the city district of Ufa, the capital of the Republic of Bashkortostan (RB) for 2020. The dynamics of the main indicators of morbidity and mortality from malignant tumors between 2018 and 2020.

Keywords: malignant neoplasms, morbidity, mortality, annual mortality, five-year survival rate.

Злокачественные новообразования (ЗН) представляют серьезную проблему для здравоохранения России. Рост заболеваемости и смертности населения от ЗН приводит к значительным социально-экономическим потерям, причем не только в России, но и других странах мира [1,3]. Так, по данным, озвученным на IX съезде онкологов, в структуре смертности ЗН в России, несмотря на достижения за последние годы в онкологии, занимают 2 место, уступая лишь заболеваниям системы кровообращения [4]. В связи с этим контроль ЗН является первоочередной задачей, в свете улучшения демографической ситуации в России, это поможет не только снизить смертность, но повысить ожидаемую продолжительность жизни россиян.

Организация онкологической помощи в современных условиях основывается на систематическом анализе динамики заболеваемости и смертности от злокачественных опухолей, что позволяет принимать научно обоснованные решения по вопросу оказания специализированной онкологической помощи населению [2,5].

Оценить реальную картину заболеваемости и смертности от злокачественных опухолей в г. Уфе позволяет ситуационный анализ фактических статистических данных за 2018–2020 гг.

Материалы и методы

В основу статьи положена статистическая информация об уровне онкологической заболеваемости в г. Уфе и РБ за период с 2018–2020 гг. При этом для проведения анализа сделана выкопировка данных о заболеваемости и смертности населения из официальных отчетных форм № 7 и № 35 «Сведения о больных со злокачественными новообразованиями» по г. Уфе. Статистическая обработка данных производилась средствами Microsoft Windows XP с помощью компьютерных программ Microsoft Word XP, Microsoft Excel XP. В процессе обработки и анализа материалов применялись аналитический метод, а также методы санитарной статистики (оценка достоверности различий средних и относительных величин) [6].

Результаты и обсуждения.

За 2020 год в г. Уфе взято на учет больных с впервые выявленным ЗН — 3286 человек, что на 277 случаев больше, чем в 2018 г. (2018 г. — 3624 чел., 2019 г. — 3901 чел.). Таким образом, заболеваемость ЗН в г. Уфе за 2020 г. составила 288,2 на 100 тыс. населения. Как видно на рис. 1 уровень заболеваемости ниже по сравнению с 2019 г. на 16,2 % (2018 г. — 353,8; 2019 год — 343,6 на 100 тыс. населения).

В РБ показатель заболеваемости ЗН за три года снизился до 273,4 на 100 тыс. населения, и стал ниже на 5,2 % по сравнению с таковым в г. Уфе.

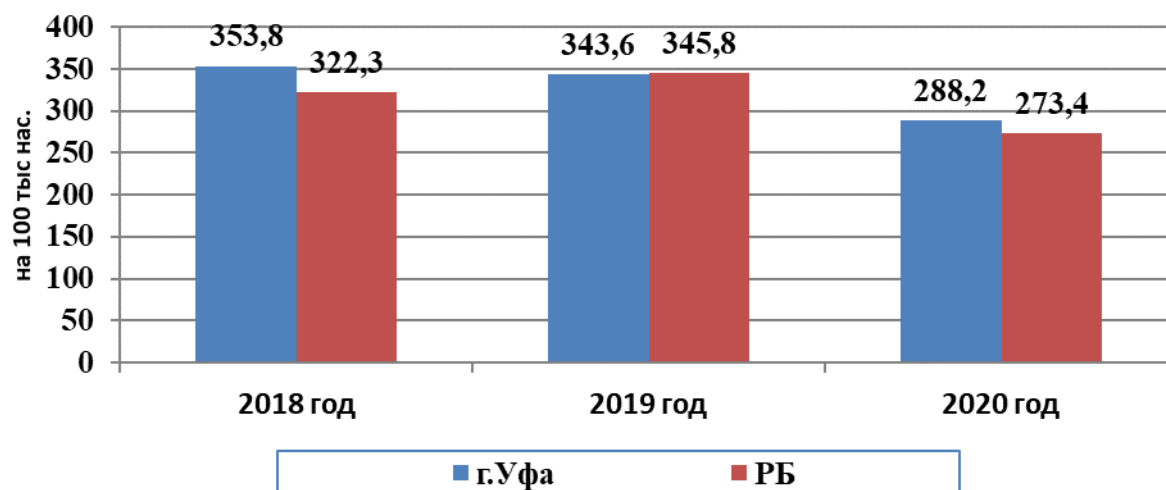


Рис. 1. Динамика заболеваемости ЗН населения г. Уфы и РБ за 2018–2020 гг.

Анализируя статистические данные по г. Уфе за 2020 г. установлено, что в структуре первичной заболеваемости ЗН по нозологии ранговые места занимают (табл.1): молочная железа — 17,4 % (513 больных); кожа — 11,3 % (334 больных); ободочная кишка — 9,6 % (284 больной); легкое — 9,2 % (272 больных); прямая кишка — 6,9 % (203 больных); предстательная железа — 8,6 % (197 больных); желудок — 6,4 % (188 больных).

За период с 2018 по 2020 гг. в г. Уфе отмечается рост заболеваемости раком: пищевода, желудка, ободочной и прямой кишки, шейки матки, щитовидной железы. В то же время наметилась тенденция к снижению заболеваемости раком: ротоглотки, предстательной железы. Относительно стабильная заболеваемость ЗН за указанный период сохраняется: поджелудочной железы, костей, меланомой (табл.1).

Таблица 1. Структура первичной заболеваемости ЗН г. Уфы за 2018–2020 гг.

Локализация опухоли	2018 год		2019 год		2020 год	
	абс. чис	удел. вес	абс. чис	удел. вес	абс. чис	удел. вес
Всего	3624	100	3563	100	2955	100
Губа	8	0,2	14	0,4	9	0,3
Полость рта	54	1,5	51	1,4	20	0,7
Глотка	21	0,6	29	0,8	17	0,6
Пищевод	46	1,3	44	1,2	48	1,6
Желудок	192	5,3	176	4,9	188	6,4
Ободочная кишка	312	8,6	301	8,5	284	9,6
Прямая кишка	268	7,4	249	7,0	203	6,9
Печень	36	1,0	38	1,1	39	1,3
Поджелудочная железа	107	3,0	101	2,8	117	4,0
Гортань	33	0,9	29	0,8	22	0,7
Легкие	327	9,0	255	7,2	272	9,2
Кости	7	0,2	5	0,1	9	0,3
Меланома	52	1,5	45	1,3	36	1,2
Кожа	380	10,5	411	11,5	334	11,3
Мягкие ткани	22	0,6	22	0,6	15	0,5
Молочная железа	503	13,9	545	15,3	513	17,4
Шейка матки	94	2,6	95	2,7	97	3,3
Тело матки	160	4,4	168	4,7	135	4,6
Яичники	102	2,9	93	2,6	102	3,5
Предстательная железа	244	6,7	306	8,6	197	6,7
Почки	152	4,2	109	3,1	128	4,3
Мочевой пузырь	82	2,3	92	2,6	80	2,7
Щитовидная железа	48	1,4	4	0,1	70	2,4
Злокачественная лимфома, лейкозы	152	4,2	129	3,6	101	3,4

Из числа взятых на учет больных со ЗН в течение года 32,0 % (946 человек) были выявлены активно при профилактических осмотрах и в смотровых кабинетах. Из активно выявленных были пациенты со следующими локализациями злокачественной опухоли: молочной железы — 19,9 % (188 человек); кожи — 17,0 % (161 человек); ободочной кишки — 9,6 % (91 человек); легкого — 7,0 % (66 человек); прямой кишки 6,6 % (62 человек); тела матки — 5,6 % (53 человек).

Анализ заболеваемости ЗН по половому признаку позволил установить, что взятых на учет впервые больных

раком среди женщин больше, их доля в 2020 г. составила 58,2 %, а среди мужчин — 42,8 %.

Наиболее эффективным лечение возможно у онкологических больных, выявленных на ранних стадиях заболевания (I — II стадии). Анализ первичной заболеваемости ЗН в г. Уфе за 2020 год показал, что более 50 % пациентов берутся на учет впервые именно на этих стадиях (56,8 % — 1835 человек). Доля больных с IV стадией заболевания в 2020 г. составил — 22 % (708 человек). В РБ доля больных на IV стадии заболевания за анализируемый период выше (рис. 2) и в 2020 г. составил — 24,8 %.

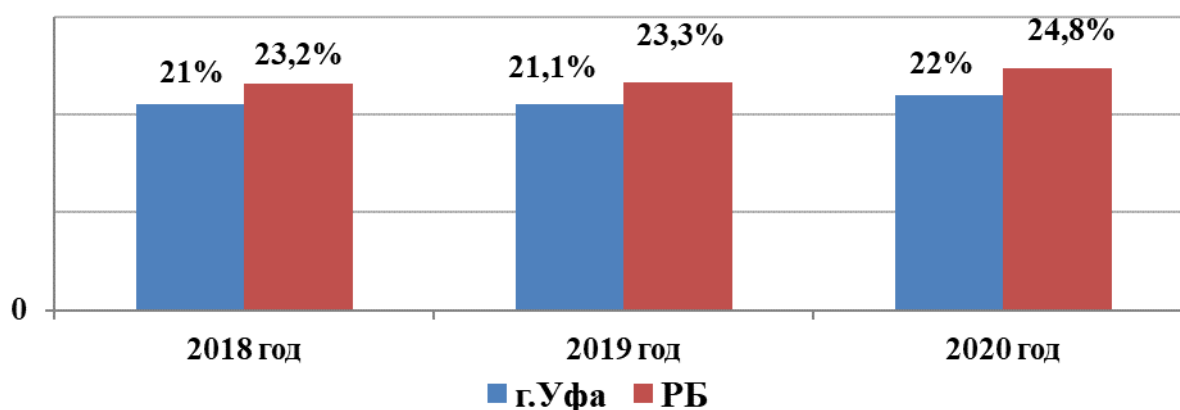


Рис. 2. Динамика выявления больных ЗН на IV стадии заболевания в г. Уфе и РБ в 2018–2020 гг.

Из числа взятых на учет больных в 2020 г. на IV стадии заболевания были злокачественные опухоли: легкого — 17,7 % (125 человек); поджелудочной железы — 10,7 % (76 человек); желудка — 9,8 % (70 человек); ободочной кишки — 9,6 % (68 человек); прямой кишки — 6,1 % (43 человека); молочной железы — 4,5 % (33 человека); полости рта — 4,2 % (30 человек).

За 2020 год диагноз подтвержден морфологически в 93,2 % (3005 случаев). В 100 % случаев получена морфологическая верификация при опухолях: губы, полости рта, глотки, гортани, меланоме, кожи, мягких тканей, молочной железы, шейки матки, щитовидной железе, лимфомах. Высокий процент морфологической верификации (более 90 %) достигнут при ЗН: желудка, прямой кишки, мочевом пузыре. Следует отметить, что при локализации опухоли в печени, поджелудочной железе, почках, в связи с имеющимися техническими трудностями при взятии

материала на морфологию, процент верификации злокачественной опухоли низкий.

В течение года закончили радикальное лечение 58,5 % больных (1921 человек), еще 8,6 % (282 человека) продолжают начатое лечение в 2020 году. Из них получили: 47,5 % (913 больных) только хирургическое; 12,2 % (234 человек) только лучевое; 3,1 % (59 человек) только лекарственное лечение. Комбинированное или комплексное лечение (кроме химио-лучевого) было у 33,4 % (641 человек), а химио-лучевое проведено у 3,9 % (74 человек).

На начало 2021 г. в г. Уфе состояло на учете 27881 больной ЗН. За 2020 г. показатель болезненности в г. Уфе составил 2445,1; в РБ — 2136,6 на 100 тыс. населения. Сопоставление данных распространенности злокачественных опухолей среди населения в 2020 г. показало, что в г. Уфе она выше, чем в РБ (рис. 3).

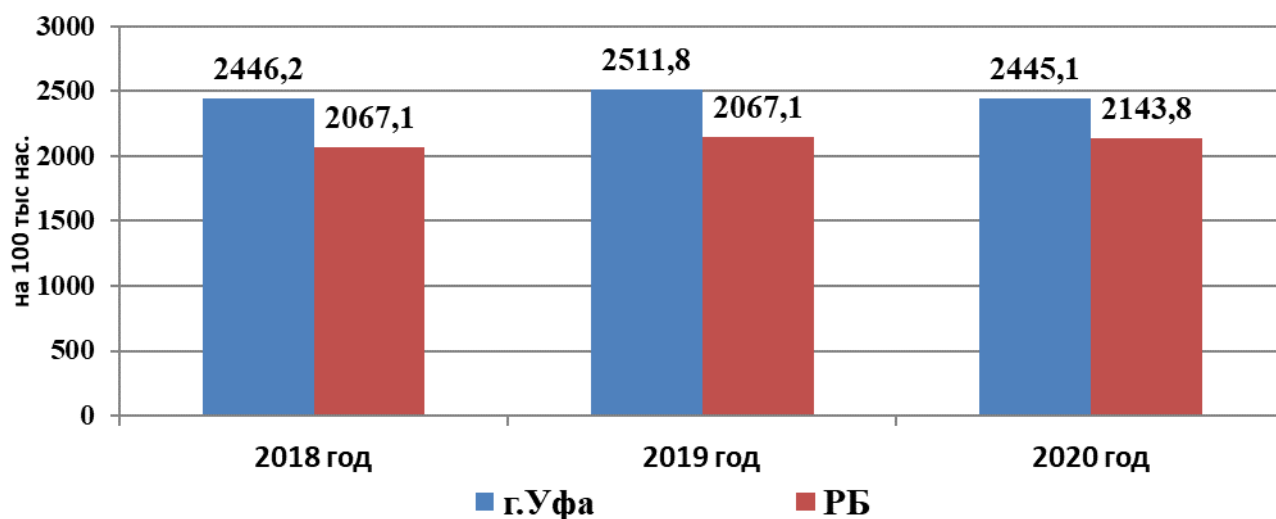


Рис. 3. Динамика болезненности ЗН населения г. Уфы и РБ в 2018–2020 гг.

В структуре болезненности населения в г. Уфе за 2020 г. ранговые места занимают ЗН: молочной железы — 21,6 % (6025 человек); кожи — 9,3 % (2599 человек); тела матки — 7,3 % (2023 человек); ободочной кишки — 6,4 % (1790 человек); прямой кишки — 5,7 % (1591 человек); почки — 5,8 % (1607 человек).

При анализе смертности от ЗН в г. Уфе за 2018–2020 гг. можно отметить повышение показателя в 2020 г. до 160,6, в РБ снижение — до 158,0 на 100 тыс. населения (рис. 4). При сопоставлении вышеуказанных показателей по г. Уфе и РБ, необходимо отметить, что городской выше республиканского.

В структуре смертности за последние годы существенных изменений не произошло, и ведущие позиции занимают смертельные исходы от ЗН: легких — 13,0 % (230 человека); молочной железы — 8,6 % (200 человек); ободочной кишки — 8,6 % (153 человека); желудка — 8,3 % (141 человека); предстательной железы — 6,9 % (130 человек); прямой кишки — 6,5 % (118 человек), поджелудочной железы — 5,8 % (103 человека).

Важным показателем в онкологии является годовая летальность — число умерших больных, проживших с момента установления диагноза ЗН менее года.

В г. Уфе за анализируемый период он снизился с 26 % до 21 %; в РБ — с 27,9 % до 24,4 %. Причем, как видно на рис. 5, вышеуказанный показатель годичной летальности в г. Уфе, ниже республиканского.

В структуре годичной летальности за 2020 год ранговые места занимают злокачественные опухоли следующих локализаций: легкие — 17,9 % (134 человек); желудок — 10,8 % (81 человек); поджелудочная железа — 9,4 % (70 человек); ободочная кишка — 8,6 % (57 человек); прямая кишка — 5,6 % (45 человек); молочная железа — 4,8 % (36 человек).

Выводы

1. Заболеваемость ЗН в г. Уфе за 2020 г. составила 288,2 на 100 тыс., в структуре первичной заболеваемости ЗН по нозологии ранговые места занимают: молочная железа — 17,4 %, кожа — 11,3 %, ободочная кишка — 9,6 %,

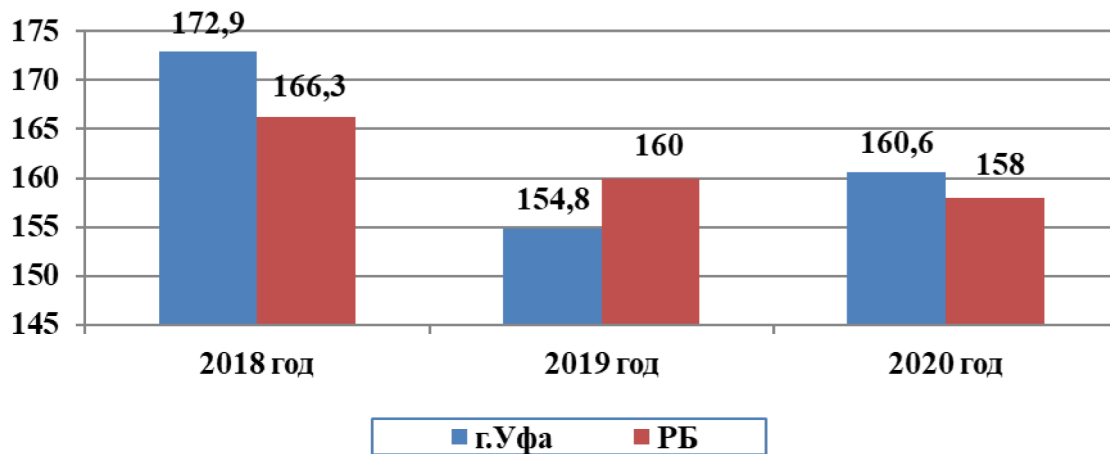


Рис. 4. Динамика смертности населения г. Уфы и РБ от ЗН в 2018–2020 гг.

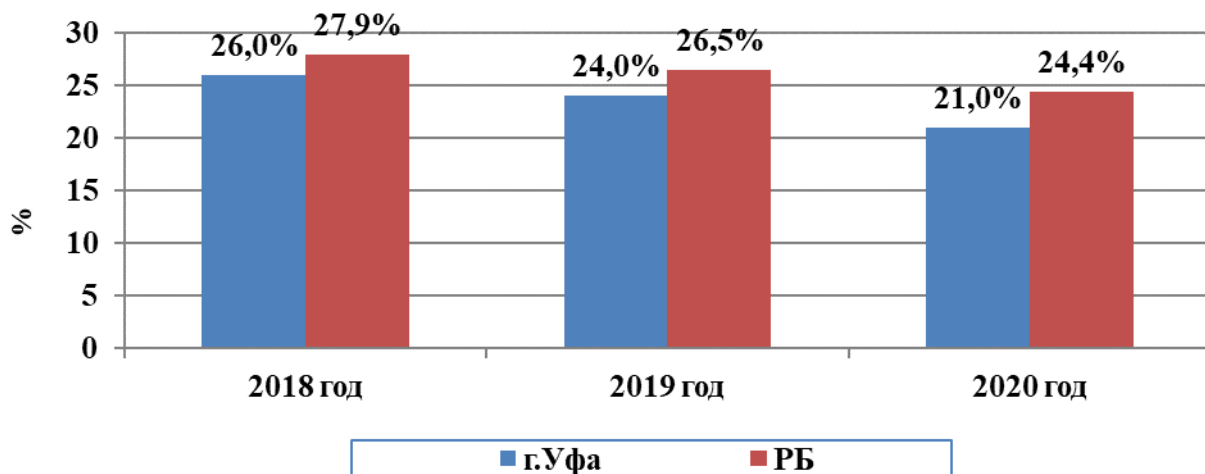


Рис. 5. Динамика годичной летальности от ЗН населения г. Уфы и РБ в 2018–2020 гг.

легкое — 9,2 %, прямая кишка — 6,9 %, предстательная железа — 8,6 %, желудок — 6,4 %.

2. В г. Уфе доля больных с IV стадией заболевания в 2020 г. составил 22 %.

3. За 2020 г. показатель болезненности в г. Уфе составил 2445,1. В структуре болезненности населения ранговые места занимают ЗН: молочной железы — 21,6 %; кожи — 9,3 %; тела матки — 7,3 %; ободочной кишки — 6,4 %; прямой кишки — 5,7 %; почки — 5,8 %.

4. Смертность от ЗН за 2018–2020 гг. увеличилась и в 2020 г. Показатель смертности составил 160,6 на 100 тыс

населения. В структуре смертности ведущие позиции занимают смертельные исходы от ЗН: легких — 13,0 %; молочной железы — 8,6 %; ободочной кишки — 8,6 %; желудка — 8,3 %; предстательной железы — 6,9 %; прямой кишки — 6,5 %; поджелудочной железы — 5,8 %.

5. Годичная летальность в г. Уфе составила — 24,0 %. В структуре годичной летальности за 2020 год ранговые места занимают ЗН следующих локализаций: легкие — 17,9 %; желудок — 10,8 %; поджелудочная железа — 9,4 %; ободочная кишка — 8,6 %; прямая кишка — 5,6 %; молочная железа — 4,8 %.

Литература:

1. Ганцев, Ш. Х. Амбулаторно-поликлиническая онкология / Ш. Х. Ганцев с соавт. // Руководство для врачей. — М.: ГЭОТАР-Медия, 2012. — 448 с.
2. Кудряшова, Л. Н. Ситуационный анализ заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований населения Республики Башкортостан и г. Уфа за 2001–2010 гг., как основа модернизации онкологической службы / Кудряшова Л. Н. // Научно-практические аспекты модернизации онкологической службы регионального уровня: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием; 24–25 мая 2012. — Красноярск: тип. ООО «Сиенит-КрАЗ». — 2012. — с. 91–99

3. Кудряшова, Л. Н., Назмиева Л. Р., Габитова Д. М. Смертность от злокачественных новообразований населения Республики Башкортостан и города Уфы за 2001–2010гг. / Л. Н. Кудряшова, Л. Р. Назмиева, Д. М. Габитова // Креативная онкология и хирургия, элект. журнал. — <http://eoncolog.com/?p=1924>, 2012 г.
4. Материалы IX Съезда онкологов России, 14–16 июня 2017 года, Уфа.
5. Первичная медико-санитарная помощь при онкологических заболеваниях: моногр./Н. Х. Шарафутдинова, Р. З. Султанов, М. Ш. Шарафутдинов и др. — Уфа: ГАУН РБ «Башэнциклопедия», 2018. — 179 с.
6. Харисова, И.М., Шарафутдинова Н. Х. Статистические методы в медицине и здравоохранении: учебно-методическое пособие. — Уфа, 1999. — 146 с.

Анатомия и патология слюнных желёз. Сиалоаденит, сиалоз

Садрисламова Алиса Робертовна, студент;

Корягин Владимир Сергеевич, студент

Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера

В статье авторы рассматривают нормальную и патологическую анатомию слюнных желёз. Разбирают сиалоадениты, сиалоз. Пытаются рассмотреть макроскопическую и микроскопическую картину при данных заболеваниях.

Ключевые слова: слюнные железы, сиалоаденит, сиалоз, патологическая анатомия, стоматологические заболевания, околоушная железа, подъязычная железа, поднижнечелюстная железа.

Слюнная железа является важной частью пищеварительной системы человека. Она выполняет экзокринную, эндокринную, фильтрационную и экскреторную функции. Выводные протоки желёз открываются в полость рта. Выделяют большие и малые, слюнные железы.

Большие слюнные железы располагаются за пределами полости рта, к ним относятся околоушные, подъязычные и поднижнечелюстные железы. Малые расположены в толще слизистой оболочки, представлены губными, щечными, небными, молярными и язычными железами.

Околоушная железа, *glandula parotidea*

Является самой большой железой. Расположена в заужной полости рта, выводной проток проходит по наружной поверхности жевательной мышцы, а открывается на слизистой оболочке преддверия рта в районе второго верхнего большого коренного зуба [2].

По своему строению — сложная альвеолярная, серозного типа, имеет дольчатое строение. Железа покрыта фасцией, замыкающей её в капсулу [4].

Поднижнечелюстная железа, *glandula submandibularis*

Располагается в поднижнечелюстном пространстве, выводной проток открывается на подъязычном сосочке, как и проток подъязычной железы. По строению является сложной альвеолярно-трубчатой железой смешанного характера, имеющей так же дольчатое строение. Поднижнечелюстная железа секретирует белково-слизистую слюну с преобладанием белкового компонента [4].

Подъязычная железа, *glandula sublingualis*

Лежит на челюстноподъязычной мышце, непосредственно под слизистой оболочкой дна полости рта, имеет

тонкую соединительнотканную капсулу. Выводные протоки некоторых долек открываются самостоятельно в полость рта, а главный проток — рядом с протоком поднижнечелюстной железы [5].

По строению — сложная альвеолярно-трубчатая слюнная железа, вырабатывающая смешанную слюну с преобладанием слизистого секрета.

Болезни слюнных желёз могут быть как первичными (самостоятельными), так и вторичными — проявление или осложнение каких-либо системных болезней. Болезни могут быть обусловлены развитием инфекции, опухоли, травматическим повреждением, а также обструктивными, опухолеподобными или же аутоиммунными повреждениями.

Сиалоаденит

Воспаление слюнной железы называют сиалоаденитом. Чаще всего происходит поражение околоушной железы, реже — поднижнечелюстной, очень редко — подъязычной. Сиалоаденит может быть острым и хроническим, а по этиологии заболевания может быть вирусным, грибковым или же бактериальным. Возможны следующие пути проникновения инфекции: гематогенный, контактный, лимфогенный и интрадуктальный из полости рта организма.

Острый сиалоаденит

Может возникнуть вследствие воздействия местных и общих факторов. Местные факторы — какое-либо хирургическое вмешательство, сдавление выводных протоков опухолью, травматические поражения. Общие факторы — сахарный диабет, хронические заболевания ЖКТ, иммунодефициты, заболевания ССС [1].

Острый сиалоаденит по морфологии делится на гангренозный, серозный и диффузный гнойный. Слюнная железа при данном заболевании увеличивается. Гнойный си-

алоаденит характеризуется выраженной нейтрофильной инфильтрацией с обилием гнойных телец. При серозном сиалоадените наблюдается отек, нейтрофильная инфильтрация, а также полнокровие.

К осложнениям острого сиалоаденита можно отнести возникновение абсцессов, сепсиса и флегмоны клетчатки шеи. Исход: выздоровление или же переход в хронический [3].

Хронический сиалоаденит

Чаще всего вторичный, т. е. как осложнение травматических повреждений, инфекционных заболеваний, пороков развития. По степени клинических проявлений выделяют активный и неактивный сиалоаденит. Хронический сиалоаденит нередко принимает рецидивирующий характер, поэтому выделяют две стадии: стадия ремиссии и стадия обострения.

Слюнные железы при этом увеличены, имеют гладкую поверхность и плотно-эластичную консистенцию. При обострении хронического сиалоаденита они приобретают тестоватую консистенцию

Выделяют две морфологические формы хронического сиалоаденита: интерстициальный, протоковый (сиалодохит Куссмауля).

Интерстициальный характеризуется очаговыми или диффузными лимфогистиоцитарные инфильтраты с макрофагами, а также разрастанием соединительной ткани с атрофией эпителия ациарных структур. Сохранившиеся участки слюнной железы при этом представляют собой гипертрофированные ацинусы с гиперплазированными клетками вставочных и исчерченных выводных протоков [3].

При протоковом сиалоадените между ацинусами и концевыми протоками имеются диффузные лимфогистиоцитарные инфильтраты с примесью полинуклеарных лейкоцитов. Протоки при этом расширены и выстланы многоядным кубическим эпителием. Клетки эпители-

ального слоя междольковых выводных протоков находятся в состоянии некробиоза.

Исход: при редких рецидивах возможен цирроз, а при частых образование крупных кист с элементами гнойного воспаления.

Полное выздоровление обычно не наступает. Меры профилактики направлены на предупреждение обострения патологических процессов и повышение резистентности организма.

Сиалоз

Характеризуется гипертрофией серозных ациарных клеток, которые содержат мукоидное вещество, носит невоспалительный характер. В основе — дистрофические процессы, изменения. Отмечается увеличение желёз, чаще околоушных, безболезненная или малоболезненная припухлость, гипосаливация. Микроскопически: сужение мелких и крупных протоков, а также обеднение рисунка паренхимы железы из-за гипертрофии, гиперплазии клеток. Выделяют три стадии: начальная стадия, характеризующаяся гиперсекрецией, клинически выраженная стадия, для которой характерно истощение секреторного образования, дистрофические изменения в эпителии, и поздняя стадия липоматоза и фиброза [1]. Таким образом, исход — липоматоз слюнной железы.

Лечение направлено, главным образом, на устранение фактора, способствующего развитию сиалоза, дистрофических изменений в слюнных железах. В поздней стадии есть показания к применению хирургических методов лечения: паротидэктомия, экстрипация выводных протоков слюнных желёз.

Патология слюнных желёз встречается не так часто, но все же встречается, именно поэтому важно знать нормальную и патологическую анатомию слюнных желёз для профилактики, обнаружения и лечения патологических процессов, возникающих в ротовой полости.

Литература:

1. Афанасьев, В. В., Абдусаламов М. Р. Атлас заболеваний и повреждений слюнных желёз. — М.: ВУНМЦ Росздрава, 2008. — 192 с.
2. Гайворонский, И. В., Ничипорук Г. И.,. Анатомия пищеварительной системы: учебное пособие.ЭЛБИ-СПб,2006.-64 с..
3. Завьялова, М. В. Патологическая анатомия головы и шеи: учебное пособие / М. В. Завьялова, С. В. Вторушин, И. В. Степанов; ред. В. М. Перельмутер; рец.: В. А. Шкурупий, Е. Л. Казачков; СибГМУ (Томск). — Электрон. текстовые дан. — Томск: СибГМУ, 2013. — 167 с.
4. Привес, М. Г., Лысенко Н. К., Бушкович В. И. Анатомия человека. 9-е изд. М.: Медицина, 1985. — 672 с. Учебник для студентов медицинских институтов.
5. Сапин, М. Р. Атлас анатомии человека для стоматологов: атлас / М. Р. Сапин, Д. Б. Никитюк, Л. М. Литвиненко. — Электрон. текстовые дан. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2013. — 600 с.

ГЕОЛОГИЯ

Факторы, влияющие на эффективность одновременно-раздельной эксплуатации

Хузин Роман Ильдарович, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

В данной статье рассматриваются факторы, которые необходимо учитывать при разработке месторождения с применением технологии одновременно-раздельной эксплуатации.

Ключевые слова: призабойная зона, метод воздействия, одновременно-раздельная эксплуатация, скважина.

Во время разработки многопластовых месторождений важным фактором является выделение объектов эксплуатации. Из-за различия отложений, типов коллекторов и свойств флюидов в породе появляется необходимость выделения объектов для проведения одновременно-раздельной эксплуатации. Для этого определяют геолого-промысловые характеристики:

- 1) тип и физические свойства коллектора;
- 2) режим работы залежи;
- 3) различие свойств и составов насыщающих породу флюидов;
- 4) расположение продуктивных пластов по разрезу. [1].

Факторы, влияющие на эффективность ОРЭ:

1. Коллектора, характеризующиеся различными физическими свойствами.

Процесс регулирования разработки усложняется совместной разработкой карбонатных и терригенных пластов из-за формирования остаточных трудноизвлекаемым запасов. Для предотвращения этого необходимо создание различных градиентов на пласты.

2) Совместная эксплуатация пластов на едином режиме работы.

В данном случае разработка усложняется формированием внутрискважинных межпластовых перетоков. Если нефть не подниматься на поверхность, а переходит в пласт с низким пластовым давлением, то нефть является перетекающей жидкостью, поэтому добыча скважины снижается. Коллекторские фильтрационно-емкостные свойства и относительная фазовая проницаемость изменяются водой подаваемой через перфорационную зону добывающей скважины.

3) Пласты с различными по составу и свойствам флюидами.

Добываемая продукция в зависимости от горизонта различна по комплексу физико-химических свойств. При

это важным фактором становится то, что во время совместного извлечения такой продукции возможно образование новых компонентов, которые способны осложнить транспорт и подготовку продукции.

4) Взаиморасположение продуктивных пластов по разрезу.

При одновременно-раздельной эксплуатации важно принимать во внимание конструктивные особенности используемого оборудования разобщения пластов. Большинство систем одновременно-раздельной эксплуатации имеют в своей конструкции пакерные системы, посадка которой предусматривает минимальное расстояние между пластами — 4 метра. [2].

Во время эксплуатации скважин возможно понижение притока нефти из пласта. Приток жидкости и газа, в низкопроницаемых коллекторах зачастую имеет малые значения. Улучшение притока или поглощение жидкости достигаются путем искусственного воздействие на породы призабойной зоны, для повышения проницаемости [3]. Для этого применяют искусственное увеличение числа и размера дренажных каналов, трещиноватости пород, создание искусственных каналов растворения карбонатов и глинозема в продуктивном пласте кислотными методами или путем расширения естественных трещин в породах гидравлическим разрывом пласта. В зависимости от пластовых условий и выявления причин, которые спровоцировали понижение притока выбирается метод воздействия на призабойную зону. [4].

Существует три основных группы методов повышения проницаемости призабойной зоны, которые также используют, комбинируя или применяя последовательно:

1. Химические методы. Данные методы воздействия рекомендуется применять в карбонатных породах, в условиях, когда отложения породы характеризуются ухудшением проницаемости призабойной зоны. Наибольшее

распространение получил способ кислотной обработки, благодаря простоте и низкой стоимости.

2. Механические методы. Применяются для создания и расширения каналов в продуктивных пластах, путем создания высоких давлений на забое, в следствии чего появляется возможность ввода новых удаленных частей пласта.

3. Тепловые методы. Применяются при условии содержания в добываемой нефти парафина и смолы. При проведении теплового метода воздействия расплавленные отложения парафина и смолы выносятся на поверхность потоком нефти. Благодаря этому фильтрационная способность породы повышается, а нефть становится менее вязкой и повышается ее подвижность. [5].

Литература:

1. Аржиловский, А. В. Научные аспекты совместной разработки пластов и технологий ОРЭ (ОРЗ): 25.00.17: дис. ... канд. техн. наук / А. В. Аржиловский; — Уфа, 2012. — 151 с.
2. Потеря части подвижных запасов нефти в результате возникновения внутрискважинных перетоков жидкости при совместной эксплуатации пластов с разными энергетическими состояниями: / И. В. Владимиров, И. И. Владимирова, О. С. Тюфякова [и др.] // НТЖ «Нефтепромысловое дело». — 2008. — № 4. — с. 6–11.
3. Телков, А. П. Одновременный раздельный отбор нефти и подошвенной воды / А. П. Телков, М. И. Забоева, К. О. Каширина, А. К. Ягофаров / Проблемы топливно-энергетического комплекса Западной Сибири: сб. ст. / Тюмень: Российская академия естественных наук, Тюменское областное отделение РАН, 2009. — с. 274–281.
4. Телков, А. П. Одновременно-раздельный отбор газа, нефти и воды при дренировании нефтегазовой залежи / А. П. Телков, К. О. Каширина, М. И. Забоева, А. К. Ягофаров / Проблемы топливно-энергетического комплекса Западной Сибири: сб. ст. / Тюмень: Российская академия естественных наук, Тюменское областное отделение РАН, 2009. — с. 307–316.
5. Желтов, Ю. П. Разработка нефтяных месторождений / Ю. П. Желтов. — М.: Недра, 1998. — 332 с.

Анализ по применяемым методам интенсификации притока и способам увеличения нефтеотдачи

Ысаков Абибилла Жаанбаевич, доцент, кандидат геолого-минералогических наук;
Лян Цзюнь, студент магистратуры
Институт горного дела и горных технологий имени академика У. Асаналиева (г. Бишкек, Кыргызстан)

В данной работе рассмотрены методы интенсификации, способы увеличения нефтеотдачи и усиления притока к скважинам забоя. Обращено внимание на новые технологии усиления нефтеотдачи. Особое внимание уделено важности метода гидравлического разрыва пласта для исследуемого района.

Ключевые слова: методы интенсификации, нефтеотдача, увеличение нефтеотдачи.

Analysis of the applied methods of inflow intensification and methods of increasing oil recovery

In this paper, methods of intensification, ways to increase oil recovery and increase the inflow to the bottom wells are considered. Attention is drawn to new technologies for enhanced oil recovery. Special attention is paid to the importance of the hydraulic fracturing method for the study area.

Keywords: methods of intensification, oil recovery, increase in oil recovery.

Месторождение Майли-Сай практически разбурено, ежедневная добыча нефти составляет около 1,0 т/сут., для поддержания такой добычи и извлечения остаточных запасов нефти предусматривается изучение существующих методов интенсификации притока и способов увеличения и усиления притока к забоям скважины. Далее

на основе анализа рекомендовать эффективный метод для интенсификации притока нефти рассматриваемого района.

Методы интенсификации притока

Чтобы максимально повысить общий объем нефтеотдачи из пласта, улучшить качество продукта и сохранить скорость работ, осуществляются мероприятия, направ-

ленные на усиление притока; целью воздействия является в данном случае восстановление фильтрационных качеств призабойной зоны, а также их совершенствование, обеспечиваемое, в основном, посредством замедления обводнения нефтяных скважин, а уменьшения вязкости жидкости и повышения проницаемости пород; последняя характеристика повышается за счёт производимого искусственным путём расширения каналов оттока и повышения трещиноватости, кроме того, ликвидируются парафиновые и грязевые отложения со стенок каналов.

Способы повышения проницаемости могут классифицироваться следующим образом: физические, химические и термические способы; их выбор обуславливается конкретными характеристиками пласта, зачастую данные способы используются в том или ином сочетании, чтобы обеспечить более высокую эффективность.

Химические обеспечивают эффективность воздействия в карбонатных коллекторах с низкой проницаемостью, например, в цементированных песчаниках с карбонатными элементами в составе.

Физические способы воздействия способствуют ликвидации остаточных вод и твёрдой мелкодисперсной взвеси из призабойной зоны; данные факторы непосредственным образом влияют на повышение характеристик проницаемости. [1]

Из числа химических способов повышения проницаемости пород чаще других используются методы солянокислотной и глиноокислотной обработки скважин.

Основой первого из указанных методов служит наличие у соляной кислоты способности к растворению карбонатов при глубоком проникновении в пласт; это обеспечивает достаточно широкое распространение сети увеличенных каналов вокруг скважинного ствола, благодаря чему проницаемость пласта повышается, как и эффективность функционирования скважин.

Что касается второго метода, то он наиболее результативен для песчаных коллекторов с глинистым цементом; в данном случае применяется смесь соляной кислоты с плавиковой. Когда на таких породах применяется глиноокислотная обработка, указанный кислотный агент обеспечивает частичное растворение кварцевого песка и полное растворение глинистых прослоек; при этом глина теряет способность к разбуханию и пластичность, а водные глинистые растворы утрачивают коллоидные качества.

С целью ликвидации асфальтосмолопарафиновых отложений и осушения призабойной зоны используется обработка растворителями, такими, как широкая фракция лёгких углеводородов и ацетон.

В число физических способов воздействия входят следующие:

- влияние вибраций;
- влияние акустического характера;
- перестрел старых промежутков в сочетании с дополнительной перфорацией.

Способы увеличения нефтеотдачи и усиления притока к скважинным забоям

Большая часть разрабатываемых нефтегазодобывающим управлением нефтяных МР пребывают к настоящему моменту на поздних этапах разработки; вследствие этого они существенно обводнены, а залежи нефти в них в значительной степени выработаны. При продолжительном функционировании скважин призабойная зона постепенно утрачивает коллекторские характеристики, возникают АСПО, в пласт в процессе глушения скважин проникает раствор солей и т. д.; таким образом, нефтяные запасы в таких МР относятся к категории трудноизвлекаемых.

К той же категории отнесены многие другие залежи — с воднонефтяными зонами, коллекторами низкой проницаемости и т. п.; в таких зонах в ходе эксплуатации скважин возникают такие затруднения, как существенный газовый фактор, низкая приёмистость, значительный уровень обводнённости, что, в целом, оказывает отрицательное влияние на эффективность функционирования скважин [2].

Повышение уровня эффективности нефтеразработок в связи с этим представляется весьма важным, как необходимое условие достижения плановых показателей нефтедобычи; в этих целях на МР осуществляется ряд мероприятий, направленных на повышение уровня производительности нефтяных скважин.

Имеющиеся на настоящий момент способы повышения нефтеотдачи пласта разделяются на следующие категории:

- физико-химические;
- гидродинамические;
- микробиологические,
- термические и т. д.

Наиболее активно в нефтегазодобывающем управлении используются физико-химические и гидродинамические способы, на которых следует остановиться более детально. В число гидродинамических способов входят следующие: заводнение очагового и барьерного типа; усиленный забор жидкости; вовлечение в разработку запасов, не подлежащих дренажу; — заводнение нестационарного характера.

Физико-химические методы повышения нефтеотдачи

В комплексе мер разработки нефтяных МР такие методы представляют собой одно из самых многообещающих направлений; в рамках этого направления отраслевые научные учреждения разработали и ввели в эксплуатацию более шести десятков различных технологий.

Одну из таких технологий представляет собой ГРП или гидравлический разрыв пласта, который целесообразно использовать с целью воздействия на пласты с низкими показателями проницаемости; при его применении повышение нефтеотдачи обеспечивается, в частности, за счёт оказания глубокого воздействия на призабойную зону, связанного с формированием системы трещин глубокого проникновения, вследствие чего дренируемая скважиной площадь существенно расширяется, а производительность скважин, соответственно, увеличивается.

Показатель эффективности данного метода достигает 85 процентов; эффект от его применения сохраняется до пяти лет [3].

В числе физико-химических методов особое место занимает метод заводнения пласта полимерного типа. Диапазон использования полимеров значительно увеличивается за счёт формирования полимерных композиций полимеров в сочетании с разного рода реагентами. В рассматриваемом случае главная роль полимеров состоит в том, чтобы обеспечить выравнивание продуктивных пластов с неоднородными характеристиками, а также расширить охват при заводнении пласта.

Применение полимеров подразумевает использование следующих технологий:

- закачка оторочки на пластах на первичном этапе разработки, с неоднородными характеристиками проницаемости и нефтяной жидкостью высокой вязкости;

- проводимое на поздних этапах разработки сочтанное воздействие гелеобразующих полимерных композиций и усиливающих реагентов, таких как кислота, щёлочь и т. д.;

- выравнивание профиля приёмистости пласта, обеспечиваемое за счёт воздействия ВУС или вязкоупругих составов;

- применение полимерного заводнения циклического типа при воздействии на пласт раствора сшитого полиакриламида с содержанием поверхностно-активного вещества неионогенного типа;

- применение к продуктивному пласту воздействия циклического типа при использовании ПАВ с содержанием полимеров;

- заводнение пласта с применением полимеров и щёлочи;

- обеспечение воздействия на пласт посредством закачки углекислоты.

Способ, предполагающий применение вязкоупругих составов характеризуется особенно высокой степенью эффективности при использовании на неоднородных пластах с низким уровнем гидродинамических связей; проницаемость пласта в данном случае выравнивается, за счёт чего увеличивается его охват воздействием полимерных композиций, а скорость обводнения нефти при этом снижается.

Решающим значением на поздних этапах разработки обладает ограничение притока закачиваемой и пластовой воды; с этой целью используются различные ремонтно-изоляционные способы, следствием применения которых выступает не только снижение обводнённости пласта, но также увеличение его охвата процессом выработки. Чаще всего используется такой способ, как изоляция обводнённых пропластков цементом либо устранение циркуляции воды за колоннами. Если по отдельным пропласткам с высокими показателями проницаемости, которые от необводнённых промежутков практически не ограждают глинистые прослойки, возникает прорыв воды, то применяется метод выборочной

или селективной изоляции, вариантами которого служат: использование кремнийорганических соединений, либо полимер- и волокнистонаполненных дисперсных систем, либо так называемого жидкого стекла, т. е. силиката натрия.

В рамках расширения использования для повышения нефтеотдачи пластов экологически чистых методов на текущем этапе развития технологий широко применяются микробиологические способы воздействия. Микроорганизмы, в отличие от химреагентов, которые при разбавлении пластовыми водами утрачивают активность, способны самостоятельно размножаться и, соответственно, повышать интенсивность воздействия в соответствии с динамикой средовых условий.

При повышении нефтеотдачи пластов в число наиболее технологичных и оптимальных методов входят методы термические, предполагающие тепловое воздействие на продуктивный пласт, что способствует повышению нефтеотдачи за счёт уменьшения показателей вязкости нефтяной жидкости.

Подобные методы классифицируются следующим образом:

- методы с применением горения в толще пласта;

- методы с применением внедрения в пласт горячей воды и её агрегатных форм.

Новые технологии усиления нефтеотдачи

Обработка призабойной зоны с помощью кислот

Воздействие кислоты используется для обработки складывающихся нефтеносный пласт карбонатов, что способствует повышению проницаемости пласта.

Данный метод на практике предполагает спуск гибкой трубы на глубину перфорации, с условием обеспечения постоянной гидроциркуляции, после чего через эту трубу в скважину закачивается расчетный объем кислоты, которая затем продавливается в глубину пласта. При закачивании кислотного раствора и его транспортировке вглубь пласта необходимо обеспечить закрытие выкидной задвижки на арматуре колонны лифтовых труб, благодаря чему реагент транспортируется в толщу пласта через перфорационные отверстия.

Указанные процессы осуществляются при подаче максимальных объёмов жидкости; при этом следует не допускать в зоне перфорационных отверстий превышения давления, необходимого для осуществления разрыва пласта. После того, как скважина в течение временного периода, необходимого для осуществления реакции кислоты с породой нефтеносного пласта, выдерживается под давлением, выкидная задвижка открывается, а гибкая труба поднимается на поверхность, после чего выполняются мероприятия, направленные на вызов притока [4].

Как показывает практика применения колтюбингового оборудования, в данном случае обеспечивается значительная экономия времени, а также в ходе обработки скважины расход реагентов, в сравнении с традиционными методами, снижается на 25–30 процентов.

Гидравлический разрыв пласта

Чтобы усилить приток к забою скважины нефти или газа при вскрытии коллекторных пород с низкими показателями проницаемости, в призабойной зоне должна быть сформирована система трещин. Чтобы при этом обеспечить образование новых трещин и расширение уже имеющихся, в материале, образующем призабойную зону должно быть создано давление, превышающее его собственные показатели прочности. Достичь этого можно посредством закачивания в пласт технологической жидкости с расходом, объём которого выше максимального объёма поглощаемой пластом жидкости.

Гидравлическое сопротивление призабойной зоны после того, как возникшие трещины фиксируются при помощи закачки песка, значительно сокращается, следовательно, повышается нефтеотдача скважины.

При применении колтюбинговых установок ключевые принципы осуществления гидроразрыва пласта те же, что и при выполнении данных мероприятий в соответствии с традиционной технологией.

Однако колтюбинговое оборудование обладает определёнными преимуществами, а именно:

- процесс может быть обеспечен при спуске техники в колонну подъёмных труб, благодаря чему эксплуатация скважины может быть начата непосредственно после применения указанного метода;

- время, необходимое для проведения работ, сокращается, т. к. в данном случае нет необходимости извлекать находящиеся в скважине колонны подъёмных труб, а также спускать колонну НКТ с пакером;

- нет необходимости также в глушении скважины и сопутствующей ей операции по вызову притока, предназначенных для обеспечения возможности подъёма оборудования.

Литература:

1. Паникаровский, Е. В., Паникаровский В. В., Клещенко И. И. Перспективы использования физико-химических методов для увеличения продуктивности скважин // Нефтепромысловое дело. — 2006. — № 3. — с. 20–25.
2. Паникаровский, В. В., Паникаровский Е. В., Шуплецов В. А., Клещенко И. И. Состав для обработки призабойной зоны пласта // Патент России № 2276724. Оpubл. 20.05.2006. — Бюл. № 14.
3. Аширов К.Б., Выжигин Г.Б. Оценка эффективности солянокислотных обработок скважин в карбонатных коллекторах, Нефтяное хозяйство, 1992 — № 7. — с. 28.
4. Викторин, В. Д., Лыков Н. А. Разработка нефтяных месторождений, приуроченных к карбонатным коллекторам. М.: Недра, 1980. — 202 с.

Геолого-физическая характеристика горизонтов (месторождений Кыргызской Республики)

Ысаков Абибилла Жаанбаевич, доцент, кандидат геолого-минералогических наук;
Лян Цзюнь, студент магистратуры
Институт горного дела и горных технологий имени академика У. Асаналиева (г. Бишкек, Кыргызстан)

*В данной работе рассмотрены геолого-физические характеристики месторождений Кыргызской Республики.
Ключевые слова: коллектор, пористость, проницаемость, нефтенасыщенность.*

Geological and physical characteristics of horizons (deposits of the Kyrgyz Republic)

*In this paper, the geological and physical characteristics of the deposits of the Kyrgyz Republic are considered.
Keywords: reservoir, porosity, permeability, oil saturation.*

Литологическая характеристика коллекторов

Промышленная нефтеносность на месторождении Майли-Сай, как указывалось выше, приурочена к песчаным и карбонатным коллекторам сумсарского, туркестанского, алайского и сузакского ярусов палеогена,

сложенных мелкозернистыми, карбонатными, известковистыми песчаниками и трещиноватыми кристаллическими песчанистыми известняками с прослоями глин, делющих разрез по несколько продуктивных пластов: III — в сумсарском, V — туркестанском, V«а» — в алайском и V —

в сузакском ярусах. Ниже приводится металлическая характеристика V и Va пластов. V пласт залегает в 5 метрах от кровли туркестанского яруса и представлен известняками серыми, светло-серыми, крепкими, трещиноватыми, иногда песчанистыми.

3–4 метровым глинистым прослоем пласт разделен на две части V пласт отделяется от IV водоносного горизонта 5-метровой пачкой зеленных глин, а от Va продуктивного пласта — 8-метровой пачкой известняковых глин.

Va залегает в кровле алайского яруса и представлен известняками серыми, светло-серыми, крепкими, трещиноватыми иногда песчанистыми.

2-метровым глинистым прослоем пласт разделен на две части.

В известняке встречаются включения, а иногда и прожилки кристаллического кальцита.

Va пласты отделяются от Vb водоносного пласта 2–3 метровым прослоем зеленых глин.

Пористость

Эффективная пористость определялась лабораторным путем по методике Преображенского.

Ниже приводятся данные средней эффективной пористости по пластам:

V пласт — 10,57 %

Проницаемость

По данным промысловых исследований средняя проницаемость залежей V и Va пластов равна соответственно: 70,1; 278,5 и 40,2 мд.

Лабораторное исследование кернов дает для величины проницаемости следующие пределы:

Для залежи V пласта от 0,7 до 4,27 мд.

Нефтенасыщенность

Коэффициенты нефтенасыщенности пластов определены по кривым зависимости между проницаемостью и водонасыщенностью коллекторов составляют: по V пласта — 0,8

Общая эффективная толщина горизонта

Определение общих и эффективных мощностей производилось, главным образом, по данным каротажного материала.

Ниже приводится описание изменения общих и эффективных мощностей по пластам

V Пласт

Общая мощность V пласта колеблется от 10 до 15 м. Наименьшая мощность пласта отличается в районе скважин № № 4, 32, и 57, расположенных в западной части структуры, а наибольшая — в районе скважины № 17, расположенной в восточной части структуры.

Общая среднеарифметическая мощность пласта равна 14 м. эффективная мощность пласта изменяется от 2,9 до 3,1 м. Средняя эффективная мощность пласта равна 3,0 м.

V Пласт

Общая мощность V пласта колеблется от 12 м. до 16 м. наибольшая мощность отличена в районе скважины № 72, расположенной в западной части структуры, а наи-

большая в районе скважины № 112, расположенной в восточной части структуры.

Общая среднеарифметическая мощность пласта равна 14 м. эффективная мощность пласта изменяется от 3,8 м. до 4,1 м. Средняя эффективная мощность пласта равна 4 м.

Начальное пластовое давление.

Начальное пластовое давление замеренное на площади Майли-Суу — IV, соответственно по V горизонтам, составило 17 и 18 кг/м².

Ниже приводятся основные сведения о замерах пластового давления по пластам.

V пласт

Сведения о замерах давления по скважинам V пласта крайне отрывочны и малочисленны.

V пласт

Пластовое давление по Va горизонту впервые замерялось в 1954 г. в зоне расположения скважин № 51, 57. Величина давления оказалось равной соответственно 54 и 78 атм. Больше замеров по этим скважинам не было. В 1955 г. впервые были замеры пластового давления по скважинам № 86, 95, 87. Величина давления оказалось равной соответственно 11, 35 и 12 атм. В 1956 г. давление замерялось по скважинам по скважинам № 86, 55, 56. Величина давления оказалось равной соответственно 12, 43 и 18 атм.

В последующие годы по этой группе скважин давление не замерялось. В настоящее время пластовое давление также не замеряется. Но по графику разработки можно сделать вывод — пластовое давление низкое. Для поддержания пластового давления введена разветвленная система заводнения, которая поддерживает его на искусственно водонапорном режиме.

Газовый фактор

Газовый фактор в начальный период эксплуатации месторождения Майли-Сай составлял 1,6–2,2 м³/т. С сентября 1953 г. наблюдается его увеличение. В период с 1954 г. по май 1958 г. величина газового фактора в среднем равнялось 60–85 м³/т. В мае 1958 г., в январе 1962 г. газовый фактор временами достигает 127–143 м³/т, а в среднем составляет 80–110 м³/т. Увеличение газового фактора произошло из-за значительного падения пластового давления, ниже давление насыщения 45,0 ат. в некоторых разрабатываемых участках залежи. В последующие годы газовый фактор снизился, благодаря вводу в эксплуатацию новых скважин с меньшим количеством попутного газа.

По VI горизонту величина газового фактора до 1962 г. удерживалось на уровне 25–35 м³/т.

В 1980 г. среднегодовой газовый фактор составил 22 м³/т. В последующие годы газовый фактор снизился.

Среднегодовой газовый фактор в 1998 г. составил 19,7 м³/т.

Начальные дебиты скважин

Разведка актиклиникальной структуры Майли-Суу была начата в 1944 г. Открывательницей месторождения является скважина № 3, давшая в 1948 г. III пласта фонтан нефти.

Начальный дебит скважины № 3 равнялся 2,0 т/сут. нефти.

Разработка V горизонта начата в августе 1950 г. вводом в эксплуатацию эксплуатационной скважины № 26 на западном поднятии структуры. Начальный дебит этой скважины равнялся 0,6 т/сут.

Разработка V горизонта начата в марте 1951 г. вводом в эксплуатацию разведочной скважины № 14, находящейся на западном склоне. Начальный дебит равнялся 0,5т/сут.

Начальное положение водонефтяного контакта

В гидрогеологическом отношении по V горизонту месторождения Майли-Сай в центральной части Майли-Сайского выступа от месторождения Майли-Сай до площади Избаскент и Восточный Избаскент выделяется зона наиболее застойного водообмена. Более активный водообмен в восточной части Майли-Сайского выступа вызывает смещение нефтяной залежи на площади Майли-Сай в юго-западном направлении. В восточной части площади на северном крыле структуры отметки водонефтяного контакта равны 20–40м. В то же время в западной части структуры отметки водонефтяного контакта снижаются до 202м., на северном и южном крыле достигает 17м.

V горизонт характеризуется весьма замедленным водообменном.

Расчетные напоры пластовых вод V горизонта колеблются для площади Майли-Сай в пределах +1498,7 до +588м.

Общие сведения о состоянии разработки горизонтов V. Горизонт

Разработка горизонта начата в августе 1950 г. вводом в эксплуатацию скважины № 26 на западном поднятии структуры. В пределах восточного поднятия разработка залежи начата в декабре 1951 г. эксплуатацией разведочной скважины № 8.

В начале разрабатывалась в основном западная часть залежи, здесь она разрушалась по треугольной сетке с расстоянием между скважинами в 200–250 м.

По мере ввода в эксплуатацию эксплуатационных скважин добыча нефти из залежи возрастало. Кроме того, проводились обработки зоны скважин соляной кислотой,

что также способствовало росту добычи нефти. Вода в продукции появилась в начале 1952 г. в скважине № 16. Начиная с 1954 г. наблюдается падение добычи нефти и рост % обводненности. Объяснялось это падением пластового давления, продвижением контурных вод в приконтурных скважинах.

В связи со значительным падением пластового давления (на 99атм. Против начального) в сентябре 1961 г. начата закачка воды в горизонт через законтурную скважину № 46, расположенную на западном поднятии. С 1962 г. ведется площадное заводнение.

В результате закачки воды в пласт в добыче нефти стала расти и в 1973 г. достигла максимального уровня, составлявшего 42 196 тонн.

График разработки V-горизонта идет ниже.

V горизонт

Разработка горизонта начата в марте 1951 г. вводом в эксплуатацию разведочной скважины № 14, находящейся на западном поднятии. В пределах восточного поднятия разработка начата в апреле 1955 г. эксплуатацией разведочной скважины № 17.

По мере разрушения залежи в результате ввода новых скважин вода появилась на второй год разработки 0.5 %. Максимальная добыча нефти была достигнута в 1960 г. и составляла 90980 т.

С целью увеличения запасов пластовой энергии и добычи нефти с мая по октябрь 1959 г. проводилась пробная закачка газа в горизонт. Нагнетание газа в залежь осуществлялось через присводовую скважину западного поднятия № 145. Всего было закачено 8,5млн. куб м. газа.

Однако эта пробная закачка газа положительных результатов не дала. Наоборот, в соседних скважинах наблюдалось снижение притоков нефти и увеличение газового фактора за счет прорыва газа к отдельным скважинам.

В октябре 1960 г. была начата закачка воды в пласт через приконтурные скважины № № 76, 77 западного поднятия. В восточной части залежи закачка воды была начата в сентябре 1962 г. через скважины № № 13,14, расположенные внутри контура нефтеносности.

С началом процесса заводнения залежи наблюдался рост отборов нефти из скважин, а также увеличения процента воды в продукции скважин.

Таблица 1. Фонд скважин по НГДУ на 01.01.13 г.

действующие				В оставке			Бездействующие			Нагнетательные				ликвидированные										
компрессорные	фонтанные	насосные	итого	насосные	Итого	всего	остан.в тек. году	остан.с прош.лет	Всего	фонд нефт.скв.	всего экспл.	под закачкой	остан. В 08.месясе	итого	всего	контрольные	Фонд скв.всего	после экспл.	по тех.прич.	по геолог. прич.	выпол.свое назнач.	итого	фонд скв.	Всего пробур.
2	2	10		8	8	121	13	27	40	16	1	6	0	6	36	27	88	8	7	8	5	108	3	40

Таблица 2. Интенсификация (СКО) по месторождению Майли-Сай

№ п/п	№ скв.	Где чис- лится	Бурение начато	Бурение окончено	Дало при испытании V пл.	Дало при испы- тании VII пл.	дата всту- пления в экс- пл-цию	Отработано суток с нач. экспл.
1	52	Действ.	19.09.89 г.	01.10.89 г.	0,2 т /сут, нефти		03.12.1989 г.	2989,7
2	42	Действ.	24.01.88 г.	09.02.88 г.	0,5 т/сут нефти		26.02.1988 г.	3693,5
3	50	Действ.	24.08.89 г.	08.09.89 г.	0,9 т/сут нефти		04.12.1989 г.	3290,4
4	39	Действ.	23.12.87 г.	30.12.87 г.	0,28 т/сут жидк.		31.01.1988 г.	3323,1
5	18	Действ.	06.05.52 г.	01.06.52 г.	0,25 т/сут нефти		10.1988 г.	1859
6	17	Действ.	09.06.52 г.	01.07.52 г.	42,8 м3/сут сол. вода с пл. нефти		10.1988 г.	1272,8
7	38	Действ.	04.08.87 г.	19.08.87 г.	-		25.12.1987 г.	3408,6
8	46	Действ.	26.05.89 г.	16.06.86 г.	3,7 м3/сут вода с пл. нефти		25.07.1989 г.	2104,7
9	44	Ликв.	29.08.88 г.	27.09.88 г.	нефть с раст. газом 3,9 м3/ сут,	0,1т/сут нефти	28.12.1988 г.	630,2
10	43	Ликв.	20.02.88г	20.04.88 г.	приток будет опред. После вступления скв. в экспл.		05.05.1988 г.	2199,6
11	37	Ликв.	02.06.87г	01.07.87г	вода 1,65 м3 /сут, 20 л/сут нефти		29.08.1987 г.	391,3
12	30	Ликв.	25.06.53 г.	30.07.53 г.	0,5 т/сут нефти		10.1988 г.	961,1
13	19	Ликв.	27.07.52 г.	23.08.52 г.	приток вода с нефтью 0,28 м3/сут, нефти 0,1т/сут	приток соленной воды 150 м3 /сут,	05.1989 г.	667,3
14	27	Ликв.	29.08.52 г.	14.09.52 г.	приток жидк. 0,52 м3 /сут, 50 % воды	приток воды 0,28 м3 /сут,	05.1988 г.	1087,1
15	45	Ликв.					16.12.1988 г.	1011,3
16	47	Ликв.	25.06.89 г.	05.07.89 г.		приток жидк. 106 м3 /сут, воды	04.11.1989 г.	55,5
17	48	Ликв.	14.07.89 г.	29.07.89 г.		солен. вода 3,6 м3 /сут,	05.11.1989 г.	54
18	49	Ликв.	24.07.89 г.	16.08.89 г.		0,3 м3 /сут, воды	04.11.1989 г.	45,6
19	16	Ликв.	18.12.52 г.	01.10.52 г.	через 10 мм штуцер фонтан нефти 80 т/ сут.			
20	36	Ликв.	17.11.54 г.	29.12.54 г.	приток нефти 0,157 т /сут,			

21	45	Ликв.	13.10.88 г	21.10.88 г	приток жидк. 0,26 т /сут,			
22	35	разведоч.	27.07.54 г	29.08.54 г	сухой			
23	33	разведоч.	23.09.53 г.	09.03.54 г.	сухой			
24	14	разведоч.	27.05.52 г	18.07.52 г	0,09 т/сут нефти с сол. вод.	0,4 м3/сут сол. вода		
25	34	разведоч.	26.06.54 г.	22.07.54 г	отр.результат			
26	15	разведоч.	27.06.52 г	ликв. по тех прич.				
27	13	разведоч.	17.05.52 г	02.06.52 г	пласт. вода	солен. вода		
28	32	разведоч.	25.08.53 г	30.09.53 г	0,8 м3/сут сол. вода			
29	21	разведоч.	26.12.52 г	11.05.53 г	112,3 м3/сут сол.вода			
30	23	разведоч.	24.05.53 г	17.07.53 г	0,18 м3/сут сол. вода			
31	31	разведоч.	30.12.52 г	25.03.53 г	92,0 м3/сут горько-сол. вода			
32	24	разведоч.	10.09.52 г	15.09.52 г.	165,0 м3/сут сол. вода с запах.се- ро-водорода			
33	28	разведоч.	27.03.53 г	07.10.53 г	7,5 м3/сут горько-сол. вода			
34	22	разведоч.	28.11.52 г	16.03.53 г.	99,6 м3/сут горько-сол. вода			
35	29	разведоч.	03.04.53 г	01.05.53 г	52,8 м3/сут горько-сол. вода			
36	20	разведоч.	24.10.52 г	25.12.52 г	55,2 м3/сут горько-сол. вода	при исп. III пл. горько-сол. вода		
37	25	разведоч.	09.10.52 г	15.10.52 г	0,15 м3/сут слабосол. вода	12,5 м3/сут прес. вода с серовод. запахом		
38	27	разведоч.	29.08.52 г	14.09.52 г.	1,15 т/сут нефти со слабым газом	0,4 м3/сут сол. вода		
39	29	разведоч.	03.04.53 г	01.05.53 г.	—	—		
40	26	разведоч.	29.09.52 г.	11.09.52 г.	76,8 м3/сут сол. вода	—		

Начальные дебиты скважин по месторождению Майли-Сай

Начальные дебиты эксплуатационных скважин колебались от 0,3 т/сут до 45 т/сут. Максимальная добыча нефти была достигнута в 1988 году и составила 7794 тонн. Основная доля добычи нефти приходится на скважину № 43 (5626 тонн за 1988 год).

В 1989 году разведочное и эксплуатационное бурение на месторождении прекращено, так как дебиты работающих скважин снизились, а скважины № № 47, 48, 49 при испытании дали воду, скважины № № 43, 44, 45 обводня-

лись сразу после ввода их в эксплуатацию, но не смотря на ранее полученные не значительно положительные результаты в 2001 году бурение эксплуатационных и разведочных скважин возобновлено в целях доразведки месторождения и пробурено 10 скважин, в том числе 5 эксплуатационных и 5 разведочных (№ № 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62) из них в эксплуатационном фонде находятся 4 скв. (№ № 55, 56, 57, 58), в освоении после бурения 6 скв. (№ № 53, 54, 59, 60, 61, 62). На данном месторождении прослеживание нефтеносности V горизонता по результатам разведочных скважин (№ № 57,

58, 59, 60, 62) подтвердились, по направлению на северо-восток.

Площадь Майли-Сай расположена на северном борту Ферганской долины и входит в состав южных предгорий Чаткальского хребта. Район месторождения имеет сложный рельеф. Пересекается крупной сухой долиной Майли-Сай, имеющей меридиональное простирание и совпадающей с направлением падения крыльев структуры. В пределах структуры имеется несколько небольших оврагов различного направления. В северо-восточной части площади, где на поверхности обнажаются палеогеновые отложения, известняковые пласты образуют зубчатый, скалистый рельеф.

Месторождение Майли-Сай приурочено к Майли-сайской структуре, в тектоническом отношении представляющей собой западное погружение Карагундайсской антиклинальной складки. На севере и юге Майлисайская структура осложнена тектоническими нарушениями типа «взброса». Площадь Майли-Сай благодаря обильным выходом жидкой нефти на поверхность земли, привлекла внимание исследователей и промышленников нефтяников с давних времен. Впервые этот район был осмотрен и описан Д. И. Романовским в 1890 году.

В 1901 году, на северном крыле складки вблизи выхода палеогена на поверхность, была пробурена первая скважина № 0 «Казенная», в которой из отложения V горизонта был получен фонтан нефти дебитом 25,0 т/сут. Это послужило основанием для продолжения разведочных работ. С 1901 года по 1912 год на месторождении Майли-Сай было пробурено 5 неглубоких скважин. В 1930 годах трестом «СредАзнефть» было пробурено еще 4 скважины, которые дали незначительное количество нефти и были ликвидированы.

В 1945–1949 годах в урочище Майли-Сай проводились разведочные работы на озокерит и урановых руд путем проходки шурфов и мелких шахт и бурением неглубоких крелиусных скважин. Большинство скважин было, расположено в непосредственной близости от выходов палеогена на дневную поверхность и в некоторых из них наблюдались, незначительные нефтепроявления. Разведочные работы на озокерит и руды были прекращены ввиду отсутствия их промышленных запасов.

В конце 1952 года разведочное бурение на Майли-Сайской антиклинали было возобновлено и подтверждена промышленная нефтеносность V горизонта в пределах всей структуры, подсчитаны промышленные запасы нефти. Дебиты нефти разведочных скважин быстро снижались, продукция скважин интенсивно обводнялась, отдаленность от нефтепромыслов, все это послужило основанием для отказа от организации добычи нефти в промышленных масштабах.

В последующие годы (с 1968 г.) эксплуатация некоторых разведочных скважин периодически возобновлялась, но быстро прекращалась из-за нерентабельности. И в 1963 году запасы нефти по месторождению Майли-Сай были переведены в категорию забалансовых.

В 1987 году институтом «СредАзНИПИнефть» была выдана рекомендация с целью ввода месторождения в промышленную разработку. В марте 1987 году решением ЦКЗ Миннефтепрома месторождение переведено в группу разрабатываемых с переводом забалансовых запасов нефти в балансовые запасы. В этом же 1987 году на месторождении было начато бурение эксплуатационных скважин № № 37, 38. В 1988 году пробурено и введено в эксплуатацию 5 скважин, в 1989 году 6 скважин.

Приказом Объединения «Киргизнефть» от 28.03.89 г. № 185 месторождение Майли-Сай было введено из консервации в промышленную эксплуатацию.

В 1989 году институтом «СредАзНИПИнефть» был сделан отчет по «Пересчету запасов нефти палеогеновых отложений м-ния Майли-Сай», а также «Проект пробной эксплуатации месторождения Майли-Сай».

На месторождении нефтяным является только V горизонт туркестанских слоев палеогена, представленный серыми известняками и доломитами. V горизонт нарушениями разделяется на два блока. В плане залежь имеет подковообразную форму. Залежь пластовая сводовая, тектонически, геологически и гидрогеологически ограничена. Глубина залегания от 200 м. (северный блок) до 550 м. (южный блок). Пластовое давление 40 атм. (северный блок), 64 атм. (южный блок). Пластовая температура 35 С°. Режим залежи гравитационный.

Начальные дебиты эксплуатационных скважин колебались от 0,3 т/сут до 45 т/сут. Максимальная добыча нефти была достигнута в 1988 году и составила 7794 тонн. Основная доля добычи нефти приходится на скважину № 43 (5626 тонн за 1988 год).

В 1989 году разведочное и эксплуатационное бурение на месторождении прекращено, так как дебиты работающих скважин снизились, а скважины № № 47, 48, 49 при испытании дали воду, скважины № № 43, 44, 45 обводнялись сразу после ввода их в эксплуатацию, но не смотря на ранее полученные незначительно положительные результаты в 2001 году бурение эксплуатационных и разведочных скважин возобновлено в целях доразведки месторождения и пробурено 10 скважин, в том числе 5 эксплуатационных и 5 разведочных (№ № 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62) из них в эксплуатационном фонде находятся 4 скв. (№ № 55, 56, 57, 58), в освоении после бурения 6 скв. (№ № 53, 54, 59, 60, 61, 62). На данном месторождении прослеживание нефтеносности V горизонта по результатам разведочных скважин (№ № 57, 58, 59, 60, 62) подтвердились, по направлению на северо-восток.

Таблица 3

М-ние		нефть	вода	жидк	обв. %	Закачено воды (тыс. м ³)	Примечание
		тыс.т	тыс.т	тыс.т			
Майли-Сай V пл.	За 2012 г.	0,377	0,096	0,473	20 %	0	
	С начала разработки	145,800	86,909	232,710	37 %	0	

В отчетном 2013 году фонд скважин на конец года по м-нию Майли-Сай составляло:

- действующий фонд — 9 скв
- бездействующий фонд — 7 скв
- в освоении — 4 скв
- эксплуатационный фонд — 20 скв
- нагнетательный фонд — 0 скв
- контрольный фонд — 0 скв

За отчетный 2013 год добыто 0,377 тыс. тонн нефти, 0,473 тыс. тонн жидкости, среднегодовая обводненность продукции составила 28 %.

По сравнению с прошлым 2012 г. добыча нефти увеличилась на 0,006 тыс. т., добыча жидкости снизилась на 0,027 тыс. т., действующий фонд на конец года увеличился на 3 скважины.

Добыча нефти по сравнению с прошлым годом изменилась незначительно:

Данные по разработке м-ния Майли-Сай V пласт представлены в таблицах 4, 5.

Таблица 4

Месторождение и пласт	Фактическая добыча нефти (тыс. тонн)						Сравнение +/- 2013/2012 г
	2008 г	2009 г	2010 г	2011 г	2012 г	2013 г	
Майли-Сай V пл.	0,633	0,724	0,448	0,354	0,371	0,377	+0,006

Таблица 5

Майли-Сай V пл.	Добыча нефти (тонн)	Добыча жидкости (тонн)	Ср/год % обв.	% обв. на конец года	Фонд дейст. скв. на конец года	Отработанное время сква- жинами дейст. фонда (сутки)	Среднегод. дебит нефти 1-ой сква- жины т/сут
2008 г	633	1231	49 %	54 %	11	3745	0,169
2009 г	724	1233	41 %	36 %	11	3857	0,187
2010 г	448	693	35 %	27 %	9	2045	0,219
2011 г	354	486	27 %	25 %	10	3376	0,105
2012 г	371	500	26 %	23 %	6	2694	0,138
2013 г	377	473	20 %	28 %	9	2420	0,156
Сравнение 2013/2012 гг.	+6	-27	+6 %	+5 %	+3	-274	+0,018

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 19 (361) / 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 19.05.2021. Дата выхода в свет: 25.05.2021.

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.