

ISSN 2072-0297



МОЛОДОЙ[®] УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



26
2016
Часть I

16+

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 26 (130) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам

Авдюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам

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

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

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе elibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*

Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*

Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, *кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*

Бидова Бэла Бертовна, *доктор юридических наук, доцент (Россия)*

Борисов Вячеслав Викторович, *доктор педагогических наук, профессор (Украина)*

Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

Данилов Александр Максимович, *доктор технических наук, профессор (Россия)*

Демидов Алексей Александрович, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, *доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, *доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)*

Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, *кандидат педагогических наук, заместитель директора (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)*

Курпаяниди Константин Иванович, *доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)*

Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*

Малес Людмила Владимировна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Нагервадзе Марина Алиевна, *доктор биологических наук, профессор (Грузия)*

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, *кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)*

Прокопьев Николай Яковлевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Прокофьева Марина Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*

Рахматуллин Рафаэль Юсупович, *доктор философских наук, профессор (Россия)*

Ребезов Максим Борисович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*

Сорока Юлия Георгиевна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Узаков Гулом Норбоевич, *доктор технических наук, доцент (Узбекистан)*

Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

Шарипов Аскар Калиевич, *доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственные редакторы: Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович, Майер Ольга Вячеславовна

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; http://www.moluch.ru/.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 21.12.2016. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

На обложке изображен *Алан Сокал* (Alan David Sokal, 1955), американский физик и математик, исследователь статистической физики и комбинаторики.

В 1975 году Алан вместе со своим отцом, радиоинженером Натаном Сокалом, опубликовал первую совместную работу, в которой было введено понятие нового класса усилителей сверхчастотного диапазона — «класс E», которое до сих пор остается общепринятым в своей области. На эту работу и по сей день ссылаются многие исследователи данного направления физики. Но по-настоящему прославился Алан Сокал критикой современного философского постмодернизма и не лишённой остроумия «Мистификацией», или «Аферой Сокала»: в 1994 году он опубликовал в американском журнале *Social Text* статью «Преступая границы: к вопросу о трансформативной герменевтике квантовой гравитации».

Статья являлась пародией на некоторые работы постмодернистских философов и была щедро приправлена громкими и звучными терминами, лишёнными физического

смысла, однако была подана в такой убедительной форме, что ее напечатали. Позже Сокал признался в своем розыгрыше на страницах французского журнала *Lingua Franca*: «Мы показываем, что такие известные интеллектуалы, как Лакан, Кристева, Иригарэй, Бодрийар и Делез, неоднократно злоупотребляли научными концепциями и терминологией: или используя научные идеи полностью вне контекста, никак не обосновывая... или же кичась научным жаргоном перед своими читателями, которые не являются учеными, не обращая никакого внимания на его адекватность и даже значение», — признался он в комментарии к книге «Интеллектуальные уловки», которую выпустил в продолжение темы в 1997 году совместно с Жаном Брикмоном, и в которой наглядно продемонстрировал, что многие философские междисциплинарные исследователи, приверженцы постмодернизма, весьма далеко отошли от научной истины.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Анисимов А. С., Карасёв Ю. В., Ивашкин А. А.**
Способы улучшения эксплуатационных свойств дизельного топлива..... 1
- Баймульдин М. К., Сейпишева Э. К., Мухаметжанова Б. О., Сагатбекова Д. Е.**
Актуальность использования виртуальных лабораторных работ для дисциплины «Основы компьютерного моделирования»..... 3
- Байрамуков С. Х., Долаева З. Н., Хатуев Д. Х.**
Современные технологии в обновлении ветхих зданий жилищного фонда 7
- Бейсетаев Д. Б., Когай Г. Д., Султанова Б. К.**
Общая модель проектирования образовательного портала10
- Березкина А. Ю., Постанен С. О., Постанен М. О.**
Стержневые конструкции из сталежелезобетона12
- Бирюкова Н. П.**
Особенности создания промышленных коллекций одежды на малых швейных предприятиях14
- Болтенко Ю. А.**
Модель логистической системы общественного пассажирского транспорта17
- Гасанов И. Р., Таирова С. А., Гасанов Р. И.**
Обоснование возможности прогноза изменения коэффициента продуктивности газовых и газоконденсатных скважин по данным их исследований при установившихся режимах ...20
- Гура Т. А., Катрич А. Е.**
Обработка данных наземного лазерного сканирования для получения обмерных чертежей объектов культурного наследия25
- Данилов П. В., Жиганов К. В., Пронин А. В., Сергеенко И. С., Вивчарь И. С.**
Поведение радиоактивных веществ в окружающей среде28
- Долаева З. Н., Урусов А. Р.**
Перспективность внедрения энергоэффективных технологий в строительстве.....32
- Дремичева Е. С., Гаврилов А. С.**
Снижение выбросов при совместном сжигании котельного топлива и отходов деревообработки на объектах теплоэнергетики.....35
- Зраев Р. А.**
Техника покорения морских глубин. Необитаемые подводные аппараты вчера, сегодня и завтра37
- Иванченко Д. С., Картамышева Е. С.**
Атомная энергетика и освоение Арктики39
- Киушкина В. Р.**
Анализ мировых трендов развития энергетики в прогнозной перспективе.....42
- Киушкина В. Р.**
Возобновляемые источники энергии в распределенной генерации малой энергетики45
- Кравчук В. И.**
Проектирование систем автоматического управления с использованием методов принятия решений47
- Кузьмина О. В., Искакова А. К.**
Анализ профессиональной заболеваемости в исследуемой организации52
- Кузьмина О. В., Искакова А. К.**
Снижение уровня производственного травматизма в исследуемой организации55
- Максютин А. М., Линейцев В. Ю.**
Обработка результатов имитационного моделирования сопряжения РК-3 профильных конических поверхностей58
- Мирошник В. Ю., Соколов П. С.**
Организация защиты от однофазных замыканий на землю, основанная на использовании высших гармоник в среде Matlab — Simulink..... 63
- Нешто К. Я., Гончарова С. Ю.**
Оценка существующих подходов к определению параметров поступления и стока радона в помещениях жилых и общественных зданий... 68

Постанен С. О., Березкина А. Ю., Комиссаров В. В., Постанен М. О. Сталежелезобетонные перекрытия по профилированному стальному настилу74	Тихонов И. А., Валова Я. В. Формирование водяных струй в гидравлических резаках на установках замедленного коксования93
Похорукова М. Ю. Сравнительный анализ существующих программ профессионального самоопределения76	Туякбаев А. А., Маденов А. К. Авиационный глубиномер96
Прилепская О. А. Винтовой крой как метод моделирования оригинальных форм одежды78	Червяков Н. И., Бабенко М. Г., Кияшко Е. С. Разработка эффективной реализации алгоритмов выполнения арифметических операций с точками эллиптической кривой на базе приближенного метода в СОК98
Растамханова С. Н., Фазлетдинова А. Р., Хафизова Р. Р. «Облачное хранилище данных» в документоведческом аспекте81	Щербина В. А., Артебякина Г. И., Мамутов Ф. А. Рациональная форма лёгких арочных конструкций 101
Селюкова С. А., Селюкова Г. П. Предельная эффективность и параметрический анализ в задачах линейного программирования83	
Семенченко И. Ю., Медведева М. С. Сравнение ресурса неподвижных неразъемных соединений с натягом, собранных различными методами86	
Стрикунов Н. И., Леканов С. В. Классификация аспирационных систем центробежно-решетных сепараторов с вертикальной осью вращения90	
	Ф И З И К А
	Емельянов А. А., Бесклеткин В. В., Антоненко И. А., Коновалов И. Д., Харин В. С., Ченцова Е. В., Федосеев П. В., Дугин П. И., Некрасова В. Н., Глух К. Ю., Солодова А. С. Математическая модель асинхронного двигателя с переменными $\psi_m - i_s$ на выходе апериодических звеньев в Simulink-Script 105

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Способы улучшения эксплуатационных свойств дизельного топлива

Анисимов Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент;

Карасёв Юрий Владимирович, аспирант;

Ивашкин Александр Александрович, аспирант;

Омский государственный университет путей сообщения

Авторы статьи рассматривают возможные способы улучшения эксплуатационных свойств дизельного топлива.

Ключевые слова: дизельное топливо, обработка, кавитация

В настоящий момент существует множество способов улучшения качества дизельного топлива, которые в свою очередь делятся на два метода воздействия на качественные характеристики дизельного топлива:

Первый химический метод — применение специальных присадок, способствующих интенсификации процесса сгорания и нейтрализующих действие серы.

В основном присадки изменяют свойства дизельных топлив с помощью некоторых химических веществ. Условно присадки можно разделить на два типа [1]:

— используемые для доведения качества дизельных топлив до требований стандартов. К ним относят противоизносные, цетаноповышающие и депрессорно-диспергирующие присадки;

— улучшающие эксплуатационные свойства топлива сверх требований спецификации и придающие топливу отличительное качество.

На сегодняшний момент в РФ производство присадок только набирает свой промышленный потенциал, а спросом на рынке пользуются преимущественно присадки от зарубежных производителей. Стоимость импортных противоизносных присадок, как правило, выше — по причине того, что закупаемое в РФ сырье перерабатывается на зарубежных заводах и поставляется обратно в виде товарного продукта.

Экономические и токсические показатели дизелей во многом зависят от качества протекания процессов смесеобразования и сгорания. Одним из действенных методов совершенствования смесеобразования и интенсификации процесса горения топлива является использование водо-топливных эмульсий [2]. Многочисленными исследованиями при этом установлено: происходит снижение теплонпряженности деталей дизеля при сохранении мощности; сокращается нагарообразование в цилиндрах;

снижается выброс сажи и оксидов азота с отработанными газами; увеличивается ресурс распылителей; снижается расход топлива и смазочного масла и др. Однако до настоящего времени способы использования воды как присадки к топливу разработаны и изучены недостаточно.

Второй метод является физическим воздействием — использование дополнительной гидродинамической, магнитной, электродинамической или ультразвуковой обработки.

Самым перспективным и эффективным методом физического воздействия является метод ультразвуковой обработки за счет процесса кавитации. При добыче и транспортировке высокопарафинистой нефти возникает проблема ее текучести, так как парафиновые углеводороды при положительной температуре происходит процесс кристаллизации. В настоящее время есть множество способов решения этой проблемы, но самым перспективным методом является применения ультразвуковой обработки.

С помощью ультразвуковых колебаний при добыче нефти достигаются следующие эффекты [4]: увеличение проницаемости призабойной зоны пластов; депарафинизация; акустическая дегазация и снижение вязкости нефти в ультразвуковом поле; вовлечение в разработку низкопроницаемых и закольматированных пропластиков.

Основные физико-химические и химические эффекты, которые возникают в жидкости под действием акустических полей, связывают с кавитацией [5].

Кавитация — это образование разрывов сплошности жидкости в результате местного спада давления. Если снижение давления происходит вследствие больших локальных скоростей в потоке движущейся капельной жидкости, то кавитация считается гидродинамической, а если вследствие прохождения в жидкости акустических волн, — акустической.

Характерной особенностью ультразвуковой кавитации является локальное концентрирование относительно невысокой средней энергии акустического поля в очень малых объемах, что приводит к созданию исключительно высоких плотностей энергии [6].

Если давление в какой-либо точке жидкости становится равным давлению насыщенного пара этой жидкости, то жидкость в этом месте испаряется и образуется паровой пузырек. Примером может служить кипение воды. При нагревании воды давление ее насы-

щенного пара повышается. Когда достигается температура кипения, давление пара становится равным давлению окружающей среды, и в воде появляются паровые пузырьки.

Паровые пузырьки в жидкости легче образуются при пониженном давлении. Когда же давление окружающей среды становится больше давления насыщенного пара жидкости, кавитационный пузырек с силой схлопывается. Энергия схлопывания разрушает материал, находящийся с непосредственной близости от пузырька (рисунок. 1).

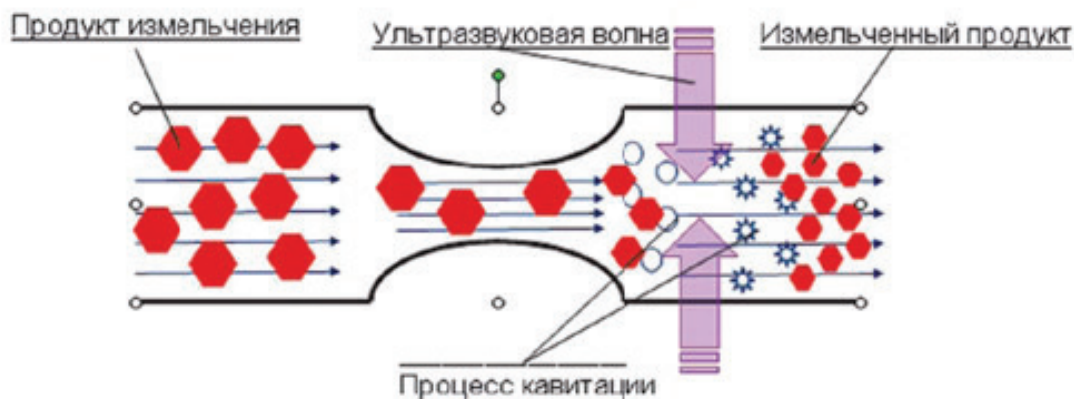


Рис. 1. Процесс образование кавитации

Энергия схлопывания пузырьков, усиленная ультразвуковыми волнами, позволяет разрушать все известные материалы. Температура внутри кавитационных пузырьков достигает 1500°C при давлении от 200 кг/см^2 до 1500 кг/см^2 . [3].

При добыче и транспортировке высокопарафинистой нефти возникает проблема ее текучести, так как парафиновые углеводороды при положительной температуре происходит процесс кристаллизации. В настоящее время есть множество способов решения этой проблемы, но самым перспективным методом является применения ультразвуковой обработки.

С помощью ультразвуковых колебаний при добыче нефти достигаются следующие эффекты [4]: увеличение проницаемости призабойной зоны пластов; депарафинизация; акустическая дегазация и снижение вязкости нефти в ультразвуковом поле.

Основные физико-химические и химические эффекты, которые возникают в жидкости под действием акустических полей, связывают с кавитацией [5].

Кавитация — это образование разрывов сплошности жидкости в результате местного спада давления. Если снижение давления происходит вследствие больших локальных скоростей в потоке движущейся капельной жидкости, то кавитация считается гидродинамической, а если вследствие прохождения в жидкости акустических волн, — акустической.

Характерной особенностью ультразвуковой кавитации является локальное концентрирование относительно не-

высокой средней энергии акустического поля в очень малых объемах, что приводит к созданию исключительно высоких плотностей энергии [6].

Исследования показали, что в ультразвуковом поле значительно увеличиваются скорости реакций не только в водных, но и в органических средах, повышается их селективность (пиролиз углеводородов, окисление альдегидов и спиртов, реакции алкилгалогенидов, алкилирование и так далее) [4, 5].

В работе [6] установлено, что ультразвуковое воздействие приводит к разрыву молекулярных связей с последующей рекомбинацией разнообразных радикалов. Хроматографический анализ показал наличие в газовой фазе новых продуктов, причем водород представлен максимально.

Акустические воздействия на дисперсные системы приводят к структурным превращениям компонентов дисперсной фазы, изменению размеров ассоциатов, степени дисперсности и широко используются для подготовки нефтей к транспортировке и переработке. Ультразвуковая обработка (УЗО) нефтей и нефтяных фракций позволяет эффективно влиять на их реологические свойства и фракционный состав [7].

В работе [4] с помощью ультразвукового магнитоэлектрического преобразователя обрабатывалась нефть в течение 20 минут при температуре $25\text{--}30^{\circ}\text{C}$ с резонансной частотой 22 кГц . В результате обработке малопарафинистой высокосмолистой нефти с высоким содержанием асфальтенов в течение 2 мин происходит снижение вязкости в 1,4 раза и температуры застывания на 5°C .

Для улучшения эксплуатационных свойств дизельного топлива необходимо воздействовать на его физико-химические свойства. Самым эффективным и энергоемким

способом воздействия на физико-химические свойства дизельного топлива является обработка ультразвуковым пьезоэлектрическим излучателем.

Литература:

1. Д. Минебаева Л. К.. Разработка цетаноповышающей присадки для дизельных топ-лив. Уфа, 2015 г. 127 с.
2. Д. Тактак А. А. Улучшение рабочего процесса дизеля присадкой воды к топливу Барнаул, 2005 г. 127 с.
3. <http://www.rusnanonet.ru/equipment/molot/> Ультразвуковая установка «Молот».
4. Абрамов, О. В., Абрамов В. О., Артемьев В. В., Муллакаев М. С. Анализ эффективности передачи ультразвуковых колебаний в нагрузку // Акустический журнал. — 2009. — Т. 55. — № 3. — С. 1–17.
5. <http://www.msalimov.porod.ru/Ultra.html>. Ультразвуковое воздействие на призабойную зону пласта.
6. Никитин, В. С., Ягодов Г. Н., Ненартович Т. Л., Кузнецов Н. П., Музипов Х. Н. Технология повышения нефтеотдачи сверхмощным ультразвуковым воздействием // Нефтепромысел. дело: НТЖ / ВНИИОЭНГ. — 2010. — № 8. — С. 14–17.
7. Плисс, А. А., Золотов В. П., Якимов А. В. Влияние ультразвука на физико-химические свойства нефти // Интервал. — 2007. — № 3. — С. 36.

Актуальность использования виртуальных лабораторных работ для дисциплины «Основы компьютерного моделирования»

Баймульдин Мурат Каирович, кандидат технических наук, доцент
 Сейпишева Эльмира Калкабековна, магистр, преподаватель;
 Мухаметжанова Бигуль Олжабаевна, магистр, старший преподаватель;
 Сагатбекова Динара Ермаковна
 Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

Виртуальные лабораторные работы обеспечивают максимальную наглядность, точность соответствия модели реального оборудования для проведения экспериментов. В данной статье рассматриваются важность создания виртуальных лабораторных работ для дисциплины «Основы компьютерного моделирования».

Ключевые слова: имитационное моделирование, виртуальная лабораторная работа, система массового обслуживания, канал, заявка, анимация, поток заявок, обработка, очередь, простой системы

Для того чтобы эффективно управлять какой-либо системой, необходимо ее исследовать и описать, т.е. фактически построить ее модель. Наблюдение, эксперимент и прочие инструменты исследований позволяют собирать о системе самые разнородные данные, накапливать статистическую информацию. Статистические методы анализа системы позволяют выявлять зависимости между отдельными факторами и их конечное влияние на систему.

Компьютерное моделирование — это один из альтернативных методов исследования системы. Моделирование сводится к построению модели объекта, которая послужила заместителем оригинала и позволяет воспринимать интересующие нас свойства и характеристики. Обычно модель представляет собой упрощенное восприятие реальной системы с массой ограничений. Вводить эти ограничения необходимо, так как реальные процессы, протекающие в природе и обществе, настолько сложны и увязаны с таким большим количеством окру-

жающих факторов, что построение всеобъемлющей модели — это невозможная задача. Тем не менее метод моделирования — это универсальный метод и с его помощью можно исследовать любые системы [1].

Первый и главный этап компьютерное моделирования — собственно построение модели — очень часто опирается на некоторые имеющиеся исходные данные. При этом широко применяются вычислительные методы обработки данных: методы интерполяции, аппроксимации и др.

Основная задача моделирования различного рода процессов и систем с целью исследования объектов, прогнозирования их поведения или поиска наилучших условий функционирования сводится к расчету анализируемых показателей по математической модели при тех или иных значениях (или функциях) входных величин. Большое значение при этом приобретают вычислительные алгоритмы, с помощью которых можно получить при моделировании решение конкретной математической задачи.

Один из важных разделов компьютерного моделирования — система массового обслуживания (СМО) — система, которая производит обслуживание поступающих в нее требований (заявок). Обслуживание требований в СМО производится обслуживающими приборами (каналами). Классическая СМО содержит от одного до бесконечного числа приборов. В зависимости от наличия возможности ожидания поступающими требованиями начала обслуживания СМО подразделяются на следующие системы:

1. Системы с отказами. В таких системах заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты, получает «отказ», покидает СМО и в дальнейшем процессе обслуживания не участвует.

2. Системы с ожиданием (с очередью). В таких системах заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты, становится в очередь и ожидает, пока не освободится один из каналов. Как только освободится канал, принимается к обслуживанию одна из заявок, стоящих в очереди [2].

Цель лабораторных работ по дисциплине «Основы компьютерного моделирования» — моделирование работы системы указанной в варианте задания. Предлагается рассматривать процессы, протекающие в системе как вероятностные. В этом случае применение аналитического способа, который сводится к установлению зависимости между заданными условиями и результатом операции. Решение данной задачи оказывается достаточно затруднительно. Более целесообразно и менее затратно применение в данном случае метода имитационного моделирования.

Суть имитационного моделирования заключается в том, что производится розыгрыш — моделирование случайного процесса с помощью некоторой процедуры, дающей случайный результат. В результате розыгрыша получают одну реализацию случайного явления. Большое количество розыгрышей позволяют накопить статистический материал — множество реализаций случайного явления, которые можно обрабатывать обычными методами математической статистики. Таким образом, в результате выполнения лабораторных работ необходимо построить имитационную модель работы системы, которая бы наглядно и достоверно представляла все данные, необходимые по условию [3].

Некоторые этапы в построении имитационной модели для СМО, описываемые в лабораторных работах, студентам трудно представить. Для улучшения понимания работы СМО необходимо создание виртуальных лабораторных работ.

Виртуальная лабораторная работа — информационная система, интерактивно моделирующая реальный технический объект и его существенные для изучения свойства с применением средств компьютерной визуализации [4].

Актуальность проекта заключается в применении новейших информационных технологий (современной компьютерной техники) в различных видах учебных занятий,

поскольку виртуальные лабораторные работы, разработка которых возможна на базе предложенных программ, позволяют сменить проведение лабораторных занятий на физических лабораторных стендах их проведением в компьютерных классах. Что особо актуально в системе дистанционного обучения, а также в системе бакалавриата, в которой значительно увеличены часы самостоятельной работы студента, что позволит значительно снизить стоимость лабораторий из-за использования виртуальных приборов [5, с. 523–530].

Данные лабораторные работы создаются с помощью графики и анимации.

Существует несколько программ для создания анимации.

1. Программа для создания цифрового видео и анимации Macromedia Flash.

Основные преимущества Flash-технологий:

– Маленький размер получающихся файлов и соответственно более быстрая загрузка из сети. Flash использует векторный формат изображений и сжимает растровые и звуковые файлы.

– Мощный событийно-управляемый язык. В Macromedia Flash используется специальный язык, при помощи которого можно создавать «интеллект» для своей страницы.

– Дизайн. Flash имеет автоматическую поддержку anti-aliasing (антиалиасинг, сглаживание контуров с помощью смешения соседних цветов).

– Удобство. Создавать простые страницы во Flash под силу даже неподготовленному пользователю.

– Универсальность. В случаях, где необходима широкая интерактивность, графика, звук, и маленький размер, Flash незаменим [6, с. 67–68].

2. Полнофункциональная профессиональная программная система для создания и редактирования трехмерной графики и анимации 3D Studio MAX.

3D Studio MAX располагает обширными средствами для создания разнообразных по форме и сложности трехмерных компьютерных моделей, реальных или фантастических объектов окружающего мира с использованием разнообразных техник и механизмов, включающих:

– Моделирование на основе сплайнов. Этот метод отлично подходит для создания объектов, форма или сечение которых таковы, что эти объекты могут быть легко воспроизведены методами выдавливания, вращения профиля или построения оболочки по опорным сечениям. Как правило, это симметричные объекты простой формы, примерами которых могут служить бананы, бутылки, телефонные трубки, бокалы для вина, тарелки и т. п.

– Моделирование на основе сеток с многоугольными ячейками. Этот способ лучше всего подходит для создания объектов, которые состоят в основном из плоских поверхностей и не относятся к числу объектов живой природы. Примерами подобных объектов стали здания, упрощенные фигурки людей, космические корабли и станции, развязки дорог и многие другие объекты.

– Моделирование на основе лоскутов поверхностей Безье. Используется данный способ для моделирования объектов живой природы, воспроизведение формы которых требует точного управления кривизной поверхности. Примерами объектов, при моделировании которых данный метод дает хорошие результаты, это человеческие лица и тела, фигуры животных и т.п.

– Моделирование на основе неоднородных рациональных В-сплайнов.

(NURBS). Этот метод используется для имитации поверхностей объектов, принадлежащих к живой природе, или иных объектов с сильно или сложным образом искривленными поверхностями. Примерами таких объектов могут служить автомобили, лица людей и другие поверхности сложной формы [7].

На первом этапе проведения моделирования конкретной системы необходимо построить концептуальную модель процесса функционирования этой системы, а затем произвести ее формализацию, т.е. основное содержание этого этапа — переход от словесного описания объекта моделирования к его математической модели. Наиболее важным моментом в этой работе стало упрощение описания системы, т.е. отделение собственно системы от внешней среды и выбор основного содержания модели путем отбрасывания всего второстепенного с точки зрения поставленной цели моделирования.

В качестве примера применения предлагаемого подхода рассмотрим систему, состоящую из трех каналов обслуживания, работающих параллельно. Прибывающие в нее заявки поступают на обработку в порядке обычной

очередности. Интервал времени между прибытием двух последовательных заявок — случайная величина с заданным законом распределения. Время обслуживания в каждом канале тоже случайно, причем его распределение зависит от номера канала.

Когда очередная заявка прибывает в систему, происходит проверка обслуживающих каналов, чтобы выяснить, нет ли в данный момент среди них свободных. Если все каналы заняты, то определяется время ожидания, в течение которого заявка должна стоять в очереди, пока один из них не освободится. С другой стороны, если какая-либо станция освободится раньше, чем в систему поступит заказ, который будет ей передан, возникает период простоя, когда станция бездействует в ожидании заказа.

Прежде чем переходить к описанию математической модели, необходимо определить входные и выходные переменные. В качестве входных переменных выступают — количество заявок; интервал времени между двумя заявками; время обслуживания заявок в каждом канале. Выходные данные это — среднее время ожидания заявки в очереди; среднее время простоя системы в ожидании очередной заявки; полное время ожидания заявки в очереди; полное время простоя системы в ожидании очередной заявки.

Для формализации модели используем аппарат Q-схем. В соответствии с концептуальной моделью, используя символику Q-схем, структурная схема модели данного примера может быть представлена в виде, показанном на рис. 1.

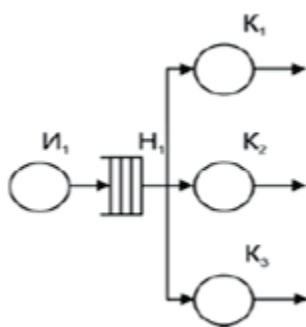


Рис. 1. Структурная схема модели: И — источник, К — канал, Н — накопитель

При этом источник И1 имитирует процесс поступления заявок в систему. К1, К2, К3 — это каналы, в которых обрабатываются поступающие заявки. Н1 — накопитель, куда становятся заявки для ожидания своей очереди, если все каналы заняты.

Второй этап — это построение схемы распределения потоков заявок. Переходы СМО из одного состояния в другое происходят под воздействием вполне определенных событий — поступления заявок и их обслуживания. Последовательность появления событий, следующих одно за другим в случайные моменты времени, формирует так

называемый поток событий. Поведение системы обычно определяется не одним, а сразу несколькими потоками событий. Например, обслуживание покупателей в магазине определяется потоком покупателей и потоком обслуживания; в этих потоках случайны моменты появления покупателей, время ожидания в очереди и время, затрачиваемое на обслуживание каждого покупателя.

Изобразим процедуру моделирования с помощью наглядной схемы распределения потоков (рис. 2). Вверху поместим ось времени t с отмеченными на ней моментами поступления заявок. Ниже нее представим еще че-

тыре оси: 2, 3, 4, 5. На осях 3, 4 и 5 мы будем изображать потоки времени обслуживания заявок первым, вторым и третьим каналами соответственно. На оси 2 будем показывать время ожидания заявок в очереди. Заявка будет стоять в очереди до тех пор, пока не освободится какой-либо из трех каналов. Все четыре оси имеют тот же отсчет времени, что и ось 1.

До момента $t1$ — прихода первой заявки — все каналы и все места в очереди свободны. В момент $t1$ приходит первая заявка и занимает первый канал. Сколько времени он будет занят — решается розыгрышем. Для этого мы подвергнем случайное число R (разумеется, новое) преобразованию $\Phi^{-1}(R)$, где Φ — функция распределения времени обслуживания [8]:

$$\Phi(t) = \int_0^t \varphi(t) dt$$

Первое разыгранное значение времени обслуживания τ обозначаем $t1$ и откладываем на оси 3 от точки с абсциссой $t1$, и после ее обслуживания первая заявка покидает систему (рис. 2). Вторая заявка в момент времени $t2$ сразу обслуживается на втором канале (ось 4), а далее покидает систему. Четвертая, пятая и шестая заявки, пришедшие в моменты времени $t4$, $t5$ и $t6$, стоят в очереди (ось 2). При поступлении седьмой, восьмой и девятой заявок в моменты времени $t7$, $t8$ и $t9$ наблюдается простой системы, т.е. все каналы свободны и ждут появления новых заявок.

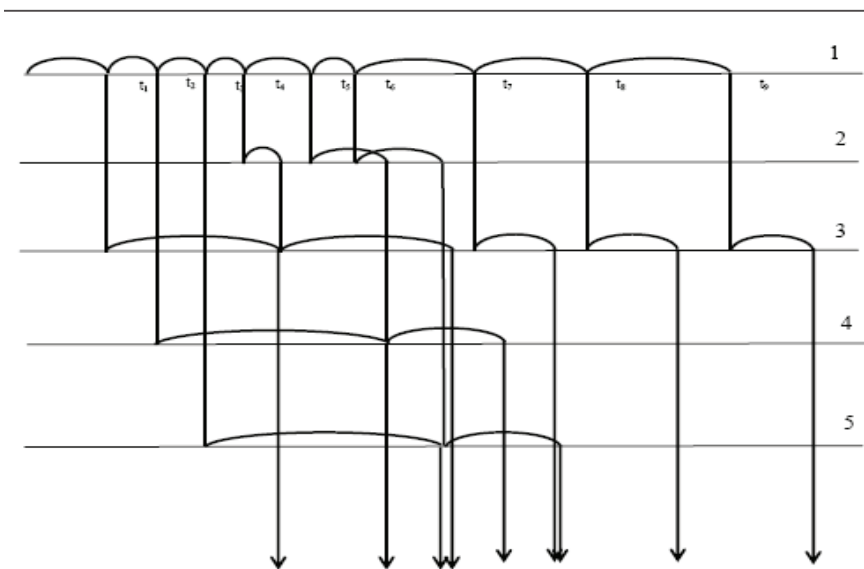


Рис. 2. Наглядная схема распределения потоков

Виртуальные лабораторные работы представляют собой обучающие системы, моделирующие поведение объектов реального мира в компьютерной образовательной среде. Теоретические сведения, условия задач, контрольные вопросы и прочее имеют графический интерфейс с удобной навигацией. Иллюстрации гораздо качественнее, чем в обычной книге. Специальная система виртуальных переключателей, окон для задания параметров эксперимента и манипуляции мышью позволяют студенту оперативно менять условия эксперимента и производить расчеты или строить графики [5, с. 523–530].

В результате подготовлены необходимые материалы для разработки виртуальной лабораторной работы:

- теоретические сведения (определения, формулы, таблицы, обозначения единиц измерения, графики);

- схемы потоков и Q-схемы, созданные в Macromedia Flash;

- специальный раздел, включающий ряд заданий по теме лабораторной работы, которые помогут глубже понять модель СМО, закрепить полученные знания;

- тестовые вопросы и вопросы для самопроверки.

На основании проведенных исследований установлено следующее:

- анимационное изображение тех или иных схем более понятно для студентов, нежели обычное устное или текстовое представление;

- можно тестировать процессы данной лабораторной работы с заданными параметрами неограниченное количество раз, таким образом проводя необходимый анализ;

- студенты могут самостоятельно обучаться тем или иным навыкам, с помощью компьютера [9, с. 68–76].

Литература:

1. Нургузин, М.Р., Яворский В.В. Компьютерное моделирование систем. Караганда: КарГТУ, 2006.

2. Боровков, А.А. Вероятностные процессы в теории массового обслуживания: научное издание. М.: Наука, 1972.
3. Шукаев, Д.Н. Компьютерное моделирование. Алматы: КазНТУ, 2004.
4. Троицкий, Д.И. Виртуальные лабораторные работы в инженерном образовании // Открытая всероссийская конференция «Преподавание информационных технологий в России-2007» // Электронный ресурс: www.it-education.ru/2007/reports/Troickiy.htm.
5. Баймульдин, М.К., Кремер О.В., Мартыненко О.В., Сейпишева Э.К. Разработка виртуальных лабораторных работ по дисциплине «Физика горных пород» // European Researcher. 2013. № 3–1.

Современные технологии в обновлении ветхих зданий жилищного фонда

Байрамуков Салис Хамидович, доктор технических наук, профессор;
 Долаева Зурьят Ньюжуровна, старший преподаватель;
 Хатуев Джигит Хусеевич, магистрант
 Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия (г. Черкесск)

В данной статье исследовано техническое состояние жилищного фонда Карачаево-Черкесской республики. Приведена динамика изменения площади ветхого и аварийного фонда республики. Проведен анализ современных технологий реконструкции жилых зданий.

Ключевые слова: жилищный фонд, реконструкция, капитальный ремонт, модернизация, ветхие здания

Долголетнее недофинансирование ремонта недвижимости и коммунальной инфраструктуры привело к их завышенному физическому износу, аварийности, ресурсной неэффективности. Недоступность необходимых экономических вложений и мероприятий по обновлению недвижимости приводит к финансовым потерям и общественным издержкам. Затраты на эксплуатацию ответственных зданий, нуждающихся в регулярном ремонте, значительно больше затрат, чем можно было бы использовать в реконструкции этих же объектов [1].

Важным в данном процессе обновления является сохранение, реставрация и правильная эксплуатация па-

мятников архитектуры. В то же время наличие ветхого и аварийного жилья является актуальной социально-жилищной проблемой страны. Так в Карачаево-Черкесской республике (КЧР) общая площадь ветхого и аварийного жилья на конец 2014 года составляет 105,8 тыс. кв. метров, что на 4 тыс. кв. метра меньше, чем в 2013 году. В таблице 1 приведены статистические данные изменения ветхого и аварийного жилищного фонда [2].

Более наглядно процесс изменения общего объема ветхого и аварийного фонда можно представить в виде графика на рисунке 1. Из графика видно, что в 2008 году общая площадь ветхого и аварийного жилья был равен

Таблица 1. Ветхий и аварийный жилищный фонд КЧР (тысяч квадратных метров)

Местность	Общая площадь ветхих и аварийных жилых помещений, всего										
	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Всего	37,4	98,9	99,1	114,7	144,5	133,1	112,1	110,6	111,8	105,8	89,3
в том числе:											
г.Черкесск	9,8	27,2	27,3	28,1	28,1	28,1	2,2	2,2	4,1	1,4	1,4
г.Карачаевск	-	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	1,9
районы:											
Абазинский	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Адыге-Хабльский	0,1	1,3	1,3	3,1	3,1	3,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Зеленчукский	1,8	8,7	8,7	9,0	9,8	3,1	4,7	4,7	6,4	6,4	4,8
Карачаевский	0,6	15,7	15,7	16,3	16,3	12,7	12,7	10,5	10,5	10,2	10,2
Малокарачаевский	2,0	6,0	6,0	6,1	29,4	29,4	29,4	29,4	26,1	23,1	18,4
Ногайский	-	-	-	-	2,8	2,3	3,2	3,2	3,2
Прикубанский	2,1	2,6	2,6	14,6	17,9	13,3	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6
Урупский	4,1	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	7,5	7,5	7,5	7,5
Усть-Джегутинский	15,3	16,5	16,6	16,6	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,4
Хабезский	1,6	2,1	2,1	2,1	2,1	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6

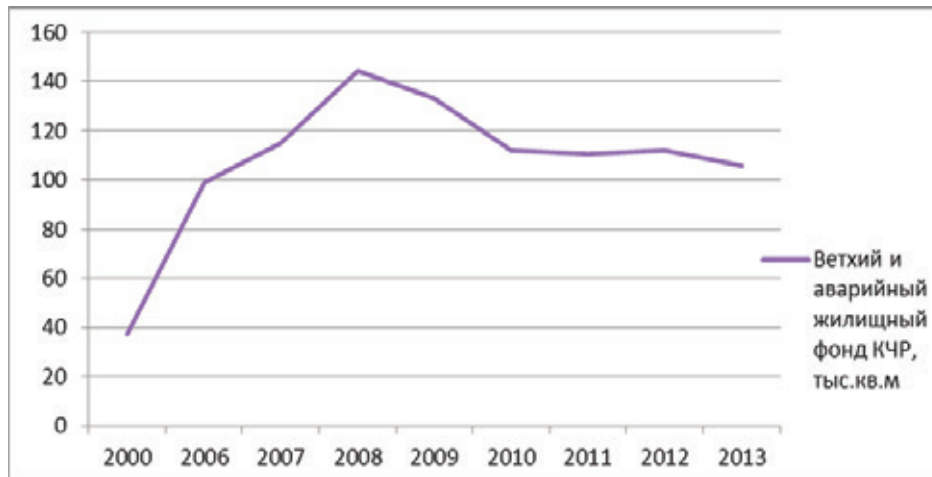


Рис. 1. График изменения общей площади ветхого и аварийного жилищного фонда КЧР за 2000–2014 гг.

более 140 тыс. кв. метров. Что составляет максимальное значение за последние 14 лет. Это говорит о том, что государственные социально-жилищные программы, направленные на улучшение условий проживания населения, привели к определенным положительным тенденциям [2].

Для выявления детальных проблем жилой недвижимости важно провести анализ его содержания и структуры. Жилая недвижимость может классифицироваться по критерию используемых строительных материалов, по времени строительства и ряду других параметров. На рисунке 2 изображена схема условного ограничения временных отрезков строительства жилых зданий.

Важно знать то, что реконструкция — это довольно трудоемкий процесс, требующий большой ответственности, знаний и опыта производства подобных работ. Поэтому при реконструкции ветхих зданий необходимо придерживаться технологии и методики реконструкции, руководствуясь строительными правилами (СНиП, ЕНиР и т.д.), иначе возможно появление необратимых последствий, таких как: трещины и сколы несущих стен, перекрытий, деформация железобетонных

конструкций, разрушение фундамента и даже обрушение всего здания. [3]

Для определения технического состояния надземных и подземных конструкций здания или сооружения, а также грунтов основания перед началом проведения работ по реконструкции выполняются работы по техническому обследованию зданий и инженерно-геологическое изыскание грунта основания современными техническими приборами и оборудованием.

Реконструкция ветхих зданий подразумевает не только восстановление пришедших в непригодное для использования состояния зданий, но и строительство нового каркасного здания, являющейся современной прогрессивной технологией для реконструкции ветхих домов.

Работы по реконструкции ветхих зданий и сооружений, как правило, подразделяются на циклы:

1 цикл — реконструкционные работы подземной части здания (усиление оснований и фундаментов, подземных несущих конструкций и т.п.)

Усиление фундамента ветхих зданий и сооружений — это комплекс мероприятий, направленных на устранение различных дефектов несущих конструкций. Существует



Рис. 2. Классификация жилой недвижимости

множество различных технологий восстановления и усиления фундаментов ветхих построек, из которых можно выделить усиление фундаментов сваями.

Свайное усиление фундаментов на сегодняшний день является наиболее эффективной, экономичной и современной технологией в строительстве новых объектов и реконструкции ветхих зданий. Такая технология используется очень часто, потому что требует минимальное количество рабочих (два или три человека), и достаточно надежна. Существуют различные способы монтажа свай в фундаментах, например, вдавливаемые, буронабивные, винтовые и буронаблюдательные способы [4].

При буронабивном способе внутри и снаружи фундамента проделываются скважины определенной глубины. Затем скважины заполняются бетонным раствором и армируются. Оголовки свай соединяются с несущими конструкциями здания анкерными болтами. Если буронабивным способом усиления фундаментов сложно воспользоваться из-за ветхости объекта, то применяют вдавливаемый или винтовой способ монтажа свай. При таких способах сваи вдавливаются или вкручиваются в грунт с помощью домкратов и специальных механизмов.

Буронаблюдательный способ монтажа свай аналогичен буронабивному. Отличие состоит в том, что после выкапывания, скважины для буронаблюдательных свай заполняются специальным цементно-песчаным раствором. Это выгодный и практичный способ создания и ремонта фундаментов.

2 цикл — реконструкционные работы наземной части здания (восстановление или создание наземных железобетонных конструкций, возведение нужных перегородок, устройство дверных и оконных блоков, кровельные работы и т.п.)

Инновационными методами усиления железобетонных конструкций ветхих зданий и сооружений являются: усиление преднапряженными канатами, инъектирование, усиление композитами. Усиление композитами происходит за счет наклеивания на несущие конструкции тонкого углеволокна в виде пластин. Такой метод существенно повышает несущую способность конструкций ветхих зданий и сооружений. Инъектирование применяют тогда, когда в конструкциях появляются трещины и подобные полости, в которые вводится раствор микро-

цемента. При этом структурно склеиваются расколотые части конструкций. [3, 4]

Чтобы повысить прочность, жесткость и трещиностойкость несущих конструкций ветхого здания, выполняют усиление преднапряженными канатами. В этом методе используются так называемые напряженные элементы (канаты, тяги и др.) напряжение в которых будет противодействовать эксплуатационной нагрузке.

3 цикл — завершающие реконструкционные работы (малярные, столярные, санитарно-технические и электромонтажные работы, работы по отделке и облицовыванию фасада и т.п.).

В последнее время актуальной и эффективной технологией отделки фасада ветхих зданий является облицовка стен фасада сайдинговыми панелями. Такая отделка придает старому обветшалому зданию красоту и привлекательность. Также в некоторых случаях сайдингом можно проводить отделку внутренних помещений. Сайдинговые панели трудногорюемые и не теряют цвет долгое время. Срок их службы примерно 40–60 лет.

Перед началом облицовывания удаляют все дефекты стены (трещины, пустоты, зазоры и т.д.) и прокладывают слой утеплителя в требуемых местах. Затем к фасаду ветхого здания прикрепляется подконструкция для сайдинговых панелей. Металлическая подконструкция состоит из кронштейнов, прикрепляемых к стене, горизонтальных и вертикальных направляющих, на которые непосредственно крепятся сами панели. После проведения выше указанных работ по реконструкции ветхих зданий и сооружений оценивается качество этих работ, и реконструируемое здание вступает в дальнейшую безопасную эксплуатацию на долгие годы [4].

Использование современных технологий по реконструкции и обновлению отдельных частей зданий позволяет получать качественную строительную продукцию, с наименьшими затратами трудовых, материальных и денежных ресурсов. Материалы, применяемые в данных технологиях, удовлетворяют современным технико-экономическим требованиям, обладают высокими техническими характеристиками и широко распространены в сфере строительства, что делает их применение актуальным на сегодняшний день.

Литература:

1. Теличенко, В. И., Король Е. А., Каган П. Б., Сборщиков С. Б., Доможиллов А. Н. Управление проектами реконструкции и реновации жилой застройки. — М.: Издательство АСВ, 2009. — 208 с.
2. Жилищный фонд Карачаево-Черкесской республики в 2014 году / Статистический бюллетень, — Черкесск, 2015. — 15 с.
3. Ю. В. Иванов Реконструкция зданий и сооружений: усиление, восстановление, ремонт / Учебное пособие. — М.: Издательство АСВ, 2013. — 312 с.
4. Матвеев, Е. П. Реконструкция жилых зданий с надстройкой этажей из объемных блоков // [текст] Жилищное строительство. — 1999. — №8. — С. 12–13.
5. Байрамуков, С. Х. Комплексный подход к проблеме модернизации жилищного фонда / С. Х. Байрамуков, З. Н. Долаева // Инженерный вестник Дона. — 2013. — № 4. — URL: ivdon.ru/magazine/archive/p4y2013/2048/.

Общая модель проектирования образовательного портала

Бейсетаев Данияр Бейсенович, магистрант;
Когай Галина Давыдовна, кандидат технических наук, доцент;
Султанова Бахыт Каиркеновна, кандидат педагогических наук, доцент
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

В данной статье рассматривается один из подходов проектирования общей модели образовательного портала вуза в условиях развития информационного общества.

Ключевые слова: образовательный портал, вуз, модель, информационная модель, проектирование

Внедрение корпоративного информационно-образовательного портала, разработанного с использованием предлагаемого подхода и модели, позволит создать гибкую и масштабируемую информационную систему, объединяющую внутренние информационные ресурсы и обеспечивающую на основе единых системных и технологических решений их создание, сопровождение и использование для эффективного управления учебным процессом.

Рассмотрим разработанный подход и модель проектирования образовательного портала (ОП) для управления учебным процессом вуза.

На первом этапе необходимо провести комплексное обследование предметной области, а именно систему управления учебным процессом, а также исследование бизнес-процессов вуза в соответствии с международными стандартами серии ИСО 9000:2000, в которые вовлечены финансовые, материальные, кадровые, информационные и прочие виды ресурсов, определяющие порядок взаимодействия отдельных сотрудников и подразделений. Должны быть проанализированы потоки информации, системы классификации и кодирования, формы входной и выходной документации.

В основу методики обследования положен принцип «черного ящика»: вначале в роли «черного ящика» выступает вуз в целом, затем каждое из его подразделений (административно-управленческое, учебное, вспомогательное), затем — отдельные процессы внутри подразделения и т.д. Обследование проводится по методике «сверху вниз»:

- исследование целей и общей организационной структуры вуза;
- изучение ответственности, функций и обязанностей каждого подразделения (отдела);
- изучение документооборота каждого подразделения (отдела);
- изучение связей с другими подразделениями;
- изучение внешних связей каждого подразделения (отдела).

Результатом проведенного обследования должно быть техническое задание на разработку проекта, содержащее постановку задачи, цель, назначение, решаемые задачи, основное содержание работ, включающее требования к функциональному, информационному, программному, техническому, технологическому обеспечению.

На этом же этапе необходимо разработать план реинжиниринга вуза для построения корпоративной информационно-коммуникационной среды. Прежде всего, должна быть составлена структурно-функциональная схема документооборота и проанализирована организационная структура вуза и основные технологические процессы. Анализ должен проводиться по следующим направлениям:

- распределение функций между подразделениями;
- выявление дублирования функций;
- выявление перегруженности или недогруженности отдельных элементов системы;
- выявление скрытых ресурсов.

В результате обследования вырабатываются рекомендации по реинжинирингу вуза и план построения корпоративной информационно-коммуникационной среды вуза.

На основании этого плана на следующем этапе переходим к проектированию и построению корпоративной сети вуза. Необходимо детально описать количество рабочих станций, серверов и их расположение, доменов, оптимальное размещение маршрутизаторов и т.д.

Также на этом этапе проектирования ОП необходимо изучить существующие программные и технические средства разработки программного обеспечения, аппаратно-техническое обеспечение рабочих мест пользователей, серверов, а также определить производительные мощности, необходимые для выполнения задач, описанных на первом этапе. Основным критерий оценки должен выполняться с позиции «цена-качество», доступность, масштабируемость, гибкость, совместимость, производительность.

Для выявления основных характеристик технического и технологического обеспечения, влияющих на производительность системы, разработан метод описания рабочей нагрузки и модель оценки производительности, с использованием которых можно определить и количественно оценить важные показатели производительности, $\sqrt{УеБ}$ -системы и выявить «узкие места» сети, оказывающие влияние на производительность всей системы.

Данное описание служит основанием для выбора и поставки соответствующих программных и технических средств, которые должны осуществляться на следующем этапе проектирования.



Рис. 1. Модель проектирования образовательного портала для управления учебным процессом вуза

Спроектированная схема корпоративной сети без детальной и тщательной настройки системы безопасности будет являться просто лишь набором проводов и технических устройств. Поэтому, одним из наиболее важных задач, которые необходимо решить на третьем этапе является вопрос проектирования системы безопасности корпоративной сети.

Система безопасности должна иметь двух уровневую реализацию и быть реализована по интегрированной схеме, что позволит обеспечить максимальный уровень безопасности. Суть данной системы заключается в реализации системы однократной регистрации пользователя в системе с выдачей ему всех разрешений групп пользователей, в которые он входит.

Для решения этой задачи разработана модель ролевого разграничения доступа к ресурсам ОП, позволяющая распределить множество задач предметной области по кластерам по максимуму близости с учетом критериев по управлению, информационной взаимосвязи и безопасности доступа.

Информационная модель (ИМ) представляет собой совокупность описаний информационных процессов, происходящих в вузе. Создание ИМ заключается в выделении сущностей и определении их атрибутов. Информация по сущностям и атрибутам определяется из входов и выходов

функциональной модели. Технология создания ИМ базируется на использовании метода информационного моделирования ERD (Entity-Relations Diagrams). ИМ предметной области является основой для проектирования концептуальной модели базы данных ОП. Она позволяет также сформулировать требования к техническим решениям, лежащим в основе алгоритмического, информационного и программного обеспечения разрабатываемого комплекса средств автоматизации.

Разработка прикладных программных и технологических средств включает в себя: описание архитектуры проектируемой системы, логической структуры приложений, схемы алгоритмов формирования службы пользователя, основных технологических схем, а также структурной схемы взаимодействия технологий. Спроектированные архитектура приложений и технологические схемы служат основанием для разработки прикладного программного обеспечения.

Модели и формы представления информационно-справочного и образовательного контента являются одной из самых ценных составляющих ОП, так как именно в них концентрируется содержательная составляющая учебного процесса. Под контентом понимают содержание, к которому обеспечен доступ через портал. К образовательному контенту относятся электронные учебные ма-

териалы, базы тестовых заданий, нормативно-справочная информация.

Основные стандарты и спецификации, действующие на сегодняшний день и связанные с описаниями образовательных ресурсов: IMS Learning Resource Meta-data Specification Version 1.2.1 Final Release 1.10.2001; IEEE1484.12.1—2002; Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.1.67.

Следующий этап, связанный с созданием и наполнением информационно-справочного и образовательного контента, должен быть строго регламентирован. На данном этапе привлекается очень большое количество людей, непосредственно вовлеченных в подготовку содержания (авторы, пользователи системы), и не являющихся сотрудниками владельца системы (факультет, кафедра, управление), которые также принимают участие в подготовке материалов.

Информационно-коммуникационная среда (ИКС) вуза настраивается и сопровождается в соответствии с разработанной на предыдущих этапах архитектурой построения корпоративной сети вуза, спроектированной системой безопасности, соответствующим аппаратно-техническим, технологическим, программным обеспечением, и строится на базе концепции Web-служб, которая обеспечивает про-

стоту сопровождения и гибкость интеграции независимо ни от компьютерной платформы, ни от места доступа.

В состав ИКС обязательно должны входить почтовый сервер, а также такие интерактивные пользовательские сервисы как система оперативного обмена информацией (сообщения, файлы, голосовой обмен), форум, телеконференцсвязь.

Таким образом, реализуя последовательно все этапы, описанные в предложенной модели, разрабатывается корпоративный информационно-образовательный портал вуза, который будет соответствовать всем требованиям, предъявляемым к порталным решениям и корпоративным информационным системам, и обеспечивать выполнение следующих функций:

- обеспечение персонифицированного и управляемого доступа пользователей к информационным ресурсам вуза;
- информационная поддержка деловых процессов вуза, таких как административное управление, управление образовательным процессом, управление информационными ресурсами;
- управление учебным процессом вуза с использованием возможностей информационных и телекоммуникационных технологий.

Литература:

1. Иванов, В. А., Соловьев В. М. О концепции формирования единого информационного пространства университетского комплекса. Инновационные методы и технологии в условиях новой образовательной парадигмы: Сб. науч. Тр. — Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2012. — с. 52—56.
2. Баранова, Т. А., Максимова О. А., Фомина А. А. Создание современной информационно-образовательной среды образовательного учреждения // Информатика и образование. Серия: Педагогика. 2010. № 1.
3. Самарханова, Э. К. Информационно-образовательное пространство: теоретико-методологический аспект / Э. К. Самарханова. — Н. Новгород: НГПУ, 2011.

Стержневые конструкции из сталежелезобетона

Березкина Александра Юрьевна, магистрант;
Постанен Сергей Олегович, магистрант;
Постанен Михаил Олегович, студент
Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого

Проанализирован опыт применения сталежелезобетонных стержневых конструкций за рубежом и перспективы его применения в России. Приведены сведения о трубобетонных конструкциях, их экономические, конструкционные и технологические преимущества.

Ключевые слова: *сталежелезобетонные конструкции, трубобетон, стержневые элементы, композитные материалы, высотное строительство, сталь, бетон*

Современное строительство — это разработка новых материалов, имеющих высокие прочностные и эксплуатационные характеристики, поиск новых решений, позволяющих сэкономить как трудовые, так и денежные ресурсы.

На данном этапе развития строительства все чаще применяется такой термин как «композитные материалы». Они, как правило, состоят из пластинчатой основы и наполнителя, в качестве которых выступают, обычно, уже изученные материалы. Таким образом, совмещая раз-

личные свойства традиционных материалов, можно получить совершенно новый, обладающий свойствами, количественно и качественно отличающимися от свойств каждого из составляющих. Сталежелезобетон, сочетая в себе железобетонную и стальную составляющие, является отличным примером композитного материала.

Применение сталежелезобетонных конструкций

Для стержневых элементов, таких как балки и колонны, применяются трубобетонные конструкции, которые являются разновидностью сталежелезобетонных. Они выполнены из обоймы в виде металлической трубы, заполненной железобетонной составляющей, образующей внутреннее ядро. При такой комбинации материалов наиболее полно используются их специфические свойства, что позволяет существенно снизить массу конструкции, уменьшить расход стали и бетона, и, как следствие, сократить общие затраты на строительство.

Трубобетонные конструкции широко применяются при строительстве таких ответственных сооружений, как метрополитены, мосты, тоннели и высотные здания. Связано это с тем, что применение такого материала при действии как статических, так и различных динамических воздействий существенно улучшает механические свойства конструкции — прочность, жесткость, устойчивость, огнестойкость.

Опыт применения трубобетона имеют США, Япония и ряд Европейских стран. Но, наиболее широко, на данный момент, трубобетон применяется в Китае. В стране насчитывается более 30 небоскребов, несущие конструкции которых выполнены в трубобетонном исполнении [2]. Ярким

примером является телебашня «Canton Tower» в городе Гуанчжоу, построенная в 2009 году. Ее высота достигает 600 метров. Несмотря на то, что здание имеет криволинейную форму, основными несущими элементами являются прямолинейные трубобетонные колонны (рис. 1).

Другими примерами применения трубобетона в гражданском строительстве могут служить 58-этажное административное здание «Two Union Square» высотой 230,7 м (США), 72-этажное административное здание в Шинзиэне (КНР), 62-этажное административное здание «Key Bank Tower» (США) [1]. В мостостроении — мост «Manaus-Iranduba» через левый приток Амазонки, его опоры выполнены в виде массивных трубобетонных стоек.

Еще одной разновидностью сталежелезобетонных стержневых конструкций являются конструкции с жесткой арматурой. Они также сочетают в себе свойства двух материалов — стали и бетона, только, в этом случае, ядром служат стальные профили, представленные в виде уголков и швеллеров, а обойма выполнена из железобетона. Такие конструкции применяют, в основном, в промышленном строительстве, при наличии больших нагрузок.

Достоинства сталежелезобетонных конструкций

В трубобетонных конструкциях стальная оболочка выступает в качестве несъемной опалубки, что значительно упрощает процесс возведения конструкции и уменьшает сроки строительства. Помимо этого, стальная труба играет роль продольного и поперечного армирования.

Так как пространство внутри трубы полностью заполнено бетоном, значительно возрастает коррозионная стойкость металла, вследствие уменьшения воздействия



Рис. 1. Телебашня Canton Tower в городе Гуанчжоу

негативных факторов на металлическую «опалубку» изнутри. Железобетонный массив, в свою очередь, обжат обоймой равномерно со всех сторон, что обеспечивает его трехосное сжатие, при котором прочность бетона возрастает в несколько раз. Также, наличие стальной оболочки снижает процесс трещинообразования в бетоне, уменьшает влияние таких факторов, как ползучесть и усадка.

Следует отметить, что заполнение стальной трубы бетоном повышает жесткость элементов, локальную устойчивость стенок трубы, значительно увеличивает несущую способность и огнестойкость.

Конструкции из трубобетона используются при строительстве ответственных сооружений, так как они очень надежны в эксплуатации. В отличие от железобетонных элементов, которые при развитии больших деформаций могут мгновенно потерять несущую способность, трубобетонные конструкции способны выдерживать значительные нагрузки в течение более долгого времени. Таким образом, исключается возможность хрупкого разрушения, которое считается особенно опасным.

Именно поэтому, возможно применение таких конструкций при строительстве особо важных объектов, высотных зданий в любых условиях, даже в сейсмоопасных районах.

К экономическим преимуществам относятся: сокращение расхода металла при возведении каркасов высотных зданий в 1,8–2 раза, сокращение сроков стро-

ительства коробок зданий и сооружений в 1,5–2 раза, снижение себестоимости строительства на 25–35%. К технологическим: возможность работы в зимнее время, снижение объема сварочных работ, высокая скорость возведения [5].

Недостатки применения

Сложность обеспечения совместной работы стали и бетона существенно осложняет применение трубобетонных конструкций, требуя разработки эффективных узлов сопряжения. Также, достаточно трудоемко сопряжение трубобетонных колонн с элементами перекрытия.

Помимо этого, расчет таких конструкций является достаточно сложным. На данный момент, не существует единой методики расчета, учитывающей все факторы, влияющие на работу такой составной конструкции.

Несмотря на то, что история применения сталежелезобетона берет свое начало еще в середине XIX века, в России материал пока не получил широкого применения. Связано это, отчасти, с тем, что процесс проектирования сталежелезобетонных конструкций усложняется из-за отсутствия нормативной базы. На данный момент, идет разработка свода Правил по проектированию сталежелезобетонных конструкций, и очень хочется надеется, что после их утверждения трубобетонные конструкции найдут широкое применение в нашей стране.

Литература:

1. Афанасьев, А. А., Курочкин А. В. Трубобетонные конструкции для возведения каркасных зданий // Academia. Архитектура и строительство. — 2016. — № 2. — С. 113–118.
2. Дуванова, И. А., Сальманов И. Д. Трубобетонные колонны в строительстве высотных зданий и сооружений // Строительство уникальных зданий и сооружений. — 2016. — № 6. — С. 89–103.
3. Кришан, А. Л. Трубобетонные колонны для многоэтажных зданий // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. — 2009. — № 4. — С. 75–80.
4. Овчинников, И. И., Овчинников И. Г., Чесноков Г. В., Михалдыкин Е. С. О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 2. Расчет трубобетонных конструкций с металлической оболочкой // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». — 2015. — № 4.
5. <http://elima.ru/articles/index.php?id=177>

Особенности создания промышленных коллекций одежды на малых швейных предприятиях

Бирюкова Наталия Петровна, кандидат технических наук, доцент
Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева

Предприятия швейной промышленности выпускают самый разнообразный ассортимент одежды — повседневной и нарядной, для отдыха и занятий спортом, для города и для дома. Одежда, предназначенная для детей, женщин и мужчин различных возрастных групп, может

быть изготовлена как из всевозможных видов тканей, так и из трикотажных полотен.

Учитывая многообразие существующих артикулов швейных изделий, а также направление выбранной более узкой специализации, конструктору-модельеру необхо-

димо не только освоить все, что связано с творческим проектированием, но и в совершенстве знать некоторые особенности производственного процесса.

Важно иметь четкое представление обо всех стадиях разработки проекта — от идеи и общего замысла коллекции до завершающей стадии, то есть выпуска первой партии готовой продукции. Для этого дизайнеру требуется не только знать теоретические основы, но и виртуозно владеть техникой создания эскизов, а также уметь четко определять основную концепцию будущей коллекции и быть способным творчески подходить к подбору основных материалов, цветовых сочетаний, фурнитуры.

Кроме того, чтобы осуществлять авторский контроль (надзор) за производством своих моделей, начиная от раскроя до изготовления первого промышленного образца, необходимы базовые конструкторские и технологические знания, а также опыт работы на швейном предприятии.

В процессе подготовки промышленной коллекции особенно важно, чтобы конструктор-модельер умел пользоваться системой градации лекал и самостоятельно производить расчет стоимости производственных затрат для выпуска выбранного вида изделий и на рекламную деятельность.

Независимо от того, как конструктор-модельер осуществляет свою деятельность — является ли он свободным художником, выполняющим конкретный заказ, или трудится в штате на одной из фабрик швейной промышленности — он должен придерживаться определенной схемы работы, существующей в швейной промышленности:

1. Дизайнер-конструктор разрабатывает основную концепцию коллекции для предстоящего сезона, учитывая специфику выпускаемого предприятием ассортимента, а также требования руководящего состава и основных технических служб.

2. В соответствии с установленным ценовым уровнем, выбранной целевой группой потребителей и согласно созданной концепции дизайнер-конструктор разрабатывает и утверждает ассортиментный ряд изделий, рекламные и маркетинговые мероприятия, а также календарный план работы.

3. При необходимости дизайнер-конструктор вносит коррективы в план, учитывая возможные сложности с поставками исходных материалов, которые могут влиять на основную концепцию подбора тканей и цветового ряда коллекции. Это особенно важно на предварительных этапах работы.

В зависимости от объема производства и разнообразия ассортимента выпускаемых швейных изделий для создания промышленной коллекции предприятие привлекает дизайнеров, работающих с конкретным заказом, или создает постоянный коллектив из нескольких дизайнеров и конструкторов.

Прежде чем дизайнеры приступают к созданию экспериментальных образцов, они разрабатывают и утвер-

ждают новую концепцию коллекции или выбирают базовое направление, основой которого может служить уже имеющийся в наличии материал и подобранная в соответствии с ним фурнитура.

После утверждения эскизов команда дизайнеров или группа специалистов, включающая модельера и конструктора, занимаются разработкой лекал (чертежей конструкций моделей), а затем из макетной ткани создают опытные образцы. В процессе их пошива вносятся необходимые коррективы и производятся доработки модели. Для этой фазы в качестве технической документации необходимы четкие технические эскизы, снабженные образцами материалов и информацией о фурнитуре, отделке и технологии обработки. Как правило, на эскизе даются два изображения модели: вид спереди и вид сзади.

До того, как для серийного выпуска моделей коллекции будет закуплена большая партия тканей, обычно заказывают небольшой метраж для изготовления первичных образцов. Затем в соответствии с основным материалом подбирается фурнитура. И ткани, и фурнитура являются неотъемлемой частью проекта, поэтому к их выбору следует подходить с особой тщательностью.

После обсуждения и утверждения первичных образцов, выполненных из конкретных видов ткани (рассматриваются: соответствие модным тенденциям, технологичность конструктивного решения, правильность посадки на фигуре и пригодность к серийному производству), разрабатываются лекала для установленного размерного ряда (градуировка) и схема раскладки лекал на ткани, позволяющая определить расход материала, а также рассчитываются другие производственные издержки. На предприятиях, оснащенных на современном уровне, для этого используются компьютерные системы.

Дизайнер принимает непосредственное участие в обсуждении и проведении серии рекламных мероприятий, необходимых для продвижения созданной сезонной коллекции. Для этого используются различные виды рекламных акций, в том числе показы моделей, которые проходят на специализированных выставках, залах оптовой торговли или в шоу-румах.

Эскизы моделей, выполняемые на этапе поиска новых идей и их разработки выглядят более свободными и спонтанными. Дизайнер или конструктор-модельер в быстрой манере набрасывает, варьирует и фиксирует идеи в рисунках. Для этого следует развивать свой собственный стиль, который позволит разрабатывать концепции и воплощать их в форме поисковых эскизов.

При создании коллекции проект обычно начинается с серии тематически объединенных эскизов, экспериментирующих с силуэтами, линиями и узорами, а также с фактурами материалов и с цветовой гаммой. На этом этапе важна быстрота и четкость линий. С появлением опыта и автор коллекций обретает свой самобытный стиль, который часто называют авторским стилем или почерком.

Эскизы моделей изготавливаются в основном для заказчиков. Поэтому с одной стороны эскизы должны быть привлекательными и стильными, а с другой стороны — наглядными и технически грамотными, чтобы сделать возможным правильное воплощение идеи в материале.

Модели достаточно изобразить карандашом или фломастером в стандартной форме, характеризующейся экономией выразительных средств. Голову, кисти рук и ступни ног можно только наметить. А вот детальные разработки отдельных узлов, конструктивные решения и пути реализации идей на производстве необходимо тщательно спланировать и продумать.

При проектировании рекомендуется использовать эскиз фигуры, который соответствует стилю коллекции. Целесообразно выбрать стандартный размер, чтобы облегчить просмотр эскизов. Использование только одной фигуры более рационально и не отвлекает от главного.

Можно каждую модель изобразить на отдельном листе либо на одном листе разместить эскизы нескольких моделей. Сведения о деталях и образцы материалов помогут конструкторскому и производственному коллективу грамотно и точно реализовать изображенную идею.

На этом этапе важно выразить идеи моделей в рисунке, не тратя много времени на постановку и ракурс фигуры. На листе для поисковых эскизов содержатся объединенные одной темой идеи модели.

Технический эскиз необходим для производства. Он включает вид выбранной модели спереди и сзади, а также сведения о технологии обработки. Рабочий эскиз выбранной модели, утвержденной руководителем, изготавливается для презентации коллекции клиенту или для оценки специалистами (экспертизы).

Поисковые эскизы содержат несколько объединенных одной темой идей, они могут быть дополнены рисунками фрагментов и образцами материалов. В качестве альтернативы, возможно изобразить на листе одну модель с видом спереди и сзади, а также добавить к ним образцы материалов и возможные примечания. Рисунки моделей дополняются быстрыми, схематичными изображениями вида изделий сзади. На техническом эскизе можно найти сведения о технике конструирования и технологии обработки для производства.

Рабочий эскиз представляет собой рисунок модели с видом спереди и сзади.

Изготовление рабочего эскиза включает следующие этапы:

1. Построение фигуры (вид спереди и сзади).
2. Конструирование формы модели:
 - выполнение зарисовки в виде наброска силуэта и пропорций (соотношение длины и ширины, распределение поверхностей) модели.
 - рисование деталей — бортов, линий швов, формы горловины и воротника, застежки, карманов и т.д.
3. Чистовой рисунок с тональной проработкой.
4. Оформление листа, размещение текста и образцов материалов.

Эскиз модели выполняется на кальке, наложенной на рисунок фигуры.

Законченный рабочий эскиз содержит образцы ткани и примечания, а иллюстративного материала рабочего эскиза модели.

При разработке концепции макета рабочего эскиза сначала проводятся эксперименты с разными вариантами композиции листа, прежде чем принять окончательное решение. При этом всегда следует работать в рамках определенного формата листа.

Рабочий эскиз должен включать: вид модели спереди и сзади, образцы материалов и при необходимости примечания по технике кроя и технологии обработки. Рамка, схематичные линии и фигуры могут завершить общую композицию, но не должны отвлекать внимание от главного — модели. Важна полнота и ясность в представлении информации для зрителя.

В качестве оригиналов для копирования лучше всего подойдут линейные рисунки, выполненные черным фломастером.

Фигуры можно изображать в полный рост или от головы до линии низа изделия. Образцы материалов, эскизы и пояснения следует размещать так, чтобы получить законченную, сбалансированную композицию листа.

Иллюстрация стала редким жанром модельерского рисунка, поскольку в настоящее время в журналах, газетах, проспектах и каталогах преимущественно используют фотографии моделей. Поле деятельности иллюстратора включает в себя, например, выполнение эскизов, отображающих модные тенденции.

При создании рисунков для журналов иллюстратор работает в предлагаемом изданием формате. Когда выполняется рекламный рисунок, то четко устанавливаются размеры и макет страницы. Обозначаются также техника и стиль рисунка, способ печати и, кроме того, зачастую требуемый модный образ — например, определяется конкретная целевая группа, к которой должен быть обращен рисунок.

Стили рисования могут существенно различаться в зависимости от авторского почерка и личности художника. Глянцевые журналы, а также дома моды, поддерживающие имидж haute couture, предпочитают элегантные рисунки в свободном стиле. Такие иллюстрации могут быть очень самобытны. Они передают впечатление от художественно-графического стиля, в то же время очень эффективно внушая дух модного направления. Напротив, крупные магазины и предприятия, продающие одежду по каталогу, нуждаются в точных, реалистичных изображениях предлагаемых товаров.

Как и язык, стили графического повествования постоянно претерпевают изменения, отражая влияние и атмосферу конкретного направления моды в определенный момент времени. Их диапазон простирается от стилизованных рисунков в стиле 60-х годов до реализма.

Очень важно постоянно быть в курсе последних тенденций моды и отмечать новые детали, которые в зави-

симости от настроения целевой аудитории и назначения создают имидж, соответствующий духу времени — например, прически, макияж и аксессуары.

В заключении следует отметить, что постоянное наблюдение и отслеживание новых тенденций на показах мод, выставках, а также на рекламных страницах журналов и в витринах магазинов просто необходимо. Надо стараться всегда быть открытым для восприятия моды будущего и определяющих ее факторов, например, тенденций искусства и культуры, а также социальной, политической, экономической и технической сфер жизни.

Неотъемлемой частью нашей жизни должно стать чтение как можно большего числа специализированных журналов и книг по истории дизайна, истории искусства, графическому дизайну, промышленному дизайну, архитектуре зданий и интерьеров, живописи и графике, истории культуры, истории костюма и другим отраслям знания.

Литература:

1. Арнхейм, Р. Искусство и визуальное восприятие. М: Архитектура-С. — 2007.
2. Матузова, Е. Мода и крой. — М: Изд-во НАНОО «Институт Индустрии Моды», 2005.
3. Основы теории проектирования костюма /под ред. Козловой Т. В. — М.: Легпромбытиздат, 1988. — 352 с.
4. Степучев, Р. А., Бесчастнов Н. П. Методы графической подачи моделей одежды. — М.: МТИ, 1985. — 256 с.

В альбоме для эскизов следует фиксировать все, что в будущем может представлять интерес. В качестве модели для набросков можно использовать живую натуру, собственное отражение в зеркале, фотографии, одежду или драпированные ткани. В привычку должно войти коллекционирование предметов моды, фотографий, образцов материалов, цветовых карт, репродукций работ других художников и т.д. Интересные модельерские иллюстрации можно собирать в особую папку. Рассортированные по цветам и темам образцы материалов и цветовые карты можно использовать в качестве иллюстративного материала для коллажей и изображений, передающих то или иное настроение. Образцы художественного оформления одежды или предметов прикладного искусства, например, аппликации, вышивки и т.д., можно использовать в качестве моделей для рисования, чтобы добиться нужных эффектов. Они также могут послужить источником вдохновения.

Модель логистической системы общественного пассажирского транспорта

Болтенко Юлия Андреевна, преподаватель, аспирант
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (г. Омск)

Model of logistic system of public passenger transport

Boltenko Ju. A., lecturer of logistics department, postgraduate student
Sibirskaya State Automobile and Highway Academy «SibADI», Omsk, Russia

В статье представлены результаты моделирования логистической системы общественного пассажирского транспорта. Отражены ее структурные составляющие и принцип их взаимодействия между собой. Выделены логистические потоки в системе и цели их формирования. Отражены факторы внешней среды, оказывающие влияние на принятие решений в процессе управления системой общественного пассажирского транспорта.

Ключевые слова: логистическая система; общественный пассажирский транспорт; логистический поток; логистическая система общественного пассажирского транспорта

Results of modeling of logistic system of public passenger transport are presented in this article. Its structural components and the principle of their interaction among themselves are reflected. Logistic streams in the system and the purposes of their formation are allocated. The factors of the external environment exerting impact on decision-making in process of management of system of public passenger transport are reflected.

Keywords: logistic system; public passenger transport; logistic stream; logistic system of public passenger transport

Применение логистического подхода к управлению системой общественного пассажирского транспорта (ОПТ) в крупных и крупнейших городах выступает как

важный фактор повышения эффективности перевозочного процесса, в частности, максимизации прибыли каждого перевозчика при условии улучшения экономических

показателей всей системы в целом и повышения уровня логистического сервиса, предоставляемого пассажирам.

Однако применение методов логистики в сфере городских пассажирских перевозок требует соблюдения одного из основных логистических принципов — принципа системности. В связи с этим возникает необходимость построения логистической системы ОПТ (ЛС ОПТ) с целью дальнейшего проектирования методов эффективного управления ею на основе системного анализа.

Моделирование ЛС ОПТ отражено в работах [1]; [2]; [3]. Во всех из них рассматриваемая система состоит из трех основных звеньев: заказчика услуг в лице государства, пассажирских автотранспортных предприятий, непосредственно осуществляющих перевозочный процесс, и потребителей транспортных услуг — пассажиров. Перечисленные звенья ЛС ОПТ взаимодействуют между собой за счет потока услуг и логистических потоков. При этом сервисный и пассажирский поток не отражены в системе: пассажир является одним из звеньев, а показатели качества его обслуживания выступают как составная часть информационного потока.

В то же время стоит учитывать, что в процессе логистического управления выделяются следующие логистические потоки: материальный поток, информационный поток, финансовый поток, сервисный поток, пассажирский поток. Перечисленные логистические потоки и цели их формирования применительно к ЛС ОПТ отражены в таблице 1.

Отраженные логистические потоки в ЛС ОПТ и цели их формирования можно взять за основу формирования связей между структурными элементами рассматриваемой системы в процессе ее моделирования.

На основании вышеизложенного, а также основываясь на ситуационной модели транспортного обслуживания жителей города, представленной в работе [4, с. 229–233], и руководствуясь приемом декомпозиции логистической системы на подсистемы, звенья и элементы согласно [5, с. 28], была предложена модель ЛС ОПТ, отраженная на рисунке 1.

Структурные элементы ЛС ОПТ на рисунке 1 выделены пунктирной линией ввиду их тесной взаимосвязи между собой и с внешней средой. Все эти взаимодействия осуществляются за счет целенаправленной и планомерной циркуляции материального, финансового и информационного потоков и обеспечивают процесс логистической координации и интеграции в системе.

Главной подсистемой является подсистема управления, координирующая деятельность функционального комплекса по перевозке пассажиров в черте города, а также контролирующая звенья обеспечивающего комплекса. Контроллинг осуществления за счет обратной связи. При этом в роле главного координирующего органа в соответствии с Федеральным законом от 13 июля 2015 года №220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом

Таблица 1. Логистические потоки в ЛС ОПТ и цели их формирования

Логистический поток	Цель формирования	Детализация цели
1 Пассажирский поток	Источник планирования работы ОПТ и формирования сервисного потока	Формирование требований к системе оказания транспортных услуг; задание количественных характеристик для целей планирования работы системы
2 Сервисный поток	Оценка качества предоставляемых пассажирскому потоку услуг	Формирование качественных и количественных оценок работы системы ОПТ для анализа, выявления слабых сторон и корректировки параметров перевозочного процесса
3 Информационный поток	Обеспечение информационных связей между элементами и процессами в системе ОПТ	Развитие информационных технологий управления системой; надлежащее информационное обеспечение процессов управления системой; предоставление своевременной информации для целей управленческих воздействий на систему; формирование информационных взаимодействий с внешней средой
4 Финансовый поток	Обеспечение эффективного функционирования системы	Поддержание социально значимых маршрутов; рационализация использования материальных ресурсов в системе; выделение средств на покрытие убытков системы; формирования потоков доходов от перевозочного процесса
5 Материальный поток	Обеспечение бесперебойного функционирования и материального обеспечения системы ОПТ	Материальное обеспечение функционирования транспортной инфраструктуры, маршрутной сети, автотранспортных предприятий и других средств организации перевозочного процесса



Рис. 1. Модель ЛС ОПТ

в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» выступает уполномоченный орган местного самоуправления [6].

Функциональный комплекс управляет основной логистической функцией — транспортировкой и непосредственно организует процесс оказания транспортной услуги. Эта подсистема состоит из звеньев ЛС ОПТ города — организаций всех форм собственности, осуществляющих деятельность по перевозке пассажиров в черте города.

Обеспечивающий комплекс осуществляет необходимое организационное и материальное обеспечение перевозочного процесса и также состоит из следующих звеньев — организаций, осуществляющих виды деятельности, обеспечивающей полноценное и бесперебойное функционирование всей ЛС ОПТ в целом. Это могут быть следующие виды деятельности:

- осуществление материально-технического обеспечения предприятий ОПТ;
- реализация билетной продукции всех типов;
- инструментальный контроль технического состояния автомобильного транспорта;
- производство работ по установке и обслуживанию технических средств организации дорожного движения;
- поддержание постоянной технической готовности обслуживаемых технических средств организации дорожного движения за счет выполнения комплекса мер по планово-предупредительному и оперативному ремонту;
- участие в подготовке научно-технических программ в области разработки, внедрения и обслуживания технических средств организации дорожного движения;
- проведение проектно-сметных и конструкторских работ;
- проведение мероприятий в области экологии и защиты окружающей среды;

— реализация задач, направленных на улучшение деятельности ОПТ, организация контроля качества обслуживания населения перевозчиками, осуществляющими перевозку пассажиров на территории города.

Особым элементом ЛС ОПТ крупного города является маршрутная сеть, поскольку от ее функционирования зависит эффективность всего перевозочного процесса и уровень логистического сервиса, предоставляемого пассажирам.

Пассажирский поток (см. рисунок 1), пользующийся услугами ОПТ на маршрутной сети города, поступает в систему с определенными запросами к уровню логистического сервиса, характеристики которого на выходе ЛС ОПТ образует сервисный поток (см. рисунок 1).

Также в рассматриваемую систему поступает финансовый поток (см. рисунок 1) в виде средств бюджета, направленных на финансовое обеспечение процесса перевозок пассажиров. В результате процесса оказания услуг пассажирам ЛС ОПТ города на выходе образует финансовый поток в виде доходов (см. рисунок 1). При этом с логистической точки зрения важно, чтобы финансовый поток на выходе был по крайней мере равен финансовому потоку на входе системы. Однако в реальной ситуации функционирования ЛС ОПТ данная закономерность отсутствует в силу убыточности процесса перевозок пассажиров в городах и социальной направленности рассматриваемой ЛС. Убытки от процесса перевозок пассажиров на маршрутной сети покрываются за счет дотаций из бюджета.

Информационный поток поступает в систему в виде набора исходной информации и параметров, необходимых для организации работы системы ОПТ. На выходе информационный поток представляет собой характеристику результатов функционирования рассматриваемой системы и плановых показателей на дальнейшую перспективу.

На функционирование ЛС ОПТ в крупных городах также непосредственное воздействие оказывают факторы внешней среды: экономические, политические, социальные, временные, демографические, правовые, технические, технологические. Их учет позволит формировать правильные ориентиры развития и совершенствования всей системы в целом.

Формирование эффективных механизмов логистического управления процессом городских пассажирских перевозок должно основываться на характеристиках ЛС ОПТ, что обуславливает необходимость моделирования данной системы с отражением всех ее элементов и взаимосвязей.

Литература:

1. Миротин, Л. Б. Логистика: общественный пассажирский транспорт: Учебник для студентов экономических вузов / Под общ. ред. Л. Б. Миротина — М.: Экзамен, 2003. — 224 с.
2. Караева, М. Р. Логистическая модель совершенствования управления городскими пассажирскими перевозками: автореф. дис... канд. экон. наук: 08.00.05 / М. Р. Караева; науч. рук. канд. экон. наук, проф. Н. В. Напхоненко; ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова». — Ростов-на-Дону, 2014. — 24 с.
3. Мальчикова, А. Г. Организация логистических потоков в системе городских пассажирских перевозок: автореф. дис... канд. экон. наук: 08.00.06 / А. Г. Мальчикова; науч. рук. проф. В. В. Щербаков; Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов. — СПб, 2000. — 18 с.
4. Логистика. Управление автомобильными перевозками. Практический опыт. В. М. Курганов. — М.: Книжный мир, 2007. — 448 с.
5. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / под общ. и науч. ред. проф. В. И. Сергеева. — М.: ИНФРА-М, 2006. — 976 с.
6. Федеральный закон от 13 июля 2015 г. №220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Обоснование возможности прогноза изменения коэффициента продуктивности газовых и газоконденсатных скважин по данным их исследований при установившихся режимах

Гасанов Ильяс Раван оглы, кандидат технических наук, инженер;
Таирова Севиль Акиф гызы, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник;
Гасанов Рауф Ильяс оглы, инженер
Научно-исследовательский проектный институт «Нефтегаз» (SOCAR) (Азербайджан)

Коэффициент продуктивности скважин является одним из широко используемых параметров в практике разработки газовых и газоконденсатных месторождений. Правильное установление текущей величины этого параметра и закономерности его изменения во времени, позволяющие надежно и достоверно прогнозировать ряд основных технологических показателей разработки залежей, представляется весьма важной задачей.

В данной работе для обоснования применимости указанной методики как при однофазной, так и для двухфазной фильтрации были проведены расчеты, которые подтвердили постоянство коэффициентов, что позволяет осуществлять прогнозирование коэффициента продуктивности. С этой целью интерпретируются результаты газодинамических исследований скважин методом установившихся отборов и определяется фиксированное (при текущем или начальном, если скважина исследована на ранней стадии разработки залежей, пластовом давлении) значение коэффициента продуктивности скважины, а также закономерность его изменения в зависимости от депрессии. Затем, используя полученные результаты, строится математическая модель прогноза изменения коэффициента продуктивности скважин во времени.

Ключевые слова: прогноз, скважина, режим, продуктивность, модель, давление, фильтрация, депрессия

Ранее нами было показано, что [1,2] изменения КПС при разных пластовых давлениях и депрессиях могут быть найдены из следующих уравнений:

При двучленном законе фильтрации

$$\frac{q}{\Delta P c} = \frac{-1 + \sqrt{1 + 4\Phi_c \Delta p_c \eta_0 \left[1 + \sum_{i=1}^n \frac{c_i}{1+i} (\Delta p_c)^i \right] \left[1 + \sum_{i=1}^n c_i (p_0 - p_{nl})^i \right]}}{2\Phi_c \Delta p_c} \cdot F(p_{nl}, \bar{\mu}, C); \tag{1}$$

при линейном законе фильтрации ($\Phi_c = 0$)

$$\frac{q}{\Delta p c} = \eta_0 \left[1 + \sum_{i=1}^n \frac{c_i}{1+i} (\Delta p_c)^i \right] \left[1 + \sum_{i=1}^n (p_0 - p_{nl})^i \right] \cdot F(p_{nl}, \bar{\mu}, C). \tag{2}$$

Прогнозирование КПС для газовых и газоконденсатных месторождений при однофазной фильтрации ($P > P_{нк}$) осуществляется по формулам (1) и (2). При этом необходимые для расчетов $\eta_0, \Phi_c, c_i, F(p_{nl}, \bar{\mu}, C)$ и i определяются по данным исследования скважин при установившихся режимах.

С целью обоснования применимости указанной методики следует показать, что коэффициенты c_i в процессе разработки не изменяются.

Необходимо только отметить, что при разработке газоконденсатных месторождений могут иметь место два возможных случая, так как в зависимости от соотношения пластового давления и давления начала конденсации в пласте может фильтроваться либо однофазный флюид, либо двухфазный. Ясно, что и скважина должна быть исследована при нескольких установившихся режимах в каждой из указанных областей, поскольку величины коэффициентов c_i в областях однофазной и двухфазной фильтрации, естественно, будут разными. Кроме того, разными они будут в областях снижения давления до давления максимальной конденсации и после. Для обоснования применимости указанной методики следует сопоставить полученные данные с результатами существующего способа (3) прогнозирования коэффициента продуктивности скважин во времени (на контуре), который основывается на использовании экспериментально определяемых для каждой конкретной залежи кривых фазовых проницаемостей и зависимостей физических свойств флюида и коллектора от снижения пластового давления ($k = k(p), \mu_r = \mu_r(p), z = z(p)$) и др.

В статье в качестве примера используются данные месторождения Булла-море. На рис.1 приведены кривые изменения экспериментальных данных.

Аппроксимируя значения физических свойств флюида и коллектора в зависимости от снижения пластового давления, получаем следующие зависимости:

$$\begin{aligned} \mu_r(p) &= 1,2495 \cdot 10^{-9} + 2,0312 \cdot 10^{-13} p + 4,6959 \cdot 10^{-15} \cdot p^2 + 1,2419 \cdot 10^{-17} p^3, \\ \mu_k(p) &= 0,424 \cdot 10^{-19} - 9,3713 \cdot 10^{-12} p + 8,679 \cdot 10^{-15} p^2 + 2,4071 \cdot 10^{-15} p^3 - 2,2106 \cdot 10^{-17} p^4, \\ z(p) &= 0,9532 - 9,1001 \cdot 10^{-3} p + 3,8432 \cdot 10^{-4} p^2 - 2,0067 \cdot 10^{-6} p^3, \\ c(p) &= 1,4884 \cdot 10^{-4} - 8,5539 \cdot 10^{-6} p + 3,7823 \cdot 10^{-7} p^2 - 4,4665 \cdot 10^{-9} p^3 + 2,176 \cdot 10^{-11} \cdot p^4, \end{aligned}$$

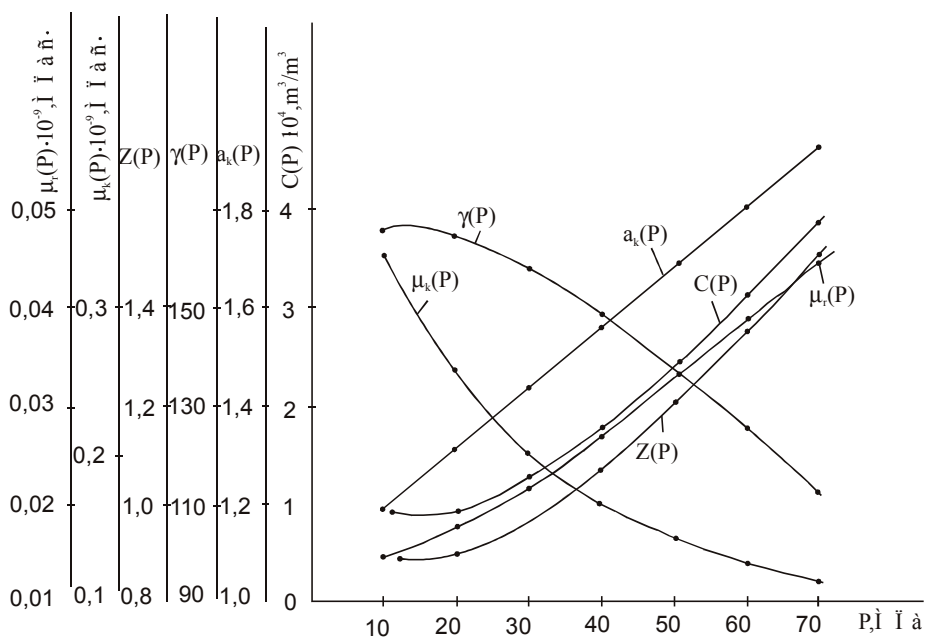


Рис. 1. Изменение характеристик пластовой жидкости в зависимости от давления P

$$\gamma(p) = 163,8945 = 5,3716 \cdot 10^{-1} p - 3,0406 \cdot 10^{-2} \cdot p^2 = 1,7444 \cdot 10^{-4} \cdot p^3,$$

$$s(p) = 5,2 \cdot p,$$

$$\alpha_k(p) = 1,069 + 1,2316 \cdot 10^{-2} p,$$

$$F_r(\sigma) = 1 - 1,356097\sigma,$$

$$F_k(\sigma) = 0,269919\sigma,$$

где $\mu_r(p)$, $\mu_k(p)$ – соответственно вязкость газа и конденсата; $\alpha_k(p)$ – объемный коэффициент конденсата; $z(p)$ – сжимаемость газа; $c(p)$, $\gamma(p)$ – соответственно содержание конденсата в газовой среде и отношение удельных весов конденсата в жидкой и газовой фазах в нормальных условиях; $F_r(\sigma)$, $F_k(\sigma)$ – относительная фазовая проницаемость соответственно для газовой и жидкой фазы. Погрешность между расчетными и экспериментальными значениями не превышает одного процента.

Как известно (3), аналитическая зависимость комплекса параметров для реального газа и газоконденсатной смеси при $p > p_{НК}$ имеет вид:

$$\varphi(p) = \frac{k(p)h(p)p}{\mu_r(p)z(p)}, \tag{3}$$

для газоконденсатной смеси в условиях $p < p_{НК}$

$$\varphi(p, \sigma) = \frac{F_r(\sigma_k)k(p)h(p)p\beta}{\mu_r(p)z(p)} [1 - c(p)\gamma(p)] + \frac{F_k(\sigma_k)k(p)h(p)s_k(p)}{\mu_k(p)\alpha_k(p)}. \tag{4}$$

Здесь $k(p)$ – абсолютная проницаемость; $h(p)$ – действующая толщина пласта;

$s_k(p)$ – растворимость газа в конденсате; β – температурная поправка.

В предлагаемой работе, по данным вышеуказанных зависимостей физических свойств флюида и коллектора, с использованием формулы (1) (при $p > p_{НК}$) при различных контурных давлениях и депрессиях устанавливаются значения комплекса параметров, и по известному способу [3] устанавливается зависимость $Q = Q(\Delta p_c)$. Далее, используя полученные значения для дебитов при различных депрессиях, по методике [4,5] проводится обработка и устанавливаются значения коэффициентов c_i ($c_1 = 1,1633 \cdot 10^{-3}$) и $\eta(p_0) = 37250$ (см.рис.2).

Тогда выражение комплекса параметров и зависимости от депрессии будет иметь следующий вид:

$$\varphi(p) = 8032,42 [1 + 1,1633 \cdot 10^{-3} \Delta p_c]. \tag{5}$$

Сравнивая значения комплекса параметров, определяемых соответственно по формуле (5) и по формуле (3), при изменении контурного давления в интервале (70,0 – 55,0) МПа и депрессии до 12,0 МПа можно убедиться, что расхождения между их значениями не превышают двух процентов (табл.1).

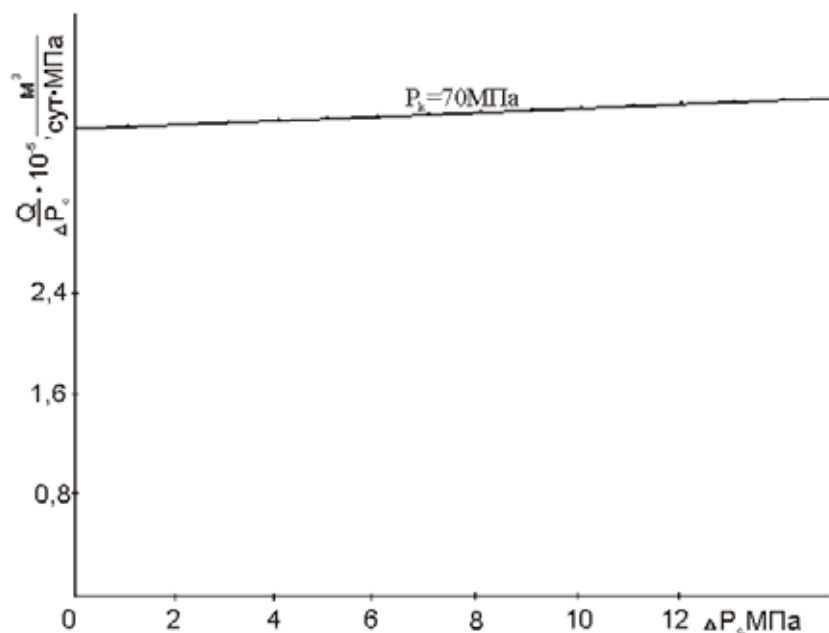


Рис. 2. Индикаторная кривая в координатах $\frac{Q}{\Delta P_c}$ и ΔP_c .

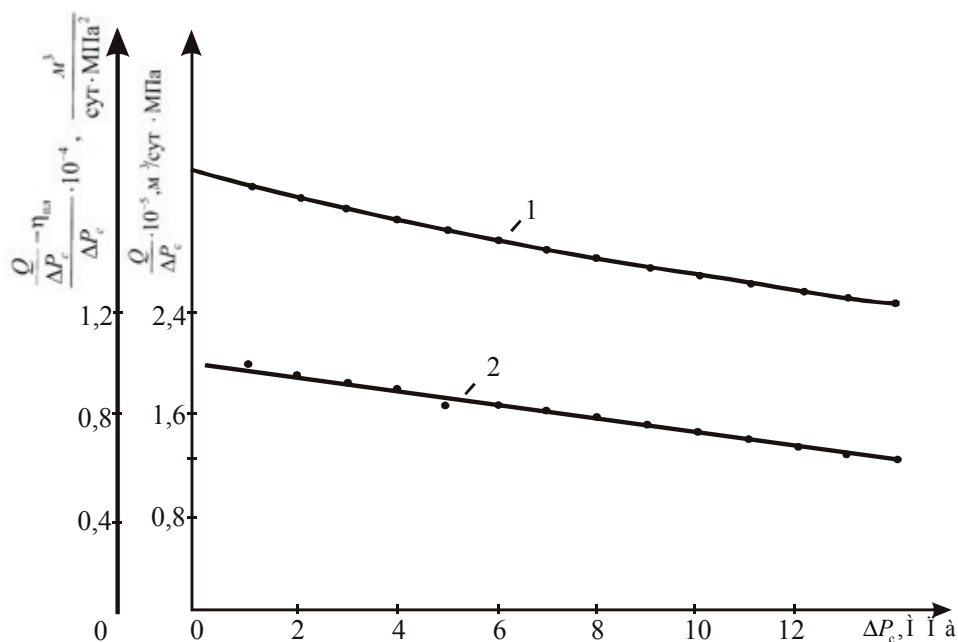


Рис. 3. Индикаторные кривые в координатах: 1 — $\frac{Q}{\Delta P_c}$ и ΔP_c ; 2 — $\frac{Q/\Delta P_c - \eta_{nl}}{\Delta P_c}$ и ΔP_c .

Таблица 1. Сопоставление значений функции комплекса параметров, вычисленных по методике [3] и по формуле (2)

P, МПа	$\varphi(P), (МПа \cdot c)^{-1}$	$\varphi(P), (МПа \cdot c)^{-1}$	Погр., %	$\varphi(P), (МПа \cdot c)^{-1}$	$\varphi(P), (МПа \cdot c)^{-1}$	Погр., %
1	2	3	4	5	6	7
$P_k = 70 МПа, \varphi(P_k) = 7940,06$			$P_k = 65 МПа, \varphi(P_k) = 8382,31$			
1	8025.69	8032.42	0.08	8474.65	8479.82	0.06
2	8112.79	8124.79	0.15	8568.10	8577.33	0.11
3	8201.30	8217.16	0.19	8662.56	8674.84	0.14
4	8291.16	8309.53	0.22	8757.93	8772.36	0.16
5	8382.31	8401.89	0.23	8854.07	8869.87	0.18
6	8474.65	8494.26	0.23	8950.85	8967.38	0.18
7	8568.10	8586.63	0.22	9048.12	9064.89	0.19
8	8662.56	8679.00	0.19	9145.72	9162.41	0.18
9	8757.93	8771.36	0.15	9243.47	9259.92	0.18
10	8854.07	8863.73	0.11	9341.16	9357.43	0.17
11	8950.85	8956.10	0.06	9438.59	9454.94	0.17
12	9048.12	9048.47	0.00	9535.51	9552.45	0.18
$P_k = 60 МПа, \varphi(P_k, \sigma_k) = 8854,07$			$P_k = 55 МПа, \varphi(P_k, \sigma_k) = 9341,16$			
1	8950.85	8957.07	0.07	9438.59	9449.83	0.12
2	9048.12	9060.07	0.13	9535.51	9558.50	0.24
3	9145.72	9163.07	0.19	9631.67	9667.16	0.37
4	9243.47	9266.07	0.24	9726.79	9775.83	0.50
5	9341.16	9369.07	0.30	9820.57	9884.50	0.65
6	9438.59	9472.07	0.35	9912.68	9993.16	0.81
7	9535.51	9575.07	0.41	10002.77	10101.83	0.99
8	9631.67	9678.07	0.48	10090.47	10210.50	1.19
9	9726.79	9781.07	0.56	10175.36	10319.16	1.41
10	9820.57	9884.07	0.65	10257.01	10427.83	1.67
11	9912.68	9987.07	0.75	10334.96	10536.50	1.95
12	10002.77	10090.07	0.87	10408.70	10645.16	2.27

Все вышеуказанное свидетельствует о том, что в практических расчетах изменениями коэффициентов c_i можно пренебречь, т. е. можно считать их постоянными величинами, не изменяющимися в процессе разработки.

А теперь в такой же последовательности, как это была рассмотрено для газовых и газоконденсатных залежей при $p > p_{НК}$, покажем, что коэффициенты c_i практически не изменяются за весь период процесса разработки, т. е. не только при однофазной, но и при двухфазной фильтрации.

На рис.3 проведена обработка данных по методике [4, 5], из которого для коэффициента c_i можно получить следующие значения:

$$(c_1 = -5,5056 \cdot 10^{-3}, c_2 = 1,8876 \cdot 10^{-5}).$$

Зависимость комплекса параметров от депрессии для данного случая принимает вид:

$$\varphi(p, \sigma) = 7186 [1 - 5,5056 \cdot 10^{-3} \Delta p_c + 1,8876 \cdot 10^{-5} \Delta p_c^2]. \quad (6)$$

На табл. 2 показаны как фактические значения, установленные по формуле (4), так и расчетные значения по формуле (6) комплекса параметров. Так же, как для однофазной фильтрации, расхождения между ними незначительны и в целом не превышают 3 %.

Таблица 2. Сопоставление значений функции комплекса параметров, вычисленных по методике [3] и по формуле (2)

Р, МПа	$\varphi(P), (МПа \cdot c)^{-1}$	$\varphi(P), (МПа \cdot c)^{-1}$	Погр., %	$\varphi(P), (МПа \cdot c)^{-1}$	$\varphi(P), (МПа \cdot c)^{-1}$	Погр., %
1	2	3	4	5	6	7
$P_{\kappa} = 70 МПа, \varphi(P_{\kappa}) = 7940,06$				$P_{\kappa} = 65 МПа, \varphi(P_{\kappa}) = 8382,31$		
1	8025.69	8032.42	0.08	8474.65	8479.82	0.06
2	8112.79	8124.79	0.15	8568.10	8577.33	0.11
3	8201.30	8217.16	0.19	8662.56	8674.84	0.14
4	8291.16	8309.53	0.22	8757.93	8772.36	0.16
5	8382.31	8401.89	0.23	8854.07	8869.87	0.18
6	8474.65	8494.26	0.23	8950.85	8967.38	0.18
7	8568.10	8586.63	0.22	9048.12	9064.89	0.19
8	8662.56	8679.00	0.19	9145.72	9162.41	0.18
9	8757.93	8771.36	0.15	9243.47	9259.92	0.18
10	8854.07	8863.73	0.11	9341.16	9357.43	0.17
11	8950.85	8956.10	0.06	9438.59	9454.94	0.17
12	9048.12	9048.47	0.00	9535.51	9552.45	0.18
$P_{\kappa} = 60 МПа, \varphi(P_{\kappa}, \sigma_{\kappa}) = 8854,07$				$P_{\kappa} = 55 МПа, \varphi(P_{\kappa}, \sigma_{\kappa}) = 9341,16$		
1	8950.85	8957.07	0.07	9438.59	9449.83	0.12
2	9048.12	9060.07	0.13	9535.51	9558.50	0.24
3	9145.72	9163.07	0.19	9631.67	9667.16	0.37
4	9243.47	9266.07	0.24	9726.79	9775.83	0.50
5	9341.16	9369.07	0.30	9820.57	9884.50	0.65
6	9438.59	9472.07	0.35	9912.68	9993.16	0.81
7	9535.51	9575.07	0.41	10002.77	10101.83	0.99
8	9631.67	9678.07	0.48	10090.47	10210.50	1.19
9	9726.79	9781.07	0.56	10175.36	10319.16	1.41
10	9820.57	9884.07	0.65	10257.01	10427.83	1.67
11	9912.68	9987.07	0.75	10334.96	10536.50	1.95
12	10002.77	10090.07	0.87	10408.70	10645.16	2.27

Обобщая вышеизложенное, можно сказать, что в данной работе для обоснования применимости указанной методики, как при однофазной, так и для двухфазной фильтрации были проведены расчеты, которые подтвердили постоянство коэффициентов c_i , что позволяет осуществлять прогнозирование коэффициента продуктивности по формулам (1) и (2) при любом значении пластового давления.

Литература:

1. Абасов, М. Т., Азимов Э. Х., Гасанов И. Р. Методика прогнозирования изменения коэффициента продуктивности газовых и газоконденсатных скважин по данным их исследований при установившихся режимах. — Фундаментальные проблемы нефтегазогеологической науки. ВНИИОЭНГ, М., 1990, книга 2, с. 37–46.

2. Азимов, Э.Х., Алиев Н.Ш., Гасанов И.Р. Об одной возможности прогноза изменения коэффициента продуктивности скважин в процессе разработки залежи. Азербайджанское нефтяное хозяйство. — 1991. — № 4, с. 32–36.
3. Абасов, М.Т., Оруджалиев Ф.Г. Газогидродинамика и разработка газоконденсатных месторождений, — М.: Недра, 1989, 262 с.
4. Временное руководство по гидрогазодинамическим методам изучения фильтрационных свойств залежей нефти и газа, характеризующимися высокими пластовыми давлениями. /М. Т. Абасов., Э.Х. Азимов., М.К. Абдуллаев и др. Баку: Элм, 1978. — 128 с.
5. Азимов, Э.Х. Общая методика интерпретации результатов гидрогазодинамических исследований скважин при установившихся режимах. — Баку, 1986. — 30 с. — Рукопись представлена ИПГНГМ АН Азербайджана. Деп. в ВИНТИ. — 08.07.86. — № 4958. — В86. — 30 с.

Обработка данных наземного лазерного сканирования для получения обмерных чертежей объектов культурного наследия

Гура Татьяна Андреевна, инженер-исследователь, научный руководитель;
Катрич Александра Евгеньевна, студент
Кубанский государственный технологический университет (г. Краснодар)

В данной статье раскрывается понятие наземного лазерного сканирования и описывается процесс его использования для съемки объектов культурного наследия. Особое внимание уделяется обработке данных, полученных при сканировании, и созданию на их основе обмерных чертежей объектов. Акцентируется внимание на важности получения детальных чертежей с целью достижения максимально объективных результатов о состоянии исторического памятника архитектуры, а также для выявления нарушения геометрии или целостности конструкции. На основе проделанной работы сделаны выводы о том, какую пользу данные НЛС, представленные в виде обмерных чертежей, могут внести в сохранение памятников культурного наследия.

Ключевые слова: наземное лазерное сканирование, этапы обработки данных НЛС, ортофотопланы, обмерные чертежи, сечения, объекты культурного наследия

Вопрос о сохранении объектов культурного наследия всегда будет актуален. Под действием времени исторические здания и сооружения, представляющие ценность для человека, теряют свой первоначальный вид. На сегодняшний день проблему сохранения архитектурных объектов культурного наследия и их реставрации помогают решить инновационные технологии, современное геодезическое оборудование [1]. Примером технического новшества, благодаря которому появилась возможность максимально исследовать объекты культурного наследия с целью их дальнейшего сохранения, является наземное лазерное сканирование [2].

Лазерное сканирование представляет собой технологию, которая за очень короткое время (дни или даже часы, в зависимости от размеров объекта и сложности его конструкции) позволяет полностью построить 3D модель необходимого объекта или рельефа. В основе данной технологии лежит способность лазерного луча отражаться от наземных объектов или поверхности земли [3]. Основное преимущество использования лазерного сканирования заключается в том, что трехмерная модель, полученная в ходе работы со сканером, является не фотографической (по которой невозможно было бы произвести из-

мерения), а реальной. Такая модель состоит из множества точек, каждая из которых обладает своей семантикой в трехмерном пространстве. Существует несколько видов лазерного сканирования: мобильное лазерное сканирование, воздушное и наземное. Мобильное лазерное сканирование (МЛС) считается одним из самых высокотехнологичных, на сегодняшний день, методов съемки. МЛС во многом напоминает наземное лазерное сканирование (НЛС), но в отличие от него, мобильное сканирование производится при движении сканера, установленного на транспортное средство [4]. Оно предназначается в основном для съемки линейных объектов (автодорог, железных дорог, мостов, тоннелей). При разговоре о съемке объектов культурного наследия целесообразней будет говорить об использовании НЛС.

Ранее при исследовании объектов использовались традиционные методы съемки, которые предполагали участия человека в замерах местоположений характерных точек заданного объекта. В ходе учебной практики, проводимой в КубГТУ, было выяснено, что в результате таких измерений вероятность ошибок или погрешностей очень велика [5]. Если же работа будет производиться с помощью НЛС, то произойдет автоматическая регистрация

координат точек объекта, что обеспечит высокую точность измерений. По облаку точек, полученному в результате лазерного сканирования объекта можно решать такие задачи, как:

1. Проведения обмерных работ на объектах архитектурного наследия;
2. Получение 3D модели объекта;
3. Получение обмерных чертежи фасада (поэтажных планов, продольных разрезов, планов крыши, развёртки стен, чертежей декора) в масштабах от 1:50 до 1:200 с отображением фактических размеров, высотных отметок различных элементов здания или сооружения с указанием отклонений от проектных значений цитата [6];
4. Выявления дефектов посредством сравнения с проектной моделью;
5. Получения наиболее точных размерных параметров сложных архитектурных форм;
6. Проведения обмерных работ на объектах где доступ ограничен из-за ветхости конструкций;
7. Определение и оценка значений деформации посредством сравнения с ранее произведенными измерениями;
8. Получения точных трехмерных моделей объектов культурного наследия.

Далее в этой статье будет рассматриваться решение такой задачи, как получение обмерных чертежей в результате обработки данных НЛС.

Архитектурные обмеры являются главным инструментом фиксации архитектурной действительности. Анализ материалов, полученных в результате обмеров, позволяет получить исчерпывающее представление об объекте. Съёмка объектов культурного наследия (с целью дальнейшего изучения конструкции и определения деформации объекта для его реставрации [7]) производится с последующим созданием обмерных чертежей, разрезов, чертежей архитектурных элементов.

Последовательность работ, в результате которых будет получен обмерный чертеж посредством использования НЛС, состоит из следующих этапов [8]:

1. Сбор данных, начало камеральной обработки;
2. Совмещение сканов;
3. Трансформирование координат;
4. Создание ортофотопланов или обмерных чертежей.

1. После того, как было выполнено сканирование объекта и были собраны необходимые данные, начинается этап камеральной обработки полученного облака точек. Камеральная обработка проводится с целью подготовки итогового результата, а также технического заключения и комплекта документации по объекту. На камеральном этапе происходит обработка данных полевых измерений, все полученные результаты оцениваются на предмет их точности, а уже далее производится создание обмерных чертежей и построение 3D моделей.

При первичной обработке результатов съёмки необходимо выполнить избавление от шумов, после чего остается объект в «чистом виде». После этого начинается

прорисовка основных элементов фасада, выделяются контуры [9].

2. Во время съёмки объекта проводится несколько сканов для полного покрытия поверхности. Для создания единого скана необходимо произвести объединение или так называемую «сшивку». Сканы могут совмещать, используя метод «опорных точек» (такие точки отображаются на смежных сканах). В качестве «опорных точек» могут быть использованы специальные призмы, светоотражающие пластины или наклейки, имеющие более высокий коэффициент отражения и потому вполне однозначно определяемые. Единый скан объекта содержит миллионы отдельных точек, представляющих поверхность фасада или других объектов. Этот продукт затем интерпретируется с использованием специальных программ по постобработке облака точек, например, используются такие программы, как: Cyclone от Leica Geosystems [10], AutoCAD, MicroStation, Rhinoceros и другие.

3. Трансформирование координат. Этот этап обработки данных НЛС необходим для точного представления будущего чертежа, так как именно на нем задается определенная единая система координат для всех полученных сканов. У каждого отдельного скана, снятого с определенной точки стояния прибора, имеется своя система координат, начало которой находится в центре измерительной головки сканера. При каждом изменении положения сканера, начало координат меняет свое положение в пространственной системе координат. Для связи координат объекта, полученных из разных сканов, необходимо выбрать единую систему координат и определить в ней центр сканирования для каждого случая и затем трансформировать все полученные координаты в единую систему.

4. Следующим этапом работы с полученными данными НЛС является создание ортофотопланов или двухмерных обмерных чертежей. Необходимо сказать, что ортофотоплан — это ортогональная проекция точной трехмерной модели объекта на заданную плоскость. Данная форма фиксации сочетает в себе геометрические свойства обмерного чертежа с изобразительными свойствами фотоснимков (точность и детальность изображения при этом могут быть обеспечены наивысшие, включая требования масштаба 1:1)

Помимо ортофотопланов на основе полученных и обработанных данных лазерного сканирования создаются и привычные двухмерные чертежи. Благодаря высокой точности измерений, снятых с помощью наземного лазерного сканирования, можно создать итоговые продукты с непревзойденной детальностью фиксации. Определить месторасположение мелкого элемента на объекте раньше, с помощью традиционных форм обмеров, было очень затруднительно, сейчас, благодаря лазерному сканированию эта задача решена. Все, даже самые мелкие детали, получают точные координаты и безошибочно наносятся на чертежи (Рис. 1) [11]. Такое максимально точное отображение действительности в обмерных чертежах дает

возможность наиболее объективно оценить мельчайшие особенности объекта и создает основу для дальнейшего детального мониторинга деформации здания и его реставрации [12]. Чем более полной будет информация, на ко-

торую будут ориентироваться реставраторы, тем больше вероятность, что проведенная ими работа улучшит состояние объекта культурного наследия. Вот почему необходимо создать максимально объективные чертежи объекта.

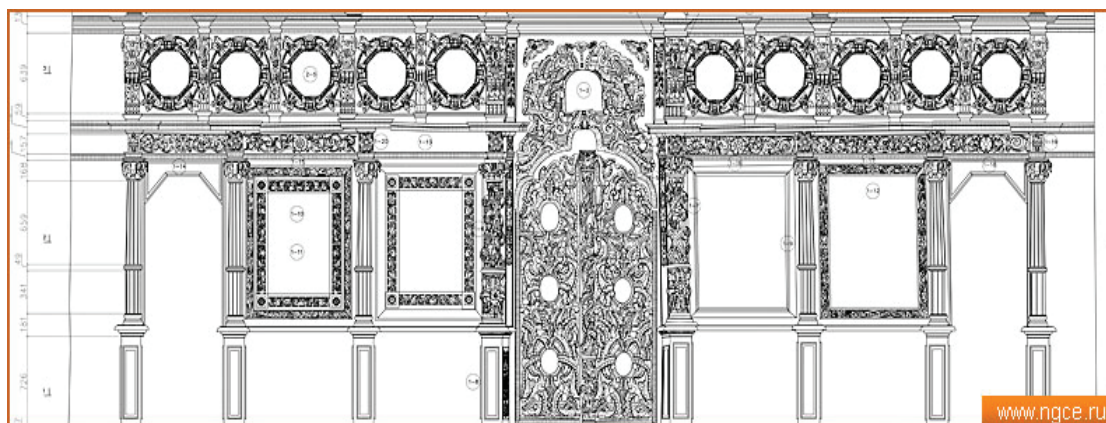


Рис. 1. Фрагмент чертежа общего вида иконостаса придела Святой Троицы храма в Останкино

Большим преимуществом работ с данными НЛС является возможность создания сечения по облаку точек [13]. Сечения могут создаваться в вертикальной, горизонтальной или наклонной плоскостях в заданном месте. По ним могут быть определены необходимые размеры. Полученные сечения также можно совмещать с чертежами вновь запроектированных объектов и вовремя вносить необходимые изменения. По выбранному направлению сечения быстро создается чертеж заданного узла.

Наземная лазерная съемка на объектах культурного наследия играет важнейшую роль. Данные, полученные с помощью высокоточного прибора, прошедшие определенные этапы обработки, становятся основой для соз-

дания качественных и максимально детальных обмерных чертежей. Такие обмерные чертежи могут внести неоценимый вклад в подготовку проектов восстановления объектов культурного наследия, их реставрации, реконструкции. Обмерные чертежи, полученные по результатам наземного лазерного сканирования, смогут позволить архитекторам и реставраторам решать самые сложные технические задачи, направленные на сохранение и восстановление исторических памятников архитектуры. Таким образом, можно сделать вывод о том, что вся технология лазерного сканирования в целом и его итоговые продукты (в частности обмерные чертежи) могут внести большой вклад в сохранение объектов культурного наследия.

Литература:

1. Гура, Д. А., Рыжкова А. А., Болобан Т. И., Болгова А. С., Черепанов А. С., Кашаев Б. Р. Основные геодезические работы в строительстве // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2016. № 2. С. 133–137.
2. Бушнева, И. А., Безверхова А. Ю., Шевченко Г. Г., Гура Д. А. Об использовании наземного лазерного сканирования для получения фасадных чертежей исследуемых зданий и строений // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. № 11. С. 89–97.
3. Шевченко, А. А., Глазков Р. Е., Пилюшенко А. В. Принцип работы наземной сканирующей системы // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. № 11. С. 76–88.
4. Гура, Д. А., Везузубов Е. А. Мобильному миру — мобильные сканирующие системы // Сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе. VIII Международная научно-практическая конференция. 2013. С. 56–58.
5. Желтко, Ч. Н., Бердзенишвили С. Г., Корелов С. Н., Гура Д. А., Шевченко Г. Г., Пастухов М. А. Учебная геодезическая практика // Методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений / Краснодар, 2013. Часть 3 Решение геодезических задач
6. Шевченко, Г. Г., Гура Д. А., Глазков Р. Е., Пилюшенко А. В. Технологическая схема проведения фасадной съёмки методами наземного лазерного сканирования // Сборник трудов конференции: WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS сборник статей III Международной научно-практической конференции. Пенза, 2016. С. 107–112.

7. Гайрабеков, И. Г., Пимшин Ю. И. Определение деформации объекта с использованием наземного лазерного сканирования // Труды Грозненского государственного нефтяного технического университета им. академика М. Д. Миллионщикова. 2006. № 6. С. 171–177.]
8. Кузнецова, А. А., Гура Д. А., Алкачев Т. Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре // Статья в журнале: Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2014. № 4. С. 77–83];
9. Желтко, Ч. Н., Гура Д. А., Шевченко Г. Г. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий // Методические указания по выполнению контрольной работы для студентов заочной, дистанционной форм обучения и МИППС специальности 120303 Городской кадастр / Краснодар, 2010.
10. Кузнецова, А. А., Гура Д. А., Шевченко Г. Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ // Статья в журнале: Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2013. № 4. С. 64–66.
11. Интернет-ресурс: НГКИ, 3D инженерные изыскания//Обмерные работы на объектах историко-культурного наследия и памятниках архитектуры// http://www.ngce.ru/obmernye_raboty_na_obektah_istoricheskogo_i_kulturnogo_naslediya.html
12. Гура, Д. А., Шевченко Г. Г. Экологический мониторинг деформации сооружений с использованием наземного лазерного сканирования // В сборнике: Строительство — 2010. Материалы Международной научно-практической конференции. Дорожно-транспортный институт. 2010. С. 152–153.
13. Интернет-ресурс: Zemlemer интернет-журнал// Наземное лазерное сканирование в геодезии// <http://www.zemlemer-67.ru/index.php/news/5418-geodeziya-lazernoe-skanirovanie.html>
14. Интернет-ресурс: Фотограмметрия, научно-производственное предприятие//Архитектурные обмеры// <http://photogrammetria.ru/18-arkhitekturnye-obmery.html>

Поведение радиоактивных веществ в окружающей среде

Данилов Павел Владимирович, преподаватель;
Жиганов Константин Вячеславович, преподаватель;
Пронин Артем Викторович, преподаватель;
Сергеенко Ирина Сергеевна, студент;
Вивчарь Иван Сергеевич, студент
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Перенос радиоактивных веществ в атмосфере

После того, как радиоактивный газ или аэрозоль падают в воздух, характер их перемещения и дисперсии определяется их собственными физическими свойствами и свойствами атмосферы, в которой они находятся. Выбросы проникают в атмосферу с определенной скоростью и температурой, которые обычно отличаются от соответствующих характеристик окружающей среды. Движение выбросов имеет вертикальную составляющую, обусловленную начальной вертикальной скоростью потока и разницей температур, до тех пор, пока не исчезнет воздействие этих факторов. Этот вертикальный подъем выбросов называют подъемом шлейфа (Δh). Он приводит к изменению эффективной высоты H точки выброса. На путь распространения выброса воздействуют также изменения потоков вблизи таких препятствий, как здания и сооружения. Дальнейшее распространение примеси в атмосфере происходит путем рассеяния в результате *турбулентной диффузии* и *ветрового переноса*.

Переносом называется движение потока под действием ветра в течение и после подъема шлейфа. Ветровой перенос приводит к тому, что при непрерывном истечении примеси в атмосферу образуется струя выброса. При слабом ветре или при его полном отсутствии (штиле) диффузионный перенос может превалировать над ветровым переносом и тогда вокруг источника непрерывных выбросов образуется штилевое облако примеси.

Турбулентное движение атмосферы вызывает произвольное движение выброса, приводящее к его распространению в горизонтальном и вертикальном направлениях за счет смешения с воздухом. Этот процесс называется *атмосферной диффузией*, а комбинация переноса и диффузии называется *атмосферной дисперсией* [1].

Турбулентность обусловлена наличием в атмосфере беспорядочных завихрений, в которые вовлечены определенные массы воздуха. Они обладают собственными размерами, скоростью движения и сложным образом взаимодействуют между собой и поверхностью земли, распадаясь и образуя более мелкие вихри или сливаясь в крупные. Обычно в атмосфере присутствуют вихри

различных размеров и форм. Источниками их возникновения являются силы трения при взаимодействии ветрового потока с землей и вертикальные потоки воздуха над нагретой поверхностью. Горизонтальные размеры атмосферных вихрей могут достигать нескольких сотен километров (типичный пример — циклоны и антициклоны). Вертикальные размеры вихрей в атмосфере обычно ограничены и составляют несколько сотен метров.

Диффузия примеси в воздухе происходит в результате воздействия турбулентных вихрей на облако выброса. Картина их взаимодействия существенно зависит от относительных размеров вихрей и облака. На рис. 1 изображены идеализированные схемы рассеяния, качественно иллюстрирующие этот процесс.

В случае непрерывного выброса облако примеси имеет форму струи. Результатом действия мелкомасштабных вихрей

на струю является увеличение ее поперечных размеров. На рис. 2 а схематично показаны границы струи в определенный момент времени (как на мгновенном фотографическом снимке) в результате 10-минутного и 2-часового осреднений (например, как если бы снимок был произведен с такой экспозицией). На рис. 2 б представлено распределение концентрации примеси для каждого из этих случаев. Уширение струи выброса зависит от времени осреднения.

Выброс на стадии подъема шлейфа, переноса и диффузии может также испытывать воздействие таких процессов, как (рис. 3):

(1) радиоактивный распад и накопление дочерних продуктов;

(2) влажное осаждение:

– дождь или снег (пар или аэрозоль попадают в капли воды или снежинки в облаке и выпадают в виде осадков);

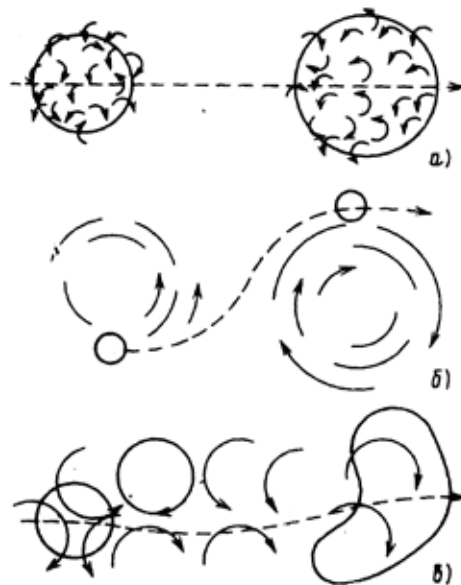


Рис. 1. Качественные картины рассеяния примеси в атмосфере: а — большое облако в однородном поле мелких вихрей; б — маленькое облако в поле больших вихрей; в — облако в поле вихрей, соизмеримых с его размерами

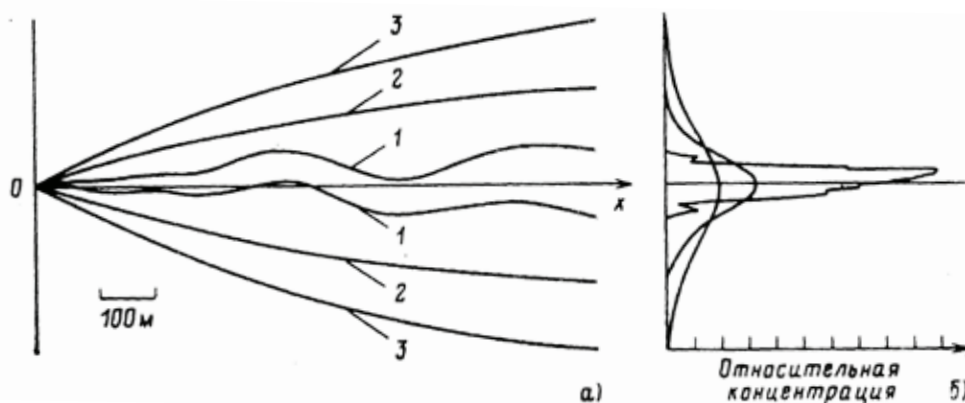


Рис. 2. Очертания струи в зависимости от времени осреднения (а) и соответствующее распределение концентрации примеси в поперечном к струе направлении (б): 1 — мгновенная струя; 2 — очертания струи, осредненной за 10 мин; 3 — очертания струн, осредненной за 2 ч

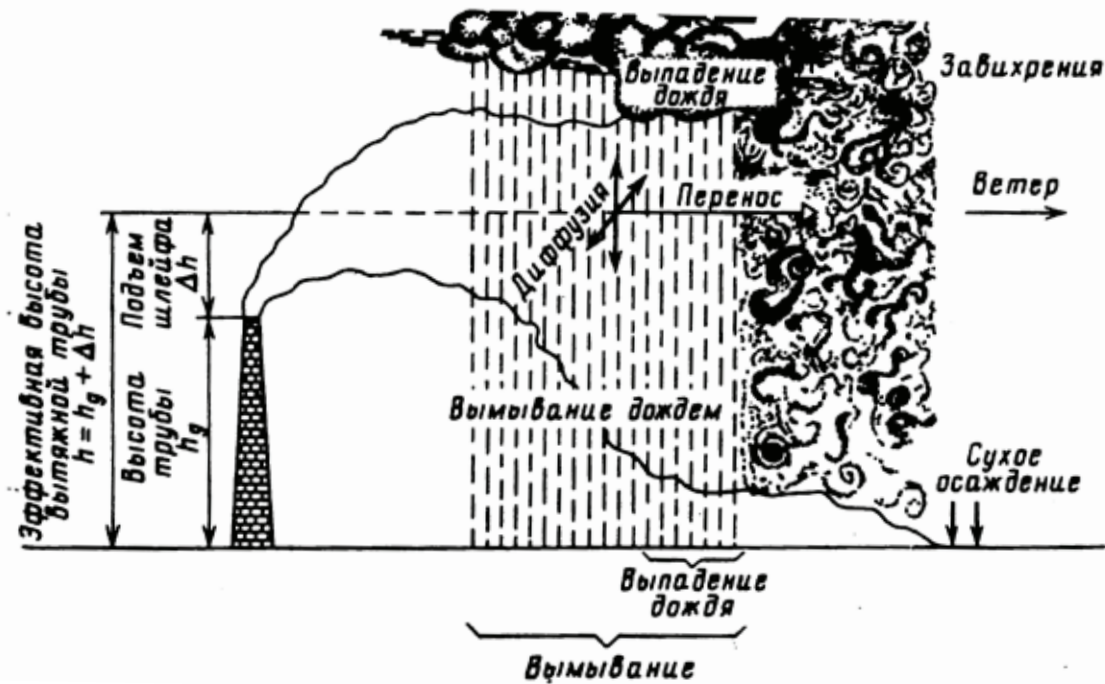


Рис. 3. Поведение радиоактивных веществ, выброшенных в атмосферу

- вымывание (пар или аэрозоль захватываются ниже дождевого облака падающими осадками);
- туман (пар или аэрозоль попадают в капли воды в тумане);

(3) *сухое осаждение:*

- седиментация аэрозолей или гравитационное осаждение (для частиц с диаметром более 10 мкм);
- отложение аэрозолей и адсорбция паров и газов на предметах, находящихся на пути ветра,

(4) *образование и слипание аэрозолей;*

- (5) *повторное образование взвесей веществ, осевших на поверхности.*

Характер распространения примеси в атмосфере существенно зависит от скорости ветра и вертикального температурного профиля атмосферы, который в свою очередь зависит от температуры воздушной массы и поверхности земли, потоков приходящей солнечной радиации и уходящего от земли тепла (радиационного баланса), влажности атмосферы, облачности [2].

Перенос радиоактивных веществ по пищевым цепочкам

Прежде чем попасть в организм человека (за исключением внешнего облучения), радиоактивные вещества проходят по сложным маршрутам в окружающей среде. В среднем примерно 2/3 эффективной эквивалентной дозы облучения, которую человек получает от естественных источников радиации, поступает от радиоактивных веществ, попавших в организм с пищей, водой и воздухом, наблюдаемых нами на рис. 4.

Когда человек находится на загрязнённой территории, особую опасность представляет попадание радиоактивных веществ внутрь организма, поскольку в этом случае ни одежда, ни кожа не выполняет своих защитных функций. Из воздуха они попадают при дыхании. Взрослый человек за день фильтрует через лёгкие примерно 25 м³ воздуха, и при прохождении облака после аварии именно через лёгкие в организм попадало много радиоактивных аэрозолей. Сейчас облучение через дыхание связано с поступлением в лёгкие пыли, спор и других частичек, которые всегда есть над загрязнённой поверхностью, особенно при сельскохозяйственной обработке почвы.

С воздухом в организм человека поступает едва ли больше 1% всей радиоактивности. Ещё примерно 5% попадает с питьевой водой. Но основная опасность — это радионуклиды в пище.

Разные вещества по-разному накапливаются и выводятся из органов, среди которых есть своеобразные концентраторы радионуклидов.

По типу распределения в организме радионуклиды делятся на группы:

1. Равномерный (элементы первой группы периодической системы — водород, литий, натрий, калий, рубидий, цезий, хлор, бром);
2. Скелетный (щелочноземельные элементы — бериллий, кальций, стронций, барий, радий, цирконий, иттрий, фтор);
3. Печёночный (лантан, торий, плутоний, марганец);
4. Почечный (висмут, сурьма, мышьяк, уран, селен);
5. Тиреотропный (йод, бром, астантин).

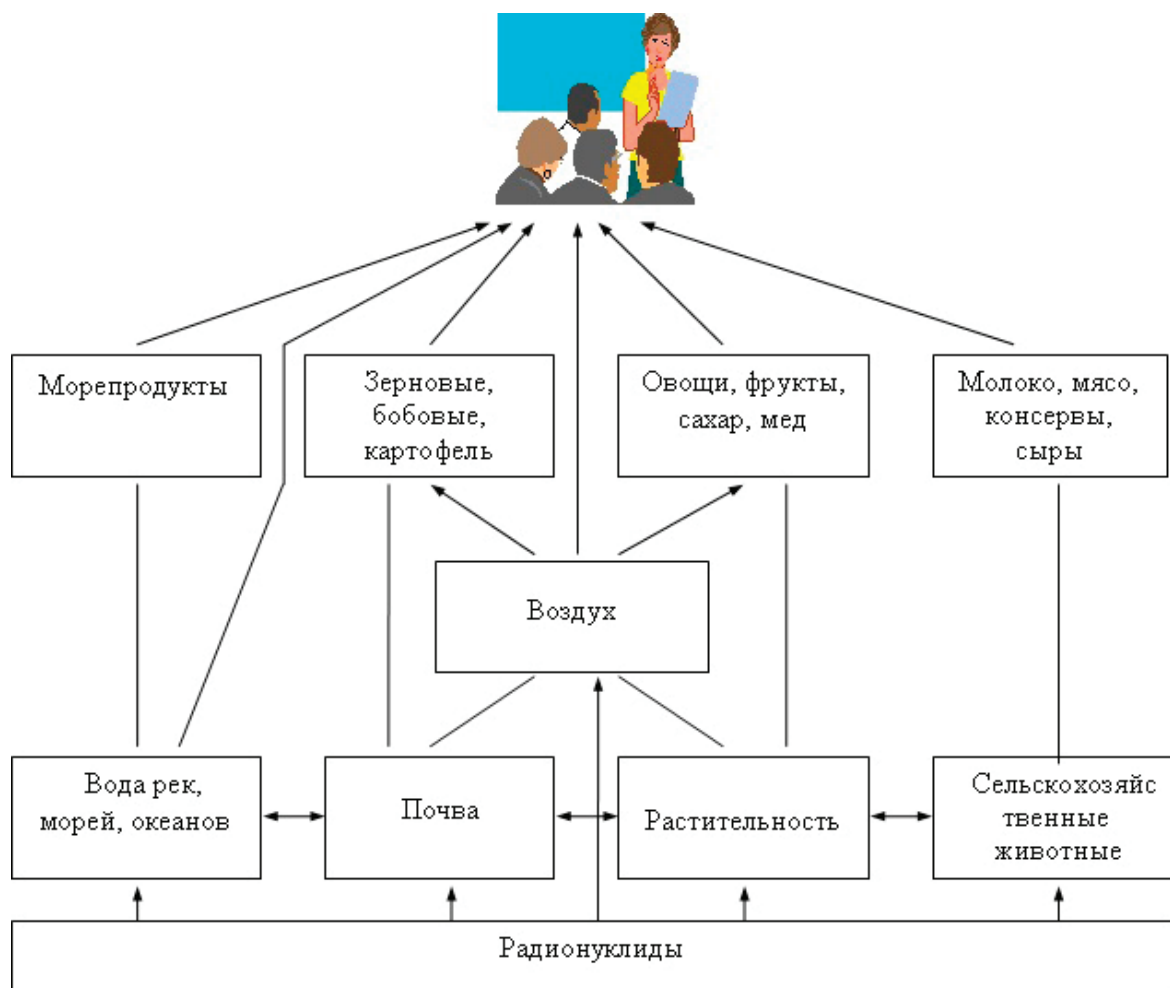


Рис. 4. Поступление радиоактивных веществ в организм человека

В отличие от внешнего облучения опасность радионуклидов, попавших внутрь организма, обусловлена следующими причинами:

1. Способность некоторых нуклидов избирательно накапливаться в отдельных органах, называемых критическими (например, до 30% йода накапливается в щитовидной железе, которая составляет только 0,03% массы тела), и, таким образом, отдавать свою энергию относительно небольшому объему ткани, создавая высокие локальные дозы излучения.

2. Значительное время облучения до момента выведения нуклида из органа или уменьшения активности вследствие радиоактивного распада нуклида.

3. Высокая опасность воздействия плотнoионизирующих альфа- и бета-излучений, которые незначительны при внешнем облучении вследствие низкой проникающей способности.

Биологические периоды полувыведения нуклидов из критических органов и тканей составляют от десятков суток (тритий, углерод-14, натрий-24) до бесконечности (полное усвоение стронция-90, плутония-239). [3]

Практическое значение изучения поведения радиоактивных веществ в окружающей среде, и особенно искусственных, обусловлено, прежде всего, возможными ра-

диационными последствиями их поступления в продукты питания человека. В исследованиях миграции радиоактивных веществ в биосфере важнейшее место принадлежит поведению их в пищевых цепочках с участием растений и животных. Это связано с тем, что потребление продуктов растительного и животного происхождения, загрязненных радионуклидами, является основным путем долговременного формирования доз внутреннего облучения. К настоящему времени накоплены обширные экспериментальные данные об особенностях перехода различных радиоактивных веществ из внешней среды в пищевые продукты. Изучены зависимости, связывающие интенсивность радиоактивных выпадений и содержание отдельных радиоактивных веществ в почве, способность различных видов растений к аккумуляции некоторых радионуклидов и закономерности их перехода в организм животных, особенности поведения радиоактивных веществ в таких специфических сообществах, как лес, водоемы, в том числе и морские. Сведения о них имеют значение для оценки поступления радиоактивных веществ в рацион населения, в особенности проживающего в условиях повышенного содержания продуктов радиоактивного деления в окружающей среде, и при разработке мероприятий, направленных на снижение их поступления в организм человека.

Литература:

1. Гражданская защита: энциклопедический словарь / Под общ. ред. С. К. Шойгу. — М.: ДЭКС-ПРЕСС, 2005.
2. Радиационная и химическая безопасность населения / В. А. Владимиров, В. И. Измалков, А. В. Измалков; Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. — М.: Деловой экспресс, 2005. — 544 с
3. Гудков, И. Н., Кудяшева А. Г., Москалёв А. А. Радиобиология с основами радиозоологии: учебное пособие / И. Н. Гудков, А. Г. Кудяшева, А. А. Москалёв. — Сыктывкар: Изд-во СыктГУ, 2015. — 512с.

Перспективность внедрения энергоэффективных технологий в строительстве

Долаева Зурьят Ньюжуровна, старший преподаватель

Урусов Аслан Русланович, студент

Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия (г. Черкесск)

Исследован спектр основных энергоэффективных технологий в строительстве. Приведен опыт зарубежных стран в применении энергоэффективных технологий в строительстве и модернизации жилищного фонда. Проанализировано влияние энергосберегающих и ресурсосберегающих мероприятий на теплотехнические и экономические параметры жилых зданий. Показана перспективность внедрения энергосберегающих технологий в процесс строительства и обновления жилья.

Ключевые слова: жилищный фонд, энергосбережение, энергосберегающие мероприятия, энергоэффективность, жизненный цикл недвижимости, энергоэффективные здания

Энергорасточительность свойственна всем российским муниципальным образованиям. Она превратилась в проблему еще на стадии создания коммунальной инфраструктуры и сохраняется до настоящего времени.

Задача повышения энергоэффективности жилищно-коммунального комплекса России является одной из самых актуальных. В «Энергетической стратегии России на период до 2030 года» вопросы энергосбережения и энергоэффективности рассматриваются как одни из основных [1, 2].

Жилой комплекс занимает одно из лидирующих мест по энергопотреблению, так как создание комфортных условий жизнеобеспечения человека требует значительных затрат энергетических ресурсов, которые используются крайне неэффективно, как следствие жилой комплекс содержит огромный потенциал для энергосбережения.

Опыт зарубежных стран показывает, что мы значительно отстаем по применению энергоэффективных технологий в жилищно-коммунальном хозяйстве.

Например, Швеция занимает лидирующие позиции в Европе и в мире по использованию тепловых насосов: около 20% индивидуальных домов используют их для отопления. Двое из троих владельцев домов, принимая решение о замене системы отопления, делают выбор в пользу тепловых насосов. Объем «бесплатной энергии», производимой тепловыми насосами, эквивалентен примерно 150 тыс. т нефти, что составляет около 8% ее потребления в стране. Наряду с тепловыми насосами для индивидуальных домов эта технология с успехом применяется для крупных объектов недвижимости и даже для систем централизованного

отопления. Наиболее ярким примером последнего рода является теплоэлектростанция компании Fortum в Стокгольме; совокупная мощность ее тепловых насосов, использующих тепло морской воды, составляет 260 МВт (рис. 1). Это самый крупный подобный объект в мире.

Для достижения эффекта энергосбережения при возведении жилья, наряду с традиционными методами, применяются следующие мероприятия, позволяющие снизить энергопотребление:

1. Обеспечение минимизации удельных потерь энергии, что включает в себя следующие составляющие:

- снижение потерь тепла через ограждающие конструкции здания путем использования архитектурных решений, минимизирующих площадь таких конструкций при сохранении строительного объема здания;

- снижение потерь тепла через непрозрачные ограждающие конструкции путем утепления наружных стен, перекрытий чердаков и подвалов;

- снижение потерь тепла через оконные конструкции путем использования стеклопакетов;

- снижение потерь тепла через обычные вентиляционные каналы, форточки и открытые окна путем перехода к системам управляемой приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением и рекуперацией (утилизацией) тепла вентиляционных выбросов;

- применение различных технологий, позволяющих экономить электрическую энергию (датчик движения, энергосберегающие светодиодные лампы и другие);

- установка индивидуальных тепловых пунктов с погодозависимым управлением потоками энергии, позволя-



Рис. 1. Теплоэлектростанция компании Fortum в Стокгольме

ющим создавать приоритет использования энергии, поступающей в многоквартирный дом от возобновляемых источников энергии;

- учет всех видов энергетических ресурсов, поступающих в многоквартирный дом.

2. Установка систем, обеспечивающих автономную генерацию энергоносителей, в том числе на основе возобновляемых источников энергии, включает в себя системы, работающие на технологиях, позволяющих:

- использовать энергию, накопленную в окружающей среде (грунт, водоем или воздух), на нужды нагрева (отопление, горячее водоснабжение) путем установки теплового насоса;

- осуществлять сбор тепловой энергии солнца, переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением, путем установки солнечного коллектора;

- преобразовывать солнечную энергию в постоянный электрический ток путем установки солнечных батарей;

- производить электрическую и тепловую энергию путем применения когенерационных установок [4, 5].

Повышение энергетической эффективности здания, при осуществлении комплекса мероприятий по энергосбережению, происходит тогда, когда внедряемые инновационные решения сопровождаются определенными стоимостными эффектами, которые, в свою очередь, определяются количественным сопоставлением по каждому энергосберегающему мероприятию дополнительных инвестиций с ежегодно поступающими, как следствие, дополнительными доходами. Это сопоставление следует проводить, по крайней мере, по трем критериям: сроку окупаемости, суммарному чистому дисконтированному доходу и индексу доходности инвестиций [3, 7].

Главная причина, сдерживающая массовое внедрение энергоэффективных домов в России, — отсутствие решения по компенсации дополнительных затрат застройщиков на повышение энергоэффективности жилых домов, которые составляют от 10 до 25% сметной стоимости. При этом принимается во внимание только удорожание капложений. При рассмотрении выгоды подобного строительства, соответственно, правильно было бы исходить из расчета приведенных затрат (капитальные вложения плюс эксплуатационные расходы) жизненного цикла здания. Здесь очевидна эффективность для экономики в целом в виде полученной выгоды от экономии ресурсов, не говоря о социальном эффекте — снижении коммунальных платежей населения. Дополнительно произведенные затраты на указанные мероприятия окупаются в достаточно короткие сроки (5–8 лет) при том, что создаются дополнительные комфортные условия проживания для граждан.

Опыт эксплуатации энергоэффективных многоквартирных домов, показывает, что в домах, в которых реализованы энергоэффективные мероприятия, граждане имеют экономию по оплате тепла, горячей воды и электроэнергии в размере от 25 до 40% по сравнению с обычными многоквартирными домами (в которых такие мероприятия не проведены), а в домах, где применяются возобновляемые источники энергии, — 50% и более. Кроме того, благодаря установленным общедомовым коллективным и поквартирным приборам учета коммунальных ресурсов люди понимают, за что именно они платят.

В настоящее время разрабатывается методика расчета стоимости жизненного цикла энергоэффективного здания, позволяющая учитывать не только единовременные

менные затраты на этапе строительства, но и периодические затраты в течение планового периода эксплуатации дома. На период эксплуатации приходится до 75% затрат

жизненного цикла здания (рис. 2), поэтому внедрение данной методики может стать переворотом в ценообразовании в строительной отрасли [2, 6].

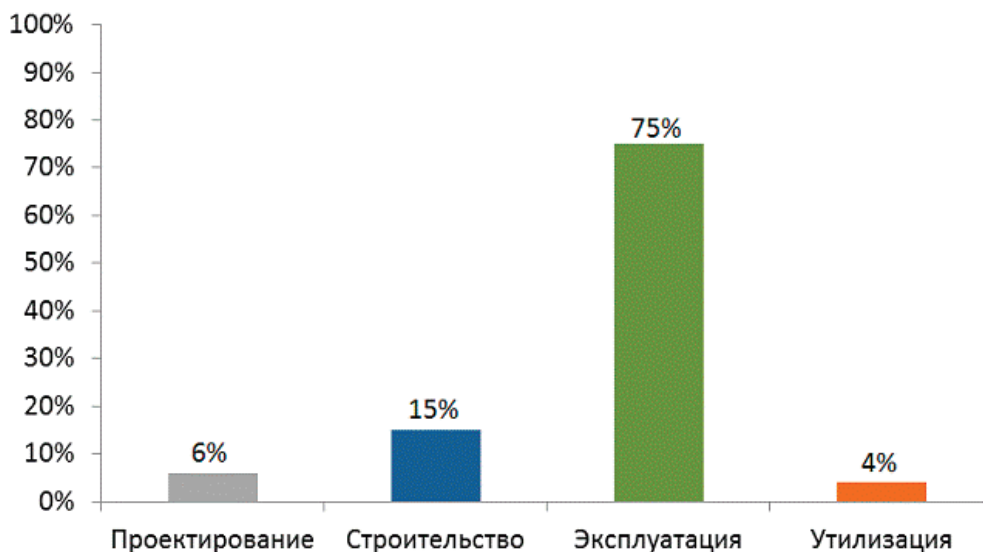


Рис. 2. Жизненный цикл объекта недвижимости

Еще одним немаловажным аспектом повышения энергоэффективности и энергосбережения является то, что реализация пилотных проектов возведения энергоэффективных домов вносит вклад в развитие экологического строительства в России, основной задачей которого является сокращение общего влияния застройки на окружающую среду и здоровье человека. Такой результат достигается за счет эффективного использования энергии, воды и других ресурсов, а также сокращения количества отходов, выбросов и других вредных воздействий.

Кроме этого, необходимо учитывать, что объект, на котором был внедрен комплекс инновационных мероприятий по энергосбережению, обладает рядом конкурентных преимуществ по сравнению с обычным, при

прочих равных условиях, при его реализации покупатель с большей степенью вероятности выберет именно его. Следовательно, ликвидность такого объекта будет значительно выше обычного [3].

Итак, реализация проектов по строительству энергоэффективных домов благоприятно отражается на экологической ситуации в стране, демонстрирует экономическую эффективность, а значит, и привлекательность для частных инвестиций. Дальнейший опыт строительства, капитального ремонта и эксплуатации подобных домов в России послужит подтверждением правильности акцента на применение самых современных технологий строительства и энергосбережения и будет способствовать повышению качества жизни населения [8].

Литература:

1. Министерство энергетики Российской Федерации. «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года». URL: <http://minenergo.gov.ru/aboutminenergo/energostrategy/>
2. К.Г.ЦИЦИН Энергоэффективные технологии — будущее жилищного строительства. URL: pressa@fondgkh.ru
3. Грачева, Е. Энергосбережение для всех и каждого — Челябинск — 2002. — 112 с.
4. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», актуализированная редакция СНиП 23–02–2003.
5. Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
6. Байрамуков, С.Х. Эффективность энергетической модернизации жилищного фонда / С.Х. Байрамуков, З.Н. Долаева // Инженерный вестник Дона. — 2015. — № 4. — URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2015/3452.
7. COUCH, C., SYKES, O. & BÖRSTINGHAUS, W. 2011. Thirty years of urban regeneration in Britain, Germany and France: The importance of context and path dependency. *Progress in Planning*, 75, 1–52.
8. Байрамуков, С.Х. Оценка потенциала энергосбережения жилищного фонда Карачаево-Черкесской республики / С.Х. Байрамуков, З.Н. Долаева, М.С. Байрамуков // Инженерный вестник Дона. — 2016. — № 3. — URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3664.

Снижение выбросов при совместном сжигании котельного топлива и отходов деревообработки на объектах теплоэнергетики

Дремичева Елена Сергеевна, кандидат технических наук, доцент;
Гаврилов Артем Степанович, кандидат технических наук, старший преподаватель
Казанский государственный энергетический университет

В статье рассмотрено сравнение перспектив использования традиционного котельного топлива с альтернативными местными видами топлива — древесно-топливными гранулами и торфом.

Авторы приводят результаты экспериментов по определению свойств альтернативного топлива, а также результаты снижения зольности в зависимости от количества биомассы в общем балансе твердого топлива при их совместном сжигании. На основании экспериментальных исследований рассчитаны экономия топлива и предотвращенный экологический ущерб атмосфере и почве при сжигании местного топлива взамен каменного угля.

Ключевые слова: *древесно-топливные гранулы, каменный уголь, экологический ущерб, пеллетные котлы*

Вопросы использования дешевой и экологически чистой энергии поднимаются в последнее время все чаще. Одним из основных приоритетов «Энергетической стратегии России» является полное и надежное обеспечение населения и экономики страны энергоресурсами по доступным ценам, и недопущение развития кризисных ситуаций в энергообеспечении страны. При проведении региональной энергетической политики особое значение имеет оптимальное использование местных видов топлива, такими как торф, древесина, в том числе отходы предприятий по ее добыче и переработке [1].

Так называемое биотопливо является частью биомассы, которая распространена на нашей планете. Огромные преимущества, как источника энергии заключается в том, что биомасса постоянно восполняется, в отличие от тех же полезных ископаемых. И соответственно, если экономно использовать биотопливо, то у нас остается практически неиссякаемый источник тепла и энергии.

В нашей стране из-за географической специфики возможности по превращению биомассы в топливо и энергию практически не имеют аналогов в мире. Причина на поверхности — общий годовой лесной прирост на порядок опережает лесозаготовки. К тому же эффективность самих лесозаготовок оставляет желать лучшего — после обработки остается много отходов, которые могут послужить просто идеальным сырьем для топливных гранул. Кроме того, большинство побочных продуктов и отходов производства, образующихся после переработки сельскохозяйственного сырья, характеризуется ценным химиче-

ским составом и также может быть использовано для изготовления топливных гранул.

В настоящее время наблюдается тенденция к организации безотходных производств и различных предприятий по переработке промышленных и бытовых отходов и вторичному их использованию. Не была обойдена стороной и лесопромышленность. Как известно, лесопилки, предприятия по производству и переработке древесины, мебельные и многие другие фирмы являются источником такого ценного вторичного сырья, как стружка, опилки, древесная кора и т.п., из которых в дальнейшем могут быть получены топливные гранулы (пеллеты)

В лаборатории кафедры «Технология воды и топлива» Казанского государственного энергетического университета были проведены в соответствии с действующими ГОСТами экспериментальные исследования по определению теплоты сгорания, влажность, выход летучих веществ и зольность древесных отходов. Результаты приведены в таблице 1 [2].

Полученные результаты позволяют в дальнейшем произвести расчеты по экономии топлива при сжигании отходов деревообработки взамен традиционному каменному углю.

Существуют два основных принципа использования топливных гранул, для генерации энергии. Или ТЭС полностью переходит на топливные гранулы как топливо — в этом случае говорится о моносжигании, или топливные гранулы примешиваются как дополнительное топливо к основному.

Таблица 1. Характеристики топлива

Вид топлива	Низшая теплота сгорания		Эквивалент к условному топливу	Зольность, %	Выход летучих веществ, %
	ккал/кг	МДж/кг			
Условное топливо	7000	29,33	1,0	—	—
Древесные отходы, $W=9,95\%$	4685	19,63	0,67	0,7	89,09
Каменный уголь, $W=30,0\%$	6363	26,66	0,91	9,0	45,0

Малые и средние ТЭС работают чаще всего исключительно с топливными гранулами или с другой биомассой. На крупных ТЭС топливные гранулы сжигаются совместно с углем и другими видами топлива — это называется совместным сжиганием (Co-Firing) [3].

Для оценки снижения зольности в зависимости от количества отходов деревообработки в общем балансе твердого топлива при их совместном сжигании с каменным углем были проведены экспериментальные исследования. Результаты приведены на рисунке 1.

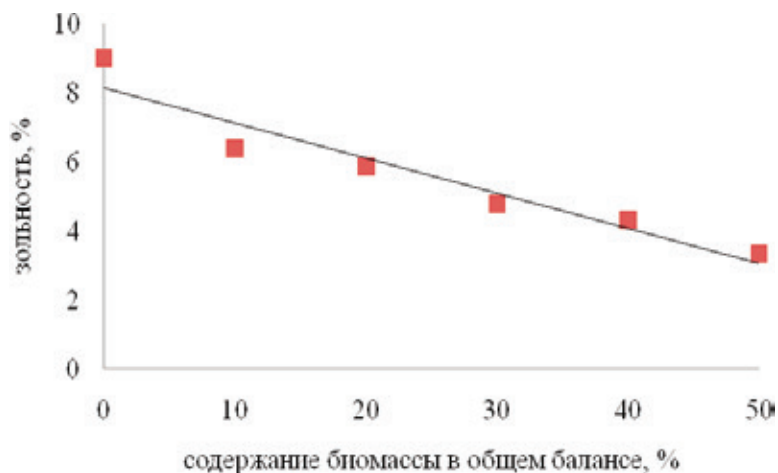


Рис. 1. Снижение зольности при совместном сжигании отходов деревообработки с каменным углем

По полученным экспериментальным данным можно сделать вывод, что большой выход летучих при низкой зольности делают отходы деревообработки перспективным топливом для котельных средней мощности в районах с низкой газификацией. Причем отходы деревообработки могут использоваться как дополнительное топливо к основному, так и основным при моносжигании. Кроме того, перевод котельных с угля на отходы деревообработки не всегда требуют реконструкции и существенных инвестиций, размеры которых могут быть оценены для каждой конкретной котельной, а в некоторых случаях такой перевод может быть вообще безинвестиционным. Поэтому отходы деревообработки можно рассматривать как равнозначный стратегический ресурс при решении проблемы поиска доступного энергетического сырья.

Использование местных топливных ресурсов в регионах позволит обеспечить рост ВВП, сократить бюджетные расходы, и, в конечном счете, повысить энергобезопасность страны.

Проведенные исследования делают шаг к разработке комплексной технологии использования местных ресурсов: от производства топлива до получения тепловой энергии.

В Республике Татарстан крупное предприятие по производству пеллет находится в Сабинском районе п. Лесхоз «Сабинский лесхоз».

Особого внимания заслуживают эти виды топлива для систем индивидуального теплоснабжения. В г. Казань РТ компанией Biokaitra производятся автоматизированные пеллетные котлы с универсальной горелкой, использующие в качестве основного вида топлива — гранулы из древесины, лузги подсолнечника, костры льна, торфа и других растительных отходов, а также мелкофракционный уголь. Конструкция котлов Biokaitra позволяет использовать гранулы с зольностью до 10%, что является несомненным преимуществом перед пеллетными котлами других производителей, у которых максимально допустимая зольность гранул составляет 1,5%. Котлы могут отапливать различные объекты: производственные предприятия, теплицы, социальные объекты, автосервисы, магазины, а также жилые дома [4]. Они уже стали популярны у населения за счет экономичности, высокого КПД (не менее 90%), простоты и надежности эксплуатации. Этот рынок сбыта, безусловно, перспективен для топлива на основе торфа, гранулы из древесины и растительных отходов как при моносжигании, так и при совместном сжигании с мелкофракционным каменным углем.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 16–08–00731-а «Улучшение эксплуатационных и экологических характеристик жидких органических котельных топлив добавками, включающими углеродные нанотрубки».

Литература:

1. Панцхава, Е. В., Шипилов М. М., Ковалев Н. Д. Биоэнергетика России: настоящее и будущее (биоэнергетика и политика) // Академия Энергетики, 2008. № 3 [23] июнь. — С. 40–45.
2. Дремичева, Е. С., Лаптедутьче Н. К., Шагиев А. В. Перспективы использования отходов деревообработки и торфа в малой энергетике // Промышленная энергетика, 2015, № 1. — С. 60–62.

3. Holz — und Pellethandel GmbH: Совместное сжигание угля и биомассы [Электронный ресурс] URL: <http://www.eko-pellethandel.de/index.php?id=6> (Дата обращения 26.03.2016).
4. Пеллетные котлы BIOKAITRA [Электронный ресурс] URL: <http://kotly-kazan.tiu.ru/g11668000-pelletnye-kotly-pellet> (Дата обращения 10.06.2016).

Техника покорения морских глубин. Необитаемые подводные аппараты вчера, сегодня и завтра

Зраев Роман Александрович, курсант

Военный (военно-морской политехнический) институт Военного учебно-научного центра ВМФ
«Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова» (г. Санкт-Петербург)

В данной статье представлена обобщающая информация о современном состоянии и перспективах дальнейшего развития необитаемых подводных аппаратов. Рассмотрены вопросы их классификации и типизации, приведены основные особенности аппаратов.

This article contains information summarizing the current state and perspectives of further development of unmanned underwater vehicle. Their classification and typing questions are expounded, main features of apparatus are performed in this article.

Необитаемые подводные аппараты — одна из наиболее важных и быстро прогрессирующих областей микроробототехники, насчитывающая более 500 различных проектов. [6]. Но динамика развития этого направления во многом обусловлена современными электронными технологиями и потребительским спросом. Расположение человека вне погружаемой части в этой разновидности современных технических средств изучения и освоения океана создает ряд преимуществ, среди которых высокая безопасность для обслуживающего персонала, резкое уменьшение габаритов и масс аппаратов в связи с отказом от размещения сложных и связанных с антропометрическими показателями систем жизнеобеспечения, с одной стороны, и интенсивном развитии миниатюризации исследовательских приборов и устройств, что характерно для современного этапа развития техники, с другой стороны. Но для начала дадим определение самому понятию подводный аппарат.

Итак, подводный аппарат-это техническое средство для проведения многооперационных работ под поверхностью моря (повышенным давлением) вплоть до предельных глубин, где невозможно или не целесообразно применение обычной водолазной техники, а также в условиях и средах непригодных для водолазного труда.

В прошлом практиковалось использование специально переоборудованных в этих целях полноценных подводных лодок. Но от этого в скором времени отошли, ввиду их высокой стоимости эксплуатации и низкой эффективности. [3. с. 16–20].

Все подводные аппараты классифицируются по следующим параметрам:

- 1) По назначению:
 - исследовательские подводные аппараты всевозможного назначения;
 - рабочие подводные аппараты, как правило специализированные под определенный круг выполняемых задач;
 - спасательные подводные аппараты;
 - грузовые подводные аппараты, предназначенные для транспортировки грузов и водолазов;
 - экспериментальные подводные аппараты, предназначенные для обеспечения опытов, испытания оборудования и устройств.
- 2) По способу доставки к месту погружения:
 - буксируемые;
 - транспортируемые на борту судна-носителя;
 - автономные.
- 3) По способу удержания на глубине:
 - привязные (опускные), поддерживаемые на кабель-тросе (гидростаты);
 - поплавковые, имеющие легковесный поплавок (батискафы);
 - беспоплавковые, поддерживаемые плавучестью прочного корпуса;
 - гидродинамические, использующие тягу движителей для удержания на глубине;
 - донные, передвигающиеся при помощи механических средств сцепления с грунтом.
- 4) По способу всплытия:
 - привязные, поднимаемые по средствам кабель-троса;
 - балластируемые, имеющие сбрасываемый твердый балласт;
 - гидродинамические, поднимаемые тягой движителей;

– с комбинированным способом балластирования аппарата.

5) По способу управления аппаратом:

- обитаемые, с человеком на борту;
- необитаемые, управляемые дистанционно или программируемые (работающие по заданной программе).

6) По глубине погружения:

- для малых глубин (до 600 м);
- для средних глубин (до 2000 м);
- для больших глубин (до 6000 м);
- для предельных глубин (до 12000 м). [2. с. 18–21].

Обитаемые подводные аппараты в своей конструкции имеют ряд основных элементов, таких как прочный корпус, легкий корпус, система погружения и всплытия, уравнительно-дифференциальная система, система аварийного балласта, источник энергии, движительно-рулевой комплекс, система гидравлики, система жизнеобеспечения, система навигации и связи, средства подводного освещения, а также всевозможное оборудование и приборы. [1. с. 277–290].

Необитаемые подводные аппараты, ввиду отсутствия человека на борту и относительно малых масса-габаритных показателей, не нуждаются в большей части этих систем. Основными элементами необитаемых подводных аппаратов являются корпус, система погружения и всплытия, источник энергии и движительно-рулевой комплекс. Остальные приборы устанавливаются в зависимости от выполняемой задачи.

Так же, внутри каждой из классификаций подводные аппараты можно, в свою очередь, классифицировать по основным характеристикам, таким как водоизмещение, автономность и скорость хода.

По водоизмещению подводные аппараты подразделяются на аппараты малого (до 20 т), среднего (от 20 до 60 т) и большого (более 60 т) водоизмещения.

По автономности можно выделить четыре основных группы: неавтономные (привязные), малой (несколько часов), средней (до суток) и высокой (несколько суток) автономности.

Поэтому же принципу подводные аппараты по скорости хода подразделяются на аппараты с малой (до 1,5 м/с), средней (до 3 м/с) скоростью и быстроходные (свыше 3 м/с).

Более подробной классификации коснемся в отношении необитаемых подводных аппаратов. Этот класс представлен огромнейшим числом аппаратов разнообразных конструкций и конфигураций. Но главным образом все они подразделяются на две больших группы аппаратов: самоходные необитаемые подводные аппараты и буксируемые (опускные) необитаемые подводные аппараты. Наибольшее распространение, ввиду своей высокой эффективности, получили самоходные аппараты.

Все самоходные необитаемые подводные аппараты подразделяются на телеуправляемые (НТПА) и автономные (АНПА). Но в настоящее время имеет место быть и комбинированный или гибридный тип аппарата, включающий в себя возможность переоборудования как в НТПА так и в АНПА.

Автономные необитаемые подводные аппараты делятся на переносные (класса микро), АНПА легкого, тяжелого и так называемого большого классов.

Данный вид необитаемых подводных аппаратов только начинает развиваться, но тенденция в развитии берет уклон в сторону малогабаритных АНПА. Мировыми лидерами в разработке и производстве АНПА являются США, Канада, Франция и Япония. На эти страны приходится львиная доля разработок в этой области робототехники (примерно 75% от всех разработанных АНПА). Абсолютным лидером в данном направлении робототехники являются Соединенные Штаты, на их долю приходится более 50% разработок.

По состоянию на 2013 год в ВМС США эксплуатируется около 250 АНПА. [5. с. 67].

Главным качественным отличием этого класса необитаемых подводных аппаратов является модульный принцип построения современных аппаратов, что привело к стиранию граней между их целевым назначением. Практически все современные разработки конструкций АНПА являются многоцелевыми.

По форме корпуса выделяются:

- АНПА с классическими гидродинамическими формами (цилиндрической, торпедообразной, каплеобразной, сигарообразной, плоской и комбинированной);
- АНПА планерной формы с системой движения, основанной на изменении собственной (остаточной) плавучести;
- АНПА с плоской верхней частью корпуса (аппараты с фотоэлектронными преобразователями для подзарядки аккумуляторных батарей);
- АНПА с бионическими формами (плавающего и ползущего типа) или созданные с использованием бионических принципов (например, аппараты с плавниковыми движителями).

Бионика в этом классе необитаемых подводных аппаратов развивается очень эффективно и в дальнейшей перспективе АНПА с бионическими формами корпуса вытеснит другие вариации исполнения аппаратов.

Несмотря на свое относительно недавнее появление данный класс аппаратов находит себе применение в достаточно разных сферах подводной деятельности человека.

Но наиболее широкое распространение получили необитаемые телеуправляемые подводные аппараты (НТПА). Этот класс подводных необитаемых аппаратов уже достаточно сформировался и хорошо зарекомендовал себя. В настоящее время НТПА активно используются во всех сферах деятельности человека под водой. Необитаемые телеуправляемые подводные аппараты делятся на малогабаритные подводные аппараты, подводные микроаппараты, подводные аппараты класса мини, НТПА основного класса, НТПА рабочего класса и донные НТПА. Так же существуют и аппараты имеющие возможность переоборудования из одного класса в другой посредством изменения конфигурации навесного оборудования. НТПА

по массе классифицируются на микро (масса менее 5 кг), мини (масса 5–30 кг), легкие (30–500 кг), средние (500–5000 кг) и тяжелые (более 5000 кг) аппараты.

Класс подводных микроаппаратов сформировался относительно недавно и включает в себя все аппараты массой до 5 кг. Как правило, они предназначены для выполнения обзорно-поисковых работ на глубинах до 100–150 м.

Аппараты основного класса предназначены для решения поисковых, инспекционных и осмотровых задач, выполнения легких механических работ и проведения измерений параметров водной среды. Они характеризуются следующими параметрами: максимальная рабочая глубина до 3000 м (но чаще встречаются аппараты с пределом в 1000 м); радиус действия в пределах 100–200 метров; скорость подводного хода от 1 до 3 узлов; масса аппарата от 20 до 350 кг.

Аппараты рабочего класса предназначены для выполнения широкого круга подводно-технических работ (аварийно-спасательных, поисковых, инженерно-строительных и ремонтных). Этот класс составляют НТПА массой от 30 до 5000 кг с достаточно сложным сменным навесным оборудованием и системами обеспечения. Как правило данный вид аппаратов устанавливается на судне-носителе, на котором размещается комплекс с аппаратом и системами обеспечения и обслуживания его,

а также спускоподъемное устройство. Кроме надводного судна в качестве носителя может использоваться подводная лодка, оснащенная устройством для вывода аппарата и его приема в подводном положении. Так же в этих целях может быть использован самолет или вертолет-амфибия, способный быстро доставить аппарат к месту погружения. [4. с. 66–69].

Донные НТПА-это аппараты на гусеничном или колесном ходу, предназначенные для тяжелых механических работ на морском дне. В мире насчитывается не более 65–70 видов НТПА этого класса, как правило это промышленные инженерные машины.

В этой области робототехники лидируют США, Великобритания, Канада и Франция. На долю этих стран приходится порядка 80% от мирового производства. Лидером являются США, их доля в данной области производства робототехники составляет около 34%. [5. с. 63].

Но несмотря на все свои достоинства, на данном этапе развития робототехники аппараты не в состоянии полноценно заменить собой водолазный труд. Еще очень далеки от совершенства манипуляторы, не способные заменить человеческих рук. Так же весьма ограниченны и маневренные характеристики аппаратов. В результате этого целый ряд подводно-технических работ остается невозможным выполнить без привлечения водолазов.

Литература:

1. Д. В. Войтов. «Подводные обитаемые аппараты». Издательство Астрель. 2002 год.
2. А. Н. Дмитриев. «Проектирование подводных аппаратов». Издательство Судостроение. Ленинград. 1978 год.
3. Е. Н. Шанихин. «Глубоководные аппараты». Журнал техника молодежи. Издательство Восточный горизонт. 2003 год.
4. Н. В. Захаров, В. А. Капустин. «Перспективные подводные робототехнические системы и сферы их применения». Журнал Морская биржа № 1(23). 2008 год.
5. Л. Богаров. «Микроробототехника. Необитаемые подводные аппараты: состояние и общие тенденции их развития». Журнал Электроника: наука, технология, бизнес. № 7. 2009 год.
6. Б. А. Бугаенко, А. Ф. Галь. «Назначение и классификация необитаемых подводных аппаратов». Статья конференции «Подводная техника и технология» Национального Университета Кораблестроения им. Макарова. г. Николаев. Украина.

Атомная энергетика и освоение Арктики

Иванченко Дарья Сергеевна, студент;

Картамышева Елена Сергеевна, студент

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

В статье на основе использования разнообразной профессиональной отечественной и зарубежной литературы, научных статей раскрыто значение атомной энергетики в освоении Арктики, рассмотрены векторные направления развития атомной энергетики в Арктическом регионе.

Ключевые слова: Арктика, атомная энергетика, АЭС, атомные ледоколы, ледовое судостроение

Использование малой атомной энергетики является принципиальным в вопросах тепло- и энергообеспе-

чения в процессе освоения Арктики [10]. Гарантии надежного обеспечения энергией — это один из приоритетов

функционирования системы международно-правовых отношений на протяжении всей истории человечества. Поэтому комплекс вопросов, связанных с энергетической сферой, стоит в центре внимания многих учёных. Многие вопросы требуют дальнейшей разработки, особенно в отношении периодов энергетических кризисов и радикальных изменений в подходах к энергообеспечению и энергообеспечению.

В 90-е годы XX века государства мира начали включать в национальную безопасность аспект энергетической безопасности. Долгосрочное гарантированное обеспечение устойчивого развития потребовало гарантий обеспечения стратегическими ресурсами и, в первую очередь, топливно-энергетическими. Хотя об абсолютной нехватке энергетического сырья речи не было, но учитывался целый ряд факторов: общее ухудшение природно-географических условий добычи и производства минерального топлива, рост расходов на геологоразведку, добычу и транспортировку энергетического сырья, ведь районы добычи удаляются от центров потребления, сосредотачиваясь в малозаселённых или необитаемых районах. Центры добычи сосредоточены на Ближнем и Среднем Востоке, в России. Требуются значительные затраты на строительство новых трубопроводов. Не менее труда несёт в себе и освоение арктических и субарктических регионов, где наиболее высокая концентрация минеральных ресурсов. Так, по оценкам Геологической службы США, нефти — 12 млрд тонн, газового конденсата — 5900000000 тонн, газа — 47,3 трлн кубометров. И это довольно консервативные оценки. По тем же оценкам, около 1/5 неразведанных ресурсов углеводородов планеты находятся именно в Арктике, причём у берегов Аляски сосредоточены нефтяные месторождения, тогда как газовые — вблизи побережья России. Разработка и обустройство месторождений на арктическом шельфе требует обеспечения арктических нефтегазовых промыслов электроэнергией.

Противоречивый процесс формирования многополюсной системы международных отношений стимулирует повышение конфронтационности и противостояния, в частности, в Арктике. Российская историография арктических проблем подробно рассматривает интересы различных глобальных игроков в Арктике, процесс поиска общего баланса этих интересов, освоения полезных ископаемых в Арктике. Аспирант МГИМО Н. Воробьев, в частности, проанализировал логистические интересы морских путей Арктики для Евросоюза [7]. Некоторые российские исследователи считают Китай стратегическим союзником Кремля в освоении арктических коммуникаций и ресурсных возможностей [8]. Российский американец В. Батюк показал масштабные риски международных конфликтов в современной системе международных отношений, в частности, в Арктике [4, с. 17]. Тяжёлые климатические условия Арктики делают возможными только кластерные (на дрейфующих станциях) структуры экономического освоения этого региона [12, с. 41]. Даже не-

смотря на падение мировых цен на нефть, которое ведёт к тренду нерентабельности инвестиций в добычу сланцевого газа, российские исследователи отмечают рентабельность разработки месторождений нефти и газа в Арктике [13]. Основатель неправительственной организации «Полярный круг» Скотт Борджерсон также обращает внимание на преимущество от международного бума в Арктике [6]. В этом контексте исполнительный директор комитета по правовому регулированию океанов Кейтлин Антрим отмечает приоритетность установления международного контроля за Арктикой [2]. Часть российских учёных соглашается с этой точкой зрения. А. Орешенков пишет о потенциале международного сотрудничества в Арктике, хотя осторожно относится к отрицанию монопольного права на арктические ресурсы прибрежных государств [9].

Цель исследования заключается в том, чтобы раскрыть значение и очертить перспективы использования атомной энергетики в освоении Арктического региона.

Основой, на которой строится современная политика нашей страны в Арктическом регионе, является «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года» [1], в соответствии с которой среди главных национальных интересов Российской Федерации в Арктике является использование Арктической зоны Российской Федерации в свойстве стратегической ресурсной основы Российской Федерации, которая обеспечивает разрешение вопросов социально-экономического развития государства, и использование Северного морского пути как национальной единой транспортной коммуникации Российской Федерации в Арктике.

Для разведки и освоения месторождений углеводородного сырья, которые обнаружены в Арктическом регионе, необходимо иметь наиболее подходящие к местным условиям надёжные источники энергии, которыми, согласно исследованиям, являются атомные установки небольшой мощности (до 300-х МВт).

Благодаря высокой энергоёмкости ядерного топлива и его экологической чистоте, применение атомной энергетики в отдалённых и труднодоступных регионах Арктики представляется очень выгодным и высокоэффективным мероприятием. В арктической зоне работают две самые северные в мире атомные электростанции: Билибинская и Кольская АЭС. Как стало известно в начале сентября 2016 года, до 2030 года в российском арктическом регионе планируется ввести 2091 МВт установленной мощности, в том числе АЭС — 600 МВт [11].

Россия является одним из мировых лидеров в области ядерной энергетики и обладает современными ядерными технологиями, в том числе такими технологиями, как реакторы на быстрых нейтронах. Кроме нашей страны, реакторные установки малой мощности разрабатывают в Аргентине, Китае, США, Франции, Японии. По мнению специалистов, из реакторных установок малой мощности в настоящее время выделился особый класс малых мо-

дульных реакторов. Не меньшее значение имеет так называемая транспортабельная атомная энергетика. Именно такие реакторы могут стать основой энергетики локальных труднодоступных территорий Арктического региона.

Одним из важнейших по значению видов морской хозяйственной деятельности в Арктическом регионе является перевозка грузов транспортными судами, эксплуатацию которых обеспечивают ледоколы. К 2030 году маршрут через Северное море, пройти через который сейчас могут только российские атомные ледоколы, станет выгодной альтернативой Суэцкому каналу для транспортировки товаров из Азии в Европу. Продолжительность путешествия сократится на 40% и Россия, которая обладает большей частью арктического побережья, оказывается в выгодном положении. Российские специалисты в области ледоколостроения и атомной энергетики стали проектировать и строить линейные ледоколы с атомными энергетическими установками, поскольку ледоколы должны длительное время находиться вдали от топливных баз [3, с. 86].

Хозяйственное освоение северных регионов связано с растущими объёмами транспортировки как нефти с ОАО «Лукойл», так и продукции горно-металлургического комбината «Норникель». Это требует строительства как обычных транспортных судов, так и судов повышенного ледового класса, а также расширение состава ледоколов. Что касается ледоколов, то в их технологическом виде обозначились две важные тенденции. Первая — расширение функциональных возможностей ледоколов за счёт установки дополнительного оборудования, вторая — строительство крупнотоннажных ледоколов.

Созданием коммерческих атомных судов занимались в своё время учёные Германии, США и Японии, но лишь в Советском Союзе был создан и успешно внедрён ледокольный атомный флот, предназначенный для удовлетворения морских целей перевозки в Арктике на основе применения передовых ядерных технологий, и который до сих пор остаётся единственным в мире. Атомный ледо-

кольный флот России состоит из двух больших судов — «Ямал» и «50 лет Победы», а также с ледоколов для мелководья «Вайгач» и «Таймыр». В резерве состоит ледокол «Советский Союз». Из трёх спроектированных универсальных ледоколов нового типа один из них («Арктика» проекта 22220) был спущен на воду в июне 2016 года. От предыдущего поколения ледоколов новый атомоход отличается специальной балластной системой, которая позволит ему менять осадку. Это позволит судну работать не только на трассах Северного морского пути, но и на сибирских реках. Ледокол сможет обеспечить проход кораблей с полезной нагрузкой до 100 000 тонн. В проекте на верфи «Балтийского завода» находятся ещё два атомных ледокола лидерского класса, отличающиеся более мощными энергетическими установками, которые смогут беспрепятственно работать в течение года. Их запуск планируется до 2019-го и 2020 годов.

В завершение, необходимо отметить, что на основе российского опыта применения атомной энергии в Арктике, можно констатировать, что освоение Арктической зоны не представляется возможным без атомных ледоколов и малых атомных электростанций, но в то же время следует учитывать и экологические последствия такого метода энергообеспечения. К сожалению, большинство компаний проявляют крайнюю безответственность в отношении охраны окружающей среды, которая приводит к колоссальному экологическому ущербу, нанесённому вследствие безалаберной эксплуатации всего атомно-промышленного комплекса в Арктическом регионе. Поэтому энергообеспечение арктических технологий должно соответствовать высокому уровню экологической и промышленной безопасности.

В современных условиях невозможно осваивать Арктику, не используя атомные энергетические установки. Для удовлетворения глобальных энергетических потребностей в Арктике необходимо развивать использование атомной энергетики, что потребует дальнейшего развития стационарных атомных станций. В отдалённых районах следует устанавливать станции с реакторами малой мощности.

Литература:

1. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года // Правительство России: офиц. интернет-сайт. 2013. — [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://government.ru/news/432>.
2. Антрим Кейтлин. Новая судоходная Арктика // <http://www.globalaffairs.ru/number/Novaya-sudokhodnaya-Arktika-15013>
3. Атомная энергетика в арктическом регионе / В. С. Никитин, В. Н. Половинкин, Ю. А. Симонов и др. // Арктика: экология и экономика № 4 (20), 2015. С. 86–95.
4. Атомные станции малой мощности: новое направление развития энергетики. Под редакцией академика РАН А. А. Саркисова. Том 2. ИБРАЭ РАН. — М.: ИБРАЭ РАН, 2015. — 388 с.
5. Батюк, В. И. Международные отношения и война в XXI веке // США-Канада: экономика — политика — культура. — 2013. — С. 13–21.
6. Борджерсон Скотт. Грядущий бум в Арктике — [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.globalaffairs.ru/number/Gryaduschii-bum-v-Arktike-16116>

7. Воробьев, Н. И. Интересы ЕС в развитии арктических морских маршрутов — [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vestnik.mgimo.ru/razdely/mezhdunadornye-otnosheniya/interesy-es-v-razvitiiarcticheskikh-morskih-marshrutov>
8. Карлусов, В. В. Арктика в системе глобальных приоритетов Пекина: взгляд из России — [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vestnik.mgimo.ru/razdely/mezhdunarodnye-otnosheniya/arctica-vsisteme-globalnyh-prioritetov-pekina-vzglyad-iz-rossii>
9. Орешенков, А. М. Арктический квадрат возможностей — [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.globalaffairs.ru/number/Arkticheskii-kvadrat-vozmozhnosti-15069>
10. Росатом предлагает решения по использованию малой атомной энергетики в освоении Арктики // Информационное агентство Regnum. 17.10.2014. — [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://regnum.ru/news/1857839.html>
11. Российская Арктика сегодня и завтра. 02.09.2016. — [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://spb.riss.ru/news/4832/>
12. Слипенчук, М. Фрактальная экономика Арктики // Мировая экономика и международные отношения. — 2013. — № 5. — С. 41.
13. Швец, Н. Н., Береснева П. В. Нефтегазовые ресурсы Арктики: правовой статус, оценка запасов и экономическая целесообразность их разработки — [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vestnik.mgimo.ru/razdely/mezhdunarodnye-otnosheniya/neftegazovye-resursy-arctici-pravovoi-status-ozenka-zapasov-i>

Анализ мировых трендов развития энергетики в прогнозной перспективе

Киушкина Виолетта Рафиковна, кандидат технических наук, доцент

Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета имени М. К. Аммосова в г. Нерюнгри (Республика Саха-Якутия)

В статье рассматриваются тренды развития использования энергоносителей различных прогнозов. Анализ показал разнонаправленность тенденций современного развития мировой энергетики.

Ключевые слова: тренды развития, рост потребления, энергоносители, прогнозы

Развитие мировой экономики и энергетики в долгосрочной перспективе определяется на сегодняшний день различными сценариями и прогнозами, которые приводятся в большом множестве информационных и научных источников исследовательских трудов аналитиков, экспертов, компаний, творческих групп институтов и т.д. Все они в чем-то разнятся, в чем-то имеют общие точки соприкосновения и взгляды. По мнению экспертов многих компаний прогнозные оценки связаны с рисками и неопределенностью, так как относятся к событиям и обстоятельствам которые могут произойти в будущем — фактические результаты могут отличаться от прогнозных и зависеть от различных факторов: от поставок продукции, спроса и ценообразования, политической стабильности, общих экономических условий, изменений правовых и нормативных актов, доступности новых технологий, климатических изменений и т.д.

Бушуев В. В. в своих исследованиях и трудах рассматривает энергетику как сложная динамическая система противоречий, а ряд возможных сценариев — это способ «упаковки» ключевых взаимосвязанных трендов и процессов. Для каждого сценария характерны особый путь разрешения противоречий мировой энергетики и соответственно масштабы мирового и регионального количественного и качественного спроса на энергоносители,

структура спроса на конечные энергетические услуги и производства первичных энергоресурсов.

Исходной базой долгосрочной стратегии по разработкам экспертов компании ExxonMobil служит энергетическая картина мира, прогнозируемая на период до 2030 года. Основным ее параметром является увеличение мирового энергетического спроса по сравнению с 2000 годом на 60%. Нефть, газ и уголь останутся основными энергоносителями. Стимулируемый развитием электроэнергетики спрос на газ и уголь будет расти быстрее, чем на нефть. Уверенное лидерство по приросту генерирующих мощностей будет принадлежать углю. Далее по приоритету идут газ, гидроэнергия с возобновляемыми источниками, и совсем небольшая роль отводится атомной энергии. Газ и ВИЭ станут «победителями» в тренде развития мировой энергетики, по мере того, как будут сближаться доли различных видов топлива (рис. 1, 2 — по прогнозам разных информационных источников) [1]. Мировой спрос на уголь в период до 2030 года будет расти на 1,6% в год.

Интерес представляет рассмотрение вклада каждого из первичных энергетических ресурсов в мировой объем производства электроэнергии, где хорошо видна диверсификация мировой структуры топливного баланса — вклад ископаемого топлива в рост предложения с 83% (1990—

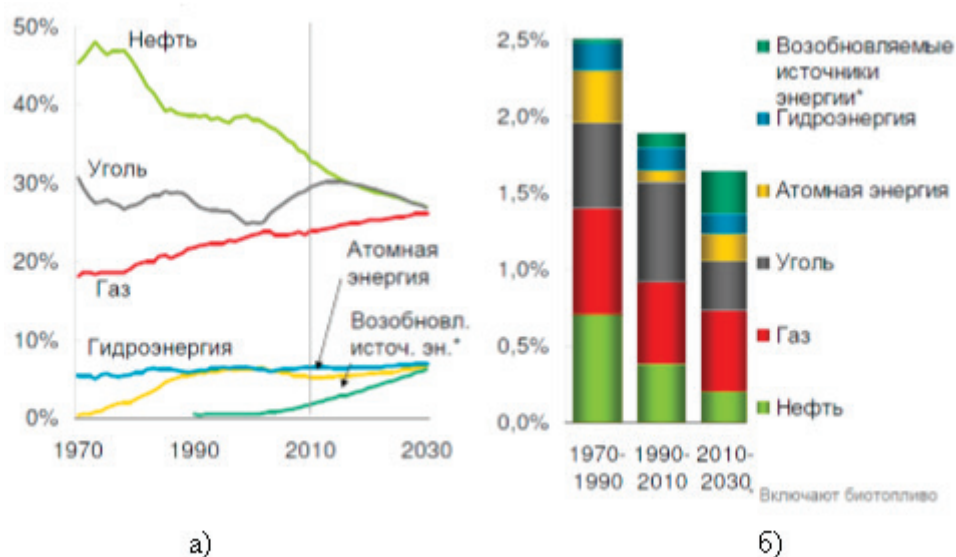


Рис. 1. а) — Доля мировых первичных энергоносителей; б) — Доля в росте потребления

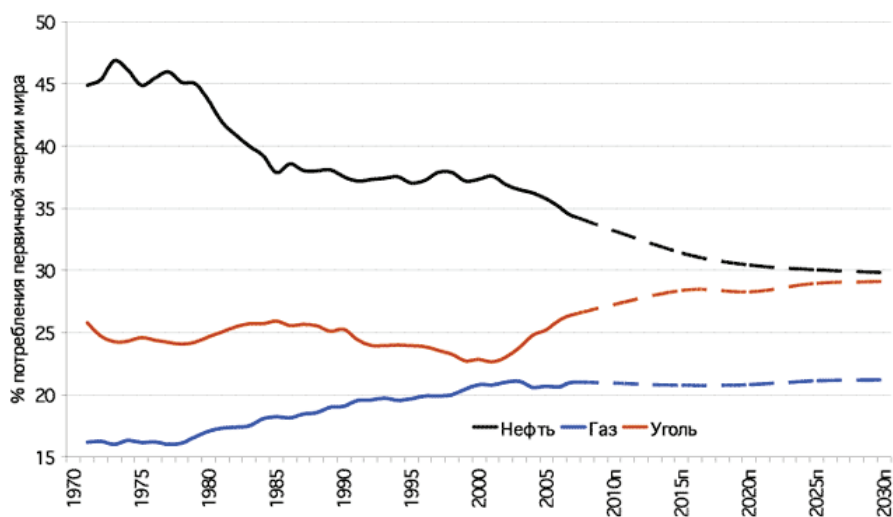


Рис. 2. Потребление первичной энергии в мировом балансе

2010 г.) в следующие 20 лет составит 64% (рис. 3) [1]. Тенденцию уменьшения имеют атомная энергетика и нефть (потребление будет ограничено в связи с ростом цен, отмечавшееся и в последние годы) в мировом производстве электроэнергии. Высокие темпы роста доли угля несколько снизятся вследствие экологических соображений. Среди ископаемого топлива газ будет демонстрировать самые высокие темп роста (2,1% в год). Впервые вклад неископаемых видов топлива вместе взятых (включая атомную и гидроэнергетику) прогнозируется больше, чем любого отдельного вида ископаемого топлива.

Структура мирового энергопотребления будет становиться все более диверсифицированной и сбалансированной. По прогнозу развития энергетики мира и России до 2040 года, подготовленного ФГБУН «Институтом энер-

гетических исследований» РАН и Аналитическим центром при Правительстве РФ, доля нефти и газа в мировом потреблении первичной энергии останется практически неизменной: 53,6% в 2010 году и 51,4% к 2040 году — сохранится безусловное доминирование ископаемых видов топлива.

Доля ВИЭ к 2050 г. достигнет 21% мирового первичного потребления энергии. В возобновляемой энергетике в 2030 г. будет преобладать ветровая энергетика (72%), но к 2050 г. ее доля снизится до 60% за счет опережающего роста производства электроэнергии из биомассы и солнечной энергетике. В целом к 2030 году на долю ВИЭ (включая биотопливо) будет приходиться 18% роста предложения энергоносителей с 5% 2011 года.

Общая тенденция для ВИЭ в мире — увеличение экономического потенциала, для невозобновляемых источ-

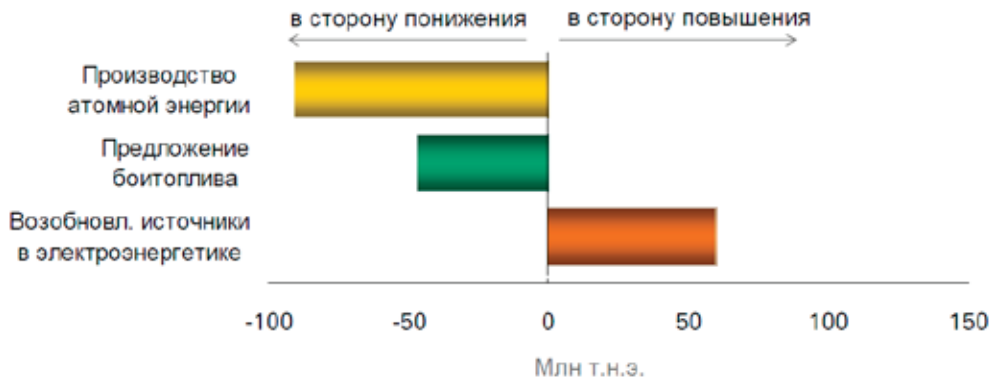


Рис. 3. Изменения к 2030 г. относительно прогноза 2011 г.

ников — уменьшение. Наиболее вероятный прогноз роста потребления первичной энергии и доли ВИЭ на длительную перспективу представлен Европейским Советом по возобновляемой энергетике — доля ВИЭ в мировом потреблении первичной энергии к 2040 году достигнет 47,7% [2]. Без учета гидроэнергии, с учетом биотоплива, на их долю к 2040 году придется 13,8% мирового энергопотребления (при 10,9 в 2010 г.) и 12,5% выработки электроэнергии (при 3,7% в 2010 г.). Роль энергетических инноваций является определяющей в развитии не только мировой энергетики, но и в значительной степени всей цивилизации.

Активному внедрению ВИЭ в энергобаланс способствуют и значительные изменения климата, что объективно прогнозирует усиление политических мер к источникам вредных выбросов CO₂. Сосредоточение усилий энергетической политики на их сокращении будет достигаться за счет сочетания более быстрого повышения энергоэффективности и перехода на другое топливо. Самый большой потенциал для перехода имеется в сфере электроэнергетического сектора, с лидерством ВИЭ и снижением позиций угля. По прогнозу развития мировой энергетики до 2030 года компании BP, в целом генерирование электроэнергии остается самым быстрорастущим сектором — на его долю будет приходиться 54% ожидаемого роста в потреблении первичной энергии до 2030 года. Эксперты компании отмечают, что движущей силой ди-

версификации топливного баланса в основном является электроэнергетический сектор, в котором неископаемое топливо (с лидерством ВИЭ) обеспечит более половины роста.

Стоимость электроэнергии, производимой установками на базе ВИЭ, сдерживающая более масштабное их внедрение в энергобалансы, имеет тенденцию снижения и способствует их выводу на более доступное использование (рис. 4).

По данным Bloomberg New Energy Finance, за последние 3 года инвестиции в получение энергии из возобновляемых источников энергии превышают инвестиции в невозобновляемую.

Один из крупнейших европейских исследовательских центров в области ВИЭ — немецкий Fraunhofer ISE — представил последние данные относительно затрат на секторы ветряной и солнечной энергетике, электроэнергию, производимую из биогаза, и на различные энергетические объекты, работающие на традиционных источниках. Специалисты Fraunhofer ISE представили новую версию графика, на котором четко отображены прогнозы касательно стоимости электроэнергии вплоть до 2030 года. В первую очередь немецкие исследователи прогнозируют уменьшение цен на солнечную энергию. Так, согласно представленным данным, цена на электроэнергию, вырабатываемую с помощью фотогальванических элементов, к 2030 году упадет с диапазона €0,08 — €0,24 за 1 кВтч до



Рис. 4. Стоимость электричества, производимого солнечной (а) и ветровой (б) электростанциями, \$ кВтч, [3]

€0,05 — €0,10. В это же время цена на электричество, вырабатываемое с помощью ВЭС, установленных на суше, останется практически неизменной, хотя сектор ветроэнергетики уже на сегодняшний день отличается невысокой стоимостью за единицу вырабатываемой чистой энергии.

На фоне падения цен на возобновляемые источники энергии, традиционные, наоборот, начнут только дорожать. Немецкие специалисты прогнозируют, что бурый и каменный уголь к 2030 году вырастут в цене почти в 2 раза. Это означает, что все электростанции на угле, по-

строенные в последнее время, в течение 15 лет могут оказаться нерентабельными.

Современное развитие мировой энергетики определяется разнонаправленными тенденциями: с одной стороны, это развитие технологий генерации и транспортировки энергии, увеличение доли возобновляемых видов источников энергии, совершенствование энергосбережения; с другой — резкий рост цен на энергоносители, все возрастающее внимание общества к экологическим проблемам энергетики.

Литература:

1. Прогноз развития мировой энергетики до 2030 года // ВР 2011–2012 г. http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/russia/bp_russia_russian/STAGING/local_assets/downloads_pdfs/s/bp_energy_outlook_2030_rus.pdf
2. Европейский Совет по возобновляемой энергетике // Renewable Energy World. July — August, 2004
3. Безруких, П. П. Состояние перспективы развития возобновляемой энергетики // Электрика. № 9. 2008. С. 3–10

Возобновляемые источники энергии в распределенной генерации малой энергетики

Киушкина Виолетта Рафиковна, кандидат технических наук, доцент

Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета имени М. К. Аммосова в г. Нерюнгри (Республика Саха-Якутия)

В статье рассматривается место децентрализованной и распределенной энергетики в мировом тренде развития. Показано, что концепция распределенной генерации присуща распределенному характеру возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: децентрализованное электроснабжение, распределенная генерация, возобновляемая энергетика

Малая генерация эффективна там, где расширение зоны централизованного энергоснабжения невозможно из-за крайней удаленности и незначительных энергонагрузок населенных пунктов. Технологии малой энергетики находят себе место и в промышленно развитых, и в развивающихся районах с различным климатом.

Недостатки централизованного электроснабжения от крупных источников (низкое качество электроснабжения потребителей, высокая частота аварийных отключений, высокая степень износа электрогенерирующего и сетевого оборудования, удаленность от децентрализованных потребителей, большие объемы выбросов загрязняющих веществ и тепловых сбросов от крупных источников) и повышение требований к энергетической безопасности как регионов в целом, так и отдельных локальных узлов [1] могут рассматриваться как факторы распространения децентрализованной энергетики и распределенной генерации и определяют тенденцию развития данных направлений.

Объекты децентрализованного электроснабжения отличаются большим разнообразием по установленной мощности, режимам энергопотребления, требованиям

к качеству электроэнергии и т.п., в связи с чем, их достаточно сложно классифицировать. Диапазон сферы применения систем децентрализованной генерации достаточно широк — от сверхмалых систем производств электроэнергии и теплоты (обеспечение жилых домов) до передачи электроэнергии в сеть [2].

В настоящее время прослеживается мировой тренд на децентрализацию энергетики. Уход многих потребителей от исключительно централизованного энергоснабжения — общемировая тенденция. В последние годы разработан целый ряд эффективных энерготехнологий, которые позволяют потребителям электроэнергии создавать собственные генерирующие установки, конкурирующие с централизованным производством электроэнергии. Если существующая тенденция сохранится, то распределенная генерация займет определенное место в ряду лидирующих позиций на рынке энергии.

Одной из сфер применения распределенной генерации является удовлетворение потребности в электроэнергии в удаленных энергорайонах. Распределенная энергетика во многих отраслях российской промышленности эффек-

тивна, например, в сельском хозяйстве в силу быстрого роста сетевых тарифов и того, что потребители имеют возможность, создавая собственную генерацию, от этих сетевых тарифов уйти. Объекты малой энергетики или распределенной генерации, представляющих совокупность потребительских энергоустановок, как индивидуального использования, так и объединенных в микроэнергосистемы (электрическая распределительная система, содержащая нагрузку и распределенные источники энергии (DER — распределенные генерирующие установки, устройства аккумулирования, управляемая нагрузка), которая может работать скоординировано и контролируемо как будучи присоединенной к основной энергосистеме, так и в изолированном режиме), не противопоставляются «большой» энергетике, а являются дополнительными источниками энергии, распределенными по территории и максимально приближенными к потребителям, не отключаемых от общей сети электроснабжения. В соответствии с критериями СИГРЭ (Conseil International des Grands Réseaux Électriques) — Международный Совет по большим электрическим системам высокого напряжения распределенной генерацией называют генерацию, присоединенную к распределительной сети на среднем (до 30 кВ) и низком (менее 1 кВ) напряжении. Мощность таких источников выбирается исходя из ожидаемой мощности потребителя с учетом имеющихся ограничений (технологических, правовых, экологических и т.д.) и может варьироваться в широких пределах (от двух-трех до сотен киловатт). Значительный вклад в решении проблемы построения систем электроснабжения энергетики России с установками распределенной генерации внес Н.И. Воропай. Основной тенденцией развития идеологии построения локальных сетей с распределенной генерацией является их создание из модульных компонентов. Это позволяет в дальнейшем легко наращивать мощность системы и увеличивать размер локальной сети.

При распределенной генерации появляется возможность более эффективно использовать локальные энергетические ресурсы. В концепцию распределенной генерации логично и хорошо вписывается распределенный характер энергии возобновляемых источников энергии.

Распределенная генерация и возобновляемая энергетика сегодня являются основными направлениями развития энергетики во всем мире, играют существенную роль в повышении надежности и качества поставляемой электроэнергии. Отсутствие потенциальной опасности техногенных катастроф в возобновляемой энергетике является положительным аргументом с позиции укрепления энергетической безопасности в локальных территориях.

В зависимости от конкретных условий, электростанция на основе ВИЭ может быть присоединена к централизованным сетям — такой вариант целесообразен при мощности электростанции на ВИЭ от нескольких десятков киловатт до нескольких мегаватт, при небольшой мощности источника энергии, его лучше установить в непосредственной близости от потребителя [3]. В случае удален-

ного расположения потребителей экономически эффективным будет автономное электроснабжение каждого объекта или создание локальной сети электроснабжения, которая будет получать энергию от распределенных местных источников электроэнергии. Распределенная генерация на возобновляемых источниках энергии позволит решить многие задачи с учетом сложностей, существующих в традиционной энергетике, в частности системах электроснабжения для удаленных потребителей.

Кроме этого, при непостоянном характере проявления возобновляемого потенциала возникают дополнительные сложности. Интеграция автономных энергетических установок на базе ВИЭ в сеть с распределенной генерацией, позволит оперативно, в реальном масштабе времени компенсировать прекращение выработки электрической энергии какими-либо энергетическими установками в связи с недостаточностью возобновляемого потенциала.

Но интеграция малой распределенной генерации в электроэнергетические системы наряду с приданием им положительных качеств создает определенные технические проблемы, в частности связанные с изменениями свойств системы и требующие создания возможности управления ими в различных условиях. В случае традиционной энергетики по функциональному назначению и территориальному расположению четко выделяется три сегмента: центры производства электроэнергии; линии электропередач большой мощности; зоны потребления электроэнергии и местные распределительные сети.

Эффективность внедрения ВИЭ в энергетический баланс определяется факторами оценки потенциала, целесообразности размещения по ландшафту, экологической оценки и многим другим, что в большей степени может не всегда характеризовать наиболее выгодное и оптимальное расположение источника энергии в центре электрических нагрузок энергосистемы. Хаотичность строительства объектов малой генерации на основе ВИЭ присуща и распределенной генерации. Возникает необходимость изменения топологии сети в связи с изменением потоков мощности. Нарушение в данном случае иерархии системной энергетики требует присутствия компонентов интеллектуального управления или полноценных сетей с распределенной генерацией в границах определенного региона. Только при наличии интеллектуальных энергетических сетей с распределенной генерацией энергии возможно в полной мере использовать весь потенциал альтернативной энергетики. В современных трендах развития мировой энергетики технологии возобновляемых источников электроэнергии рассматриваются в контексте перспективной концепции «умной» энергосистемы. Мировое энергетическое сообщество всё чаще возвращается к вопросам развития «зеленой энергетики» — генерации энергии за счёт возобновляемых источников, а этот вид генерации, приводит к концепции распределённой энергетики. Тема развития малой распределённой энергетики, или микрогрид, в последние несколько лет получила особую актуальность. По мнению экспертов [4], наиболее

перспективными регионами России для развития микро-грид являются территории севера — Республика Саха (Якутия), Камчатка и Забайкалье.

В перспективе развитой транспортной инфраструктуры зона децентрализованного электроснабжения на Востоке страны сохранится и из-за слабой и очаговой освоенности территории большое значение по-прежнему будет иметь малая энергетика [5]. В этих районах развитие малой генерации особенно актуально. При наличии природных условий экономически оправданным может также стать развитие возобновляемой энергетики. И целесообразнее всего для автономных децентрализованных территорий регионов идти в русле развития мировой энергетики. Принцип децентрализации энергетики на основе развития малой и альтернативной энергетики сегодня являются лучшим испытательным полигоном для инновационных технологий. Надежность энергоснабжения потребителей и высокое качество поставляемой электроэнергии становятся главным социально-политическим фактором, существенным компонентом социального развития и экономического роста страны в целом и в мире. Вовлечение ВИЭ в структуру энергетических систем не исключает традици-

онную энергетику (в частности дизельную генерацию — масштабную по объектам эксплуатации в автономных системах электроснабжения). Напротив, возобновляемая энергетика эффективнее при создании гибридной структуры, которая представляет собой рассредоточенную интеллектуальную систему.

При обоснованной и грамотной увязке распределенной генерации на ВИЭ и источников традиционной энергетики можно укрепить отдельные позиции направлений энергетической безопасности через повышение устойчивости и живучести системы электроснабжения. Подход к появлению дополнительного источника энергии, функционирующего на основе местных возобновляемых энергоресурсов, будет иметь положительный общеэкономический эффект и в последствии позволит повысить конкурентоспособность российской экономики в регионах. В то же время активное экологическое регулирование, ужесточение требований экологической политики к повышению экологической безопасности, рост доли распределенной генерации на базе высокоэффективных технологий последних поколений позволяет в полной мере реализовать стимулирующее воздействие на использование ВИЭ.

Литература:

1. И. С. Кожуховский. Расширение использования распределенных энергетических ресурсов в Российской энергетике // Панельная дискуссия «Развитие и внедрение инновационных технологий в ТЭК» в рамках Саммита деловых кругов «Сильная Россия-2012». — 3 июля 2012 г.
2. Децентрализованная генерация и возобновляемые источники энергии. Качество электроэнергии и пособие по практическому применению // Пособия Leonardo Energy Power Quality Initiative Application Guide (LPQI AG): Информационный ресурс сообщества профессионалов в области устойчивого развития энергетики и энергосбережения. URL: <http://leonardo-energy.ru/posobie-lpqi-ag/razdel-8-decentralizovannaya-generaciya-i-vozobnavlyaemye-istochniki-energii-2>
3. М. В. Каргиев. Распределенная генерация энергии с использованием возобновляемых источников энергии // Energy fresh. — № 1. — апрель 2010г
4. http://www.dveuk.ru/press/2/2012-11-23_1.htm «Электроэнергия. Передача и распределение», № 6 (15), ноябрь-декабрь
5. В. Я. Пейсахович. Особенности развития и функционирования малой энергетики. Б. Г. Санеев, И. Ю. Иванова, Т. Ф. Тугузова. Роль электростанций малой мощности в зонах децентрализованного энергоснабжения потребителей на востоке России. // УРАН Институт Народнохозяйственного Прогнозирования. Открытый семинар «Экономические проблемы энергетического комплекса» (семинар А. С. Некрасова), 123 заседание от 26.10.2011. — Москва, 2011 г., С. 6–39 URL: <http://www.ecfor.ru/pdf.php?id=seminar/energo/z123>

Проектирование систем автоматического управления с использованием методов принятия решений

Кравчук Владислав Игоревич, магистрант
Уфимский государственный авиационный технический университет

В статье рассматривается актуальность использования методов принятия решений при проектировании систем автоматического управления. Рассмотрены алгоритмы работы метода медианы Кемени и метода Саати, их особенности и применения в различных областях науки и техники. Также рассмотрено конкретное использование этих методов при проектировании системы автоматического управления.

Ключевые слова: регулятор, принятие решений, медиана Кемени, метод Саати, система автоматического управления

В теории автоматического управления, а именно при проектировании и моделировании систем автоматического управления электромеханическим приводом возникает такая ситуация, когда к модели привода можно применить несколько видов регуляторов, причем разница в качестве их работы будет не существенна, то есть выбор регулятора представляется затруднительным.

Учитывая вышесказанное, изучение и применение методов принятия решений в условиях неопределенности в рамках данной задачи будут актуальными.

Целью данной статьи является изучение и применение метода медианы Кемени и метода Саати в рамках заданной технической задачи.

Система автоматического управления (САУ) — комплекс устройств, предназначенных для автоматического изменения параметров объекта управления с целью установления требуемого режима его работы [1].

Регулятор — устройство, которое следит за состоянием объекта управления как системы и вырабатывает для нее управляющие сигналы [2].

Регуляторы в подавляющем большинстве работают по принципу отрицательной обратной связи с целью компенсировать внешние возмущения, действующие на объект управления и отработать заданный извне или заложенный в системе закон управления (программу). Примером может служить регулятор скорости двигателя.

Критерии оценки качества регулирования:

- скорость регулирования (время уменьшения ошибки регулирования до заданной величины);
- точность, как установившаяся ошибка и как величина перерегулирования;
- запас устойчивости и отсутствие колебаний, в том числе затухающих.

Регуляторы подразделяют по нескольким признакам:

- По виду закона управления (для линейных регуляторов): П-регуляторы, ПИ-регуляторы, ПИД-регуляторы, ПД-регуляторы, И-регуляторы, Д-регулятор;
- По линейности закона управления: линейные и нелинейные регуляторы.

– По общему принципу функционирования: адаптивные, модальные, робастные регуляторы и т.д.

В работе мы использовали модель электромеханического привода (рис. 1) созданную в графической среде имитационного моделирования *Simulink* в пакете прикладных программ для решения задач *MATLAB*. В ходе моделирования использовались четыре типа регулятора: П-регулятор, ПИ-регулятор, ПИД-регулятор и регулятор на нечеткой логике. Результаты работы данных регуляторов представлены на рис. 2–5.

Критериями оценки качества работы являются: время нарастания (*rise time*), время регулирования (*settling time*), перерегулирование (*overshoot*) и статическая ошибка (*static error*).

По полученным переходным процессам видим, что критерии качества работы у каждого регулятора приблизительно одинаковы. Поэтому для выбора регулятора мы прибегнем к использованию методов принятия решений в условиях неопределенности.

Приоритетный критерий качества работы регулятора будем выбирать при помощи метода медианы Кемени.

Метод поиска медианы Кемени позволяет найти такое итоговое ранжирование *P*, суммарное расстояние от которого до всех заданных ранжирований минимальное.

Для данного метода были опрошены 5 экспертов. Результаты их опроса были занесены в таблицу (рис. 6). И по этим данным в прикладном программном обеспечении было построено итоговое ранжирование (рис. 7).

По итоговому ранжированию видим, что на первом месте находится перерегулирование, на втором — время нарастания, на третьем — время регулирования, на четвертом — статическая ошибка.

Опираясь на полученное ранжирование воспользуемся методом Саати для ранжирования регуляторов.

Основная идея метода анализа иерархий (МАИ) Саати заключается в том, что проблема исследования декомпозируется на отдельные части и представляется в виде иерархии. При этом происходит структурирование и упрощение проблемы. Иерархия содержит на

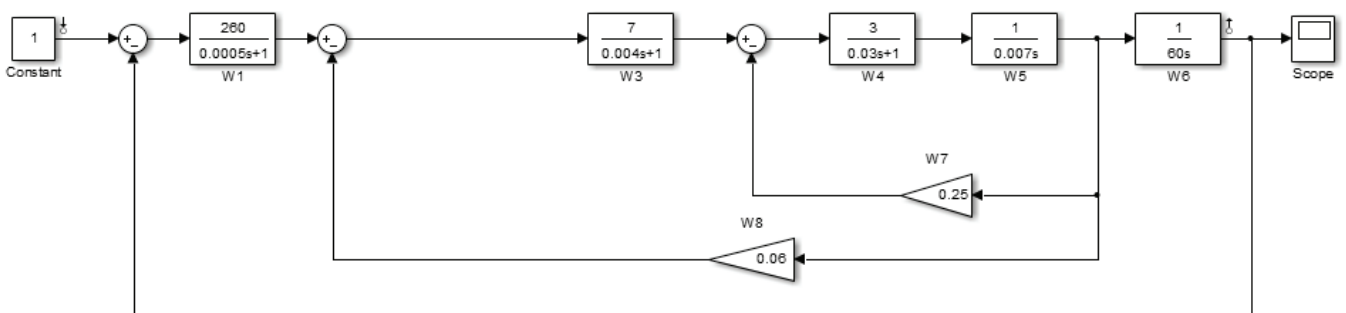


Рис. 1. Модель электромеханического привода

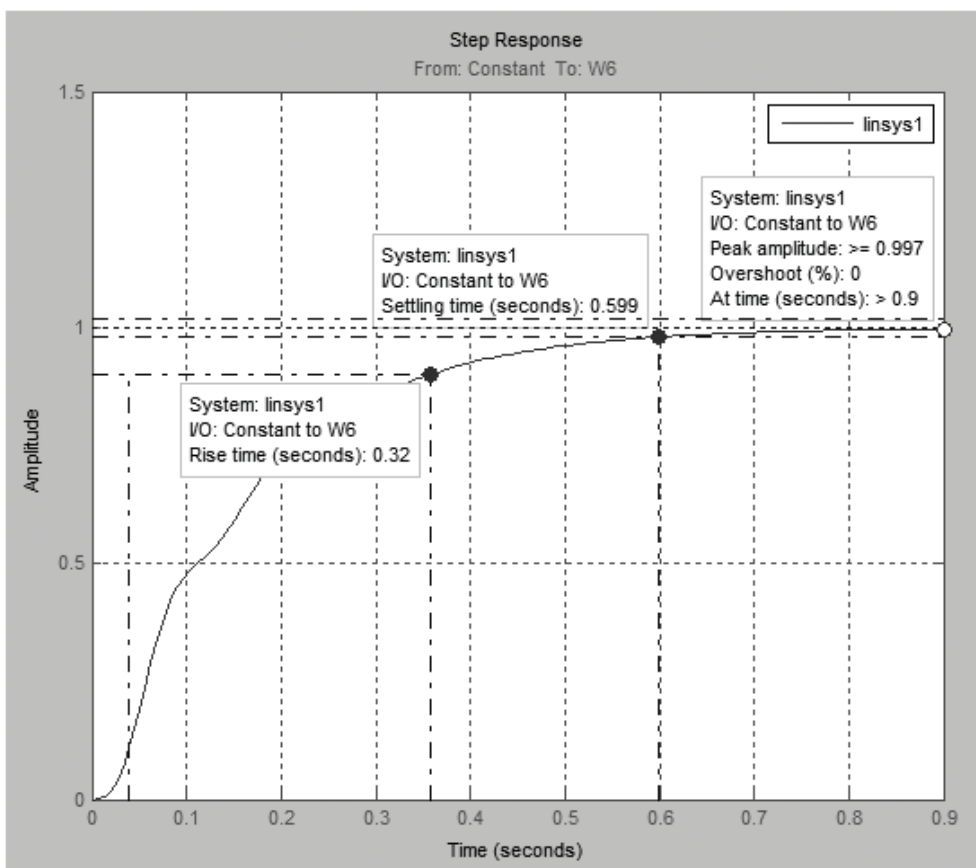


Рис. 2. Переходный процесс при использовании П-регулятора

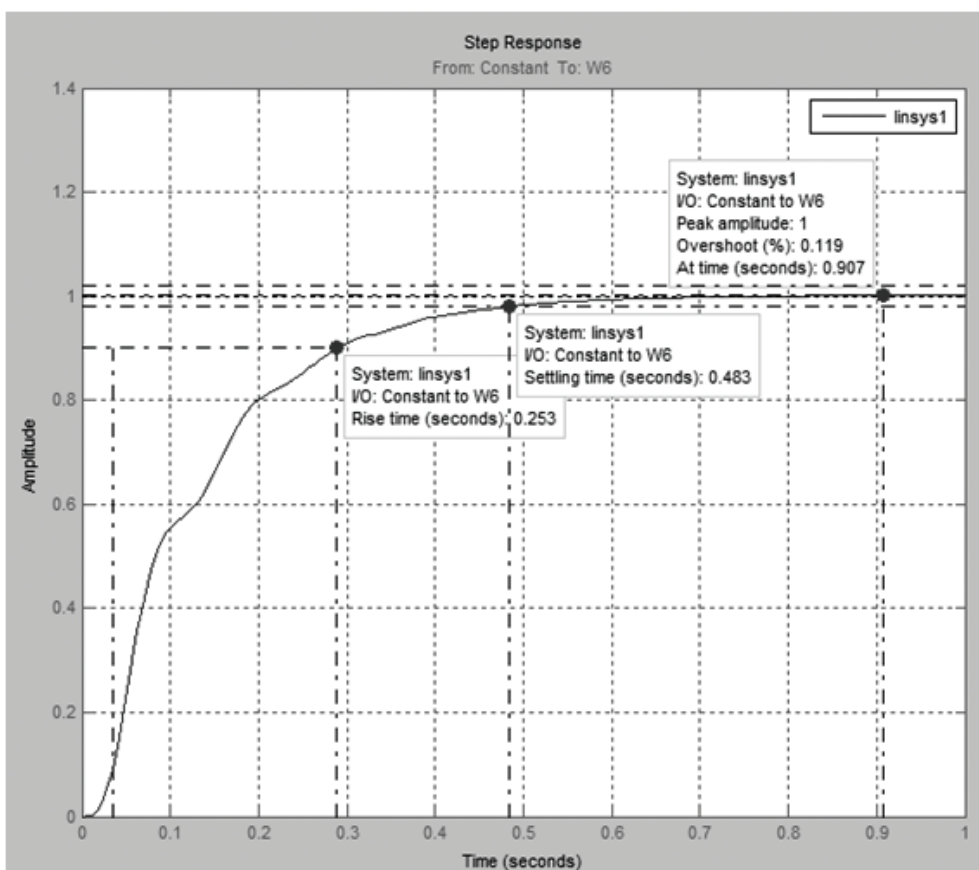


Рис. 3. Переходный процесс при использовании ПИ-регулятора

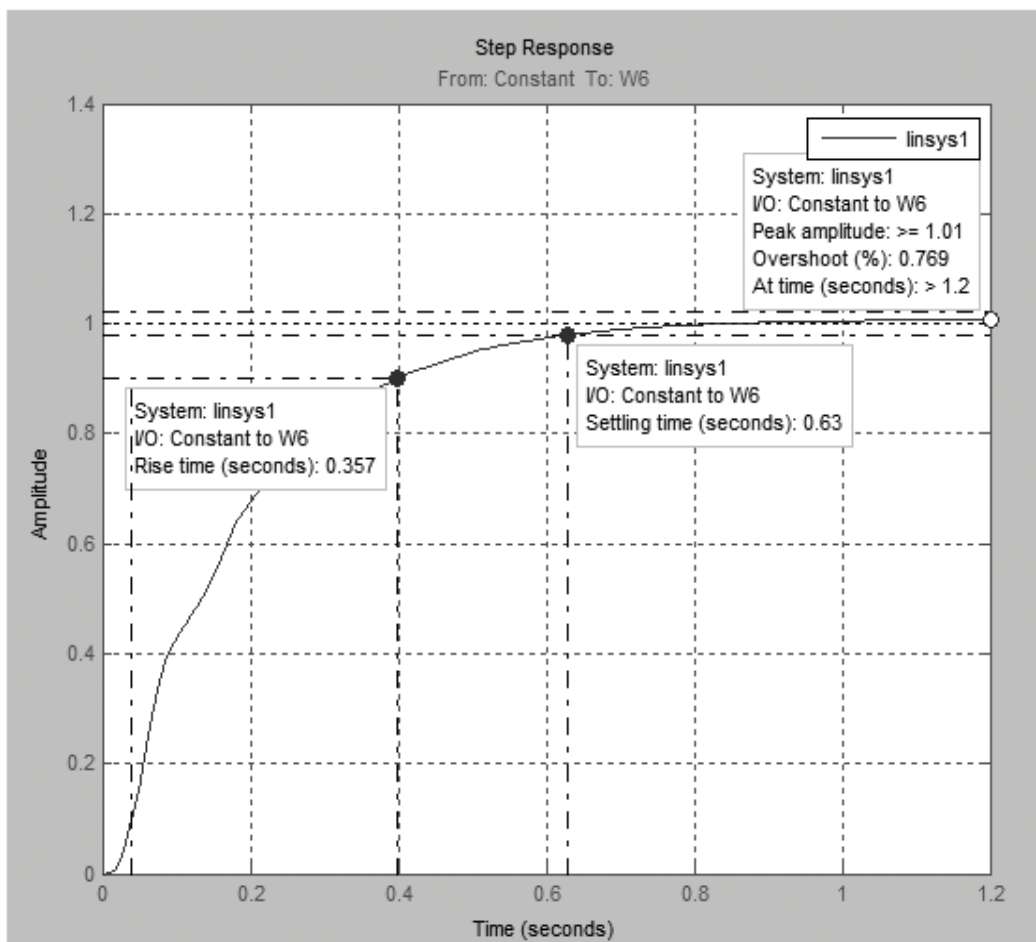


Рис. 4. Переходный процесс при использовании ПИД-регулятора

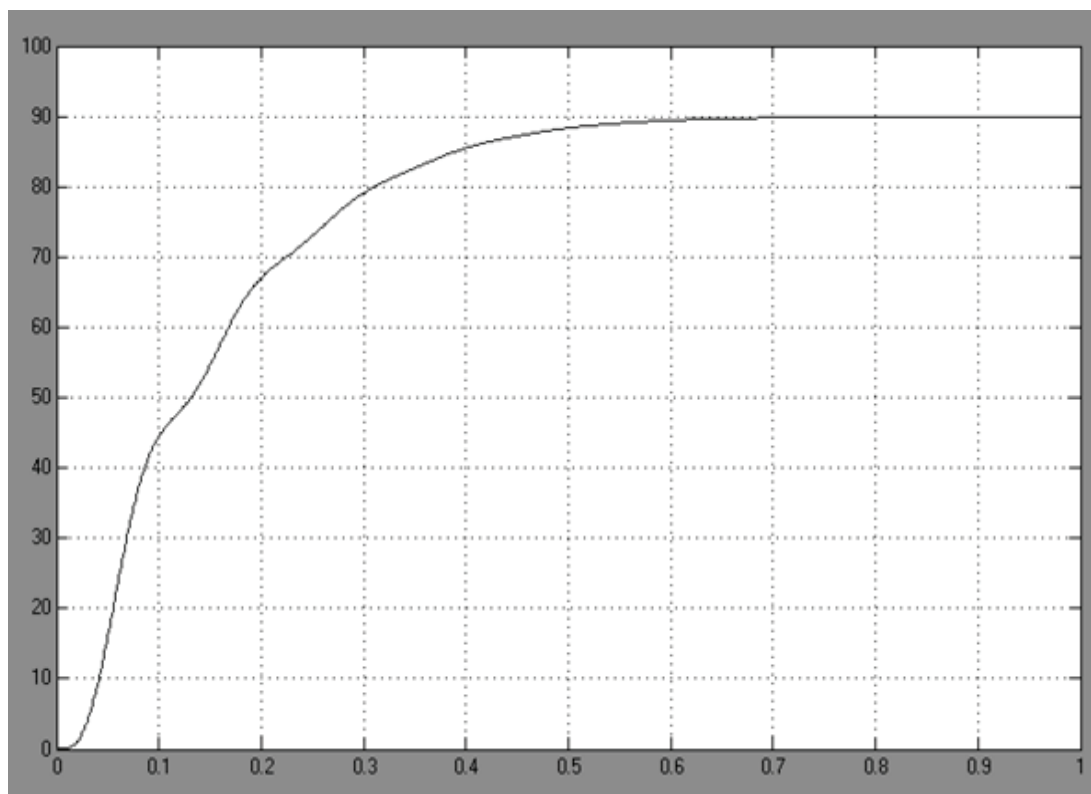


Рис. 5. Переходный процесс при использовании нечеткого регулятора

Объект	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5
Время нарастания	4	3	3	2	4
Время регулирования	1	2	1	3	1
Перерегулирование	2	1	2	1	3
Статическая ошибка	3	4	4	4	2

Рис. 6. Ранжирование экспертов

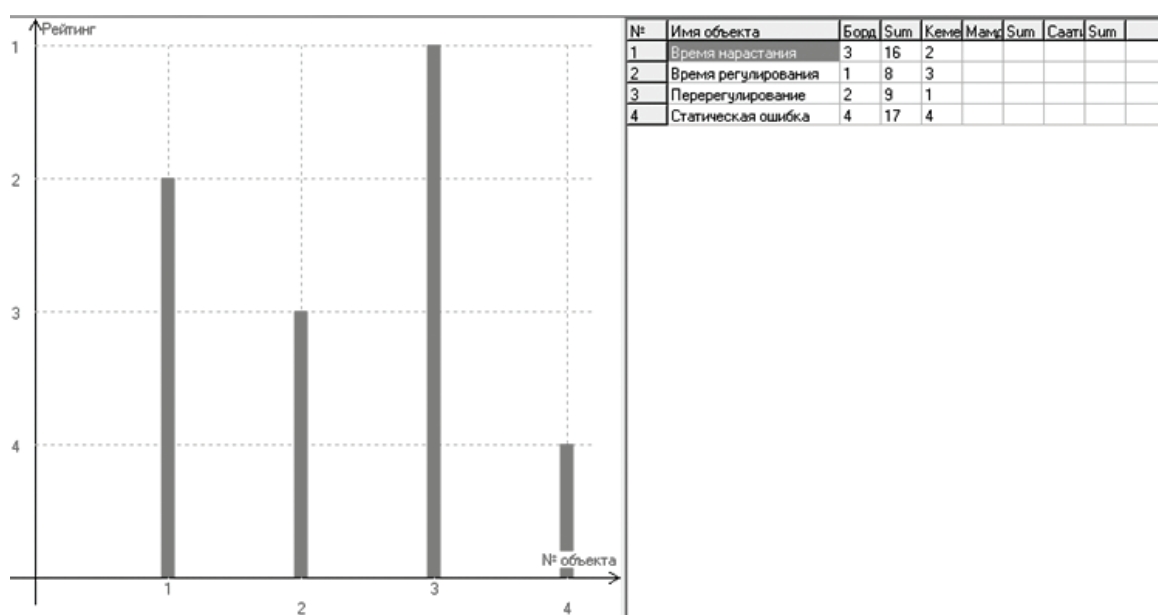


Рис. 7. Итоговое ранжирование по методу медианы Кемени

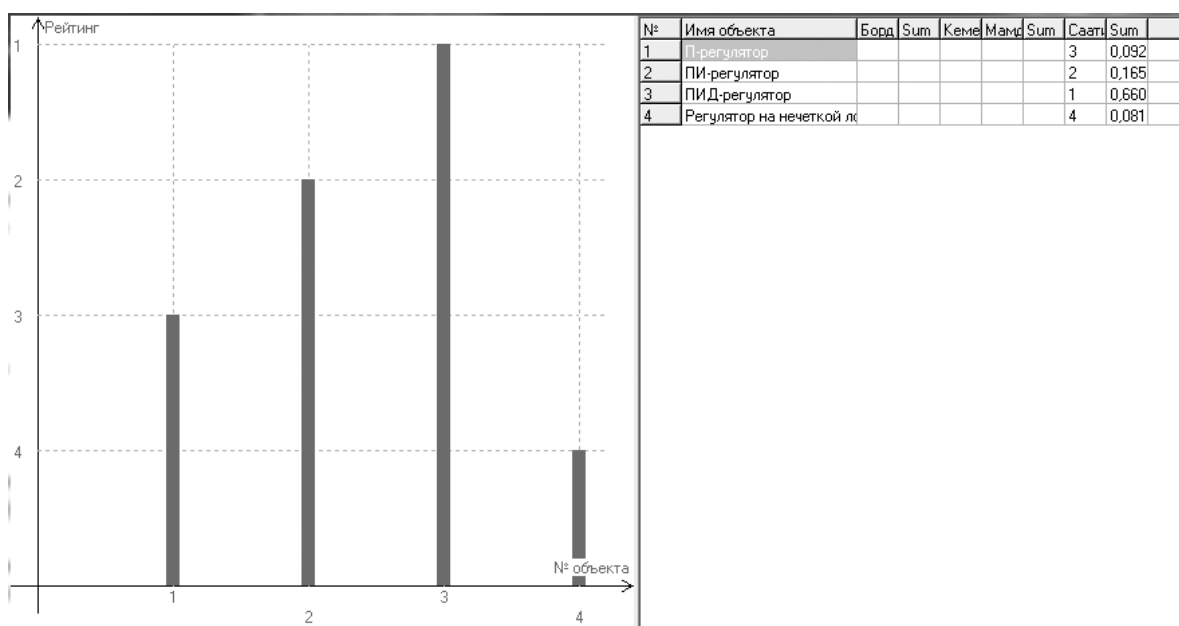


Рис. 8. Ранжирование по методу Саати

верхнем уровне цель, на нижележащих уровнях — подцели и критерии. Результатом работы являются значения многомерной функции, построенной для данной иерархии [3].

Литература:

1. Бесекерский, В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического управления. — Изд. 4-е, перераб. и доп. — СПб, Изд-во «Профессия», 2003. — 752 с.
2. Дорф, Р., Бишоп Р. Современные системы управления, — М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. — 832 с.
3. Николаева, М. А., Зотова О. Ф. Методы и алгоритмы принятия решений в примерах и задачах: учебное пособие, — Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, — Уфа, 2009. — 109 с.

В соответствии с ранжированием по методу Саати на первом месте находится ПИД-регулятор, на втором — ПИ-регулятор, на третьем — П-регулятор, на четвертом — регулятор на нечеткой логике.

Анализ профессиональной заболеваемости в исследуемой организации

Кузьмина Ольга Валерьевна, студент;
Искакова Айнаш Кенесовна, студент
Омский государственный технический университет

В статье приведены сведения о методах расчета, которые необходимо применять для проверки достаточности толщины покрытий, построенных при пониженных температурах воздуха. Выполнен анализ целесообразности сгущения сетки контроля коэффициента уплотнения асфальтобетона

Ключевые слова: профессиональное заболевание, рабочее место, уровень шума, уровень вибрации, цех подготовки и сдачи нефти

Специфические условия труда обслуживающего персонала рассматриваемой организации установки подготовки и перекачки нефти определяются: с одной стороны, экстремальными природно-климатическими условиями Западно-Сибирского региона, а с другой — совокупностью потенциально опасных факторов, связанных с особенностями технологии подготовки и перекачки нефти.

Так, в течение всей трудовой деятельности на работников действует ряд природных факторов, снижающих их производственные возможности: низкая температура окружающего воздуха, высокая скорость ветра, туман и атмосферные осадки. К потенциально вредным и опасным факторам на рабочих местах (РМ), связанным с технологией подготовки и транспортировки нефти относятся: высокий уровень шума; высокий уровень вибрации; концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Кроме того, необходимо отметить наличие насекомых (москита) на рассматриваемой территории. Рассматриваемое подразделение организации — цех подготовки и сдачи нефти представляет собой непрерывный производственный цикл с круглосуточным и круглогодичным режимом работы. Совокупность вышеперечисленных факторов отрицательно сказывается на здоровье работников.

Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации статья 213 [1] Медицинские осмотры некоторых категорий работников: работники, занятые на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (в том числе на подземных работах), а также

на работах, связанных с движением транспорта, проходят за счет средств работодателя обязательные предвзятельные (при поступлении на работу) и периодические (для лиц в возрасте до 21 года — ежегодные) медицинские осмотры (обследования) для определения пригодности этих работников для выполнения поручаемой работы и предупреждения профессиональных заболеваний. В соответствии с медицинскими рекомендациями указанные работники проходят внеочередные медицинские осмотры (обследования).

В результате проведенных профилактических осмотров выявлено, что машинисты технологических насосов и слесари по ремонту технологического оборудования имеют самый высокий уровень профзаболеваемости т.к. они в наибольшей степени подвергаются воздействию таких факторов, как шум и вибрация (источники на РМ — насосы нефтеперекачивающих насосных станций, компрессорные станции компримирования газа). Динамика профзаболеваемости по профессиям представлена на рисунке 1.

На основании этого анализа были сделаны соответствующие выводы и проведены организационно-технические мероприятия по улучшению условий труда на РМ (рис. 2). Как видим, у машинистов технологических насосов и слесарей по ремонту технологического оборудования уровень профессиональной заболеваемости снизился практически вдвое. Однако такую работу по улучшению условий труда для этих и остальных профессий следует продолжать, т.к.

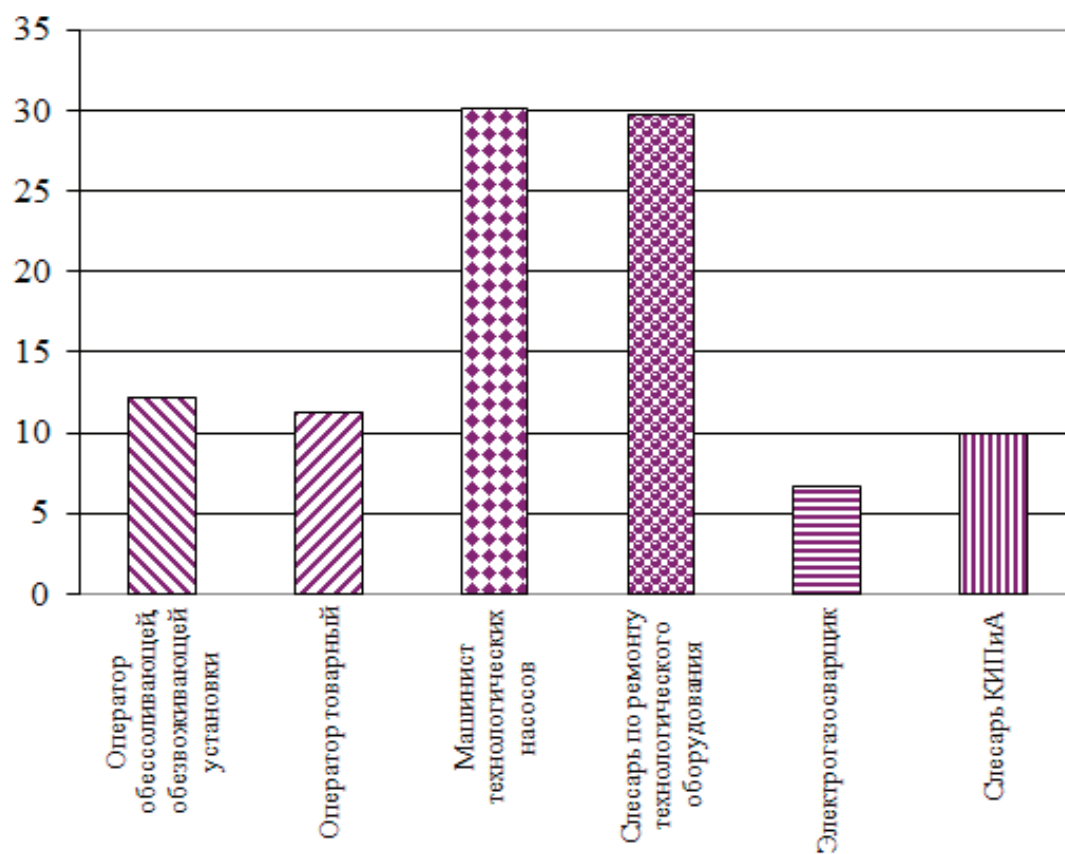


Рис. 1 Динамика профзаболеваемости по профессиям

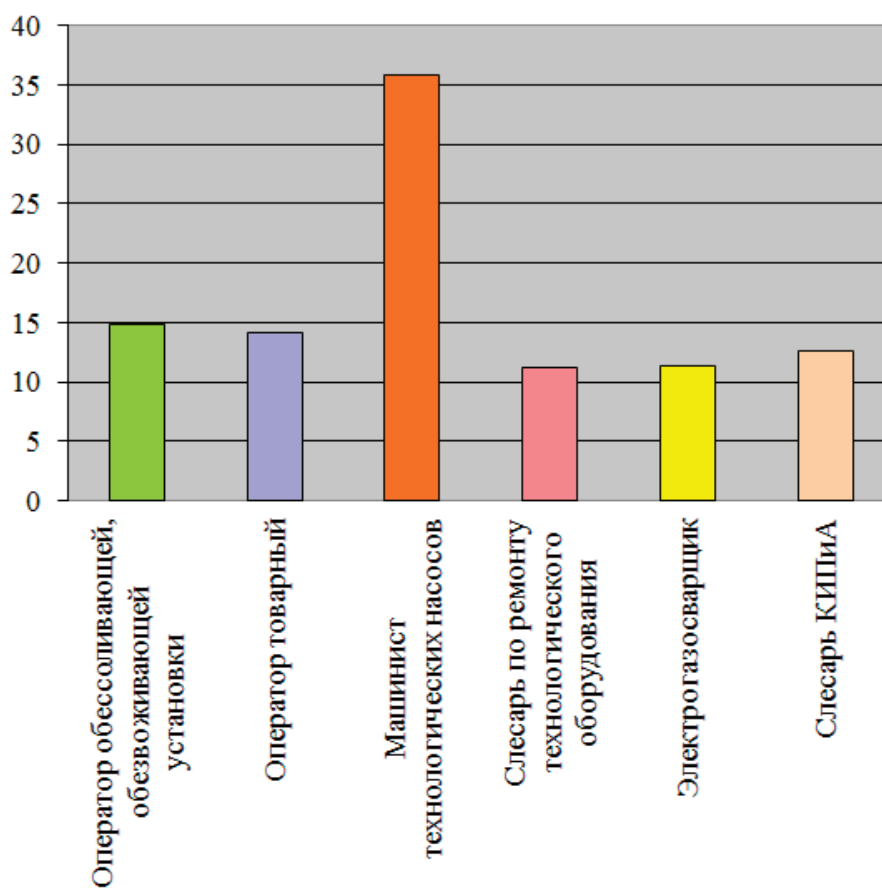


Рис. 2. Динамика профзаболеваемости

в целом уровень профзаболеваемости остается еще достаточно высоким.

Анализ общей заболеваемости в зависимости от профессий за 2015 год в целом (рис. 3) и первый квартал 2016 года (рис. 4) также показывает тенденцию снижения показателей. Уменьшается количество заболевших работников, снижается количество дней невыходов на работу по

причине болезней. Однако резко выраженный скачок заболеваемости работников таких профессий как машинист технологических насосов и слесарь по ремонту технологических насосов требует принятия дополнительных мер по улучшению условий труда. Такими мерами могут быть:

- ограничение пребывания работников в условиях повышенного шума и вибрации за счет внедрения телеме-

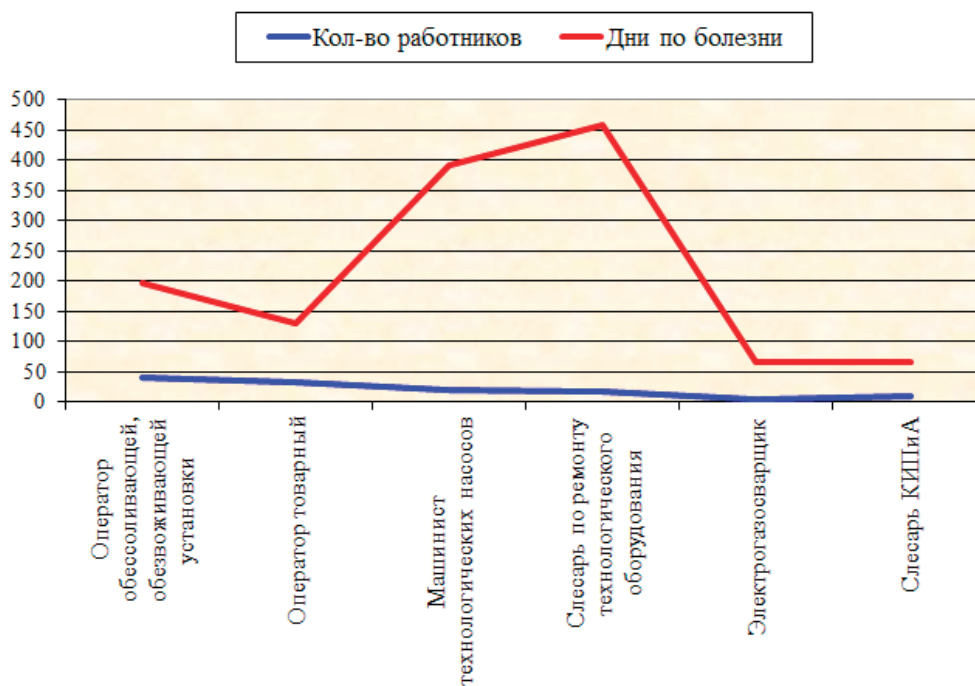


Рис. 3 Общая заболеваемость за 2015 год по профессиям

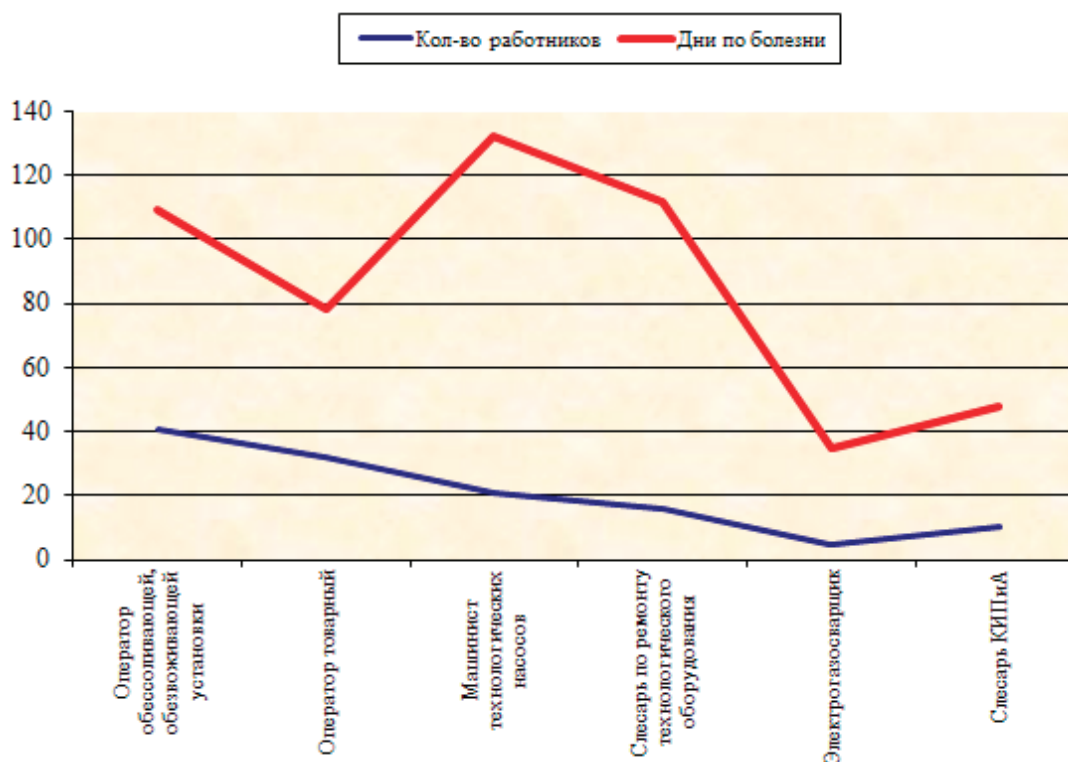


Рис. 4. Общая заболеваемость за первый квартал 2016 года по профессиям

ханики и выведения приборов на экран компьютера операторов насосной станции;

- применение шумопоглощающих перегородок между насосами, применение которых снизит уровень шума на РМ от работающих насосов;
- снижение тяжести труда за счет применения средств малой механизации;

Литература:

1. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовой портал. — Режим доступа: <http://base.garant.ru/12125268/33/#1033> (дата обращения 18.04.2016).
2. Ахметов, В. М. Динамика профессиональной заболеваемости в нефтяной, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности за 40 лет Мед. труда и пром. экология. 2009. 5 С. 913.

Снижение уровня производственного травматизма в исследуемой организации

Кузьмина Ольга Валерьевна, студент;
Искакова Айнаш Кенесовна, студент
Омский государственный технический университет

В данной статье сформулированы основные методы снижения производственного травматизма, показана динамика относительно возраста и стажа работников организации, а также выделены причины травматизма.

Ключевые слова: несчастный случай, опасный производственный объект, уровень производственного травматизма, цех подготовки и сдачи нефти

На сегодняшний день, несмотря на тенденцию уменьшения производственного травматизма, абсолютные цифры его достаточно велики. Практика показывает, что основные причины травматизма и аварийности чаще всего это инженерные упущения; недостатки в организации работ, использовании оборудования; неправильная оценка состояния дел на производстве и т.д. Следовательно, причина заложена в самом человеке — так называемом человеческом факторе. Человеческий фактор — понятие, которое включает ряд составляющих: это не только знания человека, дисциплинированность, исполнительность, но и его психофизические особенности (повышенная эмоциональность, рассеянность, отношение к опасности и т.д.)

Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ от «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и Трудовой Кодекс РФ направлены на существенное улучшение работ по обеспечению безопасности труда.

Снижение производственного травматизма возможно только при соблюдении всех правил охраны труда.

С технической части это:

- безопасное исправное производственное оборудование;
- огражденные подвижные части механизмов;
- максимальная автоматизация производства и внедрение дистанционного управления, исключающее неверные операции;

- разработка и внедрение мероприятий по улучшению показателей микроклимата на РМ.

Таким образом, можно констатировать, что единоразовые затраты на внедрение мероприятий по улучшению условий труда позволяют прежде всего сохранить здоровье работников, а во вторую очередь — повысить производственные показатели.

- наличие различных предохранительных приспособлений;

- периодическое тестирование оборудования на наличие неполадок и его техническое обслуживание;

- применение индивидуальных средств защиты.

К санитарно-гигиенической части относится:

- правильное освещение рабочего помещения;
- правильное отопление производственного помещения, а также защита от вредоносного теплового излучения;

- вентиляцию помещений, очистку воздуха от вредных примесей;

- шумоизоляция и минимизация вибраций;

- использование в производстве безвредных или маловредных веществ и материалов как альтернативу более вредным;

- наличие исправного водоснабжения и канализации;

- соблюдение чистоты на рабочих места и на производстве в целом.

К организационной части относится:

- соблюдение трудового законодательства;
- систематический контроль соблюдения правил безопасности, инструктаж и обучение рабочих по охране труда;
- разработка местных инструкций по охране труда, учитывающие особенности производства.
- применение предупредительных надписей и знаков.

Снижение травматизма невозможно без анализа причин его возникновения.

Главные причины производственного травматизма, выявленные в результате обработки актов расследования несчастных случаев в исследуемой организации приведены на рисунке 1.

Установлено, что для возникновения экстремальной ситуации на рабочем месте существенное значение имеют возраст и стаж работников организации (рис. 2, 3).

Динамика травматизма относительно возраста работников показывает, что критический возраст для рабочих составляет 40–45 лет. У рабочих этого возраста влияние таких составляющих человеческого фактора, как опыт (стаж), квалификация, внимательность и чувство страха, начинает ослабевать, они пренебрегают некоторыми безопасными приемами ведения работ. Последнее обстоя-

тельство вызывает необходимость при достижении рабочими критического возраста использовать их на менее интенсивных, сложных и опасных работах.

Условием возникновения производственного травматизма способствуют высокие физические и психофизиологические нагрузки на инженерно-технический персонал, значительная трудо- и энергоёмкость выполняемых работ, осуществляемых в динамически сложной объемно-пространственной среде.

В исследуемой организации наибольшее число несчастных случаев происходит при ремонтно-восстановительных и общестроительных работах.

Наиболее число случаев травматизма отмечается в отрезке времени с 14 до 21 ч; в недельном цикле выявились два «всплеска» — в понедельник и в четверг, а в распределении по декадам — наибольшее количество в третью

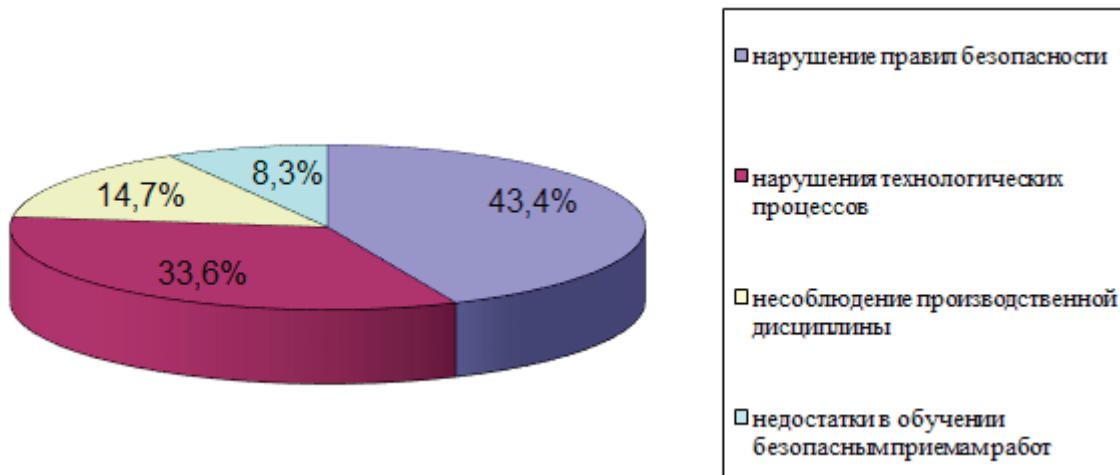


Рис. 1. Причины производственного травматизма

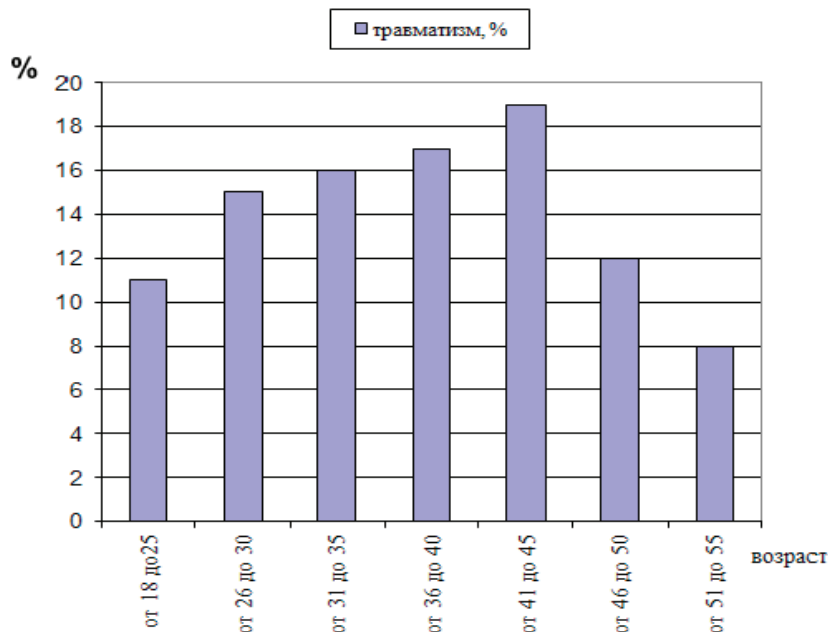


Рис. 2. Динамика травматизма относительно возраста работников

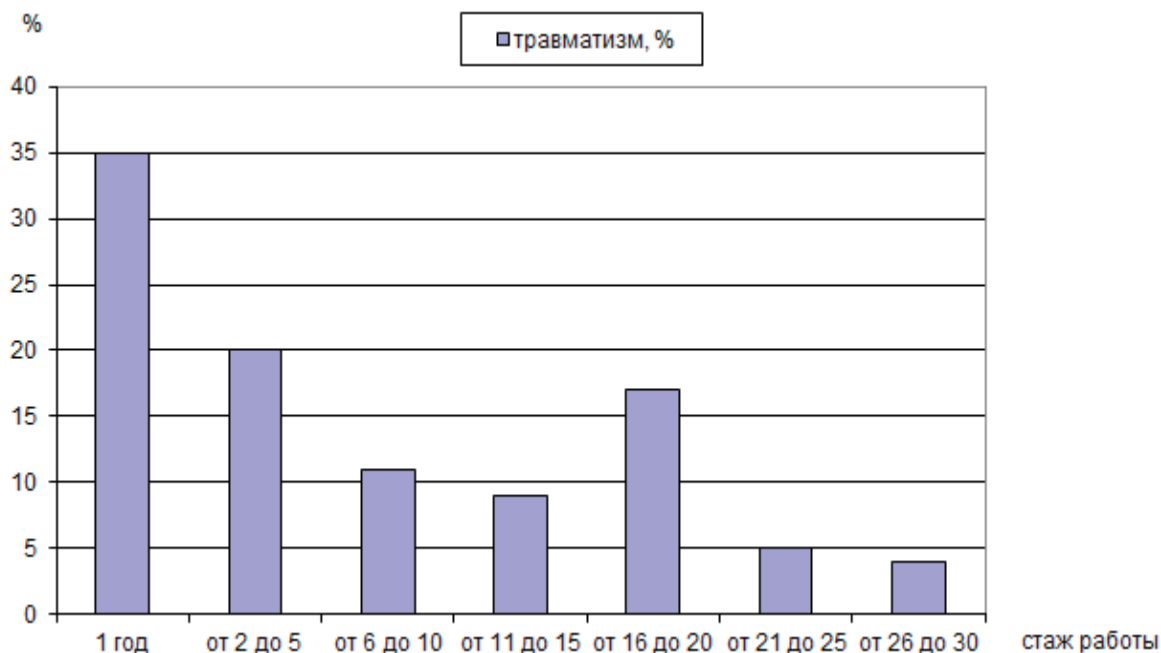


Рис. 3. Динамика травматизма относительно стажа работы

декаду месяца. С позиции физиологии труда наиболее опасный период, когда возможно возникновение несчастного случая, совпадает с периодом утомляемости работника, либо в конце смены, либо в вечернее время, при работах во вторую (ночную) смену.

Одно из актуальных направлений деятельности руководства — решение проблемы охраны труда и создание безопасных условий для обслуживающего персонала.

Распределение показателей травматизма по профессиям в цехе подготовки и сдачи нефти, колеблется от 6,1

до 37,2%. Наибольшая доля травм приходится на машинистов технологических насосов и слесарей по ремонту технологического оборудования — 23,8% (рис. 4).

В результате анализа результатов аттестации рабочих мест по условиям труда, проведенной в 2013 году, были разработаны мероприятия по улучшению условий труда на рабочих местах предприятия. После внедрения ряда мероприятий по улучшению условий труда работников, снизился уровень шума, вибрации и уровень загазованности воздуха рабочей зоны, уменьшился травматизм. Ди-

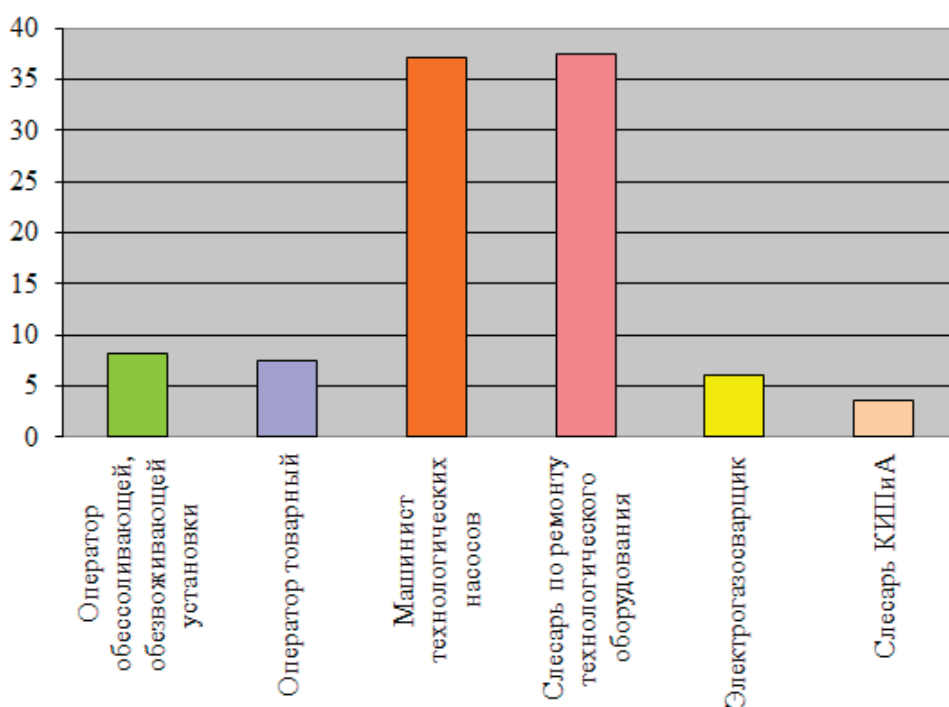


Рис. 4 Травматизм по профессиям



Рис. 5. Динамика изменения травматизма за первое полугодие 2015–2016 г.

динамика уменьшения травматизма на рабочих местах машиниста технологических насосов и слесарей по ремонту технологических насосов представлена на рис. 5.

Результаты исследования производственного травматизма в подразделениях позволили сформулировать следующие выводы:

- условием возникновения производственного травматизма способствуют высокие физические и психофизиологические нагрузки на инженерно-технический персонал, значительная трудо- и энергоёмкость выполняемых работ, осуществляемых в динамически сложной объемно-пространственной среде;

- наибольшее число несчастных случаев происходит при ремонтно-восстановительных и общестроительных работах;

- одна из основных причин производственного травматизма — нарушение требований правил безопасности при ослабленном техническом надзоре. При этом в подавляющем большинстве случаев нарушаются одни и те же пункты правил;

- травмам чаще всего подвергаются работники одних и тех же профессий. Большинство из них нарушили правила безопасности в период своей профессиональной зрелости (при стаже работы около 20 лет и в возрасте 40–45 лет).

Литература:

1. Фалина, Е. В. Способ снижения уровня травматизма на опасных производственных объектах/ Е. В. Фалина// Безопасность жизнедеятельности. — 2010 — № 2 — с. 5–8.
2. Дулясова, М. В. Анализ причин возникновения производственного травматизма на предприятии химической отрасли [Электронный ресурс] / М. В. Дулясова, Л. Н. Тарасова // Нефтегазовое дело. — 2003. — Режим доступа: http://www.ogbus.ru/authors/Dulyasova/Dulyasova_1.pdf (дата обращения 18.07.2016).

Обработка результатов имитационного моделирования сопряжения РК-3 профильных конических поверхностей

Максютин Артем Максимович, студент;
 Линейцев Владимир Юрьевич, кандидат технических наук, доцент
 Забайкальский институт железнодорожного транспорта (Чита)

В статье приведен исходный статистический ряд результатов имитационного моделирования, описана методика определения бракованных результатов и рассчитано математическое ожидание, а также среднеквадратическое отклонение выверенного статистического ряда.

Ключевые слова: РК-3 профиль, имитационное моделирование

Процесс сборки РК-3 профильного конического соединения реализован с применением авторского

программного обеспечения (рис. 1), которое способно смоделировать процесс движения шероховатого вала

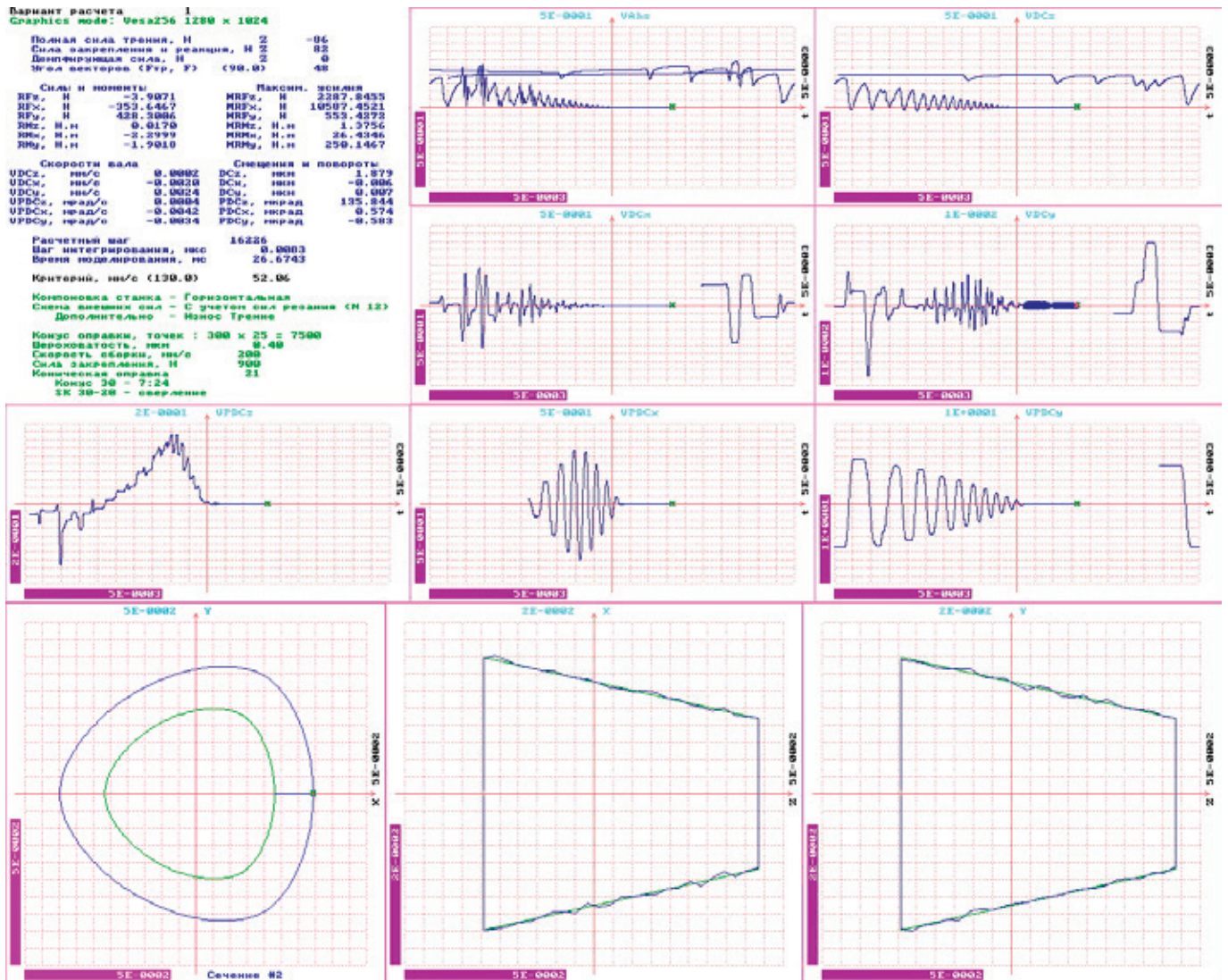


Рис. 1. Моделирование процесса сопряжения РК-3 профильных поверхностей

с конической поверхностью в трехмерном пространстве с учетом линейных и угловых параметров движения.

На основе законов Ньютона выполняется многократное численное моделирование движения с определением ускорений, скоростей и смещений, которые для разных имитационных реализаций (за счет шероховатости поверхности вала) будут приводить к различному конечному закреплению положению вала в отверстии втулки [1–4].

Таким образом, повторение большого количества реализаций процесса сопряжения деталей конического РК-3 профильного соединения приведет к формированию статистического ряда положения вала, закрепленного в отверстии втулки (табл. 1).

Учет случайной шероховатости исходной поверхности вала непременно вызовет случайное отклонение в параметрах сформированного соединения. В статье проводится анализ статистического ряда и определение его параметров, таких как математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение. Для признания резуль-

татов статистической обработки корректными необходимо не менее $N=30$ реализаций (рис. 2).

Поверхностный взгляд на данные в графическом точечном виде предполагает наличие восьми бракованных реализаций, учет которых при обработке статистики приведет к ошибкам в математическом ожидании и среднеквадратическом отклонении параметров реализаций. Их исключение позволит повысить в дальнейшем точность конечного результата, но потребует дополнить статистический ряд минимум до 30-ти «хороших» реализаций (рис. 3, 4).

Перекрестный поверхностный анализ графиков (рис. 3,4) позволяет целиком отбросить из статистического ряда еще раз девять реализаций по условию выхода за пределы точности (Z) и прочности (SrN , Sf/Sn , SrP), а оставшиеся реализации проверить по критерию наличия грубых ошибок с доверительной вероятностью 0,95 при 5% уровне значимости по каждой колонке отдельно (табл. 2).

Методика поиска и исключения грубых ошибок состоит в следующем:

Таблица 1. Параметры собранного РК-3 профильного соединения

N	Z	X	Y	Pz	Px	Py	Sf/Sn	SrZ	SrN	SrP	MaxP
1	18.92	0.04	0.00	-1.47	-0.07	-0.78	21.12	-0.19	0.58	0.76	7.88
2	35.71	-0.01	0.00	0.27	-0.25	0.35	45.51	-0.08	0.92	2.33	10.60
3	36.97	0.00	0.03	-0.64	0.50	0.02	49.07	-0.07	0.96	2.60	10.49
4	18.14	-0.01	0.02	0.68	0.10	0.28	21.11	-0.18	0.58	0.76	8.25
5	36.85	-0.03	-0.01	-0.52	-0.19	0.09	48.41	-0.09	0.96	2.56	10.20
6	37.52	0.03	0.03	2.59	0.23	-0.59	48.90	-0.06	0.96	2.59	10.94
7	37.49	0.01	0.04	-1.89	0.98	0.11	48.72	-0.07	0.96	2.58	10.50
8	37.20	0.00	0.00	-1.88	-0.36	-0.07	49.12	-0.08	0.97	2.60	9.78
9	35.39	0.02	0.00	1.45	-0.37	-0.39	45.72	-0.08	0.92	2.34	10.45
10	35.29	0.01	0.03	1.19	0.94	-0.41	45.70	-0.07	0.93	2.33	10.21
11	37.24	0.00	0.00	-0.54	0.32	-0.06	49.11	-0.08	0.97	2.60	9.94
12	18.77	0.02	-0.01	0.76	-0.20	-0.28	21.08	-0.20	0.58	0.77	7.72
13	37.03	-0.07	-0.01	-0.24	0.32	1.86	48.87	-0.07	0.96	2.59	9.93
14	37.48	0.01	-0.01	0.38	0.17	0.02	49.07	-0.08	0.96	2.60	9.92
15	35.15	-0.01	-0.04	0.30	-0.81	0.03	45.78	-0.09	0.92	2.34	9.84
16	37.29	0.01	0.01	-0.67	0.44	-0.42	49.14	-0.06	0.96	2.60	9.85
17	37.43	-0.01	0.00	-0.01	0.20	0.45	48.91	-0.07	0.96	2.59	9.91
18	35.85	0.00	-0.05	0.05	-0.82	0.31	45.81	-0.07	0.92	2.34	9.69
19	37.50	-0.02	0.01	-0.12	0.74	0.41	49.31	-0.08	0.97	2.61	9.77
20	37.22	-0.03	0.02	-0.69	-0.08	0.47	48.85	-0.07	0.96	2.58	10.65
21	18.46	0.04	-0.01	-2.10	0.02	-0.86	21.09	-0.19	0.58	0.77	7.86
22	37.07	-0.01	0.01	2.18	0.12	0.19	48.95	-0.06	0.97	2.60	9.75
23	18.57	-0.03	-0.02	0.29	-0.15	0.52	21.05	-0.20	0.58	0.76	7.61
24	35.36	-0.05	-0.01	6.14	0.09	0.45	45.56	-0.08	0.92	2.33	9.62
25	18.37	0.06	-0.01	-2.61	0.08	-1.43	21.22	-0.19	0.58	0.77	8.14
26	18.55	0.02	0.03	1.70	0.28	-0.36	21.00	-0.19	0.58	0.76	8.39
27	37.14	0.03	-0.01	0.69	-0.46	-0.43	48.75	-0.08	0.96	2.58	10.89
28	18.92	0.00	0.00	1.34	-0.01	0.11	21.07	-0.19	0.57	0.77	7.97
29	35.32	-0.01	0.04	-1.71	1.05	0.37	45.50	-0.09	0.92	2.33	9.97
30	37.22	-0.02	0.01	2.01	0.20	0.20	48.80	-0.07	0.96	2.58	11.04

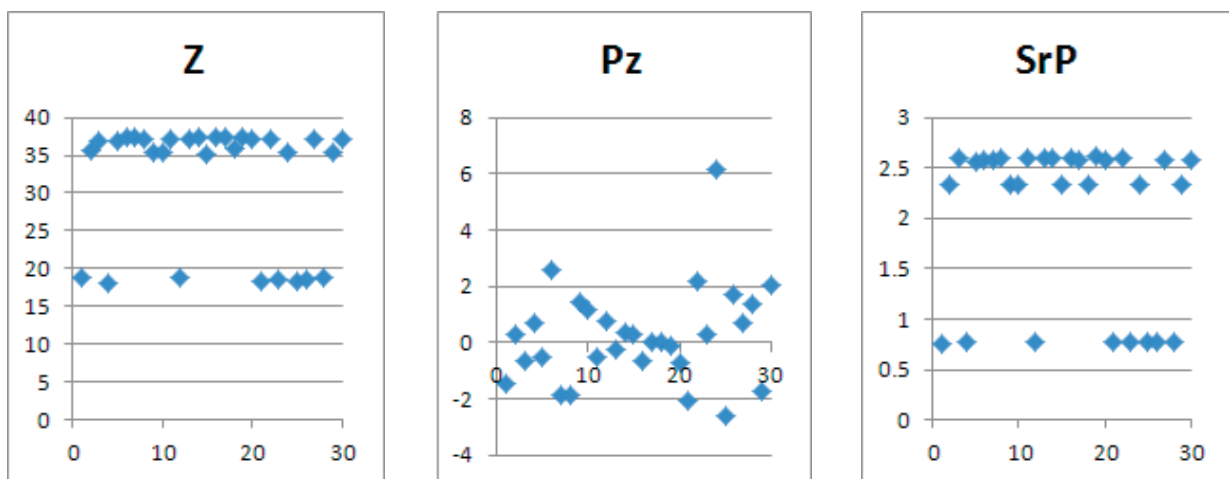


Рис. 2. Точечное отображение некоторых параметров

1. В каждой колонке рассчитать среднее значение и среднеквадратическое отклонение статистического ряда. В MS Excel для этого есть стандартные функции “=СРЗНАЧ(...)” и “=СТАНДОТКЛОН(...)” с указанием интервала ячеек значений ряда.

2. В каждой колонке определить максимальное, минимальное значение в ряду и количество значений ряда. В MS Excel для этого есть стандартные функции “=МАКС(...)” , “=МИН(...)” , “=СЧЕТ(...)” также с указанием интервала ячеек значений ряда.

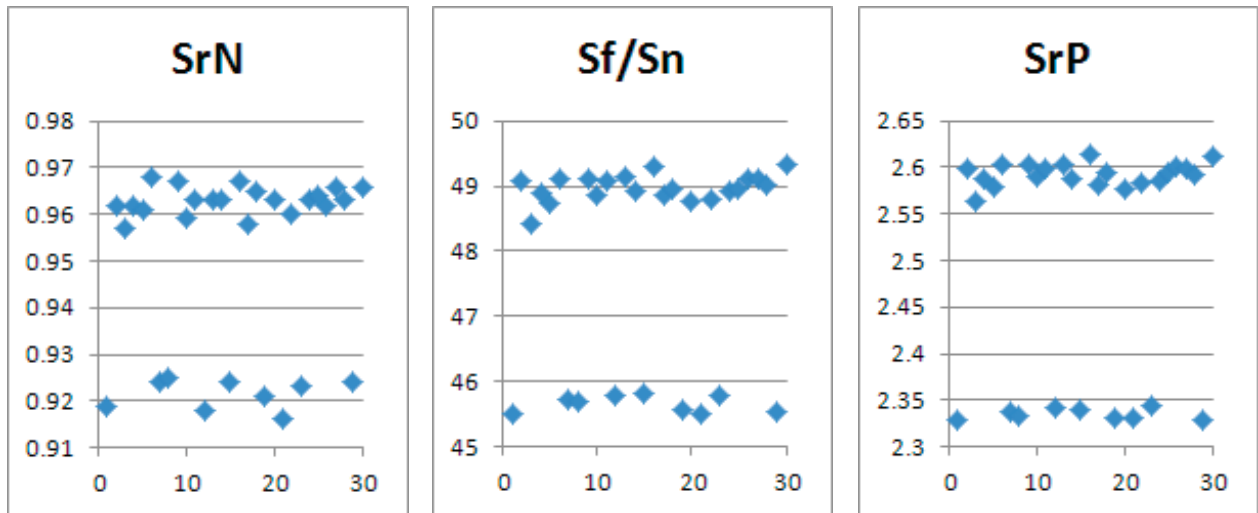


Рис. 3. Параметры прочности соединения — обновленный ряд

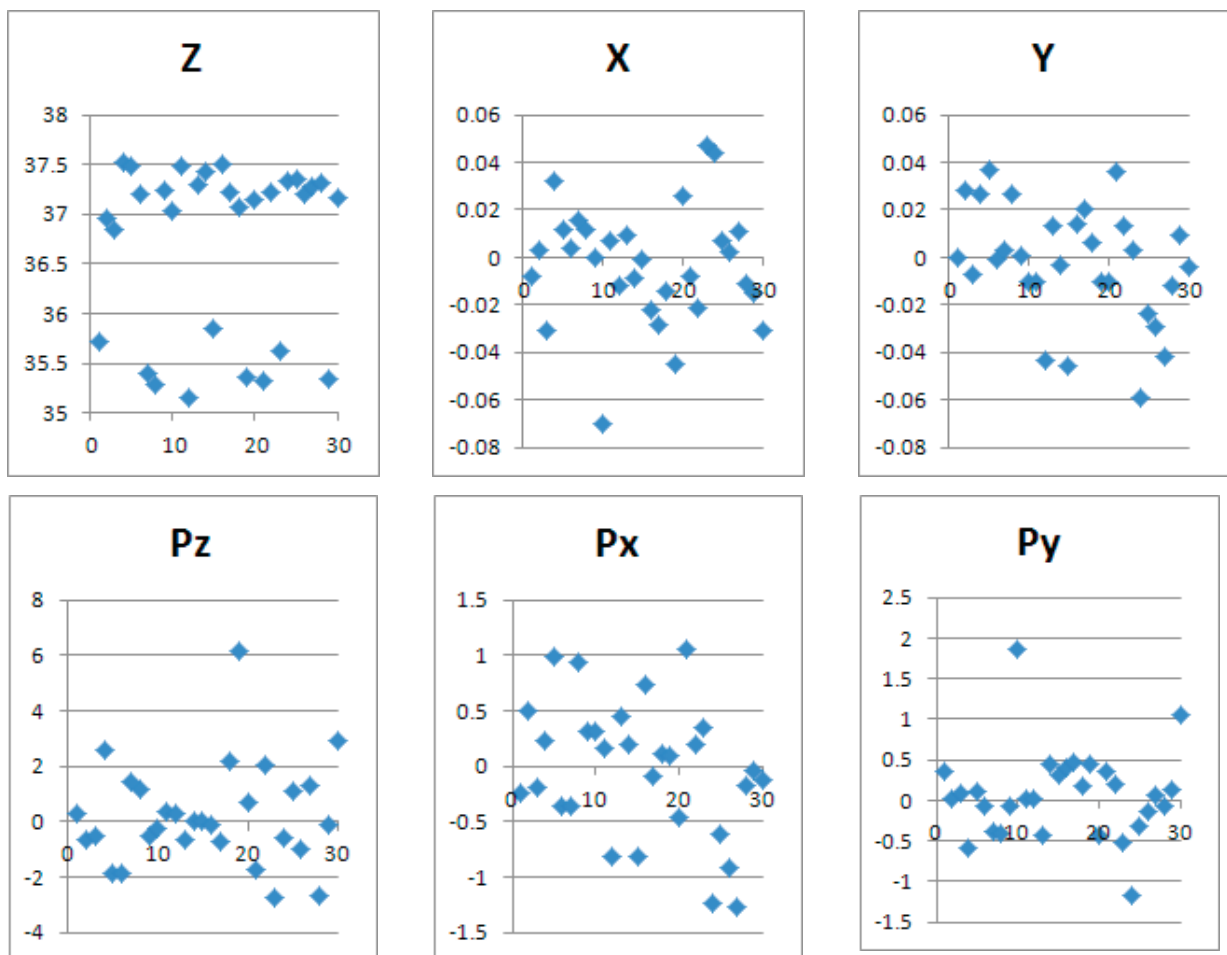


Рис. 4. Параметры точности соединения — обновленный ряд

3. В каждой колонке по формулам $\beta_1 = \frac{\bar{x}_{\max} - \bar{x}}{\sigma \sqrt{\frac{n-1}{n}}}$ и $\beta_2 = \frac{\bar{x} - x_{\min}}{\sigma \sqrt{\frac{n-1}{n}}}$ определить весовую величину ошибки

и сравнить ее с табличным значением критерия появления грубых ошибок (табл. 3). При $n=34$ величина $\beta_{\max} = 2.84$.

4. Если выполняется условие $\beta_1 > \beta_{\max}$ или $\beta_2 > \beta_{\max}$, то значение x_{\max} или x_{\min} необходимо исключить из ряда как грубую погрешность.

5. После исключения грубых ошибок нужно повторить расчеты, начиная с пункта 1.

Таблица 2. Дополненный список реализаций сборки соединения

N	Z	X	Y	Pz	Px	Py	Sf/Sn	SrZ	SrN	SrP	MaxP
1	36.97	0.00	0.03	-0.64	0.50	0.02	49.07	-0.07	0.96	2.60	10.49
2	36.85	-0.03	-0.01	-0.52	-0.19	0.09	48.41	-0.09	0.96	2.56	10.20
...
7	37.03	-0.07	-0.01	-0.24	0.32	1.86	48.87	-0.07	0.96	2.59	9.93
...
24	37.35	0.01	0.05	0.44	0.70	0.08	48.58	-0.06	0.96	2.57	10.56
25	37.72	-0.01	0.05	-2.68	0.88	0.11	49.61	-0.06	0.98	2.62	10.05
26	37.18	-0.02	0.00	1.17	0.00	-0.36	49.20	-0.07	0.97	2.61	9.94
...
33	37.17	-0.03	-0.02	-0.55	-0.18	0.66	49.18	-0.08	0.97	2.60	10.67
34	37.23	-0.02	0.01	0.32	0.26	0.75	49.05	-0.08	0.96	2.60	10.11
\bar{X}	37.30	0.00	0.00	0.19	0.02	0.05	49.00	-0.07	0.96	2.59	10.24
σ	0.20	0.02	0.02	1.53	0.57	0.57	0.22	0.01	0.00	0.01	0.39
Xmax	37.72	0.04	0.05	3.70	1.08	1.86	49.61	-0.05	0.98	2.62	11.04
Xmin	36.85	-0.07	-0.06	-2.70	-1.27	-1.17	48.41	-0.09	0.96	2.56	9.75
n	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
β_1	2.14	2.02	2.02	2.33	1.89	3.21	2.85	2.14	3.45	2.41	2.13
β_2	0.58	0.69	0.61	0.50	0.54	0.66	0.79	0.47	0.63	0.71	0.32

Таблица 3. Критерий появления грубых ошибок

n	β_{max} при p_D			n	β_{max} при p_D		
	0,90	0,95	0,99		0,90	0,95	0,99
3	1,41	1,41	1,41	15	2,33	2,49	2,80
4	1,64	1,69	1,72	16	2,35	2,52	2,84
5	1,79	1,87	1,96	17	2,38	2,55	2,87
6	1,89	2,00	2,13	18	2,40	2,58	2,90
7	1,97	2,09	2,26	19	2,43	2,60	2,93
8	2,04	2,17	2,37	20	2,45	2,62	2,96
9	2,10	2,24	2,46	25	2,54	2,72	3,07
10	2,15	2,29	2,54	30	2,61	2,79	3,16
11	2,19	2,34	2,61	35	2,67	2,85	3,22
12	2,23	2,39	2,66	40	2,72	2,90	3,28
13	2,26	2,43	2,71	45	2,76	2,95	3,33
14	2,30	2,46	2,76	50	2,80	2,99	3,37

Обработывая таблицу 2 согласно методике, приведенной выше, найдено еще 3 грубых ошибки, 2 из которых указывают на бракованную реализацию № 25. При этом в реализации № 7 достаточно исключить само значение без исключения всей реализации. После исключения всех

грубых ошибок к оставшимся в таблице реализациям допустимо применить методы обработки статистических данных для определения среднего значения и среднеквадратического отклонения параметров собранных соединений. Результаты обработки приведены в табл. 4.

Таблица 4. Окончательная обработка статистических рядов

N	Z	X	Y	Pz	Px	Py	Sf/Sn	SrZ	SrN	SrP	MaxP
\bar{X}	37.29	0.00	0.00	0.28	-0.01	-0.01	48.98	-0.07	0.96	2.59	10.24
σ	0.19	0.02	0.02	1.46	0.56	0.49	0.19	0.01	0.00	0.01	0.39
Xmax	37.65	0.04	0.05	3.70	1.08	1.06	49.32	-0.05	0.97	2.61	11.04
Xmin	36.85	-0.07	-0.06	-2.70	-1.27	-1.17	48.41	-0.09	0.96	2.56	9.75
n	33	33	33	33	33	32	33	33	33	33	33
β_1	1.96	1.98	2.10	2.37	1.98	2.23	1.79	2.24	1.57	1.85	2.09
β_2	0.58	0.68	0.65	0.55	0.56	0.63	0.70	0.48	0.50	0.66	0.32

Таким образом, из 55-ти суммарно выполненных реализаций, 22 расчетных реализации было отбраковано, а оставшихся 33 участвовали в наработке конечного результата.

Литература:

1. Линейцев, В. Ю. Контактная прочность, жесткость и точность разъемных неподвижных конических соединений в инструментальных системах Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Иркутск, 2006.
2. Ильиных, В. А., Линейцев В. Ю., Рожкова Е. А. Расчет напряженно-деформированного состояния ступицы с РК-профильным отверстием Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2010. № 3. С. 69–73.
3. Рожкова, Е. А., Ильиных В. А., Линейцев В. Ю. Расчет на прочность РК-3-профильных соединений с натягом Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2012. № 2. С. 17–20.
4. Линейцев, В. Ю., Ильиных В. А. Имитационное моделирование деталей конического соединения на основе рк-3 профильных кривых Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2015. № 2 (46). С. 51–55.

Организация защиты от однофазных замыканий на землю, основанная на использовании высших гармоник в среде Matlab — Simulink

Мирошник Вадим Юрьевич, магистрант;
Соколов Павел Сергеевич, магистрант
Омский государственный технический университет

Приведены результаты спектрального анализа высших гармоник при однофазных замыканиях на землю в распределительных сетях напряжением 10 кВ на примере понижающей подстанции 35/10 кВ. Исследования выполнены на основе приближенного аналитического решения уравнений переходного процесса при замыканиях на землю и математического моделирования на ЭВМ с применением системы Matlab — Simulink. Сформулированы достоинства и недостатки данного дистанционного метода определения однофазного замыкания на землю.

Ключевые слова: электрические сети среднего напряжения 10 кВ, однофазное замыкание на землю, Matlab — Simulink

Эксперименты, проведенные на различных электросетевых объектах 6–35 кВ, показали наличие ряда гармоник в емкостном токе ОЗЗ. Как правило, наиболее выражены нечетные гармоники ряда 3, 5, 7, 11...37 на частотах от 50 Гц до 3,5 кГц, этот ряд гармоник вносит вклад в создание результирующего сигнала, доля которых может составить свыше 50%. Для выделения составляющих выраженных частот в токе и напряжениях при ОЗЗ применяют спектральный анализ [1, 3].

Реализация данного метода стала возможна с развитием микропроцессорных защит. Суть метода состоит в регистрации высших гармоник (ВГ), путем определения большого значения остаточного тока в месте замыкания на землю. При ОЗЗ сопротивление «здоровых» фаз включаются на линейное, из-за этого гарантируется появление гармоник в земле, так как потенциал для них ниже, чем для тока основной частоты [2].

Необходимо учитывать фазу искаженной нулевой последовательности в точке ОЗЗ, так как она является естественным источником тока ОЗЗ. ВГ напряжения или тока имеют результирующее значение, которое равно квадратному корню из суммы квадратов составляющих разной частоты [4].

Так же есть вероятность проявления резонансных явлений (как по току, так и по напряжению) на отдельных элементах системы электроснабжения.

Опираясь на вышеизложенное, можно сказать, что значения гармонических напряжений, даже относительно малые, могут привести к существенному значению составляющей тока при ОЗЗ [3].

Учитывая тот факт, что в компенсированных сетях с ДГР компенсируется только основная гармоника емкостного тока замыкания I_3 и $3I_0$ в поврежденной фазе, ВГ остаются некомпенсированными и ток $I_{дгр}$ содержит их [5]. Для сигнализации и выявления тока I_0 выпускают устройства сигнализации УСЗ-2/2, УСЗ-3М, «Паук», которые позволяют лишь определить поврежденное присоединение, и «Поиск», «Волна», «Зонд», «Спектр», приборы способные отыскать место ОЗЗ [1, 2].

Шуиным А. В. в [5] была предложена двухчастотная схема радиальной сети 6–10 кВ для анализа переходных процессов при ОЗЗ двух основных частотных составляющих — разрядной (связанной с разрядом емкостей поврежденной фазы) ω_p и зарядной (связанной с подзарядом емкостей неповрежденных фаз) ω_3 .

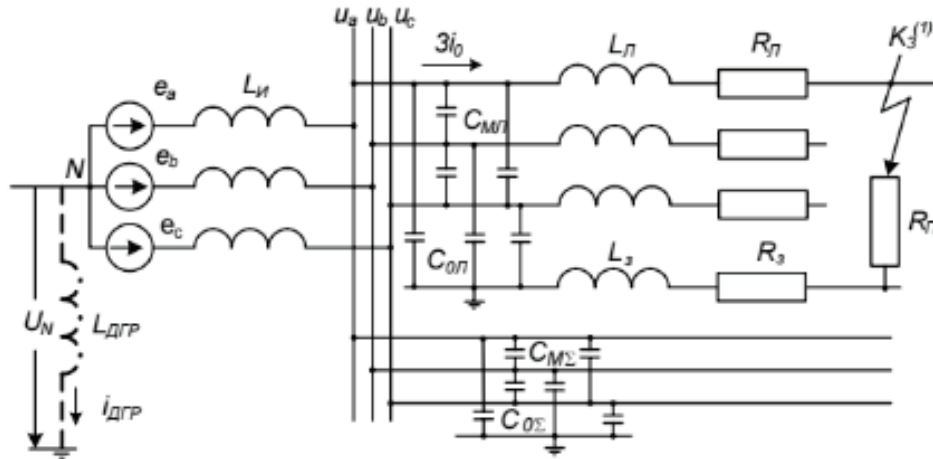


Рис. 1. Двухчастотная схема замещения радиальной сети 6–10 кВ для анализа переходных процессов при ОЗЗ

$$u_0(t) = u_{np} + u_p + u_3 \approx U_m \sin(\omega t + \varphi) - U_m a_1 e^{-\delta_p t} \left[\frac{\sqrt{\omega^2 \cos^2 \varphi + \omega_p^2 \sin^2 \varphi}}{\omega_p} \sin(\omega_p t + \varphi_p) - \frac{u_N(0)}{U_m} \cos \omega_p t \right]. \tag{1}$$

$$-U_m a_2 e^{-\delta_3 t} \left[\frac{\sqrt{\omega^2 \cos^2 \varphi + \omega_3^2 \sin^2 \varphi}}{\omega_3} \sin(\omega_3 t + \varphi_3) - \frac{u_N(0)}{U_m} \cos \omega_3 t \right];$$

$$U_{mp} = U_m a_1 \frac{\sqrt{\omega^2 \cos^2 \varphi + \omega_p^2 \sin^2 \varphi}}{\omega_p} \tag{2}$$

$$U_{m3} = U_m a_2 \frac{\sqrt{\omega^2 \cos^2 \varphi + \omega_3^2 \sin^2 \varphi}}{\omega_3} \tag{3}$$

где: u_{np} — принужденная составляющая переходного напряжения $u_0(t)$;

u_p — разрядная составляющая напряжения $u_0(t)$;

u_3 — зарядная составляющая напряжения $u_0(t)$;

U_m — амплитуда составляющей напряжения промышленной частоты на поврежденной фазе;

$u_N(0)$ — напряжение смещения нейтрали сети в момент пробоя изоляции;

ω_p — частота разрядных колебаний;

ω_3 — частота зарядных колебаний;

ζ_p — постоянная затухания разрядных колебаний;

ζ_3 — постоянная затухания зарядных колебаний.

$$\operatorname{tg} \varphi_p = \frac{\omega_p \sin \varphi}{\omega \cos \varphi + \delta_p \sin \varphi} \tag{4}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_3 = \frac{\omega_3 \sin \varphi}{\omega \cos \varphi + \delta_3 \sin \varphi} \tag{5}$$

$$a_1 = \frac{\omega_1^2 - \omega_3^2}{\omega_p^2 - \omega_3^2}; a_2 = \frac{\omega_1^2 - \omega_p^2}{\omega_3^2 - \omega_p^2} \tag{6}$$

Частоты ω_p , ω_3 и постоянные затухания ζ_p , ζ_3 разрядных и зарядных колебаний определяются из следующих уравнений:

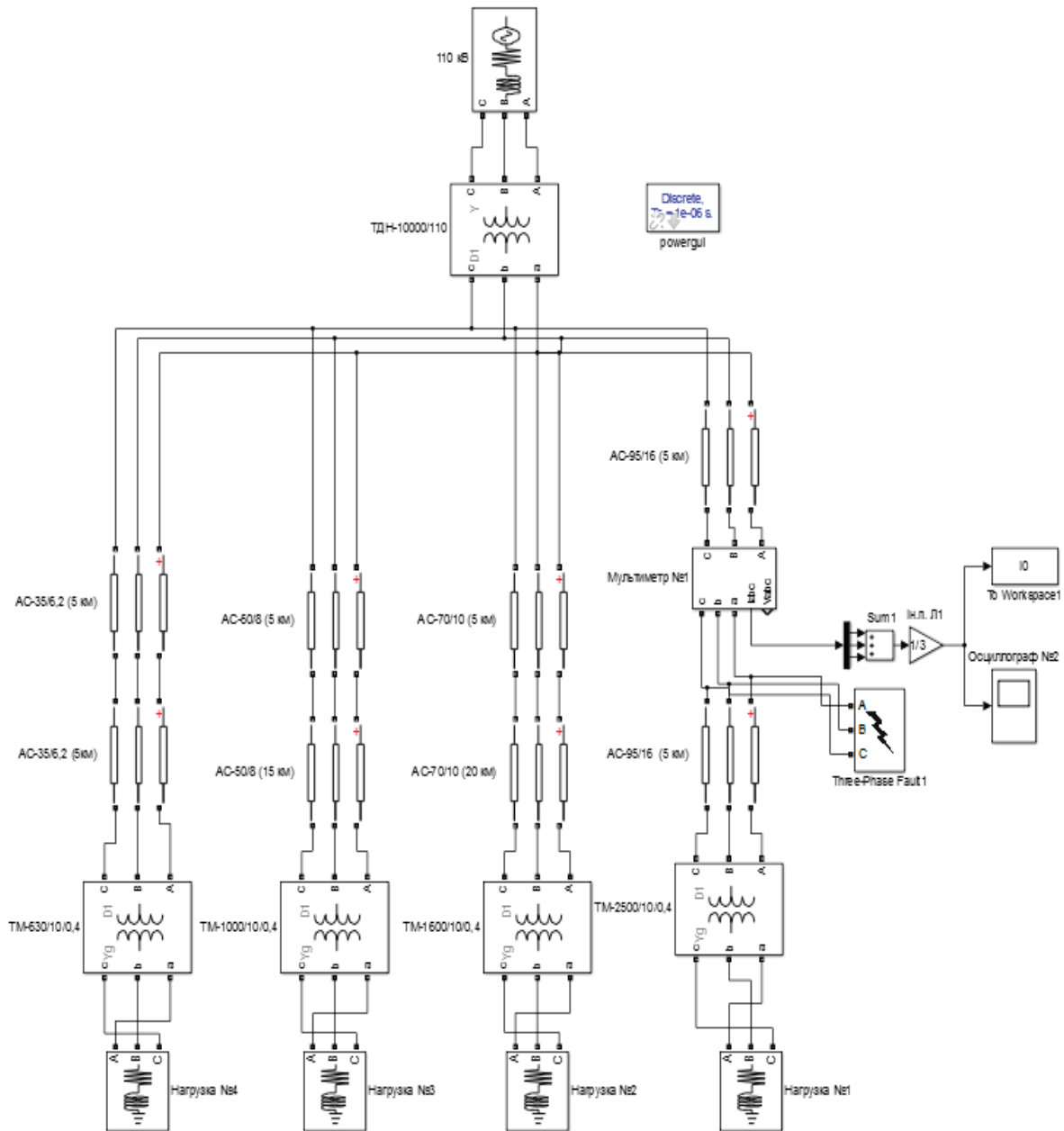


Рис. 2. Имитационная модель ПС-35/10 кВ с отходящими линиями

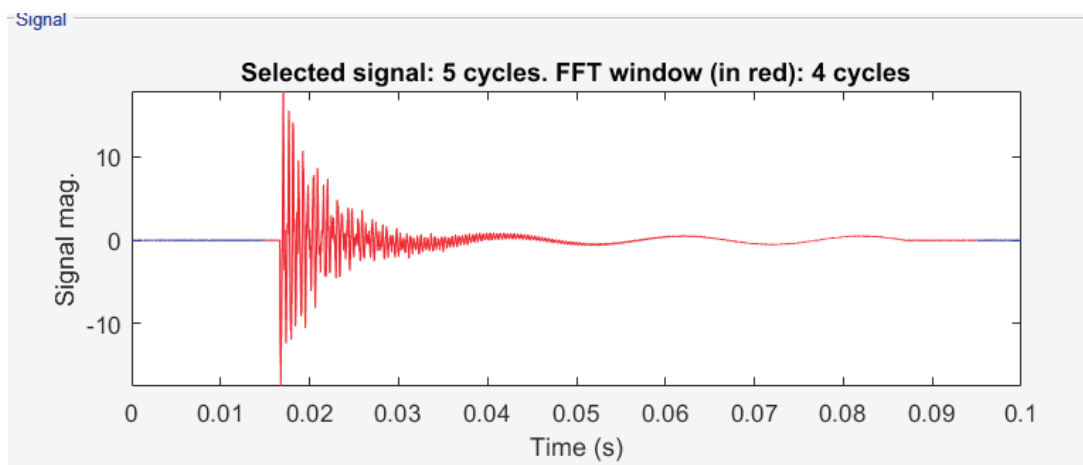


Рис. 3. Временная диаграмма тока нулевой последовательности в начале линии

$$w_p = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{k_c w_1^2 + w_2^2 + \sqrt{k_c^2 w_1^4 + w_2^4 + (2k_c - 4) w_1^2 w_2^2}} \tag{7}$$

$$w_p = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{k_c w_1^2 + w_2^2 - \sqrt{k_c^2 w_1^4 + w_2^4 + (2k_c - 4) w_1^2 w_2^2}} \tag{8}$$

$$\delta_p = \alpha \frac{w_p^2 - w_2^2}{2(2w_p^2 - w_1^2 - k_c w_1^2)} \tag{9}$$

$$\delta_3 = \alpha \frac{w_3^2 - w_2^2}{2(2w_3^2 - w_2^2 - k_c w_1^2)} \tag{10}$$

где: $\alpha_1 = R_1 / L_1$; $w_1^2 = 1 / L_1 C_1$; $w_2^2 = 1 / L_2 C_2$; $k_c = 1 + C_1 / C_2$; $L = 3L_{Л} + L_3$; $C_1 = C_{0Л} + C_{0Л}$; $R_1 = 3R_{Л} + R_3 + 3R_{П}$; $L_2 = 2L_{И}$; $C_2 = 0,5 [C_0 + C_{0Л} + 3(C_{МЛ} + C_{МЛ})]$.

Переходный ток ОЗЗ в месте повреждения для сети с изолированной нейтралью пропорционален производной напряжения $u_0(t)$:

$$3i_0 = -\frac{C_1 du_0}{dt} = i_{np} + i_3 + i_p = 3C_{0\Sigma} U_m \cos(\omega t + \varphi) + I_{mp} e^{-\delta_p t} \cos(\omega_p t + \theta_p) + I_{m3} e^{-\delta_3 t} \cos(\omega_3 t + \theta_3); \tag{11}$$

$$I_{mp} = -3C_{0\Sigma} U_m w_p a_1 \sqrt{\frac{w^2 \cos^2 \varphi + w_p^2 \sin^2 \varphi}{w_p^2 + \delta_p^2}} \tag{12}$$

$$I_{m3} = -3C_{0\Sigma} U_m w_3 a_1 \sqrt{\frac{w^2 \cos^2 \varphi + w_3^2 \sin^2 \varphi}{w_3^2 + \delta_3^2}} \tag{13}$$

где: $\theta_{p,3} = \varphi_{p,3} + \arctg \frac{\delta_{p,3}^2}{w_{p,3}}$.

Таким образом получив значения параметров переходного процесса и диапазон из изменения при ОЗЗ можно определить поврежденное присоединение.

Достоинством метода является:

- без отключения линии;
- применим ко всем видам ЛЭП.

Недостатки метода:

- соизмеримые показатели разрядной и зарядной составляющих переходных процессов при большой удаленности от места замыкания.

Построена и промоделирована имитационная модель современной ПС-35/10 кВ с отходящими линиями. Найдены токи нулевой последовательности, а также проведен спектральный анализ высших гармоник линии на разных участках при однофазных замыканиях на землю. На рис. 2–4 представлены токи нулевой последовательности на разных участках линии. По результатам исследования можно сказать что, ток нулевой последовательности и время переходного процесса в начале выше, чем в конце. По максимальным точкам на рис. 5 построим распределение тока нулевой последовательности относительно расстояния линии.

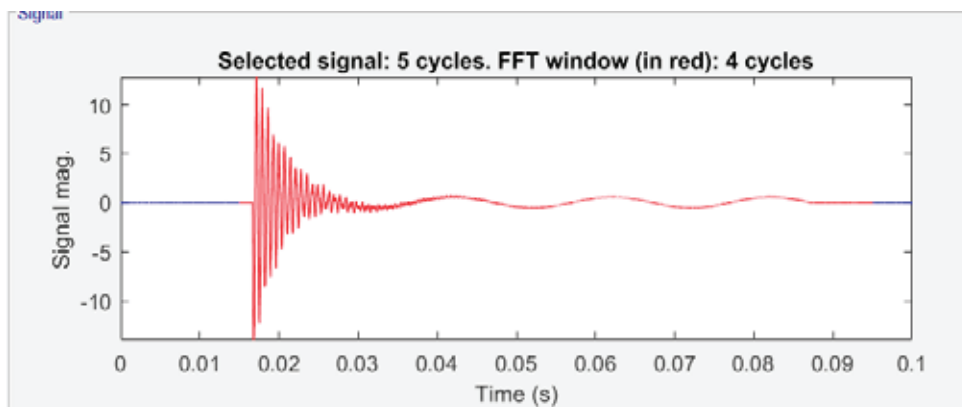


Рис. 4. Временная диаграмма тока нулевой последовательности в середине линии

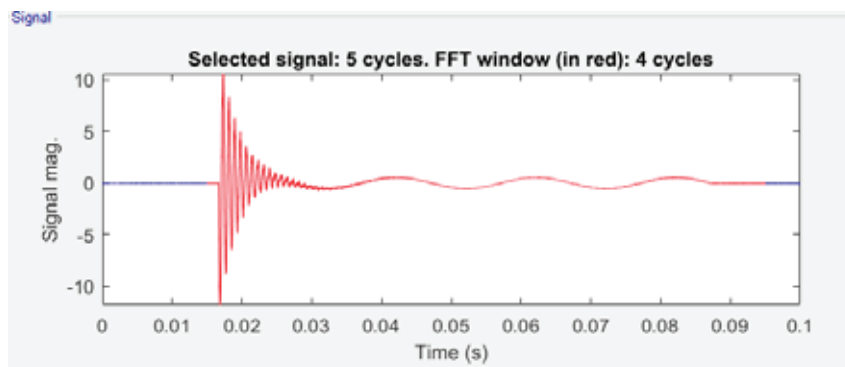


Рис. 5. Временная диаграмма тока нулевой последовательности конце линии

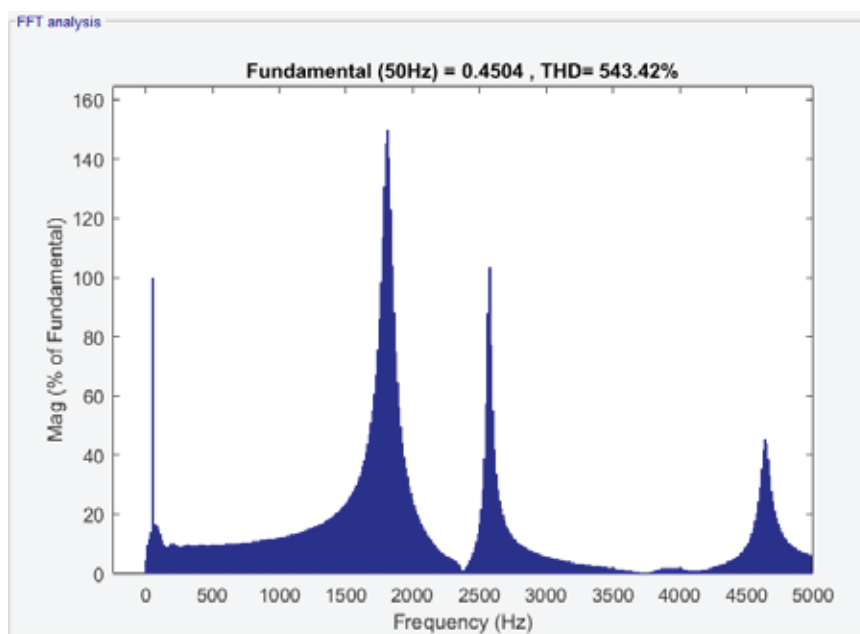


Рис. 6. Спектральный анализ высших гармоник в начале линии

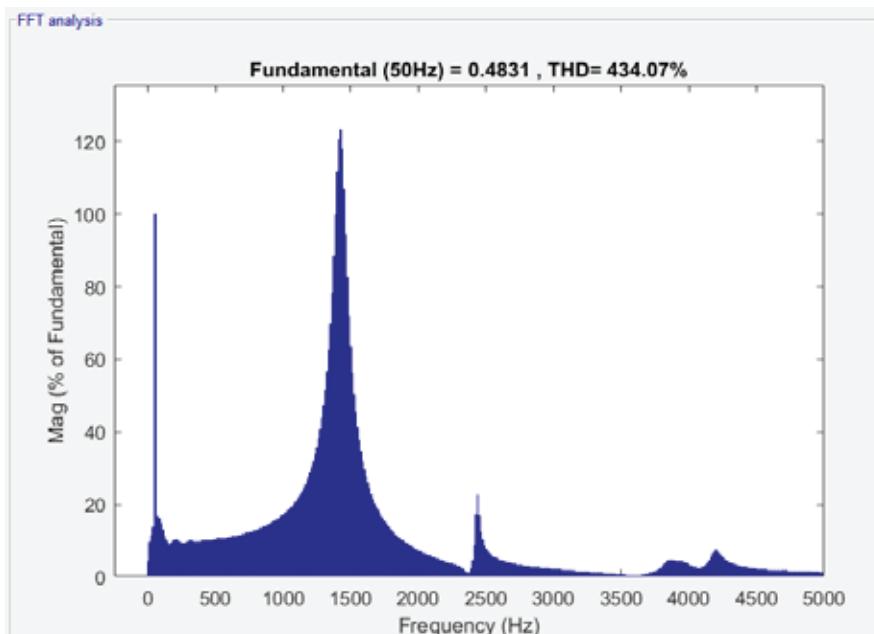


Рис. 7. Спектральный анализ высших гармоник в середине линии

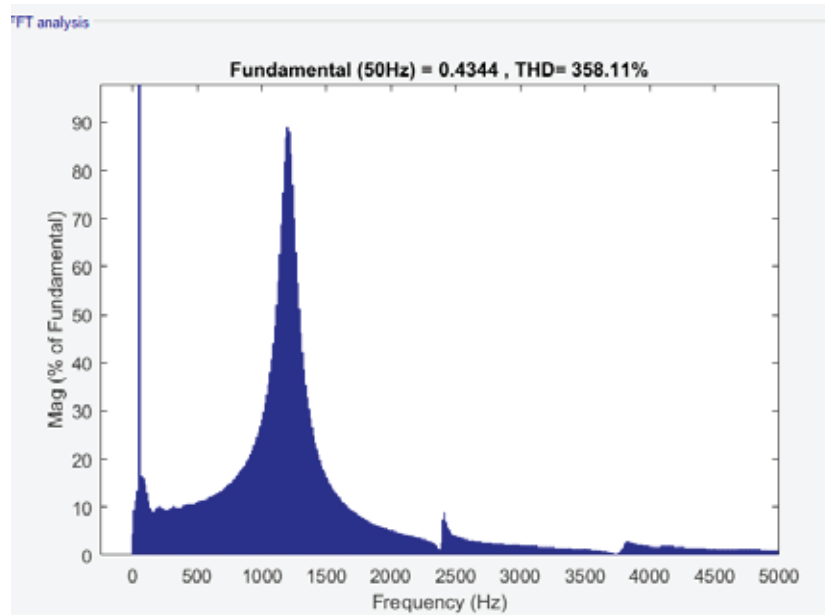


Рис. 8. Спектральный анализ высших гармоник в конце линии

Спектральный анализ высших гармоник представлен на рис. 6–8 появления «всплеска» высших гармоник указывает на наличие в сети однофазного замыкания на землю. С помощью показаний блока FFT ANALYSIS можно определить в какой части моделируемой линии произошло ОЗЗ.

Литература:

1. Абдуллазянов, Р. Э. Методика обнаружения места повреждения при однофазных замыканиях на землю в распределительных электрических сетях напряжением 6–35 кВ по их частотным характеристикам: дис. канд. техн. наук: 05.09.03 — Электротехнические комплексы и системы / Абдуллазянов Рустэм Эдвардович; рук. работы А. И. Федотов. — Казань: Казанский гос. энергетический ун-т, 2013. — 183 с.
2. Добрягина, О. А. Исследование и разработка методов и средств повышения динамической устойчивости функционирования токовых защит от замыканий на землю в сетях 6–10 кВ: дис. канд. техн. наук: 05.14.02 — Электрические станции и электроэнергетические системы / Добрягина Ольга Александровна; рук. работы В. А. Шуин. — Иваново: Ивановский гос. энергетический ун-т им. В. И. Ленина, 2012. — 176 с.
3. Шуин, В. А. Защиты от замыканий на землю в электрических сетях 6–10 кВ / В. А. Шуин, А. В. Гусенков // — М.: НТФ «Энергопрогресс». Библиотечка электротехника; Вып. 11 (35). 2001. — 104 с.
4. Шуин, В. А. Расчеты высших гармоник в токе замыкания на землю на математических моделях компенсированных сетей 6–10 кВ / Т. Ю. Винокурова, В. А. Шуин, Е. С. Шагурина // Электроэнергетика глазами молодежи: науч. Тр. IV междунар. науч.—техн. конф. Т. 2. — Новочеркасск: Лик. — 2013. — С. 211–215.
5. Шуин, В. А. Требования к чувствительности защит от однофазных замыканий на землю на основе высших гармоник / В. А. Шуин, Е. С. Шагурина, Т. Ю. Винокурова // Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем. — 2013.

Оценка существующих подходов к определению параметров поступления и стока радона в помещениях жилых и общественных зданий

Нешто Ксения Яковлевна, студент;
Гончарова Светлана Юрьевна, студент
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Ключевые слова: радон, радиация, строительство, источники излучения, радон в строительстве, экологическая безопасность строительства, воздухообмен

В целях обеспечения экологической безопасности градостроительства и повышения эффективности использования территорий все большее внимание уделяется естественной радиоактивности. По данным многочисленных исследований отечественных и зарубежных ученых, основной радиационный фон на планете создается за счет естественных источников излучения, в частности, радона, который составляет значительную часть общей радиационной дозы.

Так, среднемировая доза облучения людей за счет всех природных источников излучения составляет около 2,4 мЗв/год при характерном диапазоне доз 1,0–13 мЗв/год. Средняя по России доза природного облучения населения несколько выше и составляет около 3,3 мЗв/год при значительно более широком диапазоне доз по отдельным группам населения. Более того, имеются отдельные субъекты Российской Федерации, в которых средние дозы природного облучения населения близки к 10 мЗв/год, и населенные пункты со средними дозами природного облучения жителей более 10 мЗв/год. [1]

Между тем, относительную степень радиационной безопасности населения от природных источников излучения характеризуют следующие значения эффективных доз: в том случае, если их уровень составляет менее 2 мЗв/год, то считается, что облучение не превышает средних значений доз от природных источников излучения; от 2 до 5 мЗв/год — облучение относится к повышенному; более 5 мЗв/год — к высокому уровню. [2] Таким образом, население РФ на данный момент проживает в условиях повышенного естественного уровня облучения.

Основной вклад в облучение населения природными источниками излучения вносят короткоживущие дочерние продукты изотопов радона в воздухе помещений (60–70%) и внешнее облучение (20–30%), а на долю остальных приходится до 10% от суммарных доз.

В 1988 г Конгресс Всемирной Организации Здравоохранения и Международного Агентства по исследованию рака по результатам многочисленных исследований признал, что поступление радона в организм человека является опасным и может провоцировать рак легких. [4,6]

Принимая во внимание тот факт, что в среднем городской житель проводит почти 80% времени внутри помещений, необходимость уделять серьезное внимание проблеме защиты здоровья населения от воздействия радона в помещениях зданий является важнейшей задачей.

Согласно Федеральному закону «О радиационной безопасности населения», облучение населения, обусловленное радоном и продуктами его распада в жилых помещениях, не должно превышать установленные нормативы. [5] Особенности конструкции и содержания зданий различного назначения приводят к существенно более высоким уровням концентрации радона в воздухе помещений по сравнению с наружной атмосферой. В связи с этим в Нормах радиационной безопасности (НРБ-99/2009) содержатся требования по ограничению уровня среднегодовой эквивалентной равновесной

объемной активности радона (ЭРОА) в жилых и общественных помещениях. [9] Также, федеральным законом «О радиационной безопасности населения» (ст. 15) даны определения путей снижения негативного воздействия радона на организм человека:

- радиологическое обследование участков для строительства;
- радиологическое обследование объектов при приемке в эксплуатацию;
- радиологическое обследование существующих объектов;
- радиологическое исследование строительных материалов.

Таким образом, основные действия и решения должны быть направлены на развитие и совершенствование методов исследования параметров, характеризующих радиационную обстановку в помещениях жилых и общественных зданий.

Оценка уровня концентрации радона в помещениях на примере г. Санкт-Петербург

Радон — радиоактивный химический элемент, который образуется в результате распада радия. В нормальных условиях радон — инертный газ, без цвета и запаха, радиоактивен, в несколько раз тяжелее воздуха. Радон-222 образуется в процессе распада урана-238, а торон (радон-220) — в процессе распада тория — 232. Радон-222 имеет период полураспада 3,8 суток, и является основным источником радиационного фона. [3]

Уран входит в состав практически всех видов грунтов и горных пород. Особенно велико содержание урана в гранитных породах. Соответственно, в тех регионах, где преобладающим породообразующим элементом является гранит, можно ожидать повышенное содержание радона. Газ постепенно поднимается через поровое пространство грунта и эманурует с поверхности, после чего рассеивается в воздухе. Так его концентрация остается невысокой и не представляет опасности. [7]

Сложности возникают в случае отсутствия достаточного притока и оттока воздуха, в частности, в домах и других помещениях, в результате чего радон имеет свойство накапливаться. В этом случае содержание радона может достигнуть опасных концентраций и представлять серьезную опасность здоровью и жизни населения. [3,4,6–8,14]

Предельно допустимая концентрация (ПДК) — утвержденный в законодательном порядке санитарно-гигиенический норматив, определяющий максимальную концентрацию вредного вещества, которая за определенное время воздействия не влияет на здоровье человека. ПДК радона. Для радона предельно допустимое поступление через органы дыхания равно 146 МБк/год. [5]

Концентрация радона в помещениях характеризуется эквивалентной равновесной объемной активностью

(ЭРОА) (то же — эквивалентная равновесная концентрация ЭРК).

Согласно НРБ-99/2009 «Нормы радиационной безопасности», при проектировании новых зданий жилищного и общественного назначения должно быть предусмотрено, чтобы среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних продуктов радона и торона в воздухе помещений не превышала 100 Бк/м³, а мощность эффективной дозы гамма-излучения не превышала мощность дозы на открытой местности более чем на 0,2 мкЗв/ч. [8]

В эксплуатируемых зданиях среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних продуктов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м³. [3,8] При более высоких значениях объемной активности должны проводиться защитные мероприятия, направленные на снижение поступления радона в воздух помещений и улучшение вентиляции помещений.

По результатам радиационно-гигиенической паспортизации г. Санкт-Петербург за 2014 год отмечено изменение ЭРОА дочерних продуктов радона в диапазоне от 30 до 1600 Бк/м³. [9] Максимальные значения зафиксированы в Красносельском, Гатчинском и Пушкинском районах Санкт-Петербурга. Повышенные концентрации радона в данных районах обосновываются особенностями геологического строения изучаемых территорий. Так, Санкт-Петербург располагается в области контакта двух региональных структур — Балтийского щита и Русской платформы. В южных районах города выходят на поверх-

ность или располагаются в непосредственной близости от нее дикинонемовые сланцы — горные породы с содержанием урана выше фонового в 10–100 раз. [3,7,10]

На основании многократных замеров концентрации радона в помещениях разных районов ФГУП РГЭЦ «УРАНГЕО» по заказу Комитета была создана схема прогнозной радоноопасности Санкт-Петербурга, которая приведена на рис. 1

Повышенные концентрации радона отмечаются так же в центральных районах Санкт-Петербурга. Это обусловлено наличием архитектурных строений (набережные, цоколи зданий Адмиралтейства, Генерального штаба, Сената и Синода, первый этаж Мраморного дворца, Александровская колонна, колонны Исаакиевского собора и др.) выполненных из гранитов рапакиви, которые также являются источником радона. [11]

Стоит отметить, что оценка концентрации радона в помещениях не дает полного представления о том, какие корректирующие мероприятия следует проводить для снижения его поступления. Необходимо иметь понимание об источниках, механизмах и путях попадания радона в помещения.

Источники, механизмы поступления и стока радона в помещениях

Первые результаты измерений концентрации радона были опубликованы еще в 1956 году в Швеции. Данное исследование показало достаточно высокие уровни концентраций радона в некоторых домах, построенных из бетона,

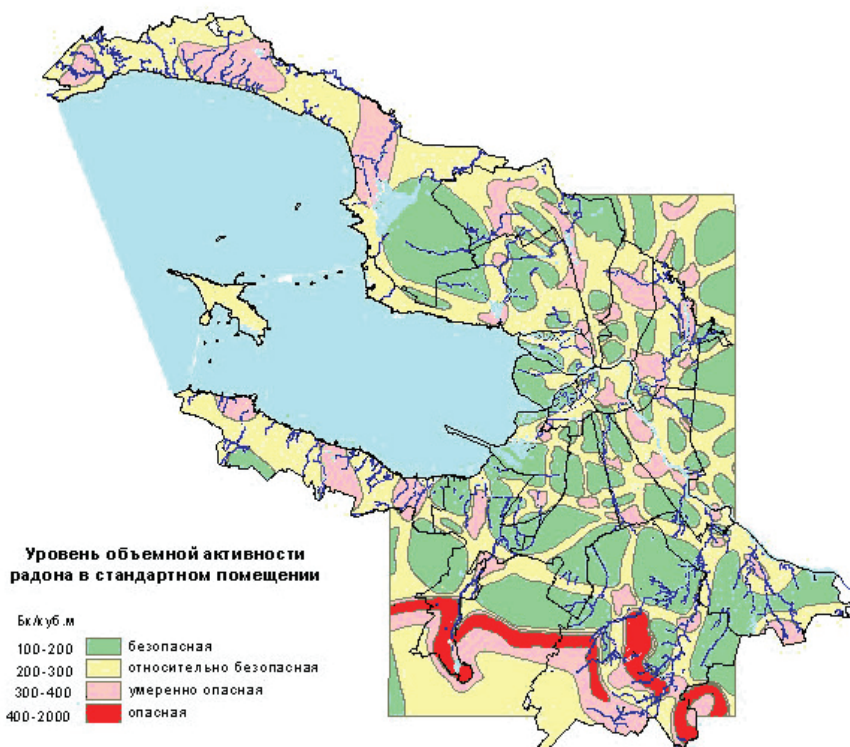


Рис. 1. Схема прогнозной радоноопасности Санкт-Петербурга

содержащего радий-226. [12] Внимательнее к вопросу негативного влияния природного радона на организм человека ученые отнеслись позднее, в начале 1980-х годов. В США были проведены многочисленные исследования концентрации радона в жилых помещениях, в результате чего выяснился факт превышения уровня предельно допустимых концентраций, установленных для работников урановых рудников. [3]

Источниками радона принято считать объекты, из которых радон поступает в помещения.

Основным источником поступающего в помещения радона считается почва. Хотя радон в 7,6 раз тяжелее воздуха, посредством избыточного давления он выталкивается на поверхность и имеет свойство скапливается в подвальных помещениях, на цокольных и первых этажах зданий. [13]

Немалый вклад в суммарную активность радона вносят строительные материалы. Так, отмечено увеличение концентрации радона в помещениях с ограждающими конструкциями, выполненными из материалов горных пород. [15]. Если помещение при этом плохо вентилируется, концентрация радона в воздухе помещений может намного превысить регламентированные допустимые уровни даже при небольших поступлениях только через ограждающие конструкции.

КВО — это величина, значение которой показывает, сколько раз в течение шестидесяти минут воздух в помещении полностью заменяется на новый. Воздухообмен в здании различают на естественный и принудительный. [16] Схема работы естественного воздухообмена

довольно проста. Тяга создается разницей температур наружного и внутреннего воздуха. Для некоторых помещений могут быть установлены нормы кратности воздухообмена как по притоку, так и по количеству удаляемого загрязненного воздуха.

Как видно из рисунка 2, путями проникновения радона в здание могут стать практически любые неплотности в оболочке здания, расположенные ниже уровня земли: трещины в перекрытиях, открытые участки почвы в подвальном помещении или подпольном пространстве, вводы труб и коммуникаций, стыки между плитами и блоками и т.д. [1,17]

Определение и анализ механизмов поступления радона вытекает в отдельную задачу, по причине необходимости применения различных инженерных мер по уменьшению поступления радона в помещения зданий.

Стоку радона из помещений в существенной степени и способствуют следующие мероприятия:

- Герметизация трещин, стыков, отверстий
- Использование лакокрасочных покрытий, оклейка обоями и использование ПВХ панелей в облицовке конструкции
- Принудительная вентиляция подвальных и цокольных помещений
- Частое проветривание помещений
- Использование приточно-отточных установок с подогревом воздуха, поступающего в помещения. [2,7,13–16]

Таким образом, очевидно, что воздухообмен является основным способом снижения концентрации радона в помещениях и определение кратности воздухообмена (КВО)

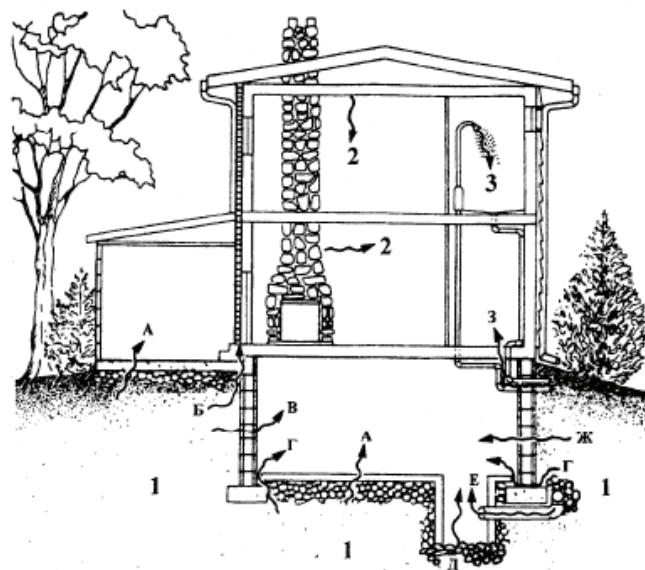


Рис. 2. Основные источники и пути проникновения радона в здания:

- 1 — почва под зданием; 2 — строительные материалы; 3 — вода из подземных источников; А — трещины в бетонных перекрытиях; Б — пространство за облицовочной стеной, установленной на неперекрытом фундаменте из полых блоков; В — поры и трещины в бетонных блоках фундамента; Г — соединения между полом и стеной; Д — открытая почва; Е — швы между блоками фундамента, заполненные раствором; Ж — плохо изолированные вводы труб и коммуникаций; 3 — открытые торцы пустотелых блочных стен

является одной из основных задач в вопросе обеспечения стока радона.

Существующие подходы к оценке параметров воздухообмена

Основными причинами возникновения воздухообмена между внутренним объемом здания и внешней атмосферой при отсутствии источников принудительной вентиляции являются: ветровой и тепловой напор.

Тепловой напор создается разностью температур снаружи и внутри помещений. Чем ниже температура вне здания, тем выше подъемная сила воздуха внутри. Теплый воздух стекает из помещений через щели в стенах, окна и двери, в то время как воздух снаружи поступает в помещения через ограждающие конструкции, лестничные клетки и соседние комнаты.

Величиной, характеризующей радоновую опасность, является плотность потока радона (ППР). Она указывает на интенсивность выхода газа на поверхность их земли или строительных конструкций, способных эманировать.

Различают 3 класса радоноопасности участка:

- первый класс (ППК менее 80 миллибеккерелей на квадратный метр за секунду) — для защиты достаточно обычной вентиляции);
- второй класс (ППК равен 80–200 мБк/м²*с) — необходима умеренная защита;
- третий класс (ППК более 200 мБк/м²*с) — требуется усиленная защита.

Для проведения измерения ППР традиционно используются накопительные камеры и угольные адсорберы.

Накопительная камера, представляющая собой полусферу, или цилиндр с одним открытым основанием, устанавливается открытой частью на поверхность грунта. Внутри накопительной камеры происходит накопление радона и торона, выходящих из грунта.

В общем случае, плотность потока радона q , Бк·м⁻²·с⁻¹, рассчитывают из выражения:

$$q = \frac{A(t) \cdot V}{S \cdot t}, \quad (1)$$

Где,

$A(t)$ — объемная активность радона в воздухе накопительной камеры, измеренная за время t , Бк·м⁻³;

S — площадь поверхности основания, м²;

t — время накопления радона, с;

V — объем накопительной камеры, м³.

Однако, в выражении (1) не учтен радиоактивный распад радон, а также тот факт, что внутри накопительной камеры присутствуют радиоактивные газы в фоновой концентрации, поэтому для точного расчета плотности потока радона необходимо использование более сложного ряда уравнений и зависимостей. [18]

Методика измерений с применением угольных адсорберов основана на сорбции радона на активированном угле при отборе пробы с последующим измерением активности сорбированного радона в лабораторных и по-

левых условиях с помощью гамма-спектрометра излучения ДПР в равновесии с адсорбированным из воздуха радоном в объеме адсорбента. Метод измерений достаточно хорошо изучен и описан, а технология его реализации достаточно проста.

Массовое распространение угольных адсорберов в России и других странах для измерения ОА радона связано с удобством применения, возможностью регенерации и повторного использования активированного угля и меньшим временем экспонирования. Этим средством измерения оснащена значительная часть лабораторий радиационного контроля в системе Роспотребнадзора. [19]

Помимо приведенных выше, существуют так же широко известные способы определения концентрации радона, такие как: метод фильтров, метод «скрытой энергии», метод «радиографии», измерения посредством спектрометров и радонометров и др. [19,20] Все эти способы могут использоваться для целей бытового мониторинга, однако, так или иначе имеют ряд недостатков.

Для оценки КВО помещений используются индикаторные газы и аэродвери.

Способ определения КВО помещений методом индикаторного газа определен стандартом ГОСТ Р 54857–2011, ИСО 12569–2000 «Здания и сооружения. Определение кратности воздухообмена помещений методом индикаторного газа».

Сущность метода индикаторного газа заключается в том, что в воздух испытываемого объекта вводят небольшой объем индикаторного газа, размещают его с помощью вентиляторов до равномерного распределения в воздушной среде объекта, обеспечивая низкую концентрацию индикаторного газа, которую регистрируют с помощью газоанализатора. Измерения концентрации индикаторного газа в воздушной среде объекта проводят при следующих условиях поддержания существования индикаторного газа в испытываемом объекте:

- 1) уменьшение во времени концентрации индикаторного газа после первичного его введения (метод снижения концентрации индикаторного газа);
- 2) непрерывное введение индикаторного газа, при котором отслеживают изменение концентрации относительно заданной скорости подачи индикаторного газа (метод непрерывной подачи индикаторного газа);
- 3) обеспечение постоянной концентрации, при которой отслеживают объем индикаторного газа, необходимый для поддержания концентрации на постоянном уровне (метод постоянной концентрации индикаторного газа).

По результатам измерений концентрации индикаторного газа вычисляют обобщенные характеристики воздухопроницаемости испытываемого объекта (объемный расход воздуха, кратность воздухообмена).

Аэродверь — специализированный манометрический течеискатель, предназначенный для проведения натурных испытаний воздухопроницаемости ограждающих конструкций здания, измерения кратности воздухообмена

здания, а также для оценки герметичности отдельных помещений или секций здания. [21]

Аэродверь состоит из трех основных компонентов:

- съемной тканевой или пластиковой дверной панели, устанавливаемой в проем входной двери тестируемого здания, с отверстием для вентилятора,

- калиброванного измерительного вентилятора (или нескольких вентиляторов), способного обеспечить воздушный поток в интервале от единиц до десятков тысяч кубических метров в час,

- дифференциального манометра, осуществляющего измерение давления в различных точках как внутри здания, так и вне его, и управляющего работой вентилятора в режиме реального времени.

Метод основывается на создании перепада давлений (давление внутри помещения и снаружи). Вентилятор, встроенный, в дверь, создает мощный поток воздуха. Все окна и двери при этом должны быть плотно закрыты. Так как воздух внутри и снаружи здания имеет разную температуру, то температура материалов в дефектных местах начинает быстро изменяться. Так, посредством манометра определяется КВО — отношения расхода воздуха, проходящего через вентилятор аэродвери при испытаниях к внутреннему объему тестируемого здания в час.

Проведение испытаний аэродверью регламентируется ГОСТ 31167–2009.

В результате многочисленных зарубежных исследований по определению параметров воздухообмена, на основе непрерывного мониторинга концентрации радона, разности температур и ППП с поверхности конструкций было показано, что существует количественная зависимость концентрации радона и КВО помещений от разности температур воздуха внутри и снаружи помещений. На основании выявленной зависимости был предложен способ, в котором КВО может быть определена в закрытом помещении с естественной вентиляцией. Однако основным ограничением на данный метод является невозможность применения к эксплуатируемым помещениям, где такая оценка представляет повышенный интерес.

Оценка необходимости разработки нового способа оценки КВО

Рассмотренные подходы к оценке параметров воздухообмена имеют ряд существенных недостатков. Так,

накопительные камеры и угольные адсорберы требуют тщательной герметизации, что далеко не всегда представляется возможным. Кроме того, невозможность прямой оценки параметров поступления и стока радона приводит к необходимости сложной последовательности аналитических расчетов. Использование многочисленной аппаратуры характеризуется наличием метрологических неточностей, которые накладывают свой отпечаток на получаемые результаты.

Применение методов измерения ОА радона с использованием сорбции на активированном угле в радиационной эпидемиологии ограничено в связи с недостаточным максимальным периодом экспонирования. Угольные адсорберы позволяют получить информацию об ОА радона, усредненной за период 1–7 суток. Полученные этим методом данные, в большей степени зависят от краткосрочных вариаций ОА радона, чем результаты измерения трековыми детекторами.

Недостатками способа определения плотности потока радона с помощью накопительных камер являются: высокая стоимость требуемой аппаратуры, поскольку необходимо использовать дорогостоящее спектрометрическое оборудование для разделения радона и торона; сложность последовательности операций мониторинга, большие габариты адсорбционных аппаратов.

Использование аэродверей позволяет лишь косвенно определить значение КВО на основании параметров воздухопроницаемости. Помимо этого, использование аэродверей накладывает свои ограничения в силу громоздкости конструкции и необходимости специального места для установки. Способ определения КВО помещений методом индикаторного газа определен стандартом, базирующимся на требованиях Федерального закона N384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Согласно которому, здания и сооружения, с одной стороны, должны исключать в процессе эксплуатации нерациональный расход энергетических ресурсов, а с другой — не создавать условия для недопустимого ухудшения параметров среды обитания людей

Особенной сложностью отмечено использование вышеприведенных методов в эксплуатируемых помещениях.

Анализ недостатков существующих подходов к определению параметров воздухообмена говорит о необходимости разработки и развития новых методов и подходов к оценке радоновой безопасности.

Литература:

1. Роберт, К. А., Нешто К. Я., Мамаев Т. Д., Сенин И. Ю. Защита жителей домов от влияния радона при эксплуатации здания/Строительство уникальных зданий и сооружений // Строительство уникальных зданий и сооружений. — 2015. — № 10 (37). — С. 46–52.
2. Бадрутдинов. О., Р. Нормативно-правовое обеспечение радиационной безопасности // Экологический консалтинг. — 2001. — № 2. — С. 5–23.
3. Дорошко, А. Л. Природный радон: проблемы и решения // Разведка и охрана недр. — 2010. — № 8. — С. 50–56.
4. Ненахова, Е. В., Макаров О. А. Радон и здоровье населения // Бюллетень Восточно-сибирского научного центра сибирского отделения российской академии медицинских наук. — 2006. — № 6. — С. 184–185.

5. Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» от 09.01.1996 N3-ФЗ (действующая редакция, 2016) ст. 4
6. Демин, В. Ф., Жуковский М. В., Киселев С. М. Методика оценки риска от воздействия на здоровье человека радона и дочерних продуктов его распада // Гигиена и санитария. — 2014. — № 5. — С. 64–69.
7. Карабанов, А., Жук И., Ярошевич О., Конопелько М., Лукашевич Ж., Василевский Л. Радон: здоровье, опасность, защитные мероприятия // Наука и инновации. — 2013. — № 4 (122). — С. 63–67.
8. СанПиН 2.6.1.2523–09 Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 п. 5.3.3
9. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах РФ за 2014 год (Роспотребнадзор)
10. Бердников, П. В., Горький А. В. Изучение радоноопасности территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области // АНРИ. — 2008. — № 2(53). — С. 56–59.
11. Прокофьев, О. Н. Контроль облучения почвы. — СПб.: СПбНИИРГ, 2009. — 130 с.
12. Васильев, А. В. Радоновая безопасность современных многоэтажных зданий: диссертация кандидата технических наук: 05.23.19 / Васильев Алексей Владимирович. — Екатеринбург, 2014. — 116 с.
13. Лунёв, А. М. Радон в помещениях г Волжского и рекомендации для снижения его концентрации // Аргігі. Серия: естественные и технические науки. — 2014. — № 1. — С. 2–8. (пример: 139–146)
14. Кононенко, Д. В., Кормановская Т. А. Влияние радонозащитных мероприятий в детских образовательных учреждениях на радиационный риск при облучении радоном (на примере одной из школ Санкт-Петербурга) // анализ риска здоровью. — 2014. — № 2. — С. 90–96.
15. Ватин, Н. И., Самопляс Т. В. Системы вентиляции жилых помещений многоквартирных домов. — СПб.: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2004. — 66 с.
16. Клавенше, Б., Окерблум Г. Радоновая книга: меры по борьбе с радоном в существующих зданиях. — Стокгольм:, 2007. — 92 с.
17. Яковлева, В. С., Вуколов А. В. Способ измерения плотности потоков радона и торона с поверхности грунта по альфа-излучению // Известия Томского политехнического университета. — 2010. — № 2. — С. 167–170.
18. Кузнецов, А. В. Методы интенсификации работы адсорберов. — гл. 16. — Волгоград: Индивидуальный предприниматель Акелян Нарине Самадовна, 2014. — 277–294 с.
19. РАДОН: ВРАГ, ВРАЧ и ПОМОЩНИК // Радон и безопасность населения. URL: <http://profbeckman.narod.ru/rad.files/Rad3SS.pdf> (дата обращения: 6.11.2016).
20. Бирюкова, М. С., Попов А. А. Современные проблемы метрологического обеспечения средств измерений расхода газа // Вестник Омского государственного технического университета. — 2015. — № 2. — С. 177–181.

Сталежелезобетонные перекрытия по профилированному стальному настилу

Постанен Сергей Олегович, магистрант;
Березкина Александра Юрьевна, магистрант;
Комиссаров Валерий Викторович, магистрант
Постанен Михаил Олегович, студент
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Дан обзор истории развития сталежелезобетонных конструкций. Проанализированы основные преимущества и недостатки применения сталежелезобетонных конструкций в современном строительстве. Приведены особенности конструирования сталежелезобетонных перекрытий по профилированному стальному настилу.

Ключевые слова: сталежелезобетонные конструкции, монолитная железобетонная плита, профилированный настил, несъемная опалубка, СПН

В современном строительстве вопрос увеличения прочности и несущей способности конструкций уже не является основным. Этому свидетельствуют многочисленные здания, построенные за последние годы, высота которых достигает сотни метров. Поэтому, одним из

важнейших направлений прогресса в строительной области, на данный момент, является увеличение эффективности конструкций. Это подразумевает значительное сокращение материалоемкости, стоимости, трудоемкости и сроков строительства.

Одним из материалов, позволяющим улучшить эти показатели является сталежелезобетон, появившийся в XIX веке, еще до появления классических железобетонных конструкций. Уже тогда строители заметили, что железные балки, оштукатуренные бетоном, имеют повышенную жесткость, прочность, а также являются более огне- и коррозионностойкими, чем обычные стальные элементы. Экспериментально это было подтверждено испытаниями, проведенными в Англии в 1923 году [1].

В последнее время широкое применение в экономически развитых странах мира получили монолитные сталежелезобетонные перекрытия по стальному профилированному настилу (СПН). В таких плитах СПН используется как несъемная опалубка, включающаяся в работу конструкции как листовая арматура. Начало внедрения изгибаемых железобетонных конструкций с внешней листовой арматурой относится еще к рубежу 40-х и 50-х годов прошлого столетия, когда СПН, использовавшийся ранее как несъемная опалубка, был объединен с укладываемым поверх листа бетоном специальными связями с целью вовлечения листа в работу как растянутой арматуры. Наиболее эффективная область их применения в современном строительстве — многоэтажные жилые и административные здания со стальным каркасом в труднодоступных и сейсмических районах, а также промышленные здания.

Наиболее значительными постройками, в которых применялись сталежелезобетонные перекрытия, являются: здание аэропорта в Шереметьево в Москве, здание пресового корпуса АЗЛК, административно-гостиничный комплекс центра международной торговли в Москве, Красноярский завод тяжелых экскаваторов, административное здание Союза писателей РСФСР в Москве, здание Музея обороны в Севастополе и другие. Зарубежный опыт использования сталежелезобетонных перекрытий характеризуется такими многоэтажными сооружениями как Ту Терлт Крик Виллэджд, Парклэйн Тауэр, Хьюстон Лайтинг энд Пауэр-

Компэни Электрик Тауэр, Сире Тауэр в США и множество других [2].

Данная конструкция имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными сборными и монолитными перекрытиями из железобетона:

- снижение массы перекрытий на 30–50% по сравнению железобетонными перекрытиями традиционной конструкции;
- снижения расхода бетона до 30%, в сравнении с традиционными конструктивными решениями;
- снижение металлоемкости балок каркаса в результате их совместной работы с плитой;
- снижение трудоемкости опалубочных и арматурных работ;
- повышение устойчивости элементов каркаса, благодаря его пространственной работе, обеспеченной жесткими горизонтальными дисками перекрытий;
- возможность прокладки коммуникаций вдоль гофров настила;
- сокращение сроков строительства.

Для применения СПН в качестве внешней рабочей арматуры плиты на стадии эксплуатации, необходимо обеспечить ее сцепление и совместную работу с бетоном следующими способами:

- при прокате профиля настила необходимо выполнить регулярную выштамповку (рифлы) в виде вмятин или выпуклостей, глубиной 3–5мм;
- требуется установить анкерные упоры на опорах плиты, как правило, они представлены в виде вертикальных стержней, так называемые стад-болты, которые приваривают к стальным опорным балкам каркаса через профилированный настил.

Стад-болты представляют собой комбинированные стержни диаметром до 25 мм из стали с пределом текучести не менее 350МПа. [3]

Еще не так давно в качестве СПН в нашей стране использовались всего два типа профилированных настилов: Н80А-674–0,9 и Н80А-674–1,0 отечественного про-

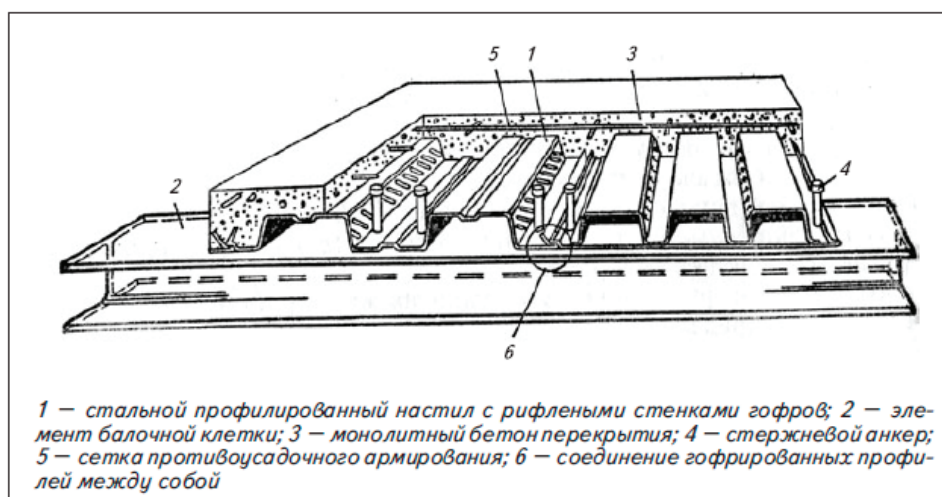


Рис. 1. Монолитная сталежелезобетонная плита, армированная профилированным стальным настилом

изводства, которые различаются толщиной стали (0,9 и 1,0 мм). На своих гранях они имеют местные локальные выштамповки овальной и призматической формы, предназначенные для повышения сцепления с бетоном. [4]

Однако, благодаря экспериментальным исследованиям ООО «ЦНИИПСК» им. Мельникова, по оценке влияния разных видов выштамповки на сцепление профилированных листов с бетоном, было выявлено, что наиболее эффективной для сцепления настила с бетоном является зигзагообразная выштамповка типа «змейка» по СТО 57398459–002–2011 «Перекрытия железобетонные монолитные с несъемной опалубкой из профилированного листа. Общие технические требования. Проектирование и производство работ».

Высота гофра варьируется в диапазоне от 50 до 157 мм. Профили из оцинкованной стали толщиной 0,7–1,5 мм изготавливаются по ГОСТ 14198–80* «Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывной линией. Технические условия» и ГОСТ Р 52246–2004 «Прокат листовой горячеоцинкованной. Технические условия». Профили соединяются между собой по краям с помощью винтов или заклепок.

СПН не допускается применять в качестве внешней арматуры плит при следующих условиях:

– воздействие средне- и сильноагрессивной среды согласно СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии»;

– температура выше 40°C и ниже –50°C;

– влажность более 60%;

– динамические воздействия с коэффициентом асимметрии цикла $\rho < 0,7$.

Также, в пределах толщины бетона следует предусмотреть противоусадочное армирование в виде сеток из проволоки класса В500, диаметром 3–5 мм, с шагом не более 150 мм.

Для монолитных сталежелезобетонных плит разрешается использовать тяжелые бетоны класса прочности на сжатие не ниже В15, а также легкие бетоны класса прочности на сжатие не ниже В12,5. [3]

Анализ сталежелезобетонных конструкций доказывает эффективность их применения как в техническом, так и в экономическом аспекте. Однако, основной проблемой широкого применения сталежелезобетонных перекрытий по СПН в России является отсутствие нормативной базы для проектирования таких конструкций. Создание нормативной базы поспособствует более широкому применению таких конструкций и позволит полноценно использовать их преимущества.

Литература:

1. Замалиев, Ф. С. Прочность и деформативность сталежелезобетонных изгибаемых конструкций гражданских зданий при различных видах нагружения.: Дис. доктора технич. Наук / Казанский государственный архитектурно-строительный университет — Казань, 2013. — 379 с.
2. Царикаев, В. К. История изобретения железобетона и развития его производства
3. Айрумян, Э. Л., Каменщиков Н. И., Румянцев И. А. Особенности расчета монолитных плит сталежелезобетонных перекрытий по профилированному стальному настилу // Промышленное и гражданское строительство. — 2015. — № 9. — С. 21–26.
4. Айрумян, Э. Л., Румянцев И. А. Армирование монолитной железобетонной плиты перекрытия стальным профилированным настилом // Промышленное и гражданское строительство. — 2007. — № 4. — С. 25–27.

Сравнительный анализ существующих программ профессионального самоопределения

Похорукова Мария Юрьевна, доцент

Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова в г. Нерюнгри

Одним из важных направлений в развитии современного общества является согласование профессиональных интересов соискателей с требованиями работодателей. Решение данной задачи предполагает использование системы профессионального самоопределения, способствующей успешному выбору профессии. Профессиональное самоопределение необходимо осуществлять путем оптимального регулирования личностных интересов и устремлений с целью удовлет-

ворения потребностей общества в кадрах. У соискателей в процессе выбора профессии возникают следующие трудности: отсутствие представления о востребованных профессиях, о том, какие навыки и знания необходимы для успешной профессиональной деятельности, субъективная оценка собственных предпочтений и способностей.

Автором проанализированы существующие системы профессионального самоопределения с функциями авто-

матизации профориентационных тестов [3] и отмечены наиболее интересные программы в данной области.

Диагностический компьютерный тестовый комплекс «Профориентатор» [4] позволяет определять профессиональную направленность, формировать профильные классы в школе и помогает выбрать направления подготовки в учебных заведениях. Возможностями данного комплекса являются: диагностика интересов по 8-ми сферам профессиональной деятельности; определение уровня развития личных способностей и качеств.

Недостатками системы являются следующие:

- отсутствует возможность свободного доступа к системе, однако демонстрируется пример формирования рекомендаций по выбору профессии на основе результатов тестирования пользователя;
- ограниченный набор рекомендуемых профессий, не учитывающий современное состояние и потребности рынка труда;
- система предназначена, в основном, для школьников и не применима для решения вопросов переквалификации или повышения квалификации сотрудников на предприятиях.

Комплекс Effecton Studio [5] содержит психологические тесты, психокоррекционные упражнения и оригинальные методические разработки, которые позволяют решить задачи психологических служб в образовании, управлении персоналом и личном использовании. В состав этого комплекса входит пакет «Профориентация», который содержит восемь специальных методик, предназначенных для проведения квалифицированной профориентационной работы в сфере образовании, службе занятости населения, кадровом агентстве, отделе кадров предприятий и др.

Среди недостатков можно отметить следующие:

- программа не является свободно-распространяемой, хотя имеется возможность ознакомиться с демо-версией системы, обладающей ограниченными функциями;
- рекомендации, формируемые в системе, носят общий характер и не применимы в рамках конкретного города или предприятия;
- ограниченный набор профориентационных методик, которых не достаточно для комплексного оценивания профессиональных возможностей пользователя, его знаний и умений;
- отсутствует информация о направлениях подготовки в учебных заведениях, подходящих для освоения рекомендуемых профессий.

Компьютерная система психодиагностики СМОЛ-Эксперт [7] основана на тесте СМОЛ. СМОЛ — сокращенный вариант известного теста ММРІ, позволивший на порядок уменьшить время тестирования за счет устранения дублирующих тест-объектов с наименьшим диагностическим весом. Программа используется для работы с кадрами (подробная характеристика особенностей личности, оценка профессиональной пригодности), в медицине (детальный анализ психического состояния, пред-

положительный клинический диагноз, рекомендации по психотерапии) и для психологического консультирования (глубокий анализ особенностей личности и психологического состояния).

Недостатками данной программы являются:

- ограниченность сведений о профессиональных качествах пользователя, формируемых на основе результатов тестирования;
- отсутствие информации о рекомендуемых для освоения профессии направлениях подготовки;
- общие рекомендации по выбору профессии не учитывают требования работодателей квалификации соискателей и потребности рынка труда.

Программно-диагностический комплекс (ПДК) «Эксперт+» [1] содержит более ста тестов, методик и опросников для оценки персонала. Данная система предназначена для диагностики и анализа следующих компетенций: деловые и управленческие качества, совместимость в коллективе, мотивационные факторы, темперамент, интеллектуальные возможности и продуктивность.

В качестве недостатков системы можно отметить следующие:

- отсутствие свободного доступа к системе, использование программы возможно после коммерческого приобретения;
- невозможность использования системы для профессионального самоопределения абитуриентов, поскольку программа ориентирована на управление персоналом;
- применение системы в рамках конкретного предприятия не учитывает условий всего рынка труда.

Программный комплекс КАТАРСИС [2] представляет собой единую региональную информационную систему, обеспечивающую слаженную работу на всех уровнях службы занятости, может быть использован для автоматизации деятельности центров занятости населения и обеспечивает выполнение следующих операций:

- учет ищущих работу граждан и содействие их трудоустройству;
- оказание услуг по профессиональной ориентации;
- организация профессионального обучения безработных граждан;
- организация проведения оплачиваемых общественных работ;
- составление приказов;
- поддержка базы работодателей и предоставляемых ими вакансий;
- анализ данных, формирование ведомственных, произвольных региональных статистических форм;
- оказание информационно-справочных услуг (информационные киоски).

Недостатками системы являются следующие:

- отсутствие возможности удаленного доступа к системе;
- ограниченный набор профориентационных методик;

- отсутствует информация о востребованных профессиях;
- отсутствует интерпретация результатов тестирования, формируемые рекомендации не включают сведения о подходящих для освоения профессии направлениях подготовки и возможных вакансиях.

Автоматизированная система для профотбора и психодиагностики персонала «ПРОФЕССОР» [6] рекомендуется для использования в организациях, применяющих психологические исследования, для решения следующих задач:

- профессионально-психологический отбор при приеме на работу и учебу;
- проведение углубленного психологического обследования при решении кадровых вопросов, оценка уровня надежности сотрудников;
- анализ межличностных отношений и психологической совместимости;
- бесконтактное (заочное) изучение людей и др.

Среди недостатков данной системы можно отметить следующие:

- доступ к программе и реализуемым функциям возможен только после ее коммерческого приобретения;
- при формировании рекомендаций по выбору профессии не учитываются потребности рынка труда и требования работодателей;

- отсутствует информация о направлениях подготовки, которые подходят для освоения рекомендуемых профессий;

- интерпретация результатов профориентационного тестирования возможна только профессиональным психологом.

По результатам проведенного анализа можно сказать, что представленные информационные системы обладают недостаточной полнотой информации о современном мире профессий, довольно низким качеством формируемых рекомендаций по выбору профессии, а также отсутствует возможность удаленного доступа. В большинстве систем не предоставляется информации о требуемом образовании и соответствующих вакансиях на рынке труда.

Разработка информационной системы профессионального самоопределения позволит оптимальным образом автоматизировать профориентационные процедуры и решить указанные проблемы. Главное назначение информационной системы профессионального самоопределения — это оказание поддержки лицам, принимающим решения по выбору профессии с учетом индивидуальных профессиональных качеств и потребностей рынка труда. Выбор профессии пользователь будет осуществлять на основе списка подходящих пользователю и востребованных на рынке труда профессий.

Литература:

1. Комплексная оценка персонала в организации на Expert-Plus.ru. Режим доступа: <http://www.expert-plus.ru> (дата обращения 20.04.2012).
2. Описание Программного комплекса Катарсис версия 8 [Электронный ресурс] // Катарсис. Научно-производственная компания. URL: <http://support.katharsis.ru/index.php?/Knowledgebase/Article/View/580/1/opisnie-programmnogo-kompleks-ktrsis-versija-8> (дата обращения 28.03.2015).
3. Профессиональные психологические тесты [Электронный ресурс] // ВСЕТЕСТЫ.RU Все профессиональные психологические тесты. URL: <http://vsetesti.ru/> (дата обращения: 11.12.2014).
4. Профориентационное и образовательное тестирование ТЕЛТЕСТИНГ. Режим доступа: <http://teletesting.ru/modules/tests> (дата обращения 09.05.2012).
5. Профориентация. Тесты профориентации: Комплекс методик для профессиональной ориентации. Профориентация школьников. Режим доступа: <http://www.effecton.ru/730.html> (дата обращения 09.05.2012).
6. Психология и бизнес онлайн — Профессор [Электронный ресурс] // Psycho.ru — интернет-проект, посвященный современным психологическим технологиям в бизнесе, рекламе, PR, HR, менеджменте, маркетинге, политике. URL: <http://www.psycho.ru/products/115> (дата обращения: 19.02.2015).
7. СМОЛ-Эксперт. Режим доступа: http://www.nmc-radix.com/r_se.html (дата обращения 20.04.2012).

Винтовой крой как метод моделирования оригинальных форм одежды

Прилепская Ольга Анатольевна, старший преподаватель
Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева

В статье рассмотрен инновационный метод моделирования одежды со спиральными винтовыми швами. Предложены несколько способов получения конструкции в данной технике: расчетный, шаблонный, накладки, макетный. Рассмотрены варианты оформления полученных изделий позволяющие усилить эстетические характеристики проектируемых изделий.

Ключевые слова: инновационные методы моделирования, винтовой крой, способ накладки ткани, макетный способ, спиральный шов

Из-за постоянного стремления человека к совершенству и новизне в моде постоянно происходят изменения со сменой материалов, цвета, силуэта, кроя и линий. Современная мода отличается богатством идей и свободой выбора. Сложные конструкции в одежде можно отнести к неизменным и приоритетным модным тенденциям. Однако, при решении творческой задачи создания актуальных модных коллекций, применение традиционных методов проектирования и конструирования не дает возможности развития новым креативным решениям. [1]

Поиск конструктивных решений новых форм авангардного направления в одежде, часто приводит к необычным вариантам, полученным инновационными методами конструирования. Одним из таких методов является «винтовой крой». Бесшовная система обертывания, окутывания фигуры куском материала известна с самых ранних этапов развития человечества, но лишь в современных условиях развития швейного производства, технологии и конструирования, когда-то бесшовная система превратилась в сложную конструкцию со спиральным швом, окутывающим фигуру сверху до низа. Конструктивные линии одежды (боковые и плечевые швы, швы пройм, вытачки и др.) переводятся в декоративные витые линии.

Существует множество вариантов расположения винтовых рельефных швов в изделии. Шов может быть один, проходящий через все изделие, или несколько швов, начинающихся из разных отправных точек. Используя этот метод можно создавать оригинальную нарядную и повседневную одежду: платья, юбки, брюки, блузки, купальники. Эта техника в меру сложна, интересна, позволяет осуществлять творческий поиск и эксперименты с одеждой.

В данном направлении можно выделить несколько способов получения оригинальной конструкции изделия. Это расчетный способ, способ накладки и макетный.

К *расчетному способу*, основанному на измерениях фигуры человека и параметрах основного материала, следует отнести модульное проектирование, где элементом является полоса различной ширины. Данный метод довольно прост, но в то же время актуален, так как позволяет уйти от традиционного кроя, развивает пространственное мышление, полученные в результате изделия, удобны, технологичны, соответствуют конкретному ассортименту. Конструкции, полученные способом обертывания, по спирали довольно просты, часто это прямые формы платья, юбки, рукава, брюки. Широкие резинки, эластичное кружево, ленты, кожа могут стать самостоятельным материалом для создания модели, а не только элементами декора.

Работать можно с полосой различной ширины, но в пределах максимального значения главного размерного признака. Например, обхват бедер это главный и макси-

мальный по размеру признак для создания юбки и платья. Аналогично обхват плеча для рукава, обхват груди для топа, обхват бедра для брюк. Все главные размерные признаки необходимо принимать в расчет с рекомендованными прибавками для различных видов одежды.

Рассмотрим на примере юбки возможный вариант кроя. Данные для примера $O_6 = 100$ см, $Ш_{\text{полосы}} = 20$, $D_{\text{юб}} = 80$ см. Для выбранных параметров можно приблизительно рассчитать необходимую длину полосы по формуле (1).

$$\begin{aligned} D_{\text{полосы}} &= (D_{\text{юб}} / Ш_{\text{полосы}} + 1) \cdot O_6, \\ D_{\text{полосы}} &= (80 / 20 + 1) \cdot 100 = 500 \text{ см.} \end{aligned} \quad (1)$$

Полоса представляет из себя довольно длинный прямоугольник ABCD. Если из точки А на стороне ВС выполнить засечку $R = O_6$, то получим точку Е. То есть отрезок $AE = 100$ см., расположенный горизонтально, это верхний уровень изделия, линия талии, а угол DAE это угол наклона винтового шва относительно горизонтали. Убрать излишнюю ширину по талии можно с помощью различных конструктивных приемов: закладыванием вытачек, проектированием кокетки или занизив линию талии и т.п.

Соединив точки А и Е начинаем выполнять винтовой шов соединяя стороны DA и BC. Полученный $\triangle ABE$ отрезаем (если линия талии по модели прямая), или используем для оформления. То же происходит и с нижним срезом.

Если использовать вогнутую полосу ткани, выкроенную с определенным радиусом, то можно получить изделие с расширением внизу. Причем чем меньше радиус, тем больше расширение.

Недостатком данного способа является невозможность поместить в винтовой шов раствор вытачки, выполнить приталивание, так как произойдет искажение модуля и нарушится сопряженность одноименных контуров. При выполнении конструкций брюк, рукава, платья появляется необходимость достраивания конструкции в верхней части уже с помощью традиционных контуров (пройма, горловина, окат рукава, средний срез брюк). Но, тем не менее, изделия от этого не перестают быть оригинальными и интересными.

Моделирование сложных форм с рельефными винтовыми швами возможно и с помощью шаблонного моделирования базовой конструкции. Линии рельефных швов наносятся на базовые лекала основы изделия с учетом возможного перевода вытачек в рельефные швы. Шаблоны разрезаются по новым рельефным линиям, затем соединяются по вытачкам, боковым, плечевым срезам. Полученные детали кроя проверяются на сопряженность одноименных срезов, на них наносится необходимое количество контрольных надсечек, конструктивные линии груди, талии и бедер, это значительно упростит даль-

нейшую сборку изделия. Данный способ, как и предыдущий, не дает наглядного представления о расположении спиральных линий на уже готовом изделии.

Способ наколки. Наколка — это технический прием создания макета с помощью ткани и булавок, работая с манекеном, на котором нанесены основные конструктивные и модельные линии. Благодаря наличию рельефных винтовых швов достигается хорошая посадка изделия на фигуре, но в то же время происходит ограниченность силуэтных форм. Модели, выполненные данным методом, имеют прилегающий силуэт в торсовой части, так как происходит как бы слепок с манекена.

Перед началом работы на манекене наносятся тесьмой линии предполагаемых швов через контрольные точки на груди, талии, бедрах, лопатках, плече. Количество и конфигурация швов может быть различным. Работать следует куском ткани достаточно большой площади, так как направления движения куска в случае с винтовым кроем не всегда предсказуемы. Это довольно усложняет работу.

После подготовки манекена необходимо определить отправную точку дальнейшей наколки (начало, как правило от предполагаемой долевой) и примерное поведение куска в работе, чтобы по возможности избегать надставок ткани. Затем, приложить ткань к выбранной точке или началу линии винтового шва и накалывать ткань по выделенным сегментам. При возникновении напряжения ткани на вогнутых участках, после прикрепления ткани булавками, надсечь ткань или срезать излишки, освобождая ткань от натяжения для дальнейшего продвижения по манекену.

Принцип наколки состоит в том, что накалывается полосу с рельефными краями и производится наколка ткани одновременно с двух сторон. На выпуклых и вогнутых участках ткань меняет свое направление, происходит деформация и натяжение ткани. Поэтому необходимо ее надсечь, срезая излишки, чтобы дать возможность ткани без заломов располагаться на поверхности манекена. Линия низа оформляется согласно модели и может быть расширена. Когда наколка закончена, на полученный макет наносятся конструктивные линии и необходимое количество пронумерованных монтажных знаков. Макет раскалывается и снимается с манекена, полученные детали выкладываются на плоскости для проверки. [2]

В одном из винтовых швах проектируется застежка в области талии, при необходимости в горловине. Если это предусмотрено моделью можно на протяжении всего шва расположить декоративную молнию, которая решит проблему застежки и подчеркнет особенности сложного кроя.

Одним из недостатков данного способа является то, что одноименные срезы верхней и нижней детали могут находиться под разными углами наклона к нити основы. Это может привести к нарушению сопряженности уже при выполнении наколки, так как элемент в косом крое подвержен большему растяжению, чем элемент близкий к долевого направлению. Поэтому для наколки таких моделей рекомендованы ткани с более устойчивой струк-

турой в косом направлении (полотняного переплетения, с высокой линейной плотностью).

Макетный способ. Для получения конструкции данным способом, необходимо предварительно изготовить макет базовой основы изделия из плотной тонкой хлопчатобумажной ткани, любой силуэтной формы, но желательно с классическими конструктивными линиями. На манекен надевается макет и на нем рисуются модельные линии различной конфигурации, но проходящие через все основные конструктивные точки (выпуклости груди, плеча, лопатки, бедер, линию талии). Это, довольно творческий процесс, с применением основных технологических принципов.

– все контрольные точки на груди, талии, бедрах, плече, пройме, лопатках должны быть обозначены и учтены;

– рельефные линии проводятся через все эти контрольные точки;

– на макете отмечаются конструктивные линии и монтажные контрольные знаки.

Количество монтажных надсечек зависит от сложности конфигурации полученных контуров. На особо сложных участках или в местах важных сопряжений следует поставить больше монтажных знаков, чем на более пологих участках. Монтажные знаки на одноименных срезах разных деталей желательно пронумеровать 1–1; 2–2 и тд. Наличие конструктивных линий середины переда и спинки на полученных деталях, значительно упрощает дальнейшую сборку изделия

Макет снимается и разрезается по намеченным рельефным винтовым линиям. Если все правила соблюдены, полученные детали кроя легко укладываются на плоскости. [3]

Выполнив коническое или параллельное разведение полученных деталей кроя соответственных сопрягаемых деталей можно при сборке изделия добиться довольно интересных объемных форм в разных местах конструкции.

Данный способ, как и предыдущий, дает наглядное представление о расположении спиральных линий на уже готовом изделии, но является довольно трудоемким из-за необходимости изготовления макета.

Оформление срезов, элементов и деталей конструкции, является важным окончательным этапом в творческом поиске оригинального вида изделия. Точно найденные приемы позволят усилить стилистические характеристики проектируемых изделий. Прделанные усилия конструктора не должны остаться незамеченными и скрытыми от окружающих за темными, поглощающими швы тканями. Линии винтовых швов желательно выполнить более заметными, декорированными кантом, отделочными строчками, притачными молниями. Если это несколько деталей, то их можно выполнить контрастными по цвету и по фактуре.

Мода в одежде с использованием геометрических сложных членений, придающих ей четкий контур, ритм, фактурность, часто меняется, но такая одежда всегда остается востребованной из-за своей оригинальности.

Литература:

1. Медведева, Т. В. Конструирование одежды: технологии проектирования новых моделей одежды. — М.: Форум, 2010. — 304 с.
2. Ермилова, В. В., Ермилова Д. Ю., Моделирование и художественное оформление одежды. — М.: Академия 2010. — 180 с.
3. Кочедыкова, М. Н. Винтовой крой // Ателье. — 2005. — № 5. — С. 46–48.

«Облачное хранилище данных» в документоведческом аспекте

Растамханова Светлана Наилевна, студент;
Фазлетдинова Альфия Рамилевна, студент;
Хафизова Руфина Раиловна, студент
Башкирский государственный университет (г. Уфа)

Ключевые слова: облачное хранилище данных, сервисы, документ, облако, хранение, информация

И для кого не секрет, что время не стоит на месте, а вместе с ним вперед идет и технологический прогресс. Еще недавно вершиной считались документы на бумажных носителях, однако с развитием технической мысли появились аудиовизуальные документы, которые дольше хранятся и проще усваиваются человеком. Системный подход к управлению электронными документами предусматривает набор устройств и программ, позволяющий эффективно организовать процедуры создания, хранения, манипулирования и пересылки электронных документов.

Безусловно, даже создание простых документов эффективнее осуществлять на компьютере с использованием широкого арсенала программных средств, чем традиционно на пишущей машинке. Тем более это оправдывает себя при создании сложных документов, предназначенных для последующего тиражирования. Составление таких сложных, иногда и высокохудожественных, документов требует исполнения следующих процедур: набор текста, редактирования, корректуры, подготовки иллюстраций, макетирования и верстки страниц, печати. В России активно внедряются новые информационные технологии, принимаются различные программы развития инфраструктуры. В числе наиболее значимых программ в области информатизации являются Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 года № 601, Программа Электронное Правительство, Государственная доверенная инфокоммуникационная инфраструктура, Портал и реестр государственных и муниципальных услуг т.д.

Манипулирование электронными документами осуществляется специфическая подсистема, ориентированная на управленческую деятельность. Основными функциями той подсистемы являются:

- организация работы с электронными документами;
- контроль исполнения документов;
- распечатка и тиражирование документов;
- электронное распространение документов. [1]

Говоря о распространении документов, в настоящее время это стало легко и доступно в любой организации. Обмен документами через флешки, карты памяти, диски и т.д. происходит ежедневно, что говорить об интернете? За час в крупных организациях по электронной почте в среднем отправляются десятки документов. Но к чему приводит такая доступность? Как сохранить ценные документы не прибегая к хранению документации в материальном виде?

Один из создателей интернета Винт Сёрф, сейчас занимающий пост вице-президента Google, предупредил человечество о наступлении Темного века. По его мнению, из-за устаревания носителей информации в будущем многие данные будут потеряны. Уже сейчас непросто найти устройство для чтения дискет, скоро такая же участь постигнет видеокассеты и диски. Вместе с тем устаревают форматы — разработчики программного обеспечения зачастую перестают поддерживать старые версии файлов, и открыть их становится все сложнее. [2]

Существует такое понятие как «Облачное хранилище данных».

Облачное хранилище данных (англ. cloud storage) — модель онлайн-хранилища, в котором данные хранятся на многочисленных распределённых в сети серверах, предоставляемых в пользование клиентам, в основном, третьей стороной. В отличие от модели хранения данных на собственных выделенных серверах, приобретаемых или арендуемых специально для подобных целей, количество или какая-либо внутренняя структура серверов клиенту, в общем случае, не видна. Данные хранятся и обрабатываются в так называемом «облаке», которое представляет собой, с точки зрения клиента, один большой виртуальный сервер. Физически же такие серверы могут располагаться удалённо друг от друга географически, вплоть до расположения на разных континентах. [3]

Год от года тема «облачных» сервисов и технологий становится всё более популярной. Одно из главных достоинств «облачных» сервисов хранения данных заключается в том, что их пользователи могут получить доступ к загруженным в личный раздел файлам практически с любого устройства, снабженного веб-браузером и подключенного к интернету. Формально то же самое можно сказать и о весьма популярных нынче файлообменных сервисах. Но, если разобраться, «облачные» хранилища имеют ряд существенных отличий и обладают гораздо более гибкими и разнообразными возможностями.

Так же как и владелец USB-флэшки, арендатор «облачного» хранилища получает в свое распоряжение носитель определенного объема (сегодня это порядка нескольких гигабайт), который можно задействовать для различных целей: переноса файлов с одного устройства на другое, долговременного хранения информации, создания резервных копий и т.д. Как и на физическом носителе, здесь можно создать иерархическую структуру папок, чтобы упорядочить записанные данные по определенному признаку.

Впрочем, аналогия с USB-флэшкой является не очень точной, поскольку функциональные возможности «облачных» сервисов хранения данных, о которых идет речь, не ограничиваются лишь загрузкой и хранением файлов. Например, как и при использовании файлообменного сервиса, вы можете сгенерировать ссылку, позволяющую поделиться данными с коллегами, друзьями и знакомыми. Причем некоторые сервисы обеспечивают создание не только ссылок для загрузки определенного файла или папки, но и приглашений, открывающих доступ к одному из разделов вашего «облачного» диска.

Как же преимущества это даст? Начнем с того, что доступ к «облачному» диску станет значительно удобнее. В иерархии устройств ПК появляется системная папка, соответствующая «облачному» диску. Таким образом, операции копирования, перемещения, переименования и удаления файлов можно выполнять штатными средствами файлового браузера (Проводника) — точно так же, как если бы это был внешний жесткий диск или USB-флэшка. Кроме того, в системном лотке на панели задач появляется пиктограмма, отображающая текущий статус «облачного» диска и обеспечивающая оперативный доступ к меню настроек клиентского приложения.

Во многих сервисах предусмотрена функция автоматической синхронизации данных. Выбрав одну или несколько папок на жестком диске ПК или во встроенной памяти мобильного устройства, можно создать их копию на «облачном» диске, которая будет автоматически синхронизироваться при каждом подключении. Это весьма удобно в тех случаях, когда приходится работать с одними и теми же документами на разных устройствах. Например, редактировать в дороге (при помощи ноутбука или планшета) текстовый документ, созданный на домашнем ПК.

Кроме того, функция синхронизации данных позволяет организовать совместную работу с документами, что осо-

бенно удобно, если участники проекта находятся в разных офисах или даже в разных городах. [4]

Несомненно, «облачные» хранилища удобны и предоставляют немало интересных возможностей. Тем не менее существует ряд проблем, которые при поверхностном рассмотрении могут остаться незамеченными.

Безопасность является особо острым вопросом в использовании данной модели хранения. Хотя владельцы сервисов обещают надежную защиту данных своих клиентов, 100-процентной гарантии того, что она не попадет в руки посторонних, никто дать не может. По этой причине вряд ли разумно хранить на персональных «облачных» дисках файлы с конфиденциальной и ценной информацией. Кроме того, существует вероятность (хотя и небольшая) возникновения программных и аппаратных сбоев, а также действий злоумышленников, вследствие которых данные могут оказаться временно недоступными или даже безвозвратно потерянными.

Возможность пользоваться подобными сервисами бесплатно, безусловно, привлекательна. Однако любителям экономить не следует забывать о том, что владельцы сервиса могут в любой момент изменить условия предоставления услуг.

Поскольку персональные «облачные» хранилища особенно интересны для пользователей мобильных устройств, нельзя не обратить внимания на степень развития беспроводной инфраструктуры. Увы, в нашей стране зона покрытия беспроводных сетей, способных обеспечить широкополосный доступ в Интернет, пока ограничивается главным образом густонаселенными районами крупных городов. Достаточно удалиться на пару десятков километров от мегаполиса, и это станет серьезной проблемой, поскольку в отсутствие широкополосного доступа в Интернет пользоваться персональным «облачным» диском крайне затруднительно. [5]

Разумеется «облачным» дискам присущи определенные недостатки и ограничения. Однако следует учитывать, что данная технология находится на начальном этапе своего развития, и можно не сомневаться, что со временем многие проблемы будут решены.

Здесь же мы осветим популярные облачные сервисы.

— **Google Drive** — облачное хранилище данных от Google. Google Drive позволяет пользователям хранить свои данные на серверах в облаке и делиться ими с другими пользователями в интернете.

— **OneDrive** — переименованный в феврале 2014 Microsoft SkyDrive, базирующийся на облачной организации интернет-сервис хранения файлов с функциями файлообмена.

— **Dropbox** — облачное хранилище данных, позволяющее пользователям хранить свои данные на серверах в **облаке** и разделять их с другими пользователями в интернете.

— **Mega** — (*MEGA Encrypted Global Access*) — амбициозный облачный файлообменник Ким Доткома (*Kim Dotcom*), основателя легендарного Megaupload.

– **Яндекс.Диск** — бесплатный облачный сервис от Яндекса, позволяющий пользователям хранить свои данные на серверах в облаке и передавать их другим пользователям в интернете. Работа построена на синхронизации данных между различными устройствами.

Это далеко не полный перечень облачных сервисов. Как мы видим, в независимости от индивидуальных расширений разработчиков, все они выполняют свою основную функцию — хранение информации. Если вам надоело бегать между работой и домом с флешкой, носить постоянно ноутбук с нужными файлами, и вы хотите, чтобы ваши важные файлы были доступны вам или вашей команде на любом компьютере или мобильном устройстве, то вам на помощь могут прийти облачные хранилища данных.

Таким образом, персональные «облачные» хранилища уже стали реальностью. Такой способ хранения данных

позволяет решать широкий спектр задач, в частности передавать файлы на иные устройства и другим пользователям, обеспечивать доступ к рабочим файлам с различных устройств, осуществлять резервное копирование данных с ПК и мобильных устройств, организовывать совместную работу над документами и т.д.

Облако хранения данных — это новое направление развития способов хранения, которое открывает новые возможности для построения, доступа и администрирования систем хранения данных в организации. Хотя сегодня облачная система хранения — больше потребительская технология, она быстро развивается в направлении предприятия. Гибридные модели облаков позволяют организациям сохранять конфиденциальность своих данных в пределах локальных центров обработки данных, передавая менее конфиденциальные данные в облако для экономии затрат и географической защиты.

Литература:

1. Басаков, М. И. Делопроизводство (Документационное обеспечение управления): Учебное пособие. 3-е изд. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2004.
2. Vc.ru / «Где мы будем хранить свои личные данные, если все носители устаревают». Сергей Козловский. [Электронный ресурс], URL: <https://vc.ru/p/data-future> (дата обращения 08.04.2016).
3. Википедия / Облачное хранилище данных. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Облачное_хранилище_данных (дата обращения: 04.04.2016).
4. Компьютер пресс / «Облако» для личных данных. Алексей Асмаков [Электронный ресурс] URL: <http://comp-press.ru/article.aspx?id=23162> (Дата обращения: 08.04.2016).
5. Компьютер пресс / «Облако» для личных данных. Алексей Асмаков [Электронный ресурс] URL: <http://comp-press.ru/article.aspx?id=23162> (Дата обращения: 08.04.2016).

Предельная эффективность и параметрический анализ в задачах линейного программирования

Селюкова Светлана Александровна, старший преподаватель;
Селюкова Галина Петровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)

Решение задачи линейного программирования в Excel позволяет получить оптимальное решение и попутно создается отчет по устойчивости, который содержит двойственные оценки полученного решения. Позволяет ответить на вопросы: что, если производить то, что не рекомендуется, как изменится решение, если изменится количество ресурсов или планы хозяйства и в каких пределах.

Важная характеристика — теневая цена, которая позволяет оценить эффективность ресурсов и рассчитать предельную эффективность для каждого ресурса.

Оптимальное решение должно помочь руководителю хозяйства выбрать правильное решение в конкретной ситуации и в меняющихся условиях. Наряду с анализом двойственных оценок и допустимых пределов изменения

коэффициентов целевой функции и объемов ограничений, можно провести параметрический анализ по одному или нескольким параметрам. Параметрический анализ дает пищу для размышления руководителю и позволяет учесть специфические условия работы.

Рассмотрим это на простом примере. Задача распределения ресурсов может быть описана системой неравенств и уравнений (рис. 1). Необходимо определить план производства продукции 5 видов. Имеется четыре вида ресурсов. Известны нормы расхода каждого ресурса, прибыль от единицы продукции и количество каждого ресурса. Критерием оптимальности является максимум прибыли.

Решим задачу линейного программирования в Excel и создадим отчет по устойчивости [2, с. 176; 3, с. 373].

По оптимальному решению предлагается производить только вторую (20 единиц) и четвертую (12 единиц) продукцию (рис. 1). При этом полностью будут использованы трудовые ресурсы и финансы. Сырье и механизированный труд используются не полностью. Прибыль будет максимальной и составит 5520 денежных единиц.

Нормированная стоимость показывает, что если производить единицу продукции, то прибыль снизится: если первой продукции, то на 47 ден. ед., третьей — на 27 ден. ед., пятой — на 107 ден. ед. (рис. 2). То есть самой затратной при таких условиях является пятая продукция.

Теневая цена показывает, что если увеличить (уменьшить) трудовые ресурсы на единицу, то прибыль увеличится (уменьшится) на 27 единиц, а если увеличить (уменьшить) финансы на единицу, то прибыль увеличится (уменьшится) на 23 единицы. При этом возможные пределы изменения трудовых ресурсов составляют от 20 до 33 единиц, а финансов от 182 до 320 (рис. 2).

На основе данных отчета по устойчивости определим предельную эффективность финансов [1, с. 48]. Для этого решим задачу при количестве финансов 321, получим значение теневой цены равное 2, а пределы финансов от 320 до 325. Решение при 326 даст новые результаты: теневая цена 0, а пределы от 325 и до бесконечности. Предел наи-

меньшей эффективности финансов найден. Найдем наибольшую эффективность этого ресурса. Для этого решим задачу при количестве финансов 319, 181 и 109 (табл. 1.)

Анализ результатов расчета предельной эффективности финансов показывает, что при заданных условиях максимальной эффективности финансы достигают при их количестве от 0 до 109. Если финансы превышают 325 денежных единиц, то они становятся неэффективными.

Определив предельную эффективность всех ресурсов, можно принять правильное решение по изменению объемов наиболее эффективных ресурсов в зависимости от сложившейся ситуации.

Для получения вариантов развития производства продукции проведем параметрический анализ по финансам. Отчет по устойчивости свидетельствует, что решение останется оптимальным, если количество финансов будет находиться в пределах от 182 до 320 денежных единиц.

Параметрический анализ проведем при количестве финансов от 100 до 350 денежных единиц с шагом 50. Для этого решим задачу с различными значениями финансов и результаты оформим в таблице 2.

Значения финансов 200, 250 и 300 находятся в допустимых пределах, поэтому мы видим, что план производства такой, как получили по оптимальному решению, то

Переменные								
Имя	x1	x2	x3	x4	x5			
Значения	0	20	0	12	0			
Нижняя граница								
Верхняя граница								
Коэффициенты ЦФ	50	120	140	260	270	5520	max	
Ограничения								
Вид ограничения						Левая часть	Знак	Правая часть
Трудовые ресурсы	1	1	1	1	1	32	<=	32
Сырье	10	8	6	4	2	208	<=	220
Механизированный труд	1	1	2	2	3	44	<=	65
Финансы	3	4	6	10	15	200	<=	200

Рис. 1. Оптимальное решение

Изменяемые ячейки						
Ячейк:	Имя	Результ. значение	Нормир. стоимость	Целевой Коэффициент	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
\$B\$3	Значения x1	0	-47	50	47	1E+30
\$C\$3	Значения x2	20	0	120	128	16
\$D\$3	Значения x3	0	-27	140	27	1E+30
\$E\$3	Значения x4	12	0	260	40	58
\$F\$3	Значения x5	0	-107	270	107	1E+30
Ограничения						
Ячейк:	Имя	Результ. значение	Теневая Цена	Ограничение Правая часть	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
\$G\$9	Трудовые ресурсы	32	27	32	1,125	12
\$G\$10	Сырье	208	0	220	1E+30	12
\$G\$11	Механизированный труд	44	0	65	1E+30	21
\$G\$12	Финансы	200	23	200	120	18

Рис. 2. Отчет по устойчивости

Таблица 1. Результаты расчета предельной эффективности финансов

Количество финансов	Теневая цена	Минимальная граница	Максимальная граница
326	0	325	∞
321	2	320	325
319	23	182	320
181	25	110	182
109	30	0	110

есть предлагается производить вторую и четвертую продукцию. Значения 100 и 150 меньше нижней границы допустимых пределов и план производства в первом случае представлен только второй продукцией. Значения выше верхнего предела 350 вновь дает новый план производ-

ства, а именно четвертую и пятую продукцию. То есть анализ планов производства показывает, что развитие может идти по разным направлениям в зависимости от количества финансов: от второй, ко второй и четвертой продукции и к четвертой и пятой.

Таблица 2. Параметрический анализ по финансам

Результаты решения	Количество финансов, ден. ед.					
	100	150	200	250	300	350
Переменные						
X1	0	0	0	0	0	0
X2	25	25	20	12	3	0
X3	0	0	0	0	0	0
X4	0	5	12	20	29	31
X5	0	0	0	0	0	1
Целевая функция						
	3000	4300	5520	6687	7853	8330
Расход ресурсов						
Трудовые	25	30	32	32	32	32
Сырье	200	220	208	175	141	126
Мех. труд	25	35	44	52	61	65
Финансы	100	150	200	250	300	325

При увеличении количества финансов увеличивается и максимально возможная прибыль, но темпы ее увеличения снижаются с 1300 до 477 денежных единиц. Поэтому однозначно сказать, какой вариант лучше, нельзя. Это зависит от комплекса факторов важных для хозяйства.

Анализ расхода ресурсов показывает, что полностью используются финансы во всех случаях, кроме последнего. При количестве финансов 350 они не могут быть освоены из-за полного расхода трудовых ресурсов и механизированного труда.

Трудовые ресурсы не полностью задействованы при количестве финансов 100 и 150, а механизированный труд

не полностью используется во всех вариантах, кроме последнего, хотя его использование постоянно увеличивается.

Сырье полностью используется только при количестве финансов 150 денежных единиц, начиная со следующего варианта расход сырья снижается от 208 до 146 единиц.

В результате по этим данным можно определить наиболее подходящий план производства, обеспечивающий необходимую прибыль. Принять меры по увеличению некоторых ресурсов, а при необходимости их использованию на другие цели.

Литература:

1. Савиных, В. Н. Математическое моделирование производственного и финансового менеджмента [Текст]: учеб. пособие / В. Н. Савиных. — Новосибирск: СГГА, 2007. — 219 с.
2. Гармаш, А. Н., Орлова И. В. Математические методы в управлении: Учебное пособие. — М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2014. — 272 — с.
3. Селюкова, С. А., Селюкова Г. П. Целочисленное решение задач линейного программирования методом ветвей и границ с помощью Excel // Молодой ученый. — 2016. — № 12 (116). — С. 372–374.

Сравнение ресурса неподвижных неразъемных соединений с натягом, собранных различными методами

Семенченко Иван Юрьевич, студент
Донской государственной технической университет

Медведева Мария Сергеевна, студент
Волгодонский инженерно-технический институт, филиал НИЯУ МИФИ

Технологический процесс сборки является заключительным этапом изготовления изделия. От качества сборки зависит качество изделия в целом и его ресурс. Некачественная сборка даже деталей, изготовленных с соблюдением всех технических требований, неминуемо приведет к снижению ресурса узла. Примером некачественной сборки могут быть: перекос собираемых деталей, снижение величины натяга, повреждение сопрягаемых поверхностей, что в конечном итоге приводит к повышенному шуму и вибрациям при работе и снижению долговечности узла. В данной статье будет сравнен ресурс кривошипно-шатунного механизма (КШМ) двигателей Иж Планета 5, собранных методом холодной запрессовки и тепловым методом с нагревом охватываемой детали.

Описание конструкции узла, его служебного назначения

В статье объектом рассмотрения является КМШ двигателя Иж Планета 5. Общий вид силового агрегата представлен на рисунке 1.

Двигатель Иж Планета 5 имеет следующие технические характеристики:

- Тип двигателя двухтактный одноцилиндровый
- Диаметр цилиндра, мм 72
- Ход поршня, мм 85
- Степень сжатия 8,2–8,7
- Рабочий объем: 346 см³

– Максимальная мощность двигателя, л.с. 22 при 4850 об/мин

Кривошипно-шатунный механизм двигателя Иж Планета 5 служит для преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение ведущей звезды моторной передачи. Представлен на рисунке 2.

КШМ состоит из коленчатого вала (9), установленного на двух роликовых радиальных подшипниках качения 2505КМУ (8) и одном шариковом радиальном подшипнике качения 304 (3) по посадке с гарантированным натягом. Подшипники 2505КМУ предназначены для восприятия исключительно радиальных нагрузок, их конструкция такова, что позволяет устанавливать наружные и внутренние кольца отдельно, подшипник 304 предотвращает осевое перемещение коленчатого вала в картере двигателя, данные сборочные узлы установлены в картере двигателя с гарантированным натягом. Для обеспечения герметичности кривошипной камеры установлены сальники (6, 10, 11) на левую и правую цапфы коленчатого вала.

Коленчатый вал в данном двигателе сборный, представлен на рисунке 3.

Состоит из двух щек (3,4), кривошипного пальца (5), двух полуосей (1,2) и шатуна (8). Полуоси установлены в щеки по посадке с гарантированным натягом. Палец служит одновременно обоймой, по которой работают ролики подшипника нижней головки шатуна. Наружной

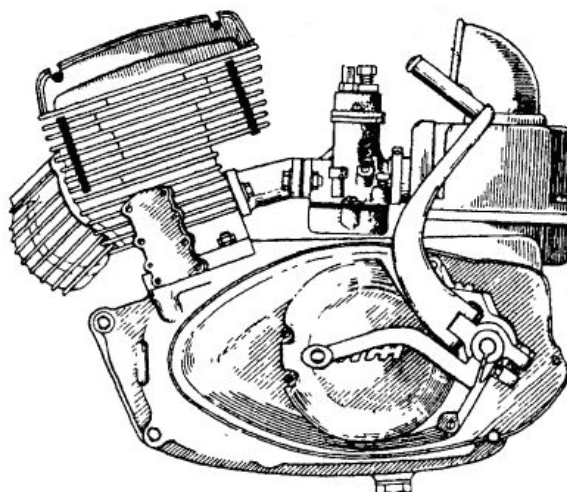


Рис. 1. Общий вид силового агрегата

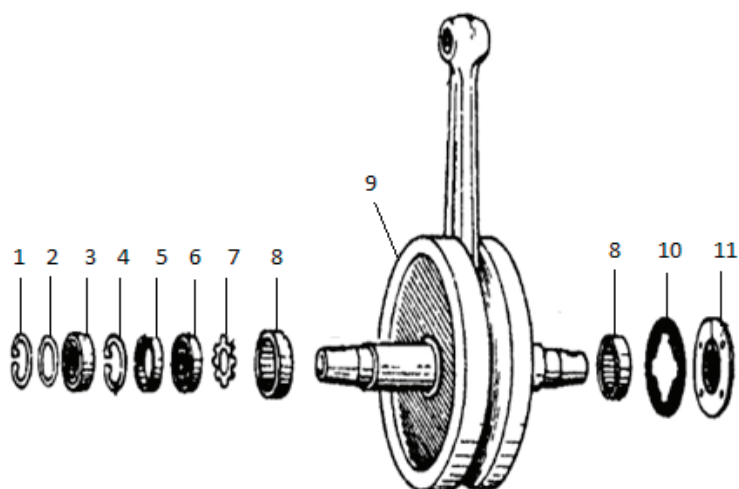


Рис. 2. Кривошипно-шатунный механизм двигателя Иж Планета 5

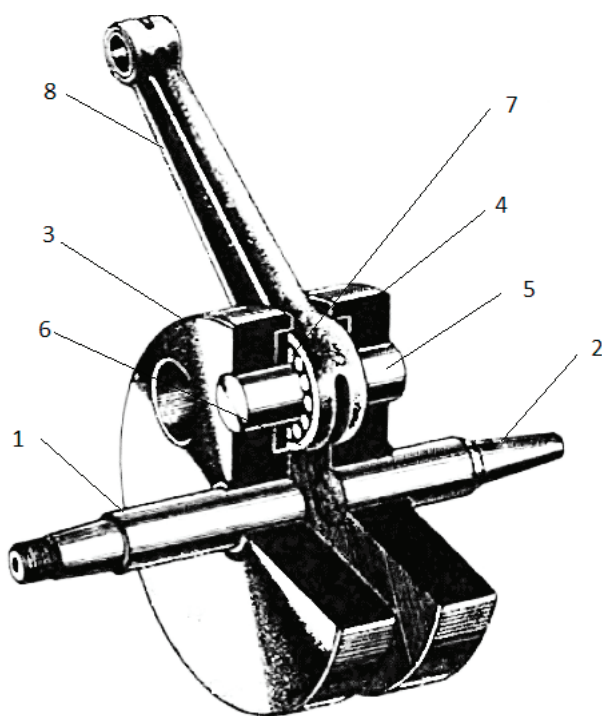


Рис. 3. Коленчатый вал

обоймой является втулка из стали, запрессованная в нижнюю головку. Ролики подшипника нижней головки шатуна короткие, располагаются в два ряда в сепараторе, их смазка осуществляется через масляные каналы в шатуне. Картер двигателя представлен на рисунке 4.

Картер двигателя состоит из двух половин (1,2), соединенных с помощью установочных втулок (3) и закрепленными винтами. Для обеспечения соосности посадочных мест под подшипники, отверстия обрабатываются при собранном картере. Герметичность стыка половин обеспечивается герметиком, применение прокладки недопустимо, так как это приведет к нарушению работы коробки переключения передач.

Технологический процесс сборки кривошипно-шатунного механизма

Сборка КШМ выполняется на одном рабочем месте, в таблице 1 указана последовательность технологических переходов.

Процесс сборки данного узла имеет некоторые особенности:

- Необходимо максимально исключить силовое воздействие на коленчатый вал при сборке, в противном случае нарушится центровка, что выведет вал из строя
- Материал картера — алюминиевый сплав, достаточно хрупкий, велика вероятность повреждения посадочных мест под подшипники при установке подшипников качения

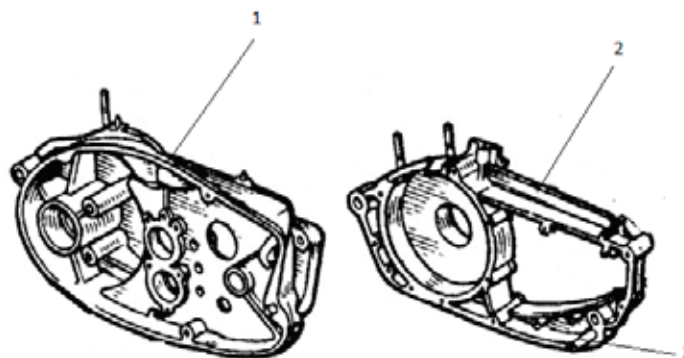


Рис. 4. Картер двигателя

Таблица 1. Последовательность технологических переходов сборки

№ перехода	Содержание перехода
1	Установить левую половину картера в приспособление
2	Установить стопорное кольцо
3	Установить подшипник 304
4	Установить регулировочное кольцо
5	Установить стопорное кольцо
6	Установить распорную втулку
7	Установить левый сальник коленчатого вала
8	Установить маслонаправляющую шайбу
9	Установить наружное кольцо подшипника 2505КМУ
10	Установить правую половину картера в приспособление
11	Установить правый сальник коленчатого вала
12	Установить наружное кольцо подшипника 2505КМУ
13	Установить коленчатый вал в приспособление
14	Установить внутреннее кольцо подшипника 2505КМУ на левую полуось
15	Установить внутреннее кольцо подшипника 2505КМУ на правую полуось
16	Установить коленчатый вал в левую половину картера
17	Установить правую половину картера, совместив установочные втулки
18	Закрутить винты

Эксперимент

Проводилась эксплуатация двух двигателей, собранных с помощью различных методов сборки неразъемных неподвижных соединений с натягом. Для эксперимента приобретены 2 комплекта новых запасных частей производства ОАО Ижмаш — картера, коленчатые валы, подшипники и сальники. Анализ показателей качества деталей показан в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что детали изготовлены с необходимым качеством, то есть имеют потенциально одинаковый ресурс работы.

Запасные части комплекта № 1 собраны методом холодной запрессовки, с помощью механизированного пресса. (двигатель № 1)

Запасные части комплекта № 2 собраны тепловым методом, при котором производится нагрев охватываемой детали, что позволяет соединять детали без усилия. (двигатель № 2)

Условия работы двигателей

Двигатели эксплуатируются в одинаковых условиях:

– Мотоциклы эксплуатируются преимущественно по дорогам с асфальтовым покрытием

– Крейсерская скорость мотоциклов на шоссе 80–90 км/ч, обороты двигателя при этом составляют 2800–3200 об/мин, городском цикле диапазон оборотов составляет 2000–2500 км/ч. Для двигателя Иж Планета 5 такой режим эксплуатации является наиболее оптимальным с точки зрения ресурса

– Расход топлива для обоих двигателей составил 4–4.5 литра на 100 км пробега, что показывает отличное общее техническое состояние двигателей

– Угол опережения выставлен 3,25 мм до ВМТ

– Смазка двигателей осуществляется смесью бензина АИ 92 с маслом Лукойл 2Т в пропорции 1:25

– Техническое обслуживание каждые 5000 км пробега (замена масла в КПП, чистка и регулировка карбю-

Таблица 2. Анализ показателей качества деталей

№ комплекта	Показатель качества	Величина, мм	Допуск, мм
1.	Соосность посадочных мест под подшипники	0,006	не более 0,008
	Биение полуосей коленчатого вала	0,04	не более 0,05
	Биение цилиндрических поверхностей щек коленчатого вала	0,8	не более 0,1
2.	Соосность посадочных мест под подшипники	0,007	не более 0,008
	Биение полуосей коленчатого вала	0,03	не более 0,05
	Биение цилиндрических поверхностей щек коленчатого вала	0,9	не более 0,1

ратора, очистка наружных поверхностей двигателей от загрязнений)

Результаты эксперимента

Двигатель № 1. Собран методом холодной запрессовки.

– На 20000 км пробега обнаружен радиальный люфт правого подшипника 2505КМУ коленчатого вала в пределах 0,1 мм, а также стук поршневого пальца при работе холодного двигателя. Технические характеристики находились в пределах нормы, решено продолжить эксплуатацию.

– На 30000 км пробега обнаружен звон при сбросе газа (езда в накат) на скорости более 75 км/ч (на более низких оборотах посторонний звуков не выявлено), что косвенно позволяет судить о начальном износе подшипника нижней головки шатуна.

– После 40000 км пробега звон начал проявляться и на малых оборотах, стремительно прогрессировал.

– На 42000 км пробега наблюдался значительный шум из двигателя.

Принято решение о разборке двигателя с последующей дефектовкой деталей:

1) Люфт правого подшипника 2505КМУ коленчатого вала — 0,1 мм

2) Люфт левого подшипника 2505КМУ коленчатого вала — не обнаружен

3) Осевой люфт левого подшипника 304 коленчатого вала — 0,05 мм

4) Радиальный люфт подшипника нижней головки шатуна 0,5 мм

5) Биение левой полуоси коленвала — 0,1 мм, правой полуоси — 0,08 мм (превышает допустимые пределы)

6) Выработка в цилиндре 0,15 мм

Итог: критический износ кривошипно-шатунного механизма, опасность дальнейшей эксплуатации. Состояние цилиндра-поршневой группы — удовлетворительное.

Двигатель № 2. Собран тепловым методом.

– На 45000 км пробега обнаружен глухой грохот из цилиндра при работе холодного двигателя, что позволяет судить о начале износа цилиндра-поршневой группы

– На 55000 км наблюдался потеря компрессии, недостаток мощности, повышенный расход топлива (7 литров на 100 км). Замечен небольшой звон при сбросе газа (начальный износ подшипника нижней головки шатуна). Принято решение о разборке двигателя и дефектовке деталей:

1) Люфт правого подшипника 2505КМУ коленчатого вала — 0,04 мм

2) Люфт левого подшипника 2505КМУ коленчатого вала — не обнаружен

3) Осевой люфт левого подшипника 304 коленчатого вала — не обнаружен

4) Радиальный люфт подшипника нижней головки шатуна 0,05 мм

5) Биение левой полуоси коленвала — 0,05 мм, правой полуоси — 0,04 мм (находится в допустимых пределах)

6) Выработка в цилиндре 0,25 мм (критический износ)

Итог: КШМ находится в удовлетворительном состоянии, остаточный ресурс примерно 10000км. Цилиндр-поршневая группа требует ремонта.

Заключение

При анализе результатов эксперимента пришли к выводам:

– Ресурс двигателя № 2 оказался выше ресурса двигателя № 1 более чем на 30%

– При холодной запрессовке нарушилась центровка коленчатого вала, это выразилось повышенным биением полуосей, что явилось причиной ускоренного износа коренных подшипников, подшипника нижней головки шатуна и соединения поршневой палец-втулка. Также при работе этого двигателя наблюдались повышенные вибрации

Таким образом, ресурс узла, собранного тепловым методом, увеличится более чем на 30% по сравнению со сборкой аналогичных деталей запрессовкой. Сборка тепловым методом исключает возможность повреждения собираемых деталей.

Литература:

1. К. П. Быков, П. В. Грищенко; ред. Т. А. Шленчик. Мотоцикл «Иж». Эксплуатация, ремонт, каталог деталей: пособие по ремонту. — Чернигов: ПКФ «Ранок», 2000. — 208 с.

2. Тамаркин, М. А., Давыдова И. В., Тищенко Э. Э. Технология сборочного производства. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. — 270 с.
3. Зенкин, А. С., Арпентьев Б. М.. Сборка неподвижных соединений термическими методами. —: Машиностроение, 1987. — 125 с.

Классификация аспирационных систем центробежно-решетных сепараторов с вертикальной осью вращения

Стрикунов Николай Иванович, кандидат технических наук, доцент;

Леканов Сергей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент

Алтайский государственный аграрный университет (г. Барнаул)

Ключевые слова: аспирация, зерновая смесь, семена, сепарация, разбрасывающая тарелка

Постоянное совершенствование центробежно-решетных сепараторов с вертикальной осью вращения привело к тому, что в настоящее время выпускаются сепараторы типа БЦС уже третьего поколения со значительно измененными конструктивными параметрами [1].

Центробежно-решетные сепараторы в значительной степени эффективнее плоскорешетных машин по ряду показателей: большая удельная производительность (в 5 раз и более), меньшая энерго- и металлоемкость, значительно меньшие габариты, высокая эффективность очистки [2].

Одним из наиболее важных элементов центробежно-решетных сепараторов, особенно работающих в режиме предварительной очистки зерна, является аспирационная система [3].

Проведенный нами анализ аспирационных систем центробежно-решетных сепараторов с вертикальной осью вращения позволил выявить их классификационные признаки. Центральное место в аспирационной системе центробежно-решетных сепараторов занимает разбрасывающая тарелка. На рисунке 1 представлены некоторые виды разбрасывающих тарелок.

Разбрасывающая тарелка может размещаться как в отдельной камере, так и непосредственно в цилиндрическом решетке [4]. Количество тарелок также может быть

увеличено до двух [5] или до трех [6]. Тарелкам также придается осевые колебания [7] и ставят дополнительную центробежную заслонку для предотвращения потерь зерна при внезапной остановке сепаратора [8]. Форма тарелки может быть регулируемой, ступенчатой, с криволинейной верхней кромкой (синусоида), а также многоугольником в плане [9, 10, 11].

На рисунке 2 представлена классификация аспирационных систем центробежно-решетных сепараторов с вертикальной осью вращения.

Немаловажным фактором, определяющим эффективность системы аспирации, является применение различных лопаток на тарелке [12]. При определенных кинематических параметрах тарелки, возможно отказаться от использования лопаток [12]. Для увеличения процесса сегрегации исходного материала лопатки выполняют с зазором на конической части тарелки [13]. Также для интенсификации сепарирования используются лопатки двух типоразмеров, попеременно установленные, активные цилиндрической формы, с изменяемым углом наклона, с увеличивающимся углом наклона относительно диска по дуге окружности [4, 14].

Для более интенсивного воздействия на зерновой материал в аспирационной камере необходимо правильно размещать воздухозаборные окна в кольцевом аспира-



Рис. 1. Общий вид разбрасывающих тарелок:

а — серийная тарелка сепаратора БЦС-50; б — коническая тарелка без лопаток; в — коническая тарелка с лопатками; г — коническая тарелка, разрабатываемая на кафедре СХТиТ АГАУ

ционном канале. Применяются лопатки для «закручивания» воздушного потока [15]. Использование воздухозаборных окон жалюзийного типа позволяет избежать потерь зерна [16, 17, 18, 19].

Приемный конус-распределитель на тарелке позволяет регулировать начальную скорость зерновой смеси по тарелке [20, 21], он может быть как с прямолинейной направляющей, так и в виде брахистохроны [24].

С целью изменения скорости движения воздушного потока устанавливают различные заслонки [22]. Помимо использования двух осадочных камер [5] некоторые производители сепараторов (CZA-25 фирмы «Агај» (Польша) используют дополнительную установку циклона, для улучшения осаждения пылевидных частиц. С этой же целью (обеспыливание) после прохода решетной очистки зерно дополнительно обеспыливается.

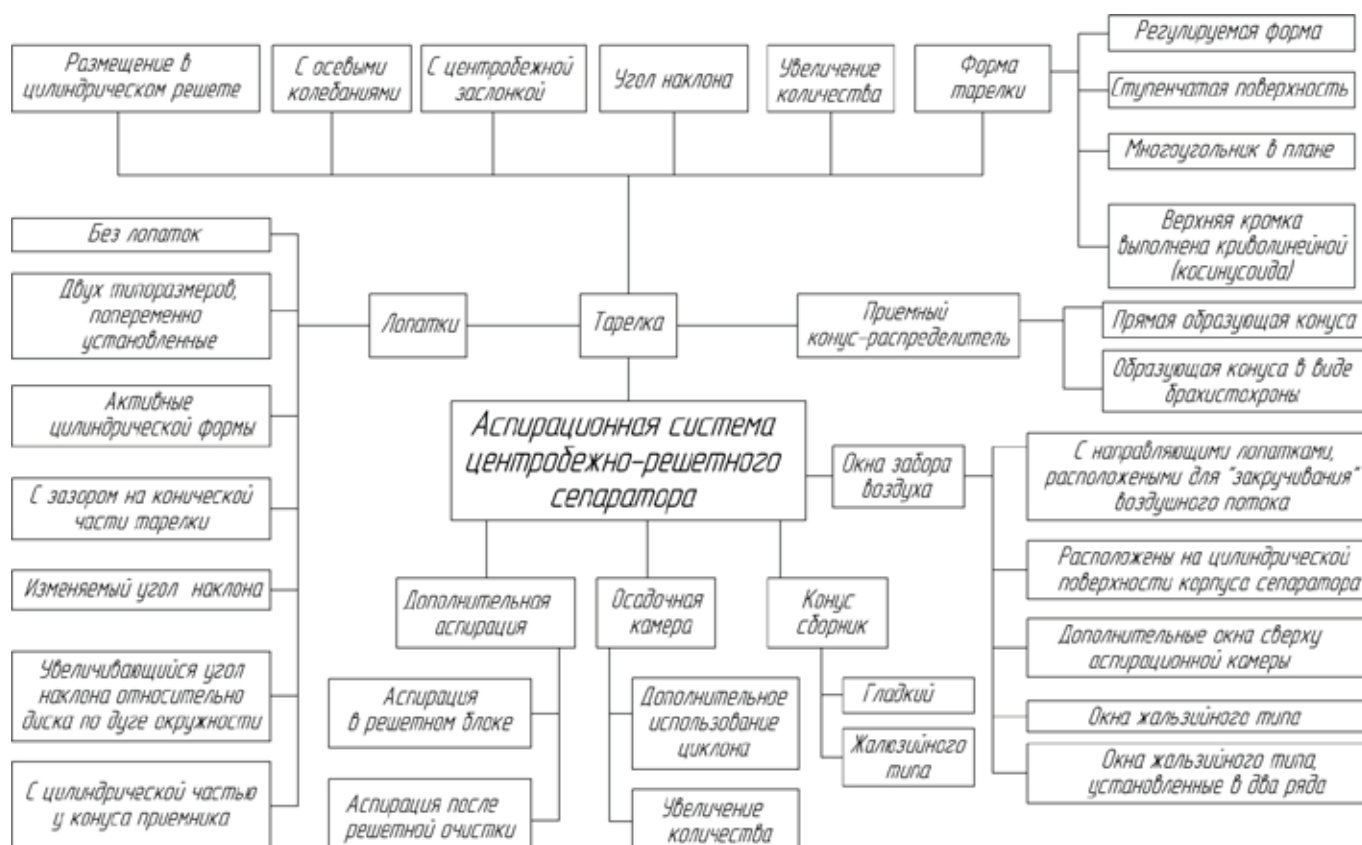


Рис. 2. Классификация аспирационных систем центробежно-решетных сепараторов с вертикальной осью вращения

Выводы. Предложенная классификация аспирационных систем центробежно-решетных сепараторов с вертикальной осью вращения в полной мере раскрывает

возможности их дальнейшей интенсификации с технологической точки зрения.

Литература:

1. Тищенко, Л. Н. Результаты производственных испытаний зернового сепаратора А1-БЦСМ-100 с разработанными решетками [Текст]: сборник научных трудов / Л.Н. Тищенко, М.В. Пивень, С.А. Харченко, В.В. Бредихин. — // Вісник Харківського нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка. Техн. науки / ХНТУСГ. — Х., 2013. — Вип. 135: Механізація с. — г. вир-ва. — С. 9–15.
2. Шилин, В. В., Повышение эффективности очистки зерна виброцентробежным сепаратором путем разработки пневмосистемы с вертикальным кольцевым аспирационным каналом [Текст]: Автореф. дис. на соиск. учен. степ.к.т.н.: Спец. 05.20.01 / Шилин Владимир Владимирович; [ЗНИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого]. — Киров, 2004. — 23 с.
3. Леканов, с. В. К вопросу классификации способов предварительной подготовки зернового материала [Текст] / С.В. Леканов, Н.И. Стрикунов, С.А. Черкашин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 4 (114), 2014. — С. 142–148.
4. UA 25405 U МПК (2006) МПК А01С 17/00. Розкидний пристрій зерносепаратора / С.П. Степаненко, Б.І. Котов, В.О. Швидя и др. — № u200702956 заявка 20.03.2007; опубл. 10.08.2007, Бюл.№ 12, 4 с.

5. UA 48910 U МПК (2009) МПК В07В 1/00. Машина попереднього очищення зерна / С.І. Малюта — № u200910545 заявка 19.10.2009; опубл. 12.04.2010, Бюл.№ 7, 3 с.
6. Патент России № 2266165 С1 МПК, В07В4/02,. Центробежно-пневматический сепаратор для очистки зернового материала / Сычугов Н. П., Сычугов Ю. В. 2004106191/13; заявл. 02.03.2004; опубл. 20.12.2005, Бюл. № 35, 6 стр.
7. UA 100979 U МПК (2006.01) МПК В07В 1/28. Вібраційно-відцентровий сепаратор / С.І. Малюта. — № u 2014 11167 14.10.2014; опубл. 25.08.2015 Бюл.№ 9, 5 с.
8. UA 44675 U МПК (2009) МПК В07В 1/28. Машина для очищення зерна / С.І. Малюта, Ю.П. Рогач. — № u200904529 заявка 07.05.2009; опубл. 12.10.2009, Бюл.№ 19, 3 с.
9. UA 105963 U МПК (2006.01) МПК В07В 1/28. Вібраційно-відцентровий сепаратор / С.І. Малюта, А. О. Кузьменко, М. М. Задорожна. — № u 2015 10166 19.10.2015; опубл. 11.04.2016 Бюл.№ 7, 6 с.
10. UA 12609 U (51) МПК (2006.01) МПК В07В 1/26. Машина для очищення насіння / С.І. Малюта, В. С. Панченко — № u200508131 заявка 18.08.2005; опубл. 30.01.2006, Бюл.№ 2, 3 с.
11. UA 100320 U МПК (2006.01) МПК В07В 9/00. Відцентровий розкидний пневмосепаруючий пристрій зерно-сепаратора / Д. А. Деревянко, І. Г. Грабар, А. І. Синявська. — № а 2011 07524 14.06.2011; опубл. 25.11.2011 Бюл.№ 23, 7 с.
12. Степаненко, С. П. Експериментальні дослідження процесу очищення зерна в пневмовібровідцентровому сепараторі з удосконаленою аспіраційною камерою [Текст] / С. П. Степаненко, В. О. Швидя // Вібрації в техніці та технологіях. — 2012. — № 3. — С. 129–133.
13. Прилуцкий, А. Н., Экспериментальные исследования процесса распределения зерновой смеси по периметру кольцевого пневмосепарирующего канала усовершенствованным дозирующе-питающим устройством [Текст] / А. Н. Прилуцкий, С. П. Степаненко и др. // Механізація та електрифікація сільського господарства: [загальнодержавний збірник]. — 2016. — Випуск № 3 (102) / [ННЦ «ІМЕСГ»]. — Глеваха, 2016. — С. 59–68.
14. UA 42728 U МПК (2009) МПК А01С 17/00. Відцентровий розкидний пристрій зерносепаратора / С. П. Степаненко, В. О. Швидя, Б. І. Котов. — № u200800258 08.01.2008; опубл. 27.07.2009 Бюл.№ 14, 3 с.
15. UA 112218 U МПК (2006.01) МПК В07В 1/28, В07В 4/06, В07В 7/08. Сепаратор зерна пневмовібровідцентровий / А. Н. Прилуцький. — № а 2014 10016 12.09.2014; опубл. 10.08.2015 Бюл.№ 15, 7 с.
16. Тищенко, Л. Н. К составлению уравнений динамики зерновой смеси на тарельчатом разбрасывателе виброцентробежного сепаратора [Текст] / Л. Н. Тищенко, М. В. Слипенченко // Конструювання, вир-во та експлуатація с. — г. машин: загальнодерж. міжвід. наук. — техн. зб. — Кіровоград: КНТУ, 2011. — Вип. 41, Ч. І. — С. 62–67.
17. Слипенченко, М. В. Аналіз факторів, що впливають на швидкості сходу зернової та домішкової фаз з тарілчастого розкидача вібровідцентрового сепаратора [Текст] / М. В. Слипенченко, М. В. Півень // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. — 2015. — Вип. 157. — С. 106–113.
18. Прилуцький, А. Н. Механіко-технологічні обґрунтування операцій технологічного процесу пневмовихрового сепарувального пристрою [Текст] / А. Н. Прилуцький // Механізація та електрифікація сільського господарства: т [загальнодержавний збірник]. — 2015. — Випуск № 2 (101) / [ННЦ «ІМЕСГ»]. — Глеваха, 2015. — С. 99–107.
19. Слипенченко, М. В. К производственным испытаниям ворохоочистителя СВС-15 с разработанным пневмосепарирующим устройством [Текст] / М. В. Слипенченко // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв: Вісник ХНТУСХ ім. Петра Василенка. — Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2009. — Вип. 88. — С. 88–95.
20. Тищенко, Л. Н. Моделирование процессов зерновых сепараторов. [Текст]: моногр. / Л. Н. Тищенко, Дмитрий Иванович Мазоренко, М. В. Пивень, С. А. Харченко, В. В. Бредихин, А. В. Мандрыка; ХНТУСГ им. П. Василенко. — Х.: Міськдрук, 2010. — 359 с.
21. Швидя, В. О. Підвищення ефективності пневмовідцентрового сепаратора та обґрунтування параметрів робочих органів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 «Машини та засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / Швидя Віктор Олександрович — Глеваха, 2012. — 18 с.
22. UA 48909 U (51) МПК (2009) МПК В07В 1/28. Вібраційно-відцентровий сепаратор / С.І. Малюта. — № u200910543 заявка 19.10.2009; опубл. 12.04.2010, Бюл.№ 7, 3 с.
23. UA 42128 U МПК (2009) МПК В07В 1/28. Машина для очищення зерна / С.І. Малюта. — № u200900282 заявка 15.01.2009; опубл. 25.06.2009, Бюл.№ 12, 3 с.
24. UA 63726 U МПК (2006.01) МПК В07В 1/28. Вібраційно-відцентровий сепаратор / С.І. Малюта. — № u201015338 заявка 20.12.2010; опубл. 25.10.2011, Бюл.№ 20, 3 с.
25. UA 79941 U МПК (2006.01) МПК В07В 1/26. Сепаратор зерна пневмовібровідцентровий / А. Н. Прилуцький. — № u 2012 12172 23.10.2012; опубл. 13.05.2013 Бюл.№ 9, 5 с.

Формирование водяных струй в гидравлических резаках на установках замедленного коксования

Тихонов Игорь Анатольевич, магистрант;
Валова Яна Валерьевна, магистрант
Башкирский государственный университет (г. Уфа)

Были проведены исследования различных струеформирующих устройств гидравлических резаков при давлениях $P = 20,0 - 24,5$ МПа. На основании проведенных исследований и опытно-конструкторских работ была разработана новая конструкция струеформирующего устройства, которая в настоящее время реализована в серийно выпускаемых гидравлических резаках типа ГРУ-ЗМУ.

Ключевые слова: установка замедленного коксования, гидравлическая выгрузка кокса, гидравлические резаки, струеформирующие устройства, сопла, успокоители потока

В процессе гидроудаления кокса на установках замедленного коксования (УЗК) струи большой мощности формируются в специальных устройствах — гидравлических резаках. Их рациональная конструкция обеспечивает создание наиболее благоприятных условий гидроудаления кокса из реакторов УЗК.

ГУП ИНХП РБ созданы современные комбинированные универсальные гидравлические резаки ГРУ-ЗР,

ГРУ-ЗМУ и ГРУ-4. Особенности этих резаков является компактность, относительно небольшая масса и универсальность применения. Данные модификации гидрорезаков успешно в течение длительного времени эксплуатируются в России, странах СНГ, Индии и Румынии [1].

В табл. 1. приведены показатели, достигнутые гидрорезаками, разработанными ГУП ИНХП РБ.

Таблица 1. Показатели гидроудаления кокса на УЗК

Показатели	Марки гидрорезаков		
	ГРУ-ЗР	ГРУ-ЗМУ	ГРУ-4
Достигнутая максимальная производительность выгрузки кокса, м ³ /ч	249	250	261
Удельный расход воды, м ³ /м ³ кокса	0,95	0,94	0,77
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/м ³ кокса	9,4	9,3	7,6

Одним из важных вопросов совершенствования технологии гидроудаления кокса из реакторов установок замедленного коксования (УЗК) является рациональное использование кинетической энергии струи для разрушения кокса. Эффективность резки кокса в значительной степени зависит от компактности струи высокого давления. Компактность струи, и ее гидродинамические параметры предопределяются конструктивными особенностями струеформирующих элементов гидравлических резаков (гидрорезаков).

Улучшение компактности струй, вылетающей из струеформирующего устройства гидрорезака, достигается уменьшением ее турбулентности потока воды. Решение этой задачи могло бы способствовать применению в гидрорезаках достаточно длинных стволов, по мере прохождения через которые поток воды полностью мог бы освободиться от вредного влияния завихрений. Однако размещение струеформирующих устройств в ограниченном пространстве гидрорезаков выдвигает задачу разработки и создания эффективных малогабаритных струеформирующих устройств. Одним из путей повышения компактности и удельной мощности струи в данных усло-

виях является оптимальное профилирование струеформирующего устройства, включающего ствол и сопло, как элементов формирования струи. В них завершается формирование струи и преобразование статического давления воды в кинетическую энергию потока. Поэтому понятны строгие требования, которые предъявляются к качеству обработки внутренней поверхности струеформирующего устройства, правильному профилированию его канала. С улучшением компактности струи увеличивается удельное давление струи на массив кокса, уменьшаются потери скорости от трения о воздух, уменьшаются потери от рассеивания, увеличивается дальность струи.

Изучением формы внутренней поверхности струеформирующих устройств различных струйных аппаратов, проводилось большим числом исследований с различными целями, анализ этих работ с точки зрения возможности использования их результатов для правильного конструирования струеформирующих устройств гидрорезаков, позволил многообразные материалы исследований разделить на две группы:

— исследования, проводимые с целью получения струеформирующих устройств с возможно меньшим вну-

тренним сопротивлением, т.е. с возможно большим коэффициентом расхода;

— исследования, проводимые с целью получения струеформирующих устройств, дающих хорошо сформированную, компактную струю.

Опытно-промышленные эксперименты по изучению влияния геометрической конфигурации струеформирующих устройств на формирование высоконапорных струй позволят дать научно обоснованные рекомендации по оптимальным условиям формирования струи с наилучшими гидравлическими характеристиками при заданных режимах.

В результате выполненных исследований по изучению гидродинамических параметров струй резаков в диапазоне $P = 15\text{--}19$ МПа, были получены коэффициенты расходов в пределах от $\mu = 0,829$ до $\mu = 0,946$, причем наивысший коэффициент расхода был получен для струеформирующих устройств с углом конусности близким к 13° . При этом угле конусности коэффициент расхода достигает своего максимального значения, что объясняется влиянием на него зоны пониженного давления, которое вызывает некоторое сужение потока. Однако следует отметить, что в данных работах основное внимание уделялось изучению влияния на качество струй, выходного диаметра сопла, напора перед струеформирующим устройством, и значительно меньшее внимание уделялось изучению влияния на качество струи формы внутренней поверхности сопел [2].

С вводом в эксплуатацию на Российских НПЗ крупнотоннажных УЗК с реакторами диаметром до 8м. появилась необходимость значительного увеличения давления перед соплом, т.е. увеличение скоростей истечения, что еще больше повысило требования, предъявляемые как к форме внутренней поверхности сопел, так и к качеству ее обработки. С целью получения данных по выяснению влияния на качество струи формы внутренней поверхности сопловых сборок (ствол; сопло) и выдачи практических рекомендаций на одной из крупнотоннажной УЗК были проведены исследования различных струеформирующих устройств при давлениях $P = 20,0\text{--}24,0$ МПа [3].

Струеформирующее устройство № 1 (рис. 1а) имело постоянный угол конусности $\alpha = 13^\circ$, т.е. является обычным «стандартным соплом», используемым в гидрорезаках типа ГРУ-ЗР. Внутренняя поверхность струеформирующего устройства № 2 (рис. 1б) была спрофилирована таким образом, что увеличение скорости происходило равномерно по длине сопла, т.е. скорость движения воды в каждом сечении

сопла была пропорциональна расстоянию от начала сопла. Таким образом, сопло № 2 по своей форме удовлетворяло общим требованиям, которые предъявлялись к соплам с конoidalным профилем. Компактность струи в значительной мере зависит от развития турбулентности в реальных струеформирующих устройствах гидравлических резаков.

Поток жидкости, движущийся по каналу струеформирующего устройства, а в дальнейшем в воздушной среде, можно рассматривать как систему, состоящую из взаимно влияющих друг на друга элементов: вмещающей среды, пограничного слоя и основного течения. Турбулизация ламинарного пограничного слоя вызывает распространение вихрей в направлении оси поперечных пульсаций скорости потока. В свою очередь распределение и величина скоростей основного течения определяют в большей степени устойчивость ламинарного пограничного слоя.

В зависимости от амплитуды и интенсивности продольных и поперечных пульсационных составляющих скоростей в струеформирующем устройстве генерируется уровень турбулентного обмена энергией в струе, вылетающей в воздушную среду, и тем самым определяется ее компактность [4].

Состояние поверхности струеформирующих устройств гидравлических резаков существенным образом влияет на положение точки перехода ламинарного пограничного слоя в турбулентный, а следовательно и на гидродинамические характеристики водяной струи. С увеличением средней скорости потока отношение толщины вязкого подслоя к величине абсолютной шероховатости снижается тем интенсивнее, чем хуже состояние поверхности. Условия эксплуатации гидравлических резаков на УЗК показали, что при давлениях воды $P = 20,0\text{--}24,0$ МПа условию гидродинамически гладкой поверхности сопла соответствует значение абсолютной шероховатости менее $0,63$ мкм.

Успокоитель, устанавливаемый в проточную часть ствола гидрорезака, значительно улучшает условия формирования струи. Он разделяет поток воды, движущийся по проточному каналу ствола гидрорезака, на несколько частей способствует более быстрому погашению вихрей, образующихся в результате вращения потока относительно продольной оси, а также выравнивает продольные скорости и погашает энергию более значительных турбулентных возмущений. Следовательно, наличие успокоителя положительно влияет на получение компактных струй. Степень гашения турбулентных пульсаций при прохождении по стволу гидрорезака потока воды зависит



Рис. 1. Струеформирующие устройства: а) стандартное; б) экспериментальное

от конструкции успокоителя и места его расположения в стволе.

Нами проводились сравнительные испытания различных типов успокоителей, установленных в струеформирующих устройствах, смонтированных в экспериментальных гидравлических резаках.

Сравнивались три типа успокоителей: тип 1 — крестообразный с двумя пересекающимися пластинами (рис. 2а); тип 2 — радиально-трубчатый «стандартный» (рис. 2б); тип 3 — радиально-трубчатый с пересекающимися в центре взаимно-перпендикулярных пластин (рис. 2в).

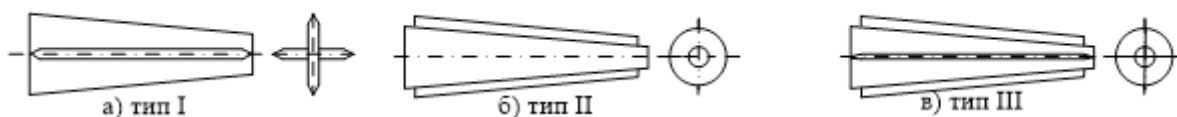


Рис. 2. Успокоители потоков: а) крестообразный; б) радиально-трубчатый; в) радиально-трубчатый с пересекающимися пластинами

Одновременное фотографирование параллельно направленных струй, позволило с последующим сравнением диаметров струй на одном и том же расстоянии от сопел выявить конструкцию струеформирующего устройства (сопло, успокоитель) дающую наиболее компактную струю.

В табл. 2 приведены сравнительные данные экспериментальных исследований условий формирования струи в различных струеформирующих устройствах установленных в гидрорезаках типа ГРУ-ЗР на одной из УЗК.

Таблица 2. Сравнительные данные компактности струи, образованной в различных струеформирующих устройствах в гидрорезаках типа ГРУ-ЗР

Профиль струеформирующих устройств	Видимый диаметр струи на расстоянии 3.5 м от сопла, мм			
	без успокоителя	С успокоителями типов		
		I	II	III
Конический (рис. 1а)	66	55	49	45
Коноидальный (рис. 1б)	55	46	40	37

Данные табл. 2 показывают, что на всех сравниваемых успокоителях радиально-трубчатый успокоитель с пересекающимися в центре взаимно-перпендикулярными пластинами позволяет получить более компактную струю.

Это объясняется тем, что наилучшим средством погасить вращение потока вокруг продольной оси сопла являются пластины, установленные радиально, а наилучшим средством гашения максимальных поперечных пульсаций и движений трубчатые поверхности, соосные профилю струеформирующего устройства гидрорезака. Следовательно, разделяя основную часть потока воды в струеформирующем устройстве на соосные кольцевые потоки

и имея, кроме того, радиальные пластины, радиально-трубчатый успокоитель с пересекающимся в центре взаимно-перпендикулярными пластинами обеспечивает эффективное гашение как поперечных пульсаций, так и вращательных движений и более высокое качество струи по сравнению с другими типами успокоителей.

Новые коноидальные струеформирующие устройства с использованием радиально-трубчатых успокоителей с пересекающимися в центре взаимно-перпендикулярными пластинами были положены в основу новых конструкций гидравлических резаков типа ГРУ-ЗМУ имеющих широкое применение на УЗК.

Литература:

1. Хайрудинов, И.Р., Тихонов А.А., Таушев В.В., Теляшев Э.Г. Современное состояние и перспективы развития термических процессов переработки нефтяного сырья — Уфа: ГУП ИНХП РБ, 2015. — С. 307–314.
2. Походенко, Н.Т., Брондз Б.И. Получение и обработка нефтяного кокса. — М.: Химия, 1986 — С. 178–190.
3. Тихонов, И.А., Хайрудинов И.Р., Теляшев Э.Г., Тихонов А.А. Исследования некоторых вопросов формирования водяных струй в гидравлических резаках — 2016: Международная научно-практическая конференция: Материалы конференции. — Уфа: ГУП ИНХП РБ, 2016. — С. 181–183.
4. Седов, Л.И. Механика сплошной среды. М., «Наука», 1970, т. 2. с. 715.

Авиационный глубиномер

Туюкбаев Алтай Альшеревич, преподаватель;

Маденов Адилет Кайратович, магистрант

Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (г. Алматы)

Глубиномер — разновидность манометра, предназначенная для определения глубины погружения. Используется для определения глубины, на которой находится прибор в настоящее время, и максимальной глубины погружения. Обычно глубиномер выполняется либо в виде прибора, надеваемого на руку, либо в виде одной из составляющих консоли.

От точности и правильности показаний глубиномера зависит здоровье, а порой и жизнь аквалангиста. При выборе глубиномера следует определиться с тем, где планируете его использовать (море, загрязнённый водоём, высокогорные озёра, глубины и т.д.) Также нужно обратить внимание на какую систему рассчитан глубиномер, метрическую или империяльную. Крайне удобно, когда функция измерения глубины включена в число функций компьютера. Нет необходимости брать с собой под воду лишний прибор [1].

По принципу действия глубиномеры могут быть:

- капиллярные
- открытая трубка Бурдона
- масляные
- диафрагменные
- тензорезисторные (цифровые)

Ультразвуковой глубиномер

Измерение глубины дна акватории — или поиск затонувших предметов возможны с помощью ультразвукового

глубиномера, схема и краткое описание которого приводится ниже.

Принцип действия прибора основан на отражении кратковременных ультразвуковых импульсов от речного или морского дна. При этом измеряется не время прохождения импульсов в толще воды (скорость звука в воде 1500 м/сек), а количество отраженных в единицу времени импульсов. Глубина проникновения ультразвуковых импульсов определяется мощностью излучения и чувствительностью приемного устройства. В описываемом приборе она не превышает 20 м.

Глубиномер состоит из двух частей: магнитоотрицательного датчика и электронного блока. Магнитоотрицательный датчик (его устройство показано на рис. 1) представляет собой никелевый стержень 4, закрепленный с помощью медного кольца 1 в корпусе 2. На стержень надет каркас 5 с намотанными на него катушками 3, герметизированный пробковой прокладкой 6 [2–3].

Ультразвуковые колебания (их амплитуда максимальна при резонансе частот) никелевого стержня и пластины 7 передаются водной среде. Чтобы исключить колебания уровня воды в раструбе датчика, он закрыт резиновой мембраной с толщиной 0,5–0,8 мм, которая удерживается с помощью банджа 9. При измерениях через отверстие 8 в раструб заливается вода. Электронный блок (рис. 2) состоит из ультразвукового генератора, собранного на транзисторах Т1, Т2, модулятора на транзисторах Т3, Т4, приемника отраженных импульсов Т5–Т8 и стре-

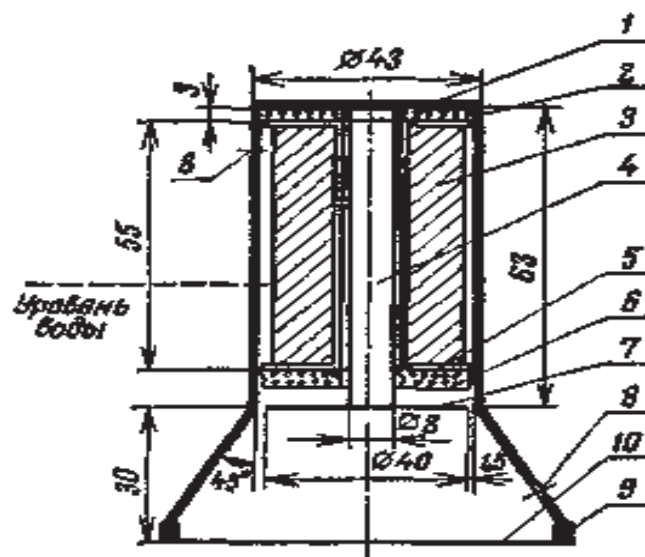


Рис. 1. Схема ультразвукового глубиномера

лочного индикатора, шкала которого калибрована в метрах глубины.

Авиационный глубиномер

Известен глубиномер лот, основанный на использовании грузила, привязанного на веревке.

Основной недостаток данного глубиномера состоит в том, что с ее помощью сложно определять глубину водоемов с высоты полета самолета.

Наиболее близким техническим решением является глубиномер эхолот, содержащий импульсную ультразвуковую установку, приемник ультразвука и вычислительное устройство. Основной недостаток данного глубиномера состоит в том, что с ее помощью сложно определять глубину водоемов с высоты полета самолета. Предлагаемым изобретением решается задача определения глубины водоемов непосредственно в полете воздушного судна [4–6].

Это достигается тем, что в глубиномере, содержащем импульсную установку, приемник и вычислительное устройство, согласно предлагаемому изобретению, используют импульсный лазер, чувствительное фотоприемное устройство на основе узкозонных полупроводниковых материалов и вычислительное устройство, определяющее глубину водоема по времени, протекающему между моментами приема отраженных от поверхности воды и дна водоема лучей импульсного лазера, и скорости распространения света в воде.

Сущность изобретения заключается в следующем. В предлагаемом авиационном глубиномере, в отличие от прототипа, используются импульсный лазер, чувствительный фотоприемник, изготавливаемый на основе узкозонных полупроводниковых материалов. Дело в том, что луч лазера, падая на поверхность воды, преломляется, а отраженный луч идет вверх от поверхности воды под углом 90° к преломленному лучу, идущему в воде к дну

водоема, от которого также отражается, а выходя из воды попадает на чувствительный фотоприемник. При этом, в вычислительном устройстве высчитывается время, протекающее между двумя приемами отраженных лучей, и значение глубины водоема определяется путем умножения этого времени на скорость распространения света в воде и деления полученного произведения на два.

Суть предлагаемого изобретения можно пояснить с помощью фиг.1, на которой схематически показаны самолет, луч лазера, его преломление, отраженный от поверхности воды луч и отраженный от дна водоема. На данном рисунке: 1 — самолет, 2 — луч лазера, 3 — преломленный луч лазера, 4 — отраженный от поверхности воды луч лазера, 5 — отраженный от дна водоема луч, 6 — катет, перпендикулярно опускающийся от поверхности воды к дну водоема, 7 — поверхность воды, 8 — дно водоема, 9 — луч лазера, выходящий из воды. Из рисунка видно, что лазерный луч 2, испускаемый из самолета 1, при попадании на поверхность воды преломляется 3 и в тот же момент отражается 4 от поверхности воды. Луч лазера отражается также от дна водоема 5, а 6 — это катет, перпендикулярно опускающийся от поверхности воды к дну водоема. Реализация такого глубиномера возможна только с применением самолета или вертолета. Дело в том, что, именно, самолет может быстро пролететь необходимое расстояние, чтобы осуществить прием отражающегося от воды луча лазера, а также луча, отраженного от дна водоема и выходящего из воды. Следует отметить, что отраженные лучи очень ослабленные, особенно луч, вышедший из воды. Поэтому для их приема нужен очень чувствительный фотоприемник. В качестве такого фотоприемника мы использовали фоторезисторную матрицу, изготовленную на основе антимонида индия (InSb), имеющего ширину запрещенной зоны, примерно, 0,2 эВ. Экспериментальные исследования показали работоспособность предлагаемого авиационного глубиномера.

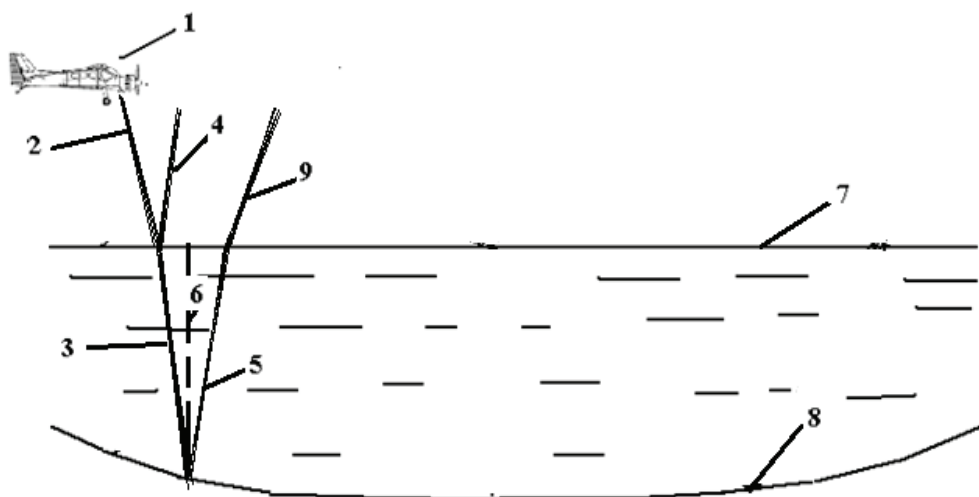


Рис. 2. Процесс определения глубины водоема

Таким образом, цель предлагаемого изобретения, а именно, определение глубины водоемов непосредственно в полете воздушного судна, достигается. Следует отметить, что такой глубиномер может позволить осуществлять быстрое обследование дна моря или океана.

Авиационный глубиномер, содержащий импульсную ультразвуковую установку, приемник ультразвука и вычислительное устройство, отличающийся тем, что используют импульсный лазер, чувствительное фотоприемное устройство на основе узкозонных полупроводниковых материалов и вычислительное устройство, определяющее глубину водоема по времени, протекающему между моментами приема отраженных от поверхности воды и дна водоема лучей импульсного лазера, и скорости распространения света в воде [7–11].

Литература:

1. Стрикленд-Констэбл, Р. Ф. Глубиномеры и их свойства: Пер. с англ. — Л.: Недра, 1971. — 412 с.
2. V. Henri. Chemical Reviews, 4, 189, 1927
3. И. Н. Крупский, А. И. Прохвятилов, В. М. Гасан. Письма в ЖЭТФ, том 17, вып. 11, стр. 605–607, 1973
4. А. В. Леонтьева, В. А. Романуша, А. Ю. Прохоров, Л. В. Степанчук. Приборы для измерения глубины, том 30, в. S, 1988
5. A. Nijman and N. Trappeniers, Physica 95 B, 147 (1978)
6. J. Nijman, N. J. Trappeniers, Chem. Phys. Letters 47, 118 (1977)
7. J. Nijman, J. Berlinsky, Phys. Rev. Letters 38 (8), 408 (1977)
8. M. Sprik, A. Nijman and N. Trappeniers, Physica 98A, 231 (1979)
9. Yuki Miyamoto, Mizuho Fushitani, Daisuke Ando, Takamasa Momose, J. of Chem. Phys. 128, 114502 (2008)
10. Краснов, В. Н. История навигационной техники: Зарождение и развитие технических средств кораблевождения. Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова — М.: Наука, 2001. — 312 с.
11. Морской энциклопедический словарь. Дмитриев В. В. — Санкт-Петербург: Судостроение, 1993. — Т. 2. — С. 220. — 583 с.

Актуальность

Авиационный глубиномер, содержит импульсную установку, приемник и вычислительное устройство,

Новым является то, что используют импульсный лазер, чувствительное фотоприемное устройство на основе узкозонных полупроводниковых материалов и вычислительное устройство, определяющее глубину водоема по времени, протекающему между моментами приема отраженных от поверхности воды и дна водоема лучей импульсного лазера, и скорости распространения света в воде.

Технический результат состоит в создании авиационного глубиномера, позволяющего определять глубину водоемов непосредственно в полете воздушного судна.

Разработка эффективной реализации алгоритмов выполнения арифметических операций с точками эллиптической кривой на базе приближенного метода в СОК

Червяков Николай Иванович, доктор технических наук, профессор;
 Бабенко Михаил Григорьевич, кандидат физико-математических наук, доцент;
 Кияшко Екатерина Сергеевна, соискатель
 Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь)

В статье исследуются методы выполнения арифметических операций с точками эллиптической кривой. Предложен метод модульного сложения чисел в системе остаточных классов с использованием приближенного метода, позволяющий без использования операции сравнения чисел в СОК вычислять значение модульного сложения целых чисел.

Ключевые слова: криптосистема на точках эллиптической кривой, система остаточных классов, модульное сложение, приближенный метод

Введение и постановка задачи

В современном мире информационных технологий широкое применение находят электронные средства пе-

редачи, хранения и обработки данных. Преимущества, которые возникают при использовании современных информационных технологий для хранения, обработки и передачи данных накладывают риски: утери, кражи или

несанкционированного использования данных. Для минимизации рисков широко используют облачные технологии совместно с криптографическими примитивами: схемами разделения секрета, симметричными алгоритмами шифрования и т.д.

Перспективным для построения надежной системы хранения и обработки данных является совместное использование схем разделения секрета для шифрования данных и ассиметричных систем шифрования для защиты и обновления секретных ключей шифрования данных используемых в схемах разделения секрета. Для защиты от технических сбоев, возникавших в облачных хранилищах данных эффективно используются схемы разделения секрета построенные на базе системы остаточных классов [1]. С целью минимизации издержек возникающих при использовании ассиметричных алгоритмов шифрования используем современные алгебраические структуры, построенные на базе аддитивной группы точек эллиптической кривой.

Эллиптическая криптография впервые была предложена учеными Коблицем и Миллером в 80 годы прошлого столетия. Однако, вопрос о применимости на практике эллиптической криптографии долгое время являлся не целесообразным так как вычислительная сложность алгоритмов выполнения арифметических операций с точками эллиптической кривой очень высокая по сравнению с аналогичными системами, работающими в конечных числовых полях. С другой стороны эллиптическая кривая позволяет обеспечить максимально возможную крипто стойкость теоретико-числовых систем из расчета на один бит размера задачи. Из-за высокого уровня крипто стойкости крипто-систем, построенных на точках эллиптической кривой, было проведено множество исследований для понижения класса вычислительной сложности алгоритмов выполнения арифметических операций в группе точек эллиптической кривой. В результате проведенных исследований, были разработаны алгоритмы, позволяющие повысить эффективность алгоритмов выполнения арифметических операций с точками эллиптических кривых за счет использования расширенных чисел Мерсенна, которые в двоичном представлении количество бит равных одному меньше или равно пяти. В следствии, чего в конце XX — начале XXI веков началось активное использование эллиптической криптографии для обеспечения безопасности: США — FIPS186–2–2000, Российской Федерация — ГОСТ Р34.10–2012 и др.

Учитывая, что самыми алгоритмически сложными операциями в конечном поле являются операции «инверсия» и «нахождение остатка от деления на большое число». Применение для реализации арифметических операций с точками эллиптической кривой проективных координат позволяет уйти от операции «инверсия». Из всего выше следующего актуальность приобретает научная задача разработка алгоритма нахождения остатка от деления

на основе приближенного метода в системе остаточных классов.

Для решения поставленной задачи следует решить следующие подзадачи:

1. Провести анализ алгоритмов выполнения арифметических операций с точками эллиптической кривой.
2. Разработать алгоритм нахождения остатка от деления в системе остаточных классов на базе приближенного метода.

Алгоритмы выполнения арифметических операций с точками эллиптической кривой

Пусть эллиптическая кривая $E(F_p)$ задана в форме Вейерштрассе над простым полем p . Тогда эллиптическая кривая имеет вид: $E(F_p): y^2 = x^3 + ax + b$, где $4a^3 + 27b^2 \neq 0$. Операция сложения двух точек $P = (x_p, y_p)$ и $Q = (x_q, y_q)$ вычисляется по формуле $R = (x_R, y_R) = P + Q$, где $x_R = \alpha - x_p - x_q$,

$$y_R = \alpha \cdot (x_p - x_q) - y_p, \quad \alpha = \begin{cases} \frac{y_q - y_p}{x_q - x_p}, & \text{если } P \neq Q \\ \frac{3x_p^2 + a}{2y_p}, & \text{если } P = Q. \end{cases}$$

Для эффективной реализации арифметических операций с точками эллиптической кривой используют проективную систему координат, тогда точка эллиптической кривой задается $P = (X_p : Y_p : Z_p)$ а эллиптическая кривая имеет вид: $E(F_p): Y^2 \cdot Z = X^3 + 3X \cdot Z + b \cdot Z^3$.

Для перехода от проективной системы координат в аффинную систему координат используют, следующие формулы; $x_p = \frac{X_p}{Z_p}$, $y_p = \frac{Y_p}{Z_p}$, где $Z_p \neq 0$. Если $Z_p = 0$, то P точка в бесконечности и обозначается O [2]. Использование малой теоремы Ферма и алгоритма быстрого возведения в степень позволяют вычислить операция инверсия в конечном поле $X^{-1} = X^{p-2} \bmod p$, где $\gcd(X, p) = 1$.

Для уменьшения количества модульных операции для выполнения арифметических операций с точками эллиптической кривой используют модификацию проективные координаты Якоби [3]. Для перехода из проективной системы координат Якоби в аффинную систему координат используют, следующие формулы: $x_p = \frac{X_p}{Z_p^2}$, $y_p = \frac{Y_p}{Z_p^3}$. Тогда эллиптическая кривая в проективной системе координат Якоби имеет вид: $E(F_p): Y^2 = X^3 + aXZ^4 + bZ^6$. Точка в бесконечности O имеет вид $O = (1:1:0)$.

Удвоение точки P эллиптической кривой в проективных координатах Якоби имеют вид;

$$\begin{aligned} X_Q &= (3X_p^2 + a \cdot Z_p^4)^2 - 8X_p \cdot Y_p^2, \\ Y_Q &= (3X_p^2 + a \cdot Z_p^4)(4X_p \cdot Y_p^2 - X_p) - 8Y_p^4, \\ Z_Q &= 2Y_p \cdot Z_p. \end{aligned}$$

Введем обозначения: T_A - время выполнения модульного сложения целых чисел, T_S - время выполнения модульного возведения в квадрат целых чисел, T_M - время выполнения модульного умножения целых чисел, T_B - время выполнения модульного умножения на константу целого числа. Тогда используя подход из работ [4, 5] удвоения точки эллиптической кривой в проективных координатах Якоби можно выполнить за время: $T_M + 8T_S + T_D$, сложение точек за время: $4T_M + 4T_S + 12T_A$.

Методы вычисления умножения точки эллиптической кривой на скаляр

В основе криптографических алгоритмов построенных на точках эллиптической кривой является операция умножения точки эллиптической кривой на скаляр. Пусть задано фиксированное целое число k . в двоичном представлении: $k = (1, k_{l-1}, k_{l-2}, \dots, k_0)$. Тогда задача формулируется зная точку P и константу k , вычислить kP . По аналогии с алгоритмом быстрого возведение в степень, можно вычислить умножение точки эллиптической кривой на скаляр используя алгоритм 1 удвоения-сложения [6].

Алгоритм 1. Удвоение-сложения точек эллиптической кривой

Вход: целое число $k = (1, k_{l-1}, k_{l-2}, \dots, k_0)$ и точка $P \in E(F_p)$.

Выход: точка kP .

$R := P$;

For $i := l-2$ **downto** 0 **do**

$R := 2R$;

if $k_i = 1$ **then** $R = R + P$;

Return R .

Так как вычисления значения “ $-P$ ” требует, только вычисления значения $p - Y_p$, то целесообразно использовать представление не в двоичном базисе а троичной системе (NAF-метод) $\{-1, 0, 1\}$, что позволяет уменьшить длину k на треть [7]. Для повышения производительности алгоритмов шифрования на точках эллиптической кривой используют метод окон из работы [8], который за счет предвычисленной последовательности значений позволяет рассматривать при вычислении не по одному биту как методе удвоения-сложения или NAF-метод а блоками заданного размера.

Литература:

1. Tchernykh, A. et al. Towards Understanding Uncertainty in Cloud Computing with risks of Confidentiality, Integrity, and Availability // Journal of Computational Science. — 2016.
2. Bernstein, D. J., Lange T. Faster addition and doubling on elliptic curves // International Conference on the Theory and Application of Cryptology and Information Security. — Springer Berlin Heidelberg, 2007. — С. 29–50.
3. Cohen, H., Miyaji A., Ono T. Efficient elliptic curve exponentiation using mixed coordinates // International Conference on the Theory and Application of Cryptology and Information Security. — Springer Berlin Heidelberg, 1998. — С. 51–65.
4. Verneuil, V. Elliptic curve cryptography and security of embedded devices: дис. — Université de Bordeaux, 2012.

Метод нахождения остатка от деления чисел в системе остаточных классов на базе приближенного метода в системе остаточных классов

Базовыми операциями при реализации алгоритмов сложения и удвоения точек эллиптической кривой являются алгоритмы модульного сложения и умножения чисел. В работе [9] разработан эффективный метод выполнения модульного умножения чисел в СОК на базе приближенного метода. Разработаем алгоритм модульного сложения чисел.

Пусть число $X \rightarrow (x_1, x_2, \dots, x_n)$, где $\forall i = 1, n$ выполняется неравенство $x_i = |X|_{m_i}$ и модули СОК m_i — попарно взаимно простые числа. Тогда согласно Китайской теореме об остатках $X = \left| \sum_{i=1}^n M_i \cdot |M_i^{-1}|_{m_i} \cdot x_i \right|_M$, где $M = \prod_{i=1}^n m_i$, $M_i = \frac{M}{m_i}$. Если использовать подход приближенных вы-

переписать в виде: $X = M \cdot \left| \sum_{i=1}^n \frac{|M_i^{-1}|_{m_i}}{m_i} \cdot x_i \right|_1$, где $|x_i|_1$ - дробная часть числа. Тогда определения является ли неравенство $X < p$, равносильно условию $\frac{X}{p} < 1$, следовательно

$\frac{M}{p} \cdot \left| \sum_{i=1}^n \frac{|M_i^{-1}|_{m_i}}{m_i} \cdot x_i \right|_1 < 1$. Использование данного факта поз-

воляет эффективно определять необходимо ли из суммы вычитать модуль или нет, что позволяет эффективно реализовывать криптосистемы на точках эллиптической кривой.

Заключение

В работе проведено исследования алгоритмов выполнения арифметических операций в аддитивной группе точек эллиптической кривой, заданной над простым полем. Исследованы алгоритмы умножения точек эллиптической кривой на скаляр. Разработан алгоритм модульного сложения с помощью приближенного метода работает быстрее, чем рассмотренный аналогичные алгоритмы сравнения чисел в СОК. Работа выполнена при поддержке стипендии Президента РФ молодым ученым и аспирантам СП-1215.2016.5.

5. Longa, P., Miri A. Fast and flexible elliptic curve point arithmetic over prime fields //IEEE Transactions on computers. — 2008. — Т. 57. — № . 3. — С. 289–302.
6. Blake, I. F., Seroussi G., Smart N. Elliptic curves in cryptography. — Cambridge university press, 1999. — Т. 265.
7. Reitwiesner, G. W. Binary arithmetic //Advances in computers. — 1960. — Т. 1. — С. 231–308.
8. Järvinen, K. Optimized FPGA-based elliptic curve cryptography processor for high-speed applications //INTEGRATION, the VLSI journal. — 2011. — Т. 44. — № . 4. — С. 270–279.
9. Chervyakov, N.I. et al. Fast modular multiplication execution in residue number system //Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&MQ&IS), IEEE Conference on. — IEEE, 2016. — С. 30–32.

Рациональная форма лёгких арочных конструкций

Щербина Василий Александрович, магистрант;
 Артебякина Гульназ Ильшатовна, магистрант;
 Мамутов Фарух Атабекович, магистрант
 Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В статье проводится обзор научной литературы в области арочных конструкций. Рассматриваются существующие конструктивные решения универсальных промышленных арочных сооружений.

Ключевые слова: проектирование, арка, легкие арочные конструкции, ЛСТК, рациональное очертание арок

На сегодняшний день в России большое количество объектов производственного сектора, представляет собой переоборудованные заводские помещения, которые ранее остались невостребованными вследствие снижения объемов промышленного производств (рис. 1).

Техническое состояние таких объектов зачастую не соответствует современным нормативным требованиям и потребностям эксплуатирующих организаций. В связи с меняющейся экономической ситуацией в стране и с переходом в ряде отраслей к импортозамещению появилась необходимость возведения большого количества промышленных объектов различного назначения.

Существует проблема, связанная с необходимостью разработки конструктивных решений, для быстрого, экономически выгодного и качественного повышения темпа промышленного производства.

Арочные конструкции из лёгких стальных тонкостенных профилей

Для того чтобы сооружение отвечало требованиям экономичности при проектировании необходимо применять рациональное очертание и эффективные типы профилей металлических конструкций.

Хорошими показателями по стоимости и расходу стали в сегменте лёгких универсальных промышленных зданий обладают арочные конструкции из тонкостенных холодногнутых профилей (Рис. 2).

Тонкостенные конструкции хорошо зарекомендовали себя в строительстве малоэтажных жилых и гражданских, а также универсальных производственных объектов [1, 2].

ЛСТК — Лёгкие стальные тонкостенные конструкции из тонкой (до 3 мм) оцинкованной стали повышенной прочности (рис. 3,4).



Рис. 1. Невостребованные заводские помещения



Рис. 2. Арочный ангар с применением ЛСТК



Рис. 3. Холодногнутые профили обычной жёсткости

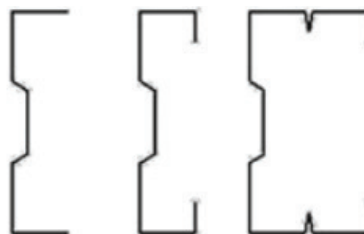


Рис. 4. Холодногнутые профили повышенной жёсткости

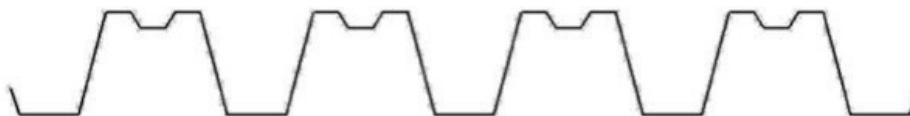


Рис. 5. Сечение стального профилированного настила

К легким металлическим конструкциям относится целый класс стальных тонкостенных профилированных настилов (рис. 5).

Также в качестве несущих элементов применяются термопрофили с перфорацией стенок. Перфорация значительно снижает потери тепла из-за удлинения мостика холода (рис. 6).

Использование ЛСТК, в сравнении с другими конструкциями, имеет ряд достоинств:

- Экономичность;

- В силу своей небольшой массы каркасы из ЛСТК не требуют массивных фундаментов;

- Для монтажа лёгких стальных тонкостенных профилей не требуется грузоподъёмное оборудование;

- Высокая скорость сборки;

- Низкая теплопроводность ЛСТ термопрофилей;

- Всесезонный монтаж.

Однако столь важное свойство, как лёгкость может заметно сказаться на несущей способности конструкции. Поэтому легкие стальные тонкостенные конструкции перед

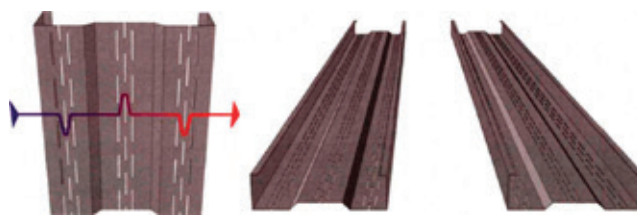


Рис. 6. Термопрофиль с прорезанными в шахматном порядке отверстиями

их внедрением в строительство должны быть подвергнуты тщательному анализу по несущей способности [3].

Также имеются и недостатки у данного типа профилей:

- Несмотря на активное распространение ЛСТК в России, на сегодняшний день отсутствует нормативная база по расчёту и проектированию этих конструкций;
- Предвзятое отношение у заказчика, из-за небольшой толщины металла профилей ЛСТК и кажущейся низкой несущей способности;
- Недолговечность (не более 100 лет).

Развитие теоретических положений рационального очертания арочных конструкций

Арка (arcus по-латыни — дуга, изгиб) — это дугообразное перекрытие проема в стене или пролета между двумя опорами [4].

История арок насчитывает уже более двадцати пяти веков. Несмотря на широкое применение арок и различных сводов, в то время не существовало теории их расчёта. Ещё римляне применяли каменные своды для перекрытий зданий и мостов. Долговечность сооружений достигалась применением конструкций с излишним запасом, так как отсутствовал расчёт этих конструкций [5].

Первые попытки теоретически объяснить работу арок стали появляться в конце XVII и в начале XVIII столетия. В 1678 году Роберт Гук высказал идею о том, что правильная форма арки представляет собой перевернутую висячую цепь. В 1697 году Грегори Бенфорд опубликовал теорию арок, в которой высказал предположение о том, что линия давления должна совпасть с внутренней гранью арки [6].

Также необходимо упомянуть выдающегося изобретателя и механика Ивана Петровича Кулибина (1735–1816), который сделал существенный вклад в теорию расчета. Составленный им проект деревянного арочного моста (рис. 7), перекрывающего р. Неву одним пролетом в 296 метров, был выдающимся для своего времени (1773–1776 гг.).

В дальнейшем большое количество учёных провели множество исследований и экспериментов. В 1826 году Навье опубликовал курс механики арок. Впервые расчёт арки как деформируемого упругого бруса представил Бресс в 1848 году [7].

Первый расчёт арки методами теории упругости дал проф. Х.С. Головин (1844–1904) в 1882 году. В начале XX века были опубликованы исследования профессора С.И. Белзецкого, которые были посвящены аналитической теории рациональных очертаний сводов и арок.

Арка с рациональной осью — это такая арка, в любом сечении которой изгибающий момент равен нулю. При равномерно-распределённой нагрузке рациональная дуга арки имеет параболическое очертание. На практике такие ситуации не встречаются. Обычно приходится учитывать совокупность различных по характеру нагрузок.

В начале XX столетия были опубликованы глубокие исследования проф. С.И. Белзецкого, посвященные аналитической теории рациональных очертаний цилиндрических сводов и арок. В этих работах были заложены начала многих дальнейших исследований различных авторов по вопросам подбора очертания арок [5].

До сегодняшнего дня, вопрос о расчёте арок не перестаёт привлекать к себе внимание и продолжает являться объектом научных исследований.

Проектирование арочных конструкций в наши дни

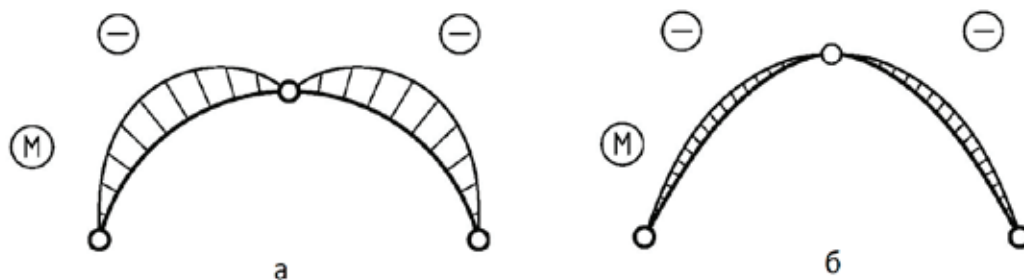
Традиционный подход к проектированию и строительству зданий состоит в назначении фиксированного пролета, габаритной высоты и рациональной конструктивной схемы. Такой подход, приводит к большому числу вариантов зданий, что затрудняет их реализацию по технико-экономическим критериям. Для сокращения количества типоразмеров используются унифицированные параметры зданий, что, в свою очередь, приводит к нерациональному использованию их площадей.

Для решения этой проблемы существует методика проектирования по принципу «открытой типизации», которая предполагает множество вариантов зданий, используя при этом минимальное число конструктивных элементов. В своей работе «Конструкции легких арочных зданий, реализуемых по принципу «открытой» типизации» [8] Фахрутдинов А.Э., в какой-то степени, реализовал этот принцип применительно к арочным ангарам.

Зачастую, при проектировании, применяется круговое очертание арок (Рис. 8. а), что не является оптимальным решением с точки зрения металлоёмкости. Применение рациональных форм арок (Рис. 8. б) позволит снизить изгибающие моменты в конструкции, а, следовательно, снизить и расход металла. Существующие аналитические и графические методы определения рациональной формы арки достаточно трудоёмки и учитывают не весь спектр возможных нагрузок, которые может воспринимать конструкция, поэтому существует необходимость их дальнейшего развития.



Рис. 7. Проект моста И. П. Кулибина через Неву

Рис. 8. Частный случай сравнения изгибающих моментов трёхшарнирных арок:
а — кругового очертания; б — рационального очертания

Заключение

В результате анализа научной литературы и существующих конструктивных решений, в сегменте универсальных промышленных арочных конструкций, можно сделать следующие выводы:

— Существующие на данный момент конструктивные решения тонкостенных арочных конструкций имеют ряд недостатков и не удовлетворяют технико-экономическим требованиям к данным сооружениям;

— Требуется разработка методики определения рационального очертания тонкостенных арочных конструкций и развитие экспериментально-теоретических исследований в этой области;

— Наблюдаются тенденции развития теории расчёта ЛСТК и арочных конструкций.

— Проектирование зданий и сооружений на данном этапе развития движется к применению рациональных конструктивных форм, эффективных сечений для достижения максимального экономического эффекта.

Литература:

1. Ватин, Н. И., Синельников А. С. Большепролетные надземные пешеходные переходы из легкого холодногнутого стального профиля // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. № 1. С. 47–52.
2. Ватин, Н. И., Синельников А. С. Холодногнутый стальной профиль в малых мостовых конструкциях // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. № 3. С. 39–51.
3. Рыбаков, В. А., Гамаюнова О. С. Напряженно-деформированное состояние элементов каркасных сооружений из тонкостенных стержней // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 7 (12). С. 79–123.
4. Горев, В. В. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 2. Конструкции зданий / В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, В. В. Филиппов, Г. И. Белый и др. М.: Высш. шк., 1999. 528 с.
5. Бернштейн, С. А. Очерки по истории строительной механики / С. А. Бернштейн. М.: Стройиздат, 1957. — 233 с.
6. Koiter, W. T. The effective width of flat plates for various longitudinal edge conditions at loads far beyond the buckling load // Rep. № 5287, National Luchtvaart Laboratorium, 2012, pp. 365–374.
7. Thomas, H. Optimum least-coast design of a truss roof system / H. Thomas, Jr. Randolph, Daniel M. Brown // Computers and structures. 1977. — № 1. — P. 13–22.
8. Фахрутдинов, А. Э. Конструкции лёгких арочных зданий, реализуемых по принципу «открытой» типизации [Текст]: автореферат. дис. ... техн. наук: 05.23.01 / А. Э. Фахрутдинов. — Казань, 2012. — 20 с.

ФИЗИКА

Математическая модель асинхронного двигателя с переменными $\psi_m - i_s$ на выходе аperiodических звеньев в Simulink-Script

Емельянов Александр Александрович, доцент;
 Бесклеткин Виктор Викторович, ассистент;
 Антоненко Илья Александрович, студент;
 Коновалов Илья Дмитриевич, студент;
 Харин Вадим Сергеевич, студент;
 Ченцова Екатерина Вячеславовна, студент;
 Федосеев Павел Витальевич, студент;
 Дугин Павел Игоревич, студент;
 Некрасова Вероника Николаевна, студент;
 Глух Константин Юрьевич, студент;
 Солодова Александра Сергеевна, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Данная работа является продолжением статьи [1], в которой были подробно даны способы и технологии получения пространственных векторов. В работах [2] и [3] приведено множество вариантов определения электромагнитных моментов комбинацией двух переменных ($\psi_r - i_s, \psi_s - i_s, \psi_s - \psi_r$ и т.д.). В наших статьях за 2015 г. приведены математические модели с переменными ψ_r и i_s . В этой работе рассмотрим моделирование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с переменными ψ_m и i_s .

Векторные уравнения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором имеют следующий вид:

$$\begin{cases} \bar{u}_s = r_s \cdot \bar{i}_s + \frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot \frac{d\bar{\Psi}_s}{dt} + j\omega_\kappa \cdot \bar{\Psi}_s; \\ 0 = r_{rk} \cdot \bar{i}_r + \frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot \frac{d\bar{\Psi}_r}{dt} + j(\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot \bar{\Psi}_r; \\ \bar{\Psi}_s = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot \bar{i}_s + l_m \cdot \bar{i}_r; \\ \bar{\Psi}_r = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \bar{i}_r + l_m \cdot \bar{i}_s; \\ \bar{\Psi}_m = l_m \cdot (\bar{i}_s + \bar{i}_r); \\ m = \zeta_N \cdot (\Psi_{mx} \cdot i_{sy} - \Psi_{my} \cdot i_{sx}); \\ m - m_c = T_j \cdot \frac{d\omega}{dt}. \end{cases}$$

Обозначим токи, потокосцепления и индуктивности:

$$\begin{aligned} \bar{i}_m &= \bar{i}_s + \bar{i}_r; \quad \bar{\Psi}_m = l_m \cdot \bar{i}_m; \quad \bar{\Psi}_{\sigma s} = l_{\sigma s} \cdot \bar{i}_s; \quad \bar{\Psi}_{\sigma r} = l_{\sigma r} \cdot \bar{i}_r; \\ \bar{\Psi}_s &= l_m \cdot (\bar{i}_s + \bar{i}_r) + l_{\sigma s} \cdot \bar{i}_s = \bar{\Psi}_m + l_{\sigma s} \cdot \bar{i}_s = \bar{\Psi}_m + \bar{\Psi}_{\sigma s}; \\ \bar{\Psi}_r &= l_m \cdot (\bar{i}_r + \bar{i}_s) + l_{\sigma r} \cdot \bar{i}_r = \bar{\Psi}_m + l_{\sigma r} \cdot \bar{i}_r = \bar{\Psi}_m + \bar{\Psi}_{\sigma r}; \\ l_s &= l_m + l_{\sigma s}; \quad l_r = l_m + l_{\sigma r}. \end{aligned}$$

Переводим систему уравнений к изображениям $\frac{d}{dt} = s$:

$$\bar{u}_s = r_s \cdot \bar{i}_s + \frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot \bar{\Psi}_s + j\omega_\kappa \cdot \bar{\Psi}_s, \tag{1}$$

$$0 = r_{rk} \cdot \bar{i}_r + \frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot \bar{\Psi}_r + j(\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot \bar{\Psi}_r \tag{2}$$

$$\bar{\psi}_s = \bar{\psi}_m + \bar{\psi}_{\sigma s} \tag{3}$$

$$\bar{\psi}_r = \bar{\psi}_m + \bar{\psi}_{\sigma r} \tag{4}$$

$$\bar{\psi}_m = l_m \cdot \bar{i}_m \tag{5}$$

$$m = \zeta_M \cdot (\psi_{mx} \cdot i_{py} - \psi_{my} \cdot i_{sx}) \tag{6}$$

$$m - m_c = T_j \cdot s \cdot \omega. \tag{7}$$

Схема замещения и векторная диаграмма переменных [3] приведены на рис. 1 и 2.

Расписываем векторы через проекции:

$$\bar{u}_s = u_{sx} + ju_{sy};$$

$$\bar{i}_s = i_{sx} + ji_{sy};$$

$$\bar{i}_r = i_{rx} + ji_{ry};$$

$$\bar{\psi}_s = \psi_{sx} + j\psi_{sy};$$

$$\bar{\psi}_r = \psi_{rx} + j\psi_{ry};$$

$$\bar{\psi}_m = \psi_{mx} + j\psi_{my}.$$

Записываем уравнения по проекциям.

Уравнение (1):

$$u_{sx} + ju_{sy} = r_s \cdot i_{sx} + jr_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{sx} + j \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{sy} + j\omega_k \cdot \psi_{sx} - \omega_k \cdot \psi_{sy}.$$

По оси (+1): $u_{sx} = r_s \cdot i_{sx} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{sx} - \omega_k \cdot \psi_{sy}.$ (1')

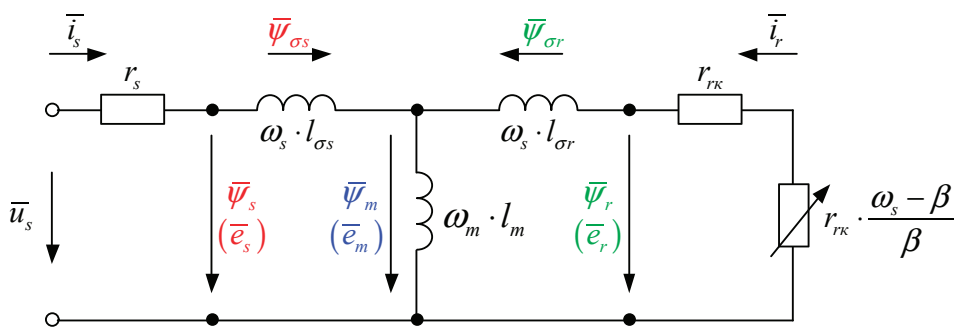


Рис. 1. Связь токов и потоков в асинхронном двигателе

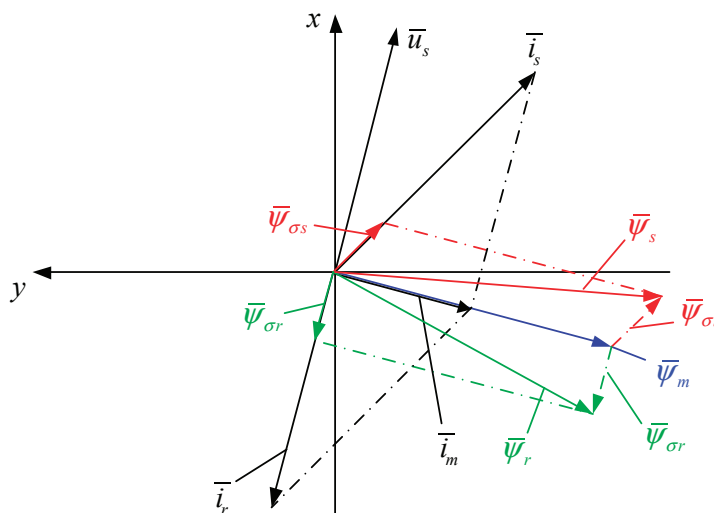


Рис. 2. Качественная картина расположения векторов в двигательном режиме асинхронного двигателя

По оси (+j): $u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \Psi_{sy} + \omega_{\kappa} \cdot \Psi_{sx}$. (1")

Уравнение (2):

$$0 = r_{rk} \cdot i_{rx} + j r_{rk} \cdot i_{ry} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \Psi_{rx} + j \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \Psi_{ry} + j(\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{rx} - (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{ry}.$$

По оси (+1): $0 = r_{rk} \cdot i_{rx} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \Psi_{rx} - (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{ry}$. (2')

По оси (+j): $0 = r_{rk} \cdot i_{ry} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \Psi_{ry} + (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{rx}$. (2")

Уравнение (3):

$$\Psi_{sx} + j\Psi_{sy} = \Psi_{mx} + j\Psi_{my} + \underbrace{l_{\sigma s} \cdot i_{sx}}_{\Psi_{\sigma sx}} + j \underbrace{(l_{\sigma s} \cdot i_{sy})}_{\Psi_{\sigma sy}}.$$

По оси (+1): $\Psi_{sx} = \Psi_{mx} + l_{\sigma s} \cdot i_{sx}$. (3')

По оси (+j): $\Psi_{sy} = \Psi_{my} + l_{\sigma s} \cdot i_{sy}$. (3")

Проекции потокосцепления Ψ_{sx} и Ψ_{sy} можно выразить и в следующей форме:

$$\Psi_{sx} + j\Psi_{sy} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sx} + j(l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sy} + l_m \cdot i_{rx} + j(l_m \cdot i_{ry});$$

$$\Psi_{sx} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sx} + l_m \cdot i_{rx};$$

$$\Psi_{sy} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sy} + l_m \cdot i_{ry}.$$

Уравнение (4):

$$\Psi_{rx} + j\Psi_{ry} = \Psi_{mx} + j\Psi_{my} + \underbrace{l_{\sigma r} \cdot i_{rx}}_{\Psi_{\sigma rx}} + j \underbrace{(l_{\sigma r} \cdot i_{ry})}_{\Psi_{\sigma ry}}.$$

По оси (+1): $\Psi_{rx} = \Psi_{mx} + l_{\sigma r} \cdot i_{rx}$. (4')

По оси (+j): $\Psi_{ry} = \Psi_{my} + l_{\sigma r} \cdot i_{ry}$. (4")

Проекции потокосцепления Ψ_{rx} и Ψ_{ry} можно выразить и в следующей форме:

$$\Psi_{rx} + j\Psi_{ry} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{rx} + j(l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{ry} + l_m \cdot i_{sx} + j(l_m \cdot i_{sy});$$

$$\Psi_{rx} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{rx} + l_m \cdot i_{sx};$$

$$\Psi_{ry} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{ry} + l_m \cdot i_{sy}.$$

Уравнение (5):

$$\Psi_{mx} + j\Psi_{my} = l_m \cdot i_{sx} + j(l_m \cdot i_{sy}) + l_m \cdot i_{rx} + j(l_m \cdot i_{ry}).$$

По оси (+1): $\Psi_{mx} = l_m \cdot i_{sx} + l_m \cdot i_{rx}$. (5')

По оси (+j): $\Psi_{my} = l_m \cdot i_{sy} + l_m \cdot i_{ry}$. (5")

Рассмотрим систему уравнений (1'), ..., (5') по оси (+1):

$$\begin{cases} u_{sx} = r_s \cdot i_{sx} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \Psi_{sx} - \omega_{\kappa} \cdot \Psi_{sy}; \\ 0 = r_{rk} \cdot i_{rx} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \Psi_{rx} - (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{ry}; \\ \Psi_{sx} = \Psi_{mx} + l_{\sigma s} \cdot i_{sx}; \\ \Psi_{rx} = \Psi_{mx} + l_{\sigma r} \cdot i_{rx}; \\ \Psi_{mx} = l_m \cdot i_{sx} + l_m \cdot i_{rx}. \end{cases}$$

Из уравнения (5'):

$$i_{rx} = \frac{1}{l_m} \cdot \Psi_{mx} - i_{sx}. \quad (6')$$

Подставим i_{rx} в уравнение (4'):

$$\Psi_{rx} = \Psi_{mx} + \frac{l_{\sigma r}}{l_m} \cdot \Psi_{mx} - l_{\sigma r} \cdot i_{sx} = \underbrace{\left(\frac{l_m + l_{\sigma r}}{l_m} \right)}_{\frac{1}{k_r}} \cdot \Psi_{mx} - l_{\sigma r} \cdot i_{sx}.$$

Обозначим $k_r = \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma r}}$.

$$\Psi_{rx} = \frac{1}{k_r} \cdot \Psi_{mx} - l_{\sigma r} \cdot i_{sx}. \tag{7'}$$

Рассмотрим систему уравнений (1''), ..., (5'') по оси (+j):

$$\begin{cases} u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{sy} + \omega_{\kappa} \cdot \Psi_{sx}; \\ 0 = r_{rk} \cdot i_{ry} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{ry} + (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{rx}; \\ \Psi_{sy} = \Psi_{my} + l_{\sigma s} \cdot i_{sy}; \\ \Psi_{ry} = \Psi_{my} + l_{\sigma r} \cdot i_{ry}; \\ \Psi_{my} = l_m \cdot i_{sy} + l_m \cdot i_{ry}. \end{cases}$$

Из уравнения (5''):

$$i_{ry} = \frac{1}{l_m} \cdot \Psi_{my} - i_{sy}. \tag{6''}$$

Подставим i_{ry} в уравнение (4''):

$$\Psi_{ry} = \Psi_{my} + l_{\sigma r} \cdot \left(\frac{1}{l_m} \cdot \Psi_{my} - i_{sy} \right) = \Psi_{my} + \frac{l_{\sigma r}}{l_m} \cdot \Psi_{my} - l_{\sigma r} \cdot i_{sy} = \underbrace{\left(\frac{l_m + l_{\sigma r}}{l_m} \right)}_{\frac{1}{k_r}} \cdot \Psi_{my} - l_{\sigma r} \cdot i_{sy};$$

$$\Psi_{ry} = \frac{1}{k_r} \cdot \Psi_{my} - l_{\sigma r} \cdot i_{sy}. \tag{7''}$$

Для уравнений (1') и (2') по оси (+1):

$$\begin{aligned} u_{sx} &= r_s \cdot i_{sx} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{sx} - \omega_{\kappa} \cdot \Psi_{sy}; \\ 0 &= r_{rk} \cdot i_{rx} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{rx} - (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{ry}. \end{aligned}$$

Из уравнения (1'):

$$u_{sx} = r_s \cdot i_{sx} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \underbrace{(\Psi_{mx} + l_{\sigma s} \cdot i_{sx})}_{\Psi_{sx}} - \omega_{\kappa} \cdot \underbrace{(\Psi_{my} + l_{\sigma s} \cdot i_{sy})}_{\Psi_{sy}};$$

$$\boxed{u_{sx} = r_s \cdot i_{sx} + \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{mx} \right) + l_{\sigma s} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) - \omega_{\kappa} \cdot \Psi_{my} - l_{\sigma s} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy})}. \tag{8}$$

Из уравнения (8) выделим $\left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{mx} \right)$:

$$\left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{mx} \right) = u_{sx} - r_s \cdot i_{sx} - l_{\sigma s} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) + \omega_{\kappa} \cdot \Psi_{my} + l_{\sigma s} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy}). \tag{8'}$$

Подставим в уравнение (2') выражения i_{rx} , Ψ_{rx} и Ψ_{ry} из уравнений (6'), (7') и (7''):

$$0 = r_{rk} \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{l_m} \cdot \Psi_{mx} - i_{sx} \right)}_{i_{rx}} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{k_r} \cdot \Psi_{mx} - l_{\sigma r} \cdot i_{sx} \right)}_{\Psi_{rx}} - (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{k_r} \cdot \Psi_{my} - l_{\sigma r} \cdot i_{sy} \right)}_{\Psi_{ry}}.$$

Затем внесем в полученное уравнение выражение $\left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{mx} \right)$ из (8'):

$$0 = \frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \Psi_{mx} - r_{rk} \cdot i_{sx} + \frac{1}{k_r} \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{mx} \right)}_{(8')} - l_{\sigma r} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) - \frac{(\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p)}{k_r} \cdot \Psi_{my} + l_{\sigma r} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sy};$$

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \Psi_{mx} - r_{rk} \cdot i_{sx} + \frac{1}{k_r} \cdot u_{sx} - \frac{r_s}{k_r} \cdot i_{sx} - \frac{l_{\sigma s}}{k_r} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) + \frac{\omega_{\kappa}}{k_r} \cdot \Psi_{my} + \frac{l_{\sigma s}}{k_r} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy}) - \\ &- l_{\sigma r} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) - \frac{\omega_{\kappa}}{k_r} \cdot \Psi_{my} + \frac{z_p}{k_r} \cdot (\omega \cdot \Psi_{my}) + l_{\sigma r} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sy}; \end{aligned}$$

$$0 = \frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \Psi_{mx} - \left(r_{rk} + \frac{r_s}{k_r} \right) \cdot i_{sx} + \frac{1}{k_r} \cdot u_{sx} - \left(\frac{l_{\sigma s}}{k_r} + l_{\sigma r} \right) \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) + \frac{l_{\sigma s}}{k_r} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy}) + \frac{z_p}{k_r} \cdot (\omega \cdot \Psi_{my}) + l_{\sigma r} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sy}. \quad (9)$$

Перенесем в левую часть слагаемые с i_{sx} :

$$\left(\frac{l_{\sigma s} + k_r \cdot l_{\sigma r}}{k_r} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s + \frac{r_{rk} \cdot k_r + r_s}{k_r} \right) \cdot i_{sx} = \frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \Psi_{mx} + \frac{1}{k_r} \cdot u_{sx} + \frac{l_{\sigma s}}{k_r} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy}) + \frac{z_p}{k_r} \cdot (\omega \cdot \Psi_{my}) + l_{\sigma r} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sy};$$

$$\frac{r_{rk} \cdot k_r + r_s}{k_r} \cdot \left(\frac{l_{\sigma s} + k_r \cdot l_{\sigma r}}{r_{rk} \cdot k_r + r_s} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s + 1 \right) \cdot i_{sx} = \frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \Psi_{mx} + \frac{1}{k_r} \cdot u_{sx} + \frac{l_{\sigma s}}{k_r} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy}) + \frac{z_p}{k_r} \cdot (\omega \cdot \Psi_{my}) + l_{\sigma r} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sy}.$$

Обозначим:

$$l_{\delta} = l_{\sigma s} + k_r \cdot l_{\sigma r};$$

$$r_{s1} = r_{rk} \cdot k_r + r_s;$$

$$T_{s1} = \frac{l_{\sigma s} + k_r \cdot l_{\sigma r}}{r_{rk} \cdot k_r + r_s} = \frac{l_{\delta}}{r_{s1}}.$$

Определим i_{sx} :

$$i_{sx} = \left[\underbrace{\frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \Psi_{mx}}_1 + \underbrace{\frac{1}{k_r} \cdot u_{sx}}_2 + \underbrace{\frac{l_{\sigma s}}{k_r} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy})}_4 + \underbrace{\frac{z_p}{k_r} \cdot (\omega \cdot \Psi_{my})}_5 + \underbrace{l_{\sigma r} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sy}}_3 \right] \cdot \frac{k_r / r_{s1}}{\left(T_{s1} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \right) \cdot s + 1}.$$

Структурная схема проекции статорного тока i_{sx} на ось +1 приведена на рис. 3.

Для уравнений (1") и (2") по оси (+j):

$$u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \Psi_{sy} + \omega_{\kappa} \cdot \Psi_{sx};$$

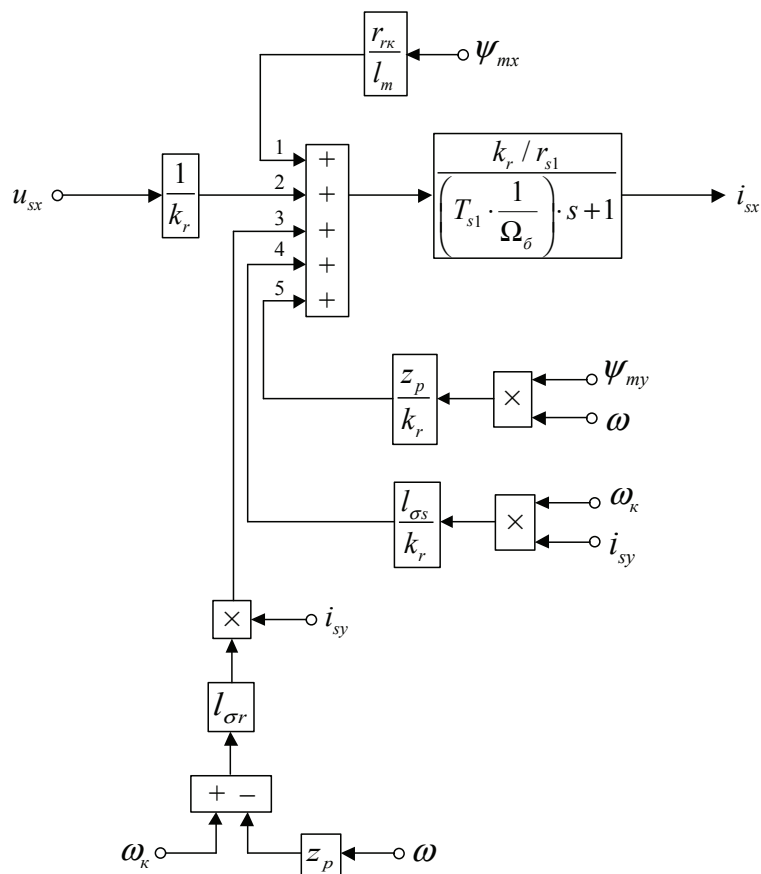


Рис. 3. Структурная схема проекции статорного тока i_{sx} на ось +1

$$0 = r_{rk} \cdot i_{ry} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{ry} + (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{rx}.$$

Из уравнения (1''):

$$u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \underbrace{(\Psi_{my} + l_{\sigma s} \cdot i_{sy})}_{\Psi_{sy}} + \omega_{\kappa} \cdot \underbrace{(\Psi_{mx} + l_{\sigma s} \cdot i_{sx})}_{\Psi_{sx}};$$

$$\boxed{u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{my}\right) + l_{\sigma s} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sy}\right) + \omega_{\kappa} \cdot \Psi_{mx} + l_{\sigma s} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sx}).} \tag{10}$$

Из уравнения (10) выделим $\left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{my}\right)$:

$$\left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{my}\right) = u_{sy} - r_s \cdot i_{sy} - l_{\sigma s} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sy}\right) - \omega_{\kappa} \cdot \Psi_{mx} - l_{\sigma s} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sx}). \tag{10'}$$

Подставим в уравнение (2'') выражения i_{ry} , Ψ_{ry} и Ψ_{rx} из уравнений (6''), (7''), (7'):

$$0 = r_{rk} \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{l_m} \cdot \Psi_{my} - i_{sy}\right)}_{i_{ry}} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{k_r} \cdot \Psi_{my} - l_{\sigma r} \cdot i_{sy}\right)}_{\Psi_{ry}} + (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{k_r} \cdot \Psi_{mx} - l_{\sigma r} \cdot i_{sx}\right)}_{\Psi_{rx}}.$$

Затем внесем в полученное уравнение выражение $\left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{my}\right)$ из (10'):

$$0 = \frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \Psi_{my} - r_{rk} \cdot i_{sy} + \frac{1}{k_r} \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{my}\right)}_{(10')} - l_{\sigma r} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sy}\right) + \frac{(\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p)}{k_r} \cdot \Psi_{mx} - l_{\sigma r} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sx};$$

$$0 = \frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \Psi_{my} - r_{rk} \cdot i_{sy} + \frac{1}{k_r} \cdot u_{sy} - \frac{r_s}{k_r} \cdot i_{sy} - \frac{l_{\sigma s}}{k_r} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sy}\right) - \frac{\omega_{\kappa}}{k_r} \cdot \Psi_{mx} - \frac{l_{\sigma s}}{k_r} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sx}) - l_{\sigma r} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sy}\right) + \frac{\omega_{\kappa}}{k_r} \cdot \Psi_{mx} - \frac{z_p}{k_r} \cdot (\omega \cdot \Psi_{mx}) - l_{\sigma r} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sx};$$

$$0 = \frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \Psi_{my} - \left(r_{rk} + \frac{r_s}{k_r}\right) \cdot i_{sy} + \frac{1}{k_r} \cdot u_{sy} - \left(\frac{l_{\sigma s}}{k_r} + l_{\sigma r}\right) \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sy}\right) - \frac{l_{\sigma s}}{k_r} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sx}) - \frac{z_p}{k_r} \cdot (\omega \cdot \Psi_{mx}) - l_{\sigma r} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sx}. \tag{11}$$

Перенесем в левую часть слагаемые с i_{sy} :

$$\left(\frac{l_{\sigma s}}{k_r} + l_{\sigma r}\right) \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sy}\right) + \left(r_{rk} + \frac{r_s}{k_r}\right) \cdot i_{sy} = \frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \Psi_{my} + \frac{1}{k_r} \cdot u_{sy} - \frac{l_{\sigma s}}{k_r} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sx}) - \frac{z_p}{k_r} \cdot (\omega \cdot \Psi_{mx}) - l_{\sigma r} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sx};$$

$$\frac{r_{rk} \cdot k_r + r_s}{k_r} \cdot \left(\frac{l_{\sigma s} + k_r \cdot l_{\sigma r}}{r_{rk} \cdot k_r + r_s} \cdot \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s + 1\right) \cdot i_{sy} = \frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \Psi_{my} + \frac{1}{k_r} \cdot u_{sy} - \frac{l_{\sigma s}}{k_r} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sx}) - \frac{z_p}{k_r} \cdot (\omega \cdot \Psi_{mx}) - l_{\sigma r} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sx};$$

$$i_{sy} = \left[\frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \Psi_{my} + \frac{1}{k_r} \cdot u_{sy} - \frac{l_{\sigma s}}{k_r} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot i_{sx}) - \frac{z_p}{k_r} \cdot (\omega \cdot \Psi_{mx}) - l_{\sigma r} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot i_{sx} \right] \cdot \frac{k_r / r_{s1}}{\left(T_{s1} \cdot \frac{1}{\Omega_{\sigma}}\right) \cdot s + 1}.$$

Структурная схема проекции статорного тока i_{sy} на ось +j приведена на рис. 4.

Определение потокоцепления Ψ_{mx} по оси (+1).

Из уравнения (8) выделим $\left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sx}\right)$:

$$\left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{sx}\right) = \frac{1}{l_{\sigma s}} \cdot u_{sx} - \frac{r_s}{l_{\sigma s}} \cdot i_{sx} - \frac{1}{l_{\sigma s}} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{mx}\right) + \frac{1}{l_{\sigma s}} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot \Psi_{my}) + (\omega_{\kappa} \cdot i_{sy}). \tag{12}$$

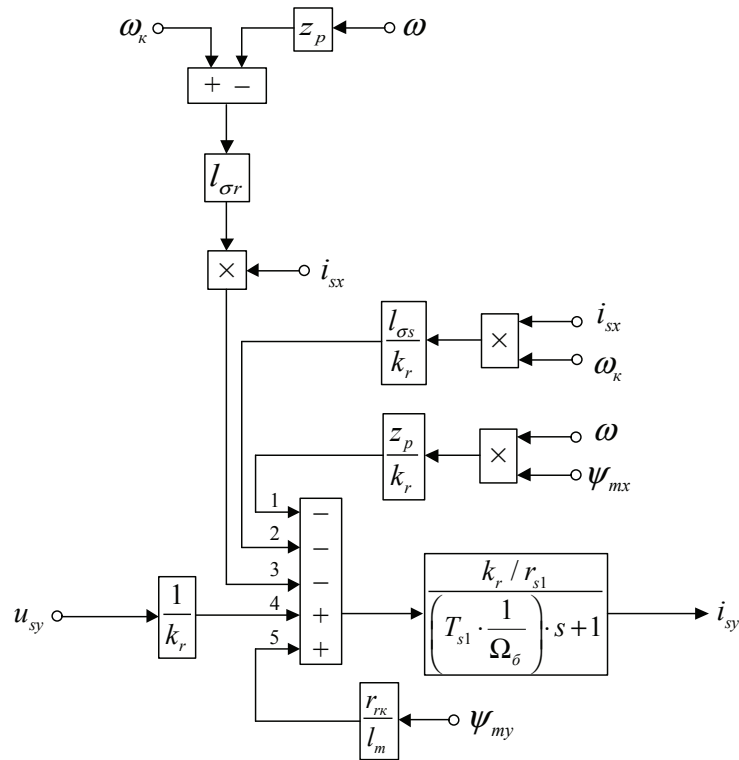


Рис. 4. Структурная схема проекции статорного тока i_{sy} на ось +j

Подставим в уравнение (2') выражения i_{rx} , Ψ_{rx} , Ψ_{ry} и $\left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{sx}\right)$ из уравнений (6'), (7'), (7'') и (12):

$$0 = \frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \Psi_{mx} - r_{rk} \cdot i_{sx} + \frac{1}{k_r} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \Psi_{mx}\right) - \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot u_{sx} + \frac{r_s \cdot l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot i_{sx} + \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \Psi_{mx}\right) - \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot (\omega_k \cdot \Psi_{my}) - l_{\sigma r} \cdot (\omega_k \cdot i_{sy}) - \frac{1}{k_r} \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{my} + l_{\sigma r} \cdot (\omega_k \cdot i_{sy}) - l_{\sigma r} \cdot z_p \cdot (\omega \cdot i_{sy}). \quad (13)$$

Перенесем в левую часть слагаемые с Ψ_{mx} :

$$\left[\left(\frac{1}{k_r} + \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}}\right) \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s + \frac{r_{rk}}{l_m} \right] \cdot \Psi_{mx} = \left(r_{rk} - \frac{r_s \cdot l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}}\right) \cdot i_{sx} + \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot u_{sx} + \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot (\omega_k \cdot \Psi_{my}) + \frac{1}{k_r} \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{my} + l_{\sigma r} \cdot z_p \cdot (\omega \cdot i_{sy});$$

$$\frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \left[\frac{l_m \cdot (l_{\sigma s} + k_r \cdot l_{\sigma r})}{r_{rk} \cdot k_r \cdot l_{\sigma s}} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s + 1 \right] \cdot \Psi_{mx} = \left(r_{rk} - \frac{r_s \cdot l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}}\right) \cdot i_{sx} + \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot u_{sx} + \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot (\omega_k \cdot \Psi_{my}) + \frac{1}{k_r} \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{my} + l_{\sigma r} \cdot z_p \cdot (\omega \cdot i_{sy}).$$

Обозначим $T_{m1} = \frac{l_m \cdot (l_{\sigma s} + k_r \cdot l_{\sigma r})}{r_{rk} \cdot k_r \cdot l_{\sigma s}}$.

$$\Psi_{mx} = \left[\underbrace{\left(r_{rk} - \frac{r_s \cdot l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}}\right)}_1 \cdot i_{sx} + \underbrace{\frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot u_{sx}}_4 + \underbrace{\frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot (\omega_k \cdot \Psi_{my})}_2 + \underbrace{\frac{1}{k_r} \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{my}}_5 + \underbrace{l_{\sigma r} \cdot z_p \cdot (\omega \cdot i_{sy})}_3 \right] \cdot \frac{l_m / r_{rk}}{\left(T_{m1} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}}\right) \cdot s + 1}$$

Структурная схема проекции потокосцепления Ψ_{mx} на ось +1 приведена на рис. 5.

Определение потокосцепления Ψ_{my} по оси (+j).

Из уравнения (10) выделим $\left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{sy}\right)$:

$$\left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{sy}\right) = \frac{1}{l_{\sigma s}} \cdot u_{sy} - \frac{r_s}{l_{\sigma s}} \cdot i_{sy} - \frac{1}{l_{\sigma s}} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \Psi_{my}\right) - \frac{1}{l_{\sigma s}} \cdot (\omega_k \cdot \Psi_{mx}) - (\omega_k \cdot i_{sx}). \quad (14)$$

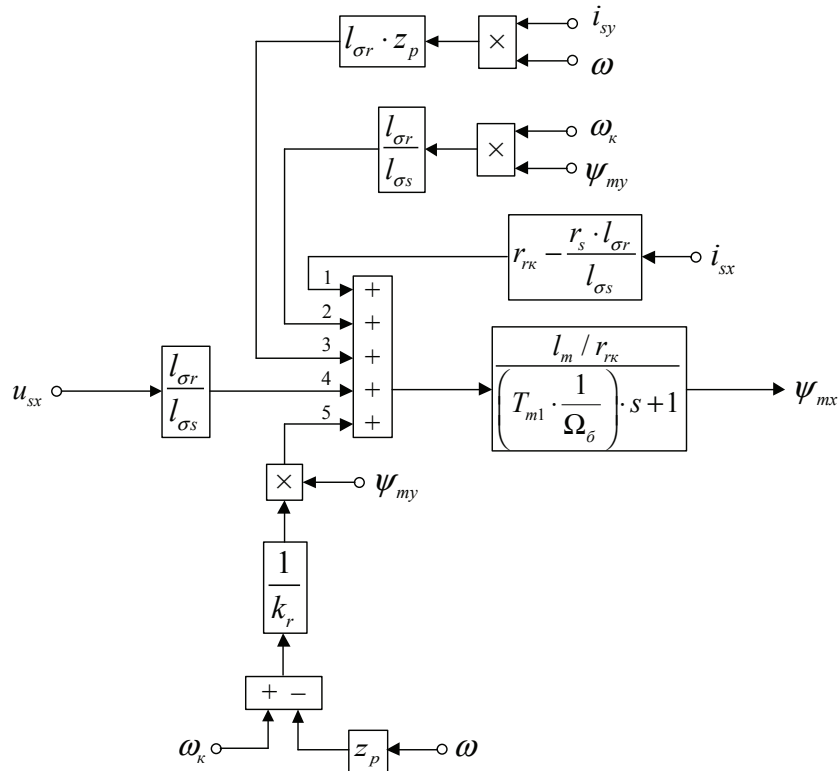


Рис. 5. Структурная схема проекции потокосцепления ψ_{mx} на ось +1

Подставим в уравнение (2'') выражения i_{ry} , ψ_{ry} , ψ_{rx} и $\left(\frac{1}{\Omega_\delta} \cdot s \cdot i_{sy}\right)$ из уравнений (6''), (7''), (7') и (14):

$$0 = \frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \psi_{my} - r_{rk} \cdot i_{sy} + \frac{1}{k_r} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_\delta} \cdot s \cdot \psi_{my}\right) - \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot u_{sy} + \frac{r_s \cdot l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot i_{sy} + \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_\delta} \cdot s \cdot \psi_{my}\right) + \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot (\omega_k \cdot \psi_{mx}) + l_{\sigma r} \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}) + \frac{1}{k_r} \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{mx} - l_{\sigma r} \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}) + l_{\sigma r} \cdot z_p \cdot (\omega \cdot i_{sx}). \tag{15}$$

Перенесем в левую часть слагаемые с ψ_{my} :

$$\left[\left(\frac{1}{k_r} + \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}}\right) \cdot \frac{1}{\Omega_\delta} \cdot s + \frac{r_{rk}}{l_m} \right] \cdot \psi_{my} = \left(r_{rk} - \frac{r_s \cdot l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \right) \cdot i_{sy} + \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot u_{sy} - \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot (\omega_k \cdot \psi_{mx}) - \frac{1}{k_r} \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{mx} - l_{\sigma r} \cdot z_p \cdot (\omega \cdot i_{sx});$$

$$\frac{r_{rk}}{l_m} \cdot \left[\frac{l_m \cdot (l_{\sigma s} + k_r \cdot l_{\sigma r})}{r_{rk} \cdot k_r \cdot l_{\sigma s}} \cdot \frac{1}{\Omega_\delta} \cdot s + 1 \right] \cdot \psi_{my} = \left(r_{rk} - \frac{r_s \cdot l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \right) \cdot i_{sy} + \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot u_{sy} - \frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot (\omega_k \cdot \psi_{mx}) - \frac{1}{k_r} \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{mx} - l_{\sigma r} \cdot z_p \cdot (\omega \cdot i_{sx});$$

$$\psi_{my} = \left[\underbrace{\left(r_{rk} - \frac{r_s \cdot l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \right) \cdot i_{sy}}_5 + \underbrace{\frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot u_{sy}}_2 - \underbrace{\frac{l_{\sigma r}}{l_{\sigma s}} \cdot (\omega_k \cdot \psi_{mx})}_4 - \underbrace{\frac{1}{k_r} \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{mx}}_1 - \underbrace{l_{\sigma r} \cdot z_p \cdot (\omega \cdot i_{sx})}_3 \right] \cdot \frac{l_m / r_{rk}}{\left(T_{m1} \cdot \frac{1}{\Omega_\delta} \right) \cdot s + 1}$$

На рис. 7 представлена структурная схема для реализации уравнения электромагнитного момента (6):

$$m = \zeta_N \cdot (\psi_{mx} \cdot i_{sy} - \psi_{my} \cdot i_{sx}).$$

Наконец, из уравнения движения (7) выразим механическую угловую скорость вращения вала двигателя:

$$m - m_c = T_j \cdot s \cdot \omega;$$

$$\omega = (m - m_c) \cdot \frac{1}{T_j} \cdot \frac{1}{s}. \tag{16}$$

Структурная схема дана на рис. 8.

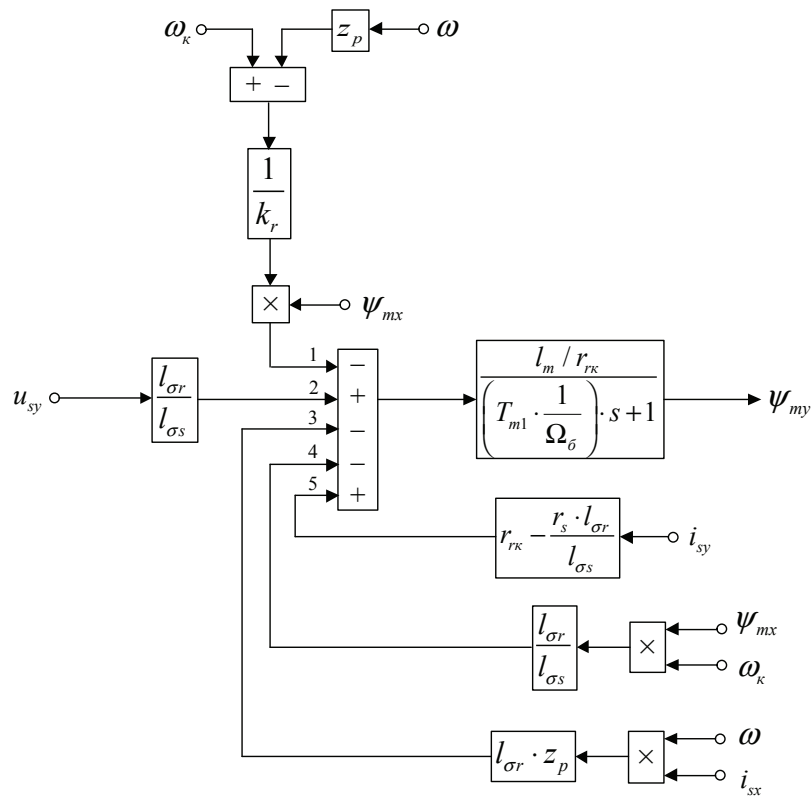


Рис. 6. Структурная схема проекции статорного тока ψ_{my} на ось j

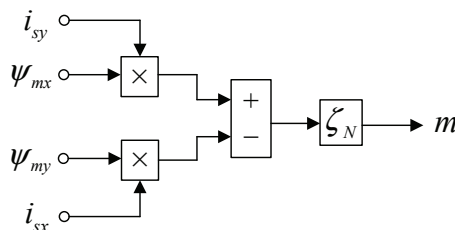


Рис. 7. Математическая модель определения электромагнитного момента m

Математическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с переменными $\psi_m - i_s$ на выходе аperiодических звеньев приведена на рис. 9. Параметры асинхронного двигателя рассмотрены в работах [2] и [3].

Расчет параметров производим в Script:

```

PN=320000;
UsN=380;
IsN=324;
fN=50;
Omega0N=104.7;
OmegaN=102.83;
nN=0.944;
cos_phiN=0.92;
zp=3;
Rs=0.0178;
Xs=0.118;
Rr=0.0194;
Xr=0.123;
Xm=4.552;
J=28;

Ub=sqrt(2)*UsN;
Ib=sqrt(2)*IsN;
OmegasN=2*pi*fN;
Omegab=OmegasN;
Omegarb=Omegab/zp;
Zb=Ub/Ib;
Psib=Ub/Omegab;
Lb=Psib/Ib;
kd=1.0084;
Mb=kd*PN/OmegaN;
Pb=Mb*Omegarb;
rs=Rs/Zb;
lbs=Xs/Zb;
rr=Rr/Zb;
lbr=Xr/Zb;

lm=Xm/Zb;
SsN=3*UsN*IsN;
ZetaN=SsN/Pb;
ks=lm/(lm+lbs);
kr=lm/(lm+lbr);
Tj=J*Omegarb/Mb;
betaN=(Omega0N-OmegaN)/Omega0N;
wN=(1-betaN);
lbe=(lbs+lbr+lbr*lm^(-1));
roN=0.9962;
rrk=roN*betaN;
le=lbs+kr*lbr;
rsl=kr*rrk+rs;
Tsl=le/rsl;
Tm1=lm*(lbs+kr*lbr)/(rrk*kr*lbs);
    
```

Результаты моделирования асинхронного двигателя представлены на рис. 10.

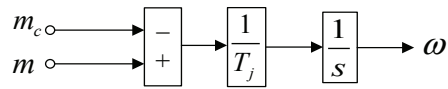


Рис. 8. Математическая модель уравнения движения

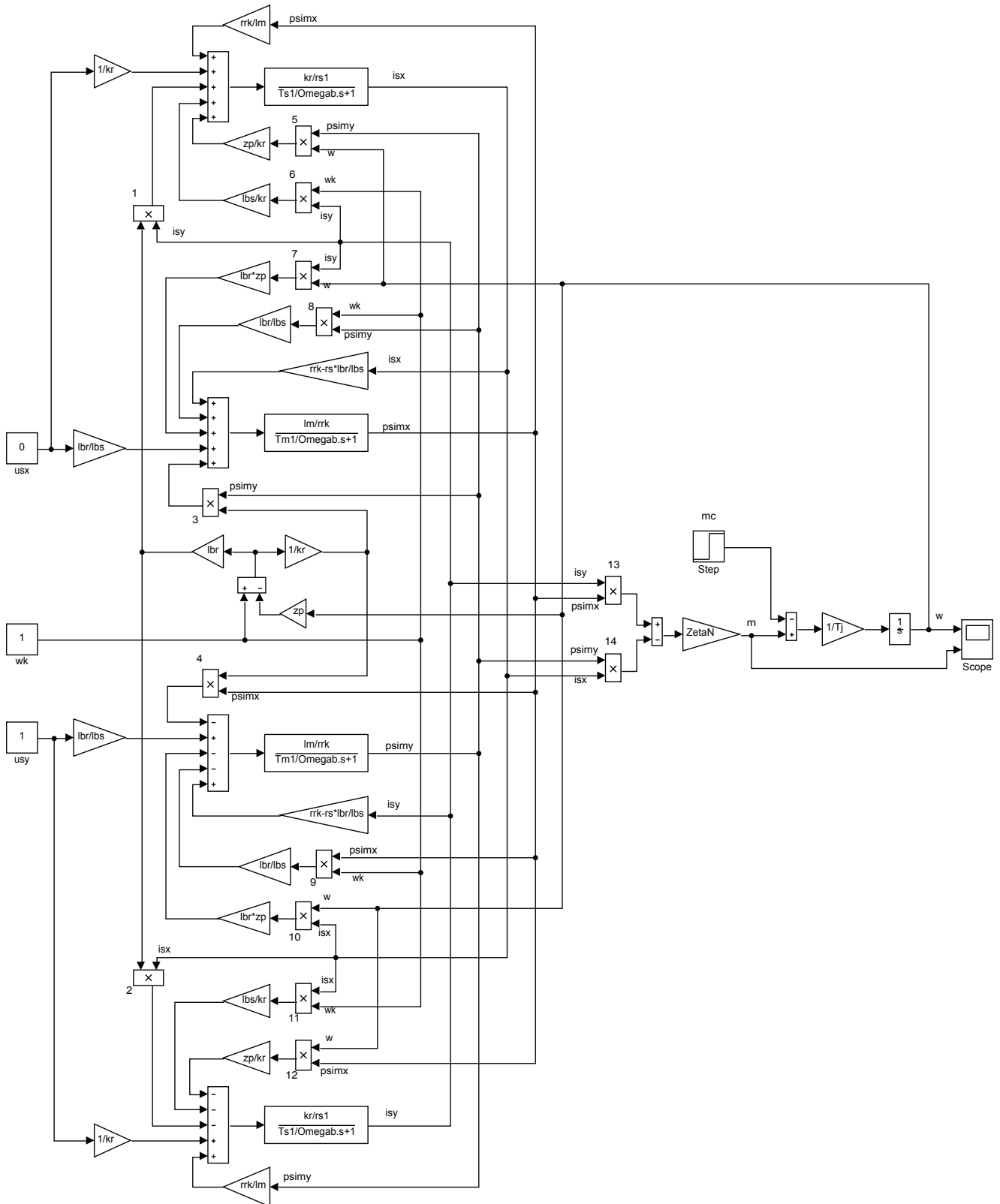


Рис. 9. Математическая модель асинхронного двигателя с переменными $\psi_m - i_s$ на выходе аperiodических звеньев

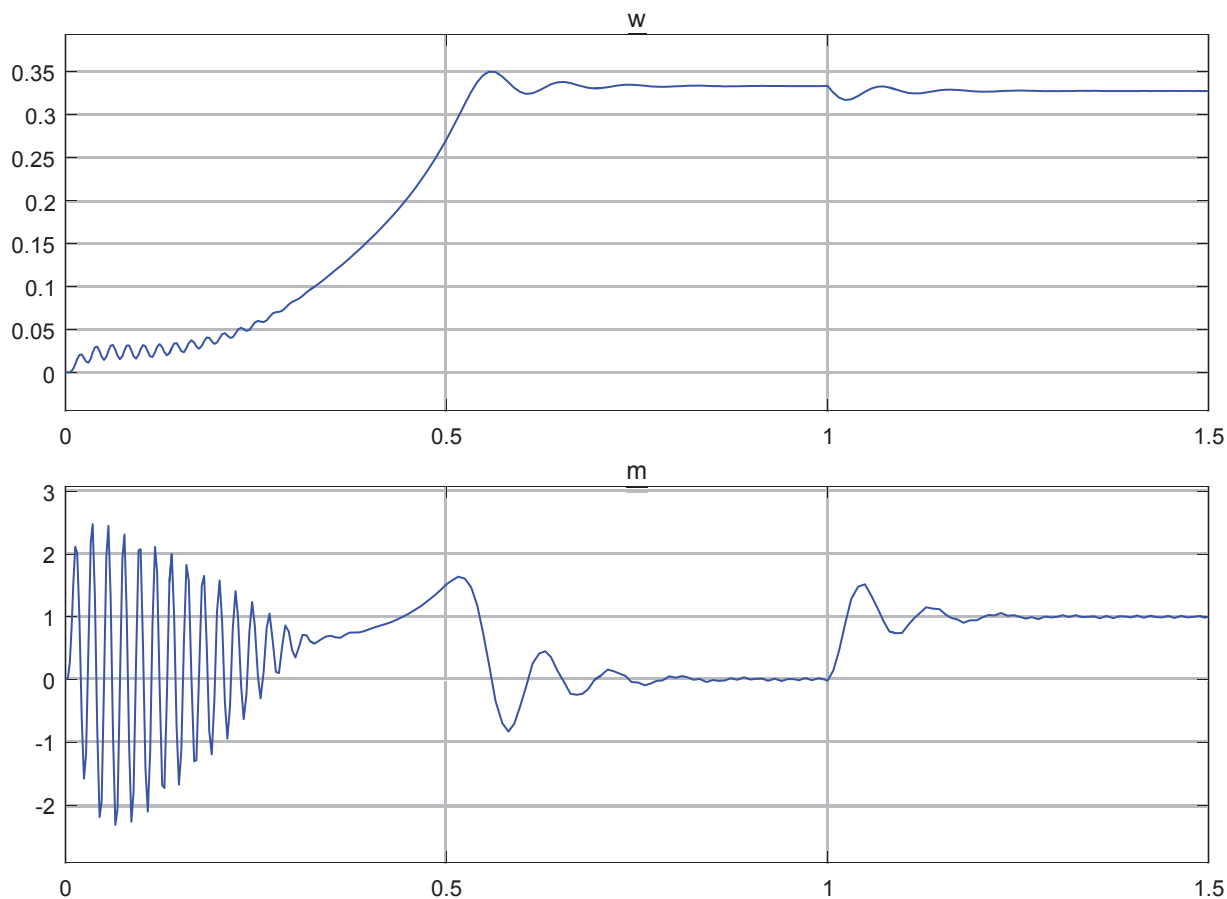


Рис. 10. Графики скорости и момента

Литература:

1. Емельянов, А. А., Козлов А. М., Бесклеткин В. В., Авдеев А. С., Чернов М. В., Киряков Г. А., Габзалилов Э. Ф., Фуртиков К. А., Реутов А. Я., Королев О. А. Пространственные векторы в асинхронном двигателе в относительной системе единиц // Молодой ученый. — 2015. — № 11. — С. 133–156.
2. Шрейнер, Р. Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. — Екатеринбург: УРО РАН, 2000. — 654 с.
3. Шрейнер, Р. Т. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления: учеб. пособие / Р. Т. Шрейнер, А. В. Костылев, В. К. Кривовяз, С. И. Шилин. Под ред. проф. д. т. н. Р. Т. Шрейнера. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. гос. проф. — пед. ун-т», 2008. — 361 с.

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал
Выходит еженедельно

№ 26 (130) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Абдрасилов Т. К.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Жураев Х. О.
Игнатова М. А.
Калдыбай К. К.
Кенесов А. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Курпаяниди К. И.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матвиенко Е. В.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Паридинова Б. Ж.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенцов А. Э.
Сенюшкин Н. С.
Титова Е. И.
Ткаченко И. Г.

Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Ахмеденов К. М. (Казахстан)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игисинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Курпаяниди К. И. (Узбекистан)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.

Ответственные редакторы: Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В., Майер О. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 14.12.2016. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25