

ISSN 2072-0297



МОЛОДОЙ[®] УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



18
2017
Часть I

16+

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 18 (152) / 2017

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

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

Авдеюк 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 Хуснидин 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 размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

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 Бекмуратович, *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)*

Шуклина Зинаида Николаевна, *доктор экономических наук (Россия)*

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: 24.05.2017. 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 *Норман Эрнест Борлоуг* (1914–2009), всемирно известный ученый-лекционер, фитопатолог, генетик, лауреат Нобелевской премии, «человек, спасший миллиард жизней».

Норман Борлоуг родился в 1914 году в штате Айова, США, в семье фермера. В 1933 году, после окончания средней школы, Борлоуг поступил в университет Миннесоты. Одному из преподавателей университета, Элвину Чарльзу Стакману, удалось настолько заинтересовать Нормана Эрнеста проблемой патологии растений, что в 1942 году он защитил диссертацию по грибковым заболеваниям льна. С этого же времени Борлоуг начал работать микробиологом в химической компании «Дюпон», занимаясь изучением свойств и производством бактерицидов и фунгицидов для сельскохозяйственных нужд. Именно тогда эти исследования были особенно актуальны как для Америки, так и для других государств.

Многолетние неурожай в Мексике привели к тому, что президент страны Мануэль Авила Камачо вынужден был обратиться к Фонду Рокфеллера за помощью. В 1944 году в числе группы агрономов Борлоуг отправляется в Мексику для исправления создавшейся там ситуации. В этой стране молодой ученый 12 лет трудился над созданием новых сортов пшеницы с высокой урожайностью и устойчивостью к неблагоприятным внешним факторам и болезням. Благодаря этой работе Мексика не только обеспечила себя

зерном, но и начала его экспортировать. С полученными в Мексике результатами Борлоуг побывал в Пакистане и в Индии. Везде после визита ученого-селекционера урожайность в странах возрастала в несколько раз.

Кроме этого, ученый занимался селекцией отдаленно родственных видов, например пшеницы и ржи. Этот новый вид был назван «тритикале».

Исследования Борлоуга получили всемирное признание. Его называли отцом «Зеленой революции», а в октябре 1970 года Норману Эрнесту Борлоугу была вручена Нобелевская премия «За вклад в решение продовольственной проблемы и особенно за осуществление Зеленой революции». На вручении этой премии Осе Лионес сказала: «Никто другой из его поколения не сделал столько для того, чтобы дать хлеб голодному миру».

В 2006 году Норману Борлоугу была вручена высшая награда Америки — Золотая медаль Конгресса.

Норман Эрнест Борлоуг опубликовал более 70 научных трудов и статей, являлся членом национальных академий в разных странах, в частности Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени Ленина и Национальной академии наук США.

Норман Эрнест Борлоуг умер в сентябре 2009 года в возрасте 95 лет в Далласе.

Людмила Вейса, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Поезжалов В. М., Баймулдин С. С.**
Исследование эффективности различных видов физического воздействия на биологические параметры некоторых растений1

ХИМИЯ

- Динь Ван Так**
Синтез нанопорошков $\text{CrMn}_x\text{Fe}_{(1-x)}\text{O}_3$ и исследование их каталитической активности в реакции окисления $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ в $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ пероксидом водорода 5

ИНФОРМАТИКА

- Гогина О. А.**
Основные стандарты и модели интеграции медицинских информационных систем 8
- Сальников М. Д.**
Расширения браузеров как средства анализа защищенности веб-приложений от CSRF атак ... 11
- Сухан Е. И., Кравченко Г. Г.**
Проектирование и разработка базы данных «Кафедра» 14

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Адылов Я. Т., Назаров О. А.**
Использование возобновляемых источников энергии для повышения надежности работы систем управления и защиты насосных станций 21
- Бабанов Н. Д., Копыркин М. Д.**
Влияние внешних ограничений на стопу человека при поддержании вертикальной позы 24

- Галка Г. А., Ерунцова Е. С.**
Обзор применения водно-топливных эмульсий в ДВС..... 27
- Григорьев П. В.**
Сравнение мультибитных и дельта-сигма-цифроаналоговых преобразователей..... 30
- Колесников И. Н., Финогеев А. Г.**
Архитектура базы данных для системы средств контроля обучаемых в образовательных учреждениях 33
- Крылов А. С.**
Анализ средств для реализации нейронных сетей на языке программирования Java..... 36
- Курицин И.**
Применение ВВК 300/600 в системе пневмотранспорта цемента..... 39
- Куспанов А. Б., Тюрин А. Н., Чурикова Л. А.**
Повышение энергоэффективности трубопроводной системы в случае горячей перекачки высоковязких нефтей..... 45
- Лопатин И. С.**
Использование гиперграфовой базы данных HypergraphDB для работы со словарями WordNet..... 48
- Марасулов А. М., Сагинбаева Н. Т.**
Динамические напряжения и смещения вблизи цилиндрической подкрепленной полости от плоской гармонической волны 53
- Мартынов Н. Д., Петрин С. А., Бибики О. Ю., Махетов А. С.**
Исследования интенсивности кавитационного износа..... 58
- Омирханов М. А.**
Внедрение современных экспресс-методов для определения жесткостных характеристик грунтов 63

Петров А. Д., Сысолятин С. А., Ильин В. В. Сравнение пластинчатых и кожухотрубных теплообменных аппаратов.....	65
Петрушкин А. А., Савилов А. В. Инновации в разработке солнечных элементов	70
Поляков В. С., Поляков С. В. Использование псевдосплошных образов для идентификации сигналов	78
Смагулова Л. К. Виды и способы закрепления грунтов	80
Смирнов К. В. Тяговый асинхронный электродвигатель для мотор-колёс транспортных средств.....	83
Соколова Д. Б. Проверка соответствия реальных технических характеристик ЛГШ-718 заявленным характеристикам	85
Сычёв Я. С., Степанец В. Г. Горячая регенерация асфальтобетонных покрытий	88

ГЕОГРАФИЯ

Бат-Эрдэнэ А., Доржсурэн Б., Чонохуу С., Турмунх Т. Шумовое загрязнение города Улан-Батора от транспортных средств.....	95
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

ГЕОЛОГИЯ

Яркулов А. С., Абдунабиев Ш. Х., Авазов Р. Р., Исмаатов Б. А., Журакулов Ф. Х., Розиков О. Т. Урановые месторождения стран Содружества: основные промышленно-генетические типы и их размещение	100
Яркулов А. С., Абдунабиев Ш. Х., Авазов Р. Р., Худойбердиев Б. Д., Умаралиев А. У., Розиков О. Т. Эпохи уранового рудообразования и основные закономерности размещения месторождений.....	102

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Ахмеджанова Г. Т., Мардиев Ш. Х., Юлчиев Д. Г. Гидравлические исследования труб водопропускных сооружений гидромелиоративных систем	106
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

ФИЗИКА

Исследование эффективности различных видов физического воздействия на биологические параметры некоторых растений

Поезжалов Владимир Михайлович, кандидат физико-математических наук, доцент;

Баймулдин Серик Сарварович, магистрант

Костанайский государственный университет имени Ахмета Байтурсынова (Казахстан)

Повышение урожайности и снижение себестоимости зерновых культур при одновременном улучшении качества зерна важная задача, успешное решение которой возможно лишь при широком внедрении передовых технологий. Современное производство продуктов растениеводства существенным образом зависит от количества и качества различных химикатов, напрямую или опосредованно влияющих на размер урожая и его качество. Уменьшение количества использования различных химических средств в получении продуктов полеводства и растениеводства является важной задачей современной агрофизической науки [1].

Однако решение этой задачи связано не только с эффективным использованием существующих методов обработки почвы, уборки урожая и подготовки семян к посеву, но и с разработкой эффективных электротехнологических приемов предпосевной обработки семян. В первую очередь необходимы такие средства воздействия, которые могут активизировать прорастание семян и усилить жизнедеятельность зародыша на начальном этапе его развития.

Известно, что все растения обладают значительными потенциальными возможностями, которые в обычных условиях растениями не раскрываются. Это обуславливает достаточный «запас прочности» растений для выживания в неблагоприятных погодно-климатических условиях. Для культурного возделывания различных культур такой запас не нужен, а вот задача раскрытия всех потенциальных возможностей растений становится весьма актуальной [2].

Установившееся в последнее время тенденция поиска альтернативных путей экологизации сельскохозяйственного производства призывает к изысканию новых способов предпосевной обработки посевного материала с целью повышения устойчивости растений к вредным факторам и стабильного получения высококачественной продукции.

В настоящее время существует множество способов предпосевной обработки. К ним относятся замачивание,

промораживание, дражирование, стратификацию, скарификацию, протравливание и другие. Также применяются электрофизические способы, такие как обработка зерна оптическим, магнитным, и электромагнитным облучениями.

Нами изучалось результативность воздействия электризации почвы и облучения семян сантиметровыми волнами мощностью в единицы милливатт. В качестве объектов исследования были выбраны семена моркови производство ООО «Агрофирма АЭЛИТА», редиса сорта «Изабель» и пшеницы сорта «Омская 18».

Для выяснения стимулирующего действия электромагнитного поля проведены эксперименты по увеличению всхожести пшеницы сорта «Омская 18», моркови производство ООО «Агрофирма АЭЛИТА», редиса сорта «Изабель». Для экспериментов были отобраны семена пшеницы крестьянского хозяйства в поселке имени Чехова Сарыкольского района Костанайской области (Казахстан). Возраст семян — не более года.

Перед началом экспериментов была обработана земля, подготовлены 3 грядки. В соответствии с целью исследования работа проводилась по следующим направлениям:

- экспериментальное исследование влияния электромагнитного излучения на объекты исследования;
- экспериментальное исследование влияния почвенных токов на объекты исследования.

Оценку влияния воздействия почвенных токов и влияние электромагнитного излучения на исследуемые объекты проводили по результатам всхожести, длины стебля, длины плода, и итогового сбора урожая.

Для опытов были отобраны по 3 партий семян моркови, редиса и пшеницы, причем отбор осуществлялся «подряд», то есть выбирались семена находящиеся на краю кучи и никакой селекции лучших или худших семян не производилось. Одна из партий выполняла роль контроля, вторая была подвергнута воздействию высокочастотной электромагнитной энергии низкой интенсивности, а третья партия высаживалась в почву, которая подверг-

лась воздействию почвенных токов. Облучение электромагнитным полем носит резонансную форму и зависит от дозы. Время облучения электромагнитным полем второй партии семян было 7 минут. Данная доза облучения электромагнитным полем была определена опытным путем, как наиболее оптимальная. Ранее нами было установлено, что образец, подвергнутый воздействию такой дозы, имеет максимальную продуктивность.

По результатам эксперимента было выявлено, что всхожесть и кучность у двух экспериментальных групп была выше, чем у контрольной (рис. 1).

Результаты показали, что оба вида стимулирования увеличивают всхожесть растений. Отобранные случайным

образом на десятый день эксперимента растения пшеницы и редиса показали, что помимо этого увеличивается и рост растений (рис. 2).

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что всхожесть пшеницы и редиса, выращенных в экспериментальных группах, значительно отличаются от растений, выращенных в контрольной группе.

Что касается моркови, то тут виден разный результат, всхожесть при облучении семян электромагнитным полем выше чем контроль на 23,3%, однако всхожесть моркови, которая подвергалась почвенным токам, оказалась ниже чем в контрольной группе на 16,7%



Рис. 1. Группы расположены в следующем порядке (слева направо), эксперименты по влиянию почвенных токов, эксперименты по стимулированию семян электромагнитным излучением, контрольная группа, выращиваемая в обычных условиях

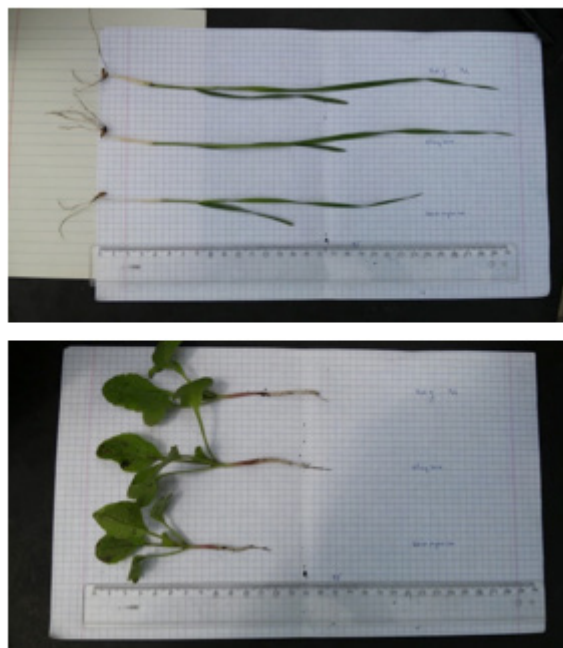


Рис. 2. Зависимость роста растений от метода стимуляций. (Сверху — ростки под влиянием почвенных токов, ниже — ростки, семена которых были стимулированы электромагнитным излучением, и контрольные ростки.)

Таблица 1. Результаты экспериментального исследования всхожести:

Объект исследования	Всего посеяно	Взошло, шт. (из 100 шт.)			Всхожесть в %			Всхожесть по отношению к контролю в %	
		Контрольная группа	Облученные семена	Под влиянием почвенных токов	Контрольная группа	Облученные семена	Под влиянием почвенных токов	Облученные семена	Под влиянием почвенных токов
Пшеница	100	84	96	89	84	96	89	114,3	105,9
Редис	100	87	97	91	87	97	91	111,5	104,6
Морковь	100	30	37	25	30	37	25	123,3	83,3

Таблица 2. Сравнительный анализ длины ростков, пшеницы, редиса на 10 день и моркови на 25 день:

Длина ростков пшеницы и редиса на 10 день и моркови на 25 день, в мм				Длина ростков по отношению к контролю в %	
Объект исследования	Контрольная группа	Облученные семена	Под влиянием почвенных токов	Облученные семена	Под влиянием почвенных токов
Пшеница	235	309	299	131,5	127
Редис	116	159	155	137,1	133,6
Морковь	147	180	176	122,4	119,7

Как видно из таблицы 2, длина ростков у исследуемых объектов больше чем у контроля. Наибольшая разница наблюдается у редиса, семена которого были подвержены влиянию электромагнитного излучения, росток исследуемого редиса больше контрольного на 37,1 %.

По результатам эксперимента можно сделать вывод, что минимальная и максимальная длина колоса пшеницы в контрольной группе меньше, чем в исследуемых. А также количество зерен и масса всех зерен в исследуемых группах выше по отношению к контрольной.

Таблица 3. Сравнительный анализ длины колоса, количества зерен в одном колосе и массы всех зерен пшеницы показал следующие результаты:

	Длина колоса в мм		Количество зерен в колосе, шт.		Масса всех зерен, г		Длина колоса		Количество зерен в колосе		Масса всех зерен	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	По отношению к контрольной группе, %					
							Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Контр. группа	48	103	14	28	0,51	0,97	-	-	-	-	-	-
Облученные семена	72	132	24	39	0,87	1,5	150	128,2	171,4	139,3	170,6	154
Под влиянием почвенных токов	53	96	16	32	0,56	1,17	110,4	93,2	114,3	114,3	109,8	121

Таблица 4. Сравнительный анализ длины корнеплода и массы всего урожая моркови:

	Длина корнеплода, мм			Масса всего урожая, кг	Длина корнеплода			Масса всего урожая
	Min.	Max.	Средняя		Min.	Max.	Средняя	
	По отношению к контрольной группе, %							
Контрольная группа	55	195	112	0,98	-	-	-	-
Облученные семена	65	212	126	1,58	118,2	108,7	112,5	161,2
Под влиянием почвенных токов	65	183	113	0,88	118,2	93,8	101	89,8

Таблица 5. Сравнительный анализ средней массы одного редиса, средней длины плода со стеблем и массы всего урожая редиса:

	Средняя масса одного редиса, г.	Средняя длина плода со стеблем, мм	Масса всего урожая, кг	Средняя масса одного редиса	Средняя длина плода со стеблем	Масса всего урожая
				По отношению к контрольной группе, %		
Контрольная группа	20	370	1,74	-	-	-
Облученные семена	29	445	2,8	145	120,2	160,9
Под влиянием почвенных токов	22	430	2	110	116,2	114,9

По данным, полученным в результате экспериментального исследования моркови, видно, что средняя длина корнеплода больше в исследуемых группах, тогда как масса всего урожая в группе, которая находилась под влиянием почвенных токов, составляет всего 89,8% от массы контрольной группы. Объяснение этого требует дальнейших исследований.

По данным экспериментального исследования редиса можно увидеть, что такие показатели, как средняя масса одного редиса, средняя длина плода со стеблем и масса

всего урожая в экспериментальных группах выше, чем в контрольной.

Таким образом, выполненные эксперименты по стимулированию растений указанными способами показали, что они имеют перспективу в использовании. Однако эти эксперименты только прикилочные. Требуется исследование влияния интенсивностей воздействий и их оптимизация, требует дальнейшего исследования и синергетический эффект различных видов стимуляций.

Литература:

1. Поезжалов, В. М. Взаимосвязь физики и техники как решающий фактор инновационного развития (статья). Агроинженерная наука — сельскохозяйственному производству. Сборник докладов международной научно-практической конференции. НИИМЭСХ, Костанай, 2012, с. 176–179.
2. Поезжалов, В. М. Физические воздействия как способ стимулирования роста и продуктивности пшеницы (статья). Материалы международной научно-практической конференции «Байтурсыновские чтения», Костанай, 2012. С. 229–232.

ХИМИЯ

Синтез нанопорошков $\text{SrMn}_x\text{Fe}_{(1-x)}\text{O}_3$ и исследование их каталитической активности в реакции окисления $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ в $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ пероксидом водорода

Динь Ван Так, кандидат химических наук, преподаватель
Университет Дананга (Вьетнам)

Получение и исследование наноматериалов — важный этап в создании техники нового поколения. Нанопорошки перовскитов (в частности, SrFeO_3) и твердые растворы на их основе вызывают большой интерес, благодаря своим уникальным физическим и химическим свойствам. Эти соединения с ромбоэдрической структурой являются перспективными материалами для применения в качестве катализаторов [1–3].

Синтез нанопорошков методом Печини привлек к себе внимание в связи с низкой температурой и высокой однородностью получающихся частиц [1–2].

Помимо окисления алкоголя, является важным процессом в органическом синтезе, и продукты в процессе окисления алкоголя являются важным сырьём, необходимым для химической промышленности, косметики, медицины.

При окислении алкоголя в газовой фазе существуют некоторые недостатки, такие как: температура реакции часто бывает очень высокой, время контакта между реагентами и катализатором короткое, так что новое направление исследования в этой реакции — окисление в жидкой фазе. Сегодня выбирают реагенты, способные окислить высокоактивно, но, что более важно, не загрязнить окружающую среду, так используется H_2O_2 для реакции окисления алкоголя [4].

Цель настоящей работы — синтез нанопорошков $\text{SrMn}_x\text{Fe}_{(1-x)}\text{O}_3$ ($x=0$; $x=0,2$) методом Печини и исследование их каталитической активности в реакции окисления $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ в $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ пероксидом водорода.

Экспериментальная часть

Синтез нанопорошков $\text{SrMn}_x\text{Fe}_{(1-x)}\text{O}_3$: К 50 мл водного раствора, содержащего 0,4 М $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, 0,4 х М $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ и 0,4 (1-x) М $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ($x = 0; 0,2$) добавляли 20 мл раствора, содержащего 8,406 г лимонной кислоты и 20 мл абсолютного этанола. Полученный раствор нагревали до 60°C 4 ч при перемешивании, чтобы получить гель. Гель сушили сначала при 70°C в течение 24 ч, затем прокаливали в муфельной печи при температуре 700°C в течение 5 ч.

Фазовые и структурные исследования проводились при комнатной температуре на рентгеновском дифрактометре Simens D5000 с фокусировкой по Бреггу-Брентано на CuK -излучении. Полученные дифрактограммы анализировали с использованием базы данных JCPDS [5].

Размер частиц определяли методом высоковольтной просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ).

Реакцию окисления осуществляют в жидкой фазе, в 3-горлой колбе с обратным холодильником, капельной воронкой H_2O_2 и магнитной мешалкой с нагревом при 60°C. Реакция протекает в течение 5 ч.

Образцы после окисления анализировали с использованием газовой хроматографии — масс-спектрометрии (ГХ/МС) приборных комплексов Hewlett HP 6890, Mass selective detector Hewlett HP 573.

Для оценивания каталитической активности проводят эксперименты с 3 образцами: образец 1 — не использовали катализатора перовскита; образец 2 — использовали катализатор SrFeO_3 ; образец 3 — катализатор $\text{SrMn}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_3$.

Степень превращения реакции окисления $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ в $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ определяется из результатов ГХ/МС.

Обсуждение результатов

По данным РФА (рис. 1, 2), образцы перовскитов номинального состава $\text{SrMn}_x\text{Fe}_{(1-x)}\text{O}_3$ ($x = 0; 0,2$), термообработанные при 700°C в течение 5 ч, являются однофазными и имеют ромбоэдрическую структуру (такую же, как у перовскита SrFeO_3). Основные пики соответствуют ромбоэдрической структуре SrFeO_3 (Card No: 35–1112 [5]).

На рис. 3 представлены ПЭМ изображения порошков SrFeO_3 после отжига при 700°C. Из рис. 3 видно, что частицы имеют разные формы: приблизительно круглую, круглую со слабо выраженной огранкой и квадратную. Каждая частица связана с несколькими соседями контактными перешейками. Средний размер частиц составляет 40 нм.

Из результатов ГХ/МС получили содержание $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ и $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ в образцах и рассчитали степень

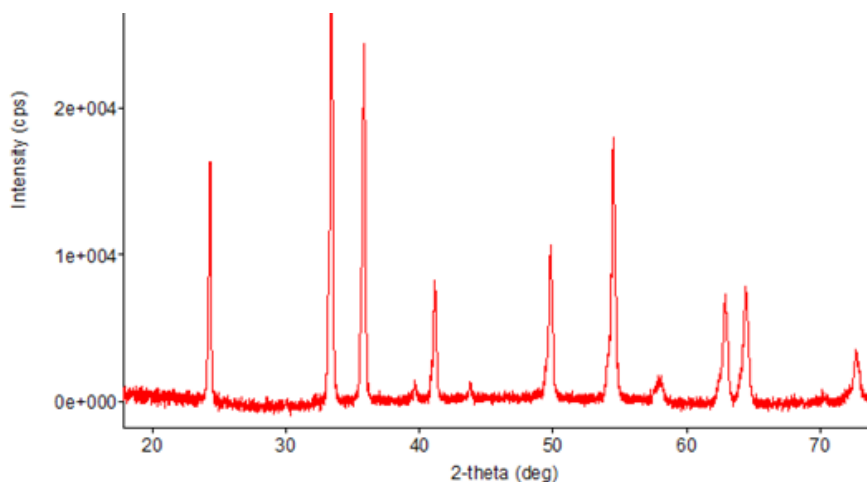


Рис. 1. Дифрактограмма образца CrFeO_3 после отжига при 700°C

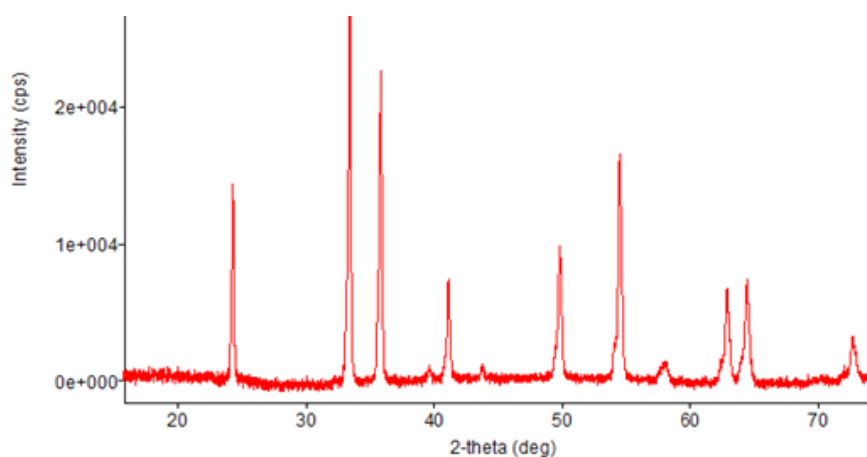


Рис. 2. Дифрактограмма образца $\text{CrMn}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_3$ после отжига при 700°C

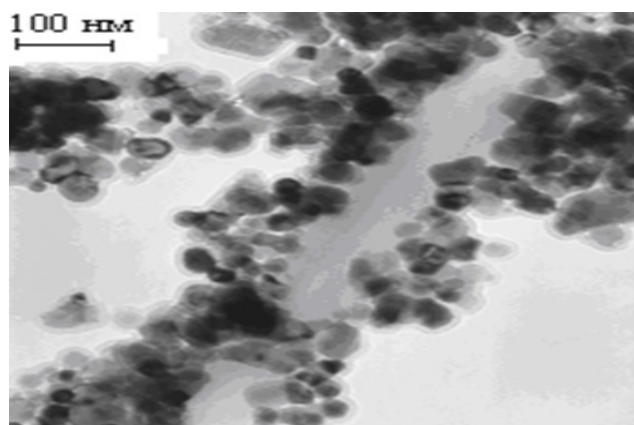


Рис. 3. ПЭМ — изображения образцов CrFeO_3

превращения $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ в $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ и другие продукты. Все результаты приведены в таб. 1.

По данным таблицы видно, что в случае «Нет катализатора» в продуктах реакции не получили бензальдегида, т. е превращение $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ в $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ не происходит.

При использовании катализатора CrFeO_3 степень превращения бензилового спирта — 26,48%, из которых 25,34% преобразуется в бензальдегид.

При замещении части Fe на Mn ($\text{CrMn}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_3$) степень превращения увеличилась с 26,48% до 36,01%, и

Таблица 1. Содержание продуктов и степень превращения бензилового спирта

Катализатор	Содержание продуктов		Степень превращения бензилового спирта (%)
	Бензальдегид	Бензиловый спирт	
Нет катализатора	0	100	0
CrFeO ₃	25,34	73,52	26,48
CrMn _{0,2} Fe _{0,8} O ₃	30,38	63,99	36,01

соответствующее содержание бензальдегида увеличилось с 25,34 % до 30,38 %.

При этом экспериментальные результаты показывают, что катализатор CrMn_{0,2}Fe_{0,8}O₃ придает степень превращения выше, чем CrFeO₃. Это можно объяснить присутствием марганца в катализаторе CrMn_{0,2}Fe_{0,8}O₃. Mn является металлом с несколькими степенями окисления, и его ионы способны к высокому окислению. А также при замещении части Fe на Mn (CrMn_{0,2}Fe_{0,8}O₃) может вызвать деформацию структуры, образуя пустую полость, приводит к увеличению каталитической активности.

Заключение

Таким образом, методом Печини синтезированы нанопорошки CrFeO₃ и CrMn_{0,2}Fe_{0,8}O₃ средним размером 40 нм. По данным РФА, образцы являются однофазными и имеют ромбоэдрическую структуру.

Рассмотрели каталитическую активность перовскитов CrFeO₃ и CrMn_{0,2}Fe_{0,8}O₃ для реакции окисления C₆H₅CH₂OH в C₆H₅CHO пероксидом водорода. Установлено, что использование катализаторов приводит к увеличению степени превращения бензилового спирта, из которых катализатор CrMn_{0,2}Fe_{0,8}O₃ придает степень превращения выше, чем CrFeO₃.

Литература:

1. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры. — М., 2007.
2. Гусева, А. Ф.; Нейман, А. Я.; Нохрин, С. С. Методы получения наноразмерных материалов. — Екатеринбург. УрГУ., 2007.
3. Jiguang Deng, Lei Zhang. In situ hydrothermally synthesized mesoporous LaCoO₃/SBA-15 catalysts: high activity for the complete oxidation of toluene and ethyl acetate. // Applied Catalysis A: General. — 2009. — Vol. 352. — P. 43–49.
4. Sotelo J. L., Ovejero G., Martinez F. Catalytic wet peroxide oxidation of phenolic solutions over a LaTi_{1-x}Cu_xO₃ perovskite catalyst. // Applied Catalysis B: Environmental. — 2004. — Vol. 47. — P. 281–294.
5. Powder Diffraction File. Swarthmore. Joint Committee on Powder Diffraction Standards. — 1976.

ИНФОРМАТИКА

Основные стандарты и модели интеграции медицинских информационных систем

Гогина Оксана Александровна, магистрант
Московский технологический университет

В данной статье рассмотрено понятие медицинской информационной системы, приведена актуальность проблемы интеграции медицинских информационных систем. Рассмотрены основные стандарты интеграции медицинских информационных систем, а также принципы и модели их работы.

Ключевые слова: медицинские информационные системы, МИС, интеграция медицинских информационных систем, Health Level Seven, DICOM, EMC HIP, стандарты интеграции МИС

Медицинские информационные системы (МИС) представляют системы, автоматизирующие документооборот в медицинском учреждении и объединяющие электронные медицинские карты, данные различных исследований, мониторинга состояния пациента при помощи медицинских приборов, а также другую информацию.

В центре внимания любой МИС находится электронная медицинская карта пациента (Electronic Health Records, EHR). Внедрение EHR началось в конце 20-ого — начале 21-ого века и до сих пор идет во многих странах, в том числе в России. Медицинская информация, хранящаяся в EHR, представлена сложной совокупностью разнородных данных, как текстовых, так и цифровых, графических, которые изначально находятся в разных системах. Для успешной синхронизации этих данных в различных МИС, необходимо не только передавать их по протоколам, но и выполнять их преобразование в вид, который принят в другой МИС, и обратно.

Проблема интеграции МИС внутри медицинских учреждений, а также между ними в настоящее время является весьма актуальной и злободневной. Для решения этой проблемы интеграции существует набор международных стандартов, определяющих правила обмена информацией в медицине.

Одной из наиболее известных организаций, которые занимаются разработкой стандартов интеграции медицинских данных, является Health Level Seven (HL7). Стандарт HL7 применяется для электронного обмена документами в медицинских учреждениях, особенно в тех, где пациент получает интенсивную помощь, например, в больницах. HL7 включает в себя концептуальные стандарты (HL7 RIM), стандарты приложений (HL7 COW), документальные стандарты (HL7 CDA), и стандарты обмена сообщениями (HL7 v²., v³.0 и HL7 FHIR). Самым акту-

альным и многообещающим из этих стандартов является HL7 FHIR (Health Level 7 — Fast Healthcare Interoperability Resources) [3].

Стандарт HL7 FHIR был создан в 2011 году лидерами организации Грэммом Гривом, Ллойдоам Маккензи и Эвумом Краммером. HL7 FHIR объединяет все удачные решения предыдущих версий стандарта и содержит в себе новую архитектурную концепцию, а также открытый подход к разработке и развитию стандарта.

Основой стандарта HL7 FHIR являются ресурсы (FHIR Resources). Ресурс — это независимая структурированная единица информации, используемая при обмене медицинскими данными. Большинство ресурсов — это отображение реального мира в цифровых данных. Вот несколько примеров ресурсов: пациент (Patient), визит (Encounter), результат исследования (DiagnosticReport) [1].

В рамках спецификации описываются клинические, административные, финансовые и технические ресурсы. На данный момент в стандарте специфицировано **106 ресурсов** [4].

Каждый ресурс описывается набором стандартизованных атрибутов (элементов), в дополнение к этому в каждый ресурс встроено расширение. У каждого ресурса есть секция для представления структурированной информации, содержащейся в ресурсе, в читабельном виде. Эта секция используется для гарантии интероперабельности на самом базовом уровне, т. е., получив такой ресурс, всегда можно отобразить его содержимое человеку на экране монитора, например, в браузере, без какой-либо дополнительной обработки и раскладывания данных в свое хранилище в дискретном виде.

Помимо модели данных и типов данных, спецификация HL7 FHIR описывает несколько поддерживаемых подходов к организации обмена данными между системами.

Системы могут обмениваться как ресурсами по отдельности, так и собирать связанные ресурсы в группы и обмениваться этими группами ресурсов. Варианты организации обмена данными:

— RESTful API (HTTP) — взаимодействие между системами происходит посредством совершения операций над ресурсами с использованием REST-запросов (найти ресурс, получить ресурс, обновить ресурс и т. д.).

— Messaging — взаимодействие между системами организовано в виде пересылки сообщений между системами. Каждое сообщение содержит в себе информацию о произошедшем событии, отраженном в информационной системе, и о котором одна система хочет сообщить другой. Сообщение — это группа связанных между собой ресурсов определенного типа (message).

— Documents — взаимодействие между системами происходит на уровне документов, т. е. одна система запрашивает документы у другой системы и получает их. Документ — это группа ресурсов, объединенных в документ посредством специального ресурса composition и закрепленных на момент подписания документа [1].

Профили (StructureDefinition), как и все другие ресурсы, доступны через RESTful API, поэтому любая система может получить как ресурс с данными (например Patient), так и профиль которому он соответствует. В связи с этим данные в системе, поддерживающей HL7 FHIR, могут просматриваться и использоваться другими системами, с которыми производится обмен данными.

Похожим образом можно профилировать операции, совершаемые над ресурсами (RESTful API). Для этого используется ресурс OperationDefinition, в котором можно описать новую операцию. Используя этот механизм профилирования операций, мы можем определять новые операции и тем самым расширять стандартный набор операций, специфицированных в рамках стандарта [5].

Как уже говорилось выше, во время обследования и лечения пациентов генерируется не только текстовая информация, но и визуальная. Сюда можно отнести рентгеновские снимки, результаты ультразвуковых и томографических исследований, причем объем визуальных графических данных ежегодно растёт. По этой причине ещё в 1980-х годах Американским Колледжем Радиологии и Национальной ассоциацией производителей электронного оборудования был разработан отраслевой стандарт DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), который применяется в различном медицинском оборудовании. В нем формализовано создание, хранение, передача и визуализация всех графических изображений и различных документов.

DICOM представляет собой стандарт для передачи радиологических изображений, а также другой медицинской информации между системами, опирающийся на стандарт Open System Interconnection (OSI), представляющий собой модель взаимодействия открытых систем.

Стандарт помогает организовать связь между медицинским оборудованием, которое используется в системах

различных производителей. Различные рабочие станции, компьютерные и магнитно-резонансные Томографы, УЗ-сканеры, общие архивы, микроскопы, хост-компьютеры и мэйнфреймы от разных производителей, территориально расположенные в разных местах, могут обмениваться информацией на основе DICOM с использованием открытых сетей по стандартным протоколам, например, TCP/IP [2].

DICOM позволяет проводить разнообразные медицинские исследования в территориально-распределенных диагностических центрах, собирая и обрабатывая информацию месте.

В 1986 году Национальная медицинская библиотека США начала разработку Унифицированной системы медицинского языка UMLS [2]. Ее основная цель — значительное улучшение возможностей поиска биомедицинской информации и обеспечение интеграции различных информационных систем, включая системы ведения электронной истории болезни, библиографические и фактографические базы данных, экспертные системы. В результате работы над системой UMLS были созданы три источника знаний:

— метатезаурус (обеспечивает синонимическую связь между различными терминами, взятыми из множества различных биомедицинских словарей и классификаций);

— лексикон SPECIALIST (содержит синтаксическую информацию о построении многих терминов, слова-компоненты и ряд английских слов, отсутствующих в метатезаурусе);

— семантическая сеть (классифицирует каждую концепцию, описывает возможные связи между концепциями, отношения обобщения и детализации и др.) [2].

Таким образом, Унифицированная система медицинского языка является не самостоятельной классификацией, а надстройкой над наиболее известными биомедицинскими классификациями, значительно облегчающей поиск литературных источников и построение медицинских баз знаний.

Для решения многочисленных задач, стоящих перед разработчиками единых информационных систем регионального и федерального уровней, в ЕМС был разработан архитектурный подход Healthcare Integration Portfolio (HIP), сертифицированный организацией IHE на соответствие основным интеграционным профилям.

ЕМС HIP состоит из интегрированных модулей, каждый из которых позволяет решать конкретные задачи, поставленные перед регионами Министерством здравоохранения и социального развития.

Верхний уровень архитектуры HIP реализован на основе концепции XDS. Она подразумевает создание репозитория и диспетчеров изображений, как разбросанных по региону, так и размещённых компактно.

Независимость хранимой информации от аппаратных средств хранения позволяет прозрачно мигрировать данные, гибко изменять физическую инфраструктуру хранения. Платформа обеспечивает работу сотен тысяч поль-

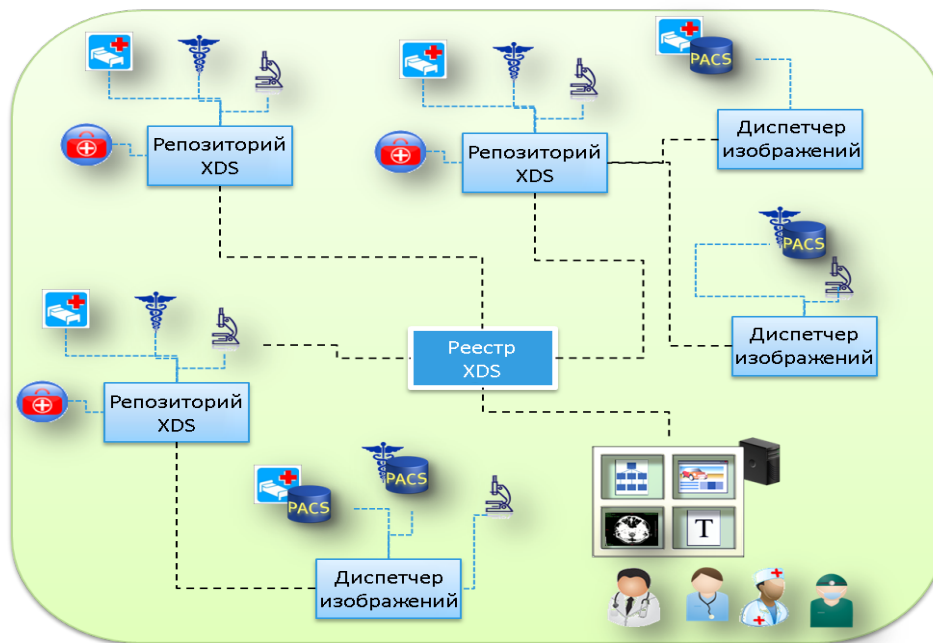


Рис. 1. Архитектура HIP

зователей с объёмами хранимой информации более 1 миллиарда документов [5].

Подключение к федеральным сервисам Интегрированной электронной медицинской карты обеспечивается с помощью профиля интеграции XDS. Региональный сегмент может быть построен как с использованием собственного реестра документов, так и реестра федерального уровня.

В заключение хотелось бы отметить, что интеграция медицинской информации — одна из самых сложных

проблем информатизации здравоохранения и наилучшим решением ее решением является применение разработчиками МИС стандартов международного уровня. Интеграция медицинской информации в масштабах страны не может быть произведена быстро, и ни одна страна мира в полном объеме эту задачу еще не решила. Однако при наличии необходимых ресурсов, их верном использовании и учете уже имеющегося опыта основное решение этой проблемы может быть достигнуто за несколько лет.

Литература:

1. Введение в HL7 FHIR [Электронный ресурс], 2016, Режим доступа: <http://evercare.ru/vvedenie-v-hl7-fhir>;
2. Емелин, И. В. Интеграция стандартов медицинской информации [Электронный ресурс], 2009, Режим доступа: http://medlan.samara.ru/sites/default/files/upload_files/upload_files/upload_files.pdf;
3. Ильиных, П. С. Стандарт обмена, управления и интеграции электронной медицинской информации, Health Level 7 — SCI-ARTICLE, 2016, Режим доступа: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1394687266>;
4. Интерфейсы работы с медицинским оборудованием и стандарты передачи медицинской информации [Электронный ресурс], 2016, Режим доступа: http://old.ci.ru/inform23_06/it.htm;
5. Искусство интеграции [Электронный ресурс], 2016, Режим доступа: <https://www.osp.ru/medit/2014/10/13043109.html>;
6. История развития стандартов HL7 [Электронный ресурс], 2016, Режим доступа: <http://evercare.ru/istoriya-razvitiya-standartov-hl7>.

Расширения браузеров как средства анализа защищенности веб-приложений от CSRF атак

Сальников Михаил Дмитриевич, студент

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева (г. Саранск)

Расширения браузера пользуются огромной популярностью: каждый третий пользователь Firefox или Google Chrome имеет хотя бы одно расширение. Но мало кто использует расширения браузеров как средства для проверки Web-сайтов на уязвимости. В этой статье предложен способ анализа Web-приложений на уязвимости на примере расширения для Chrome.

В этой статье пойдет речь о некоторых особенностях расширений для Chrome, которые являются важными при разработке средств безопасности. Примером будет расширение для Google Chrome — «Yel-CSRF-tool» разработанное при финансовой поддержке «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере», это расширение помогает специалистам по анализу защищенности веб приложений тестировать сайты на CSRF уязвимости.

Cross Site Request Forgery (CSRF) или Межсайтовая подделка запроса — вид атак на посетителей веб-сайтов, использующий недостатки протокола HTTP. Например если жертва заходит на сайт, созданный злоумышленником, то от её лица тайно отправляется запрос на другой сервер (например, на сервер платёжной системы), осуществляющий некую вредоносную операцию (например, перевод денег на счёт злоумышленника). Для осуществления данной атаки жертва должна быть аутентифицирована на том сервере, на который отправляется запрос, и этот запрос не должен требовать какого-либо подтверждения со стороны пользователя, который не может быть проигнорирован или подделан атакующим скриптом. CSRF защита реализуется с помощью подписанных CSRF токенов. Данная уязвимость встречается достаточно часто.

У расширений для Chrome очень простая и прозрачная архитектура. У всех расширений есть фоновая страница — «background.html», которая может содержать JavaScript код для управления расширением. Так же, у расширений есть «manifest.json» который является настройками приложения. Что бы взаимодействовать с содержимым веб. страницы, в статье будет использоваться «devtools.html», именно он будет иметь доступ ко всему содержимому страницы и обеспечивать работу вкладки в инструментах разработчика.

Для того чтобы расширение имело право на взаимодействие с содержимым веб. страницы, необходимо такое разрешение выдать. Сделать это можно в настройках расширения, а именно в «manifest.json». Расширение, создаваемое для анализа сайтов на уязвимости, должно иметь доступ к самой странице и всем необходимым сторонним сайтам, именно такие параметры можно указать (Листинг 1).

```
«permissions»: [  
  «tabs»,  
  «<all_urls>»  
]
```

Листинг 1.

Файл «background.js» обеспечивает работу фоновых функций. Для того, что бы анализировать приложения на CSRF уязвимости, необходимо перехватывать запросы. Для этого Chrome позволяет создать Listener — специальную функцию, которая будет «слушать», что происходит и в зависимости от описанных свойств выполнять те или иные действия. Перехваченные запросы так же нужно обработать и вывести на экран, сделать это можно, например отправив объект запроса как сообщение другим модулям расширения, например, как в (Листинг 2).

```
chrome.runtime.onConnect.addListener(function(port) {  
  var requestData;  
  port.onMessage.addListener(function(message) {  
    if(port.name == «new tab» || port.name == «selected query») {  
      requestData = message;  
    }});  
});
```

Листинг 2.

Обработкой запросов это очень важная часть расширения, обрабатывать и выводить данные о запросах удобно в на панели в инструментах разработчика. В рамках статьи, будут рассмотрены только POST запросы, однако реализация для других типов запросов не будет существенно отличаться.

И так, первое что нужно сделать, это получить объект с запросом от функции представленной выше и как то записать эти запросы на панели (Листинг 3).

```

var allRequests = [],
availableTypesOfRequests = [«POST»];
var requestPort = chrome.runtime.connect ( {name: «request»});
chrome.devtools.network.onRequestFinished.addListener (function (request) {
if (availableTypesOfRequests.includes (request.request.method)) {
requestPort.postMessage (request);
var $div = $ (“<div class=«request» id=»+allRequests.length+”></div>”);
$div.append (“<div class=«head»><span class=«head_request_method»>”+request.request.method+”</span><span>”+request.request.url.split (‘/’) [2] +”</span> <span class=«clear»><a href=’#clear_request’ class=’.clear’>x</a></span></div>”);
$div.append (“<div>”+request.request.url+”</div>”);
$ (“.requests_list»).append ($div);
$ (“.request»).filter (“:even»).addClass («_v²»);
allRequests.push (request);
}});

```

Листинг 3.

Как видно из кода выше, получив запрос, программа создает DOM структуру для нового запроса и добавляет сам запрос в массив allRequests — массив, в котором содержатся все перехваченные запросы. Теперь для проверки, есть ли CSRF уязвимость, нужно сначала проверить наличие CSRF токена в списке параметров запроса. Такую проверку можно сделать только вручную, так как программисты могут использовать любые имена для обозначения CSRF токенов, кроме того, не редки случаи, когда наличие токена не гарантирует отсутствие уязвимости. Для того, что бы убедиться в отсутствие CSRF уязвимости, можно заменить значение некоторых полей (в том числе значение поля CSRF токена) и отправить запрос повторно. Для этого, в рамках статьи, будет представлено, как можно реализовать пользовательский интерфейс для выполнения всех вышеуказанных действий (Листинг 4).

```

$ (“.requests_list»).on («click», “.request», function (e) {
e.preventDefault ();
$ (“.options»).text (“ “);
var current_request = allRequests [parseInt ($ (this).prop («id»))];
$form = $ (“<form></form>”);
$form.prop («id», $ (this).prop («id»));
var selectedQuery = chrome.runtime.connect ( {name: «selected query»});
selectedQuery.postMessage (current_request);
var $formParams = $ (“<div class=«form_params»></div>”);
$ (“.options»).append (“<a hover=’#decodeURI’ class=«btn encodeDecodeURI’ id=«decodeURI’>decodeURI</a>”);
$ (“.options»).append (“<a hover=’#encodeURI’ class=«btn encodeDecodeURI’ id=«encodeURI’>encodeURI</a>”);
function form_filling (myArray) {
myArray.forEach (function (item, i, arr) {
var $input = $ (“<input class=«fname»></input>”);
$input.prop ( {«value»: decodeURIComponent (item.name), «id»: i});
$formParams.append ($input);
var $input = $ (“<input class=«fvalue»></input>”);
$input.prop ( {«value»: decodeURIComponent (item.value), «id»: i});
$formParams.append ($input);
$formParams.append (“<a href=’#remove’ class=«remove_input’ id=»+i+”>x</a>”);});
$form.append ($formParams);
var $myDiv = $ (“<div class=«manipulators»></div>”);
$myDiv.append ($ (“<a hover=’#add_field’ class=«add_field btn’>Add field</a>”));
$myDiv.append ($ (“<input type=«submit’ class=«send btn’ value=«Submit’>”));
$form.append ($myDiv);
}
switch (current_request.request.method.toString ()) {
case «POST»:
$formParams.append («URL: <input class=«url fvalue’ value=»+current_request.request.url+”></input><br>”);

```

```

if (current_request.request.postData.params) {
  form_filling (current_request.request.postData.params);
} else {
  $ (“options»). append (“<h2>There are no params</h2>”);
}
$ (“options»). append ($form);
break;
default:
  $ (“options»). append (“<center><h1>This request type not supported</h1>” +JSON.stringify (current_request.request) +”</center>”);
});

```

Листинг 5.

Как видно, в коде, представленном выше, формируется форма с уже заполненными парами полей, где первое поле из пары это имя поля исходного запроса, а второе поле, это значение исходного запроса. Теперь специалист по безопасности, может изменить значения полей или вовсе удалить поле из запроса и нажав на созданную выше кнопку «submit» он должен отправить модифицированный запрос на известный адрес. В силу особенностей архитектуры всех расширений для Chrome, мы должны создать страницу с новой формой и отправить ее на исходный адрес, для этого нужно отправить новые данные в модуль отправки запроса — «request_sending_page.html» (Листинг 6).

```

$ (“options»). on («submit», «form», function (e) {
  e.preventDefault ();
  var newTabPort = chrome.runtime.connect ( {name: «new tab»}),
  new_url,
  params = [];
$.each ($ (“options»).find («form»).find («input»), function (i, val) {
  params.push ($ (val).val ());});
  new_url = params [0];
  params.shift ();
  newTabPort.postMessage ( {
  params: params,
  request: allRequests [parseInt ($ (this).prop («id»))].request,
  new_url: new_url});});

```

Листинг 6.

Затем, отправив данные, в модуле отправки запросов, необходимо сгенерировать новую форму и отправить ее. Для этого, аналогично тому, как это делалось раньше, модуль получает сообщение и обрабатывает данные, так, как это представлено в коде ниже (Листинг 7).

```

request_sending_page.html
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<meta charset=«utf-8»>
<title></title>
</head>
<body>
<script src=“../libs/external/jquery/jquery.js» charset=«utf-8»></script>
<script src=«request_sending_page.js» charset=«utf-8»></script>
</body>
</html>
request_sending_page.js
$ (function () {
  chrome.runtime.onMessage.addListener (function (request, sender, sendResponse) {
  if (request.request.method === «POST») {
  var $form = $ (“<form></form>”);
  $form.prop ( {«method»: «POST», «action»: request.new_url});
  for (var i = 1; i < request.params.length; i += 2) {
  $ (“<input>”).prop ( {«name»: request.params [i-1], «value»: request.params [i]}).appendTo ($form);
  }
  }
  });

```

```
$form.append ("<input type=«submit» value=«Submit request»/>");  
$ («body»).append ($form);  
$form.submit ();  
});});
```

Листинг 7.

Теперь, когда запрос ушел на сервер, а браузер специалиста получил ответ, человек может с легкостью определить, есть ли уязвимость в конкретном месте веб приложения.

В статье было показано как можно создать простое средство анализа защищенности веб приложения на базе браузера. Показано как можно провести анализ на CSRF уязвимости и как можно упростить процесс самого анализа. Для дальнейшей автоматизации действий специалиста по безопасности, следует реализовать подобный функционал для запросов других типов.

Литература:

1. Cross-Site Request Forgery (CSRF) // OWASP. URL: [https://www.owasp.org/index.php/Cross-Site_Request_Forgery_\(CSRF\)](https://www.owasp.org/index.php/Cross-Site_Request_Forgery_(CSRF)) (дата обращения: 28.04.2017).
2. Chrome Apps Architecture developer.chrome.com // developer.chrome.com. URL: https://developer.chrome.com/apps/app_architecture (дата обращения: 28.04.2017).

Проектирование и разработка базы данных «Кафедра»

Сухан Евгений Игоревич, магистрант;
Кравченко Григорий Григорьевич, кандидат технических наук, доцент
Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

Для ведения документооборота на кафедре высшего учебного заведения была спроектирована и реализована в СУБД Access база данных «Кафедра».

В данной статье представлен процесс проектирования и разработки базы данных на примере кафедры вычислительной математики и информатики факультета математики и компьютерных наук Кубанского государственного университета.

Процесс проектирования БД представляет собой последовательность переходов от неформального словесного описания информационной структуры предметной области к формализованному описанию объектов предметной области в терминах некоторой модели.

Основные этапы проектирования:

- системный анализ и словесное описание информационных объектов предметной области.
- проектирование инфологической модели предметной области — частично формализованное описание объектов предметной области в терминах некоторой семантической модели, например, в терминах ER-модели.
- даталогическое или логическое проектирование БД, то есть описание БД в терминах принятой даталогической модели данных.
- физическое проектирование БД, то есть выбор эффективного размещения БД на внешних носителях для обеспечения наиболее эффективной работы приложения.

На основании системного анализа было установлено, что с помощью базы данных «Кафедра» должны решаться следующие задачи:

- хранение и изменение данных о сотрудниках кафедры;
- хранение и изменение информации о распределении учебной нагрузки между преподавателями кафедры;
- хранение и изменение учебного плана;
- хранение и изменения информации о научных трудах преподавателей;
- хранение и изменения информации о научных направлениях;
- подготовка отчетов к печати;
- составление расписания и его вывод на печать.

Также на основании системного анализа были выбраны информационные объекты и реквизиты, подлежащие хранению в базе данных.

Далее были определены функциональные зависимости между реквизитами, выбраны ключевые и зависимые реквизиты:

Таблица 1

Реквизиты	Ключ	Имя информационного объекта	Описание
Id_spec Учебный_год Спец/направление Код_группы Код_студента Код_препод	▼	Группы_специализации	Темы курсовых и дипломных работ
Код Вид_работы Название_работы	▼	Виды_работы	Описание итоговых работ
id_spec Учебный_год ФИО_препод Семестр Тема Спец/направл Курс Кол_студ групп подгр ЛК ЛБ Зачёт Экзамен КСР Курсовая Выпускная Произв_практика ГЭК/ГАК Сумма	▼	Дисциплины_специализации	Индивидуальные планы
Код_должности Должность	▼	Должность	Должности преподавателей и сотрудников УВП
Код_звания Звание	▼	Звание	Звания преподавателей
Код_преподавателя Город/нп/ станция Улица Номер_дома Номер_квартиры Телефон_моб Телефон_дом Электронная_почта	▼	Контактная_информация	Контактная информация преподавателей
Код_науч_напр Код_преподавателя Научное_напр	▼	Научные направления	Научные направления преподавателей
Код_препод Фамилия Имя Отчество Дата_рождения Код_должности Код_звания Код_степени Штатный/внештатный Год_найма	▼	Преподаватели	Данные преподавателей

Адрес Телефон_мобильный Телефон_домашний Паспортные_данные			
Код_препод Тема Код_вида_занятия	▼	Распределение предметов	Распределение предметов между преподавателями
ФИО_сотруд Должность Год_найма Адрес Телефон	▼	Сотрудники_каф	Данные о сотрудниках
Код_семестра О/В	▼	Справочник_семестров	Справочник семестров
Код Код_спец/направл Специальность/направление	▼	Справочник_специальностей	Справочник специальностей
Код_года Учебный_год	▼	Учебный год	Учебный год
Код Код_сем Курс Код спец/напр Код_дисц Код_формы_контроля	▼	Учебный план	Учебный план
Код_уч_степ Учёная_степень	▼	Учёная_степень	Учёная степень
Id_cod Преподаватель Предмет Группа Неделя День недели Пара Аудитория Тип	▼	Расписание	Расписание преподавателей кафедры
Код_дисц Дисц Дисциплина	▼	Дисциплины	Краткое и полное наименование дисциплин
Id_group Группа	▼	Группы	Список групп факультета
Код Неделя	▼	Тип недели	Четная/нечетная неделя
Номер дня День недели	▼	Дни недели	Наименование дней недели
Номер пары Время	▼	Номер пар	Время проведения занятия
Код Аудитория	▼	Аудитории	Список аудиторий кафедры
Id_cod Тип занятия	▼	Тип занятия	Характер занятия
Id_cod Группа Предмет Часы_лек Часы_практ	▼	Характеристика предмета	Детализация предмета в часах

Параллельно с проектированием информационно-логической структуры базы данных было осуществлено проектирование алгоритмов обработки. На данном этапе

были выделены основные проблемы, нуждающиеся в алгоритмизации, и сгруппированы по частоте использования и периодичности выполнения:

Таблица 2

Событие	Обработка	Частота
Изменение данных ППС и УВП	Изменение данных в БД	Часто
Формирование рабочего плана	Формирование рабочего плана	Часто
Формирование расписания	Изменение данных в БД	Часто
Изменение списка групп	Изменение данных в БД	Часто
Изменение учебного плана	Изменение данных в БД	Редко
Изменение списка специальностей	Изменение данных в БД	Очень редко

На основании разработанной инфологической модели был создан ряд таблиц для хранения необходимой информации и построена схема данных, обеспечивающая связь между ними и целостность данных.

Для устранения избыточности и дублирования данных база данных «Кафедра» была приведена к третьей нормальной форме.

Для удобства работы пользователя создана кнопочная форма «Кафедра ВМИ», которая появляется на мониторе при открытии базы.

В форме «Кафедра ВМИ» расположены кнопки, с помощью которых можно выбрать дальнейший план работы. Кнопка «Отчёты» — для просмотра и печати отчётов. Кнопка «Преподаватели» — для редактирования и печати информации о преподавателях. Кнопка «Справочники» — для редактирования специальностей, дисциплин. Кнопка «Учебное» — для редактирования и печати расписания. Кнопка «Завершение работы» служит для закрытия кнопочной формы.

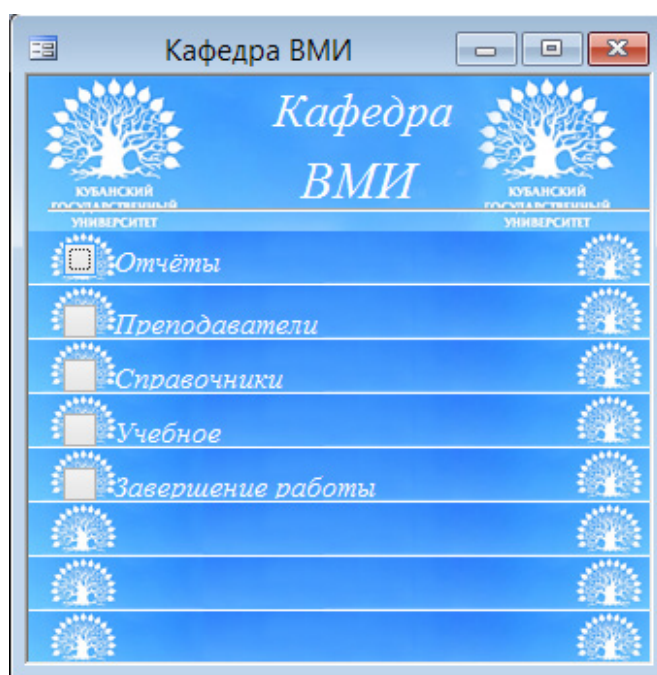


Рис. 1. Кнопочная форма БД «Кафедра»

Кнопочная форма «Отчёты» открывает доступ к следующим отчётам: «Преподаватели» (кнопка «Преподаватели»), «Контактная инфо преподавателей» (кнопка «Контакты преподавателей»), «Расписание» (кнопка «Расписание»), «Учебный год» (кнопка «Дисциплины

специализации»), «Учебный план» (кнопка «Учебный план»), «Научные работы преподавателей» (кнопка «Научные работы»), «Научные руководители» (кнопка «Итоговые работы»), а также позволяет вернуться на главную форму «Кафедра» (кнопка «Назад на главную»).



Рис. 2. Кнопочная форма «Отчёты»

Преподаватели

Фамилия	Имя	Отчество	Дата рожд	Учёная степень	Код_звания	Должность
Гайденко	Станислав	Викторович	14.11.1954	канд. физ.-мат. наук	доцент	доцент
Демёхин	Евгений	Афанасьевич	10.10.1950	Доктор физ.-матем. нау	профессор	профессор
Иванисова	Ольга	Владимировна	30.06.1974	-	-	преподаватель
Кравченко	Григорий	Григорьевич	19.01.1952	канд. тех. наук	доцент	доцент
Лебедев	Константин	Александрович	12.12.1952	Доктор физ.-матем. нау	доцент	профессор
Сокол	Дмитрий	Григорьевич	28.11.1974	канд. физ.-мат. наук	-	доцент
Сухан	Ирина	Владимировна	17.02.1973	-	-	преподаватель
Цалюк	Вадим	Зиновьевич	17.02.1954	канд. физ.-мат. наук	доцент	доцент
Царёва	Ирина	Николаевна	09.04.1968	канд. пед. наук	доцент	доцент

Рис. 3. Отчёт «Преподаватели»

	Гайденко С. В.	Кравченко Г. Г.	Цалюк В. З.
Понедельник	1	п Теор. БД 216 301 л Теор. БД 216 301	
	2		
	3	п ДМ и МЛ 216 301	
	4		п Дисц. спец. 214 306
	5		л Яз и ТП 214 313
	6	л Комп. техн. 214 310 л Комб. алг. 214 310	
	7	л Мат. лог. 214 310	
Вторник	1		л Мет. выч. 117 301
	2	п Комб. алг. 116 312 п Комб. алг. 116 312	
	3	п Теор. БД 117 301 п Теор. БД 117 301	
	4		л Мет. выч. 117 301

Рис. 4. Отчёт «Расписание»

Научные работы

Преподаватель	Год	Тип работы	Наименование работы
Гайденко С. В.	2011-2012	Книга	Численные методы
Сухан И. В.	2012-2013	Методический материал	Графы
Кравченко Г. Г.	2016-2017	Методический материал	Базы данных
Гайденко С. В.	2011-2012	Учебник	Функциональный анализ
Кравченко Г. Г.	2016-2017	Учебник	Комбинаторика
Царёва И. Н.	2011-2012	Методический материал	Языки программирован
Сухан И. В.	2011-2012	Книга	Теория вероятностей
Лебедев К. А.	2014-2015	Учебник	Дискретная математика
Гайденко С. В.	2013-2014	Методический материал	Математическая физика

Рис. 5. Отчёт «Научные работы»

Кнопочная форма «Преподаватели» позволяет перейти к формам для изменения «Преподаватели» (кнопка «Преподаватели»), «Контактная_инфо_преп» (кнопка «Контакты преподавателей»), нагрузка преподавателей (кнопка «Нагрузка преподавателей») или вернуться на главную форму «Кафедра» (кнопка «Назад на главную»).



Рис. 6. Кнопочная форма «Преподаватели»

ФИО_препод	Должность	Год_найма
Гайденко С. В.	доцент	1979
Кравченко Г. Г.	доцент	1988
Цалюк В. З.	доцент	1990
Царёва И. Н.	доцент	1990
Сухан И. В.	преподаватель	1995
Иванисова О. В.	преподаватель	1996
Сокол Д. Г.	доцент	1999

Рис. 7. Форма «Преподаватели»

Форма «Нагрузка преподавателей» в свою очередь (кнопка «Изменить информацию о возможностях преподавателей»)
также содержит ряд форм: «Учебный план» (кнопка «Изменить учебный план»), «Распределение предметов»

Профессорско-преподавательский состав

ФИО_препод	Должность	Год_найма
Гайденко С. В.	доцент	1979
Кравченко Г. Г.	доцент	1988
Цалюк В. З.	доцент	1990

Записи: 1 из 9

Сотрудники кафедры

Сотрудники_каф

ФИО_сотруд	Должность	Год_найма	Адрес
Гайденко С. В.	Зав. кафедрой	1970	
Дуриндина К.	Лаборант	0	

Записи: 1 из 3

Новый преподаватель...

Фамилия

Должность

Звание

Очистить

Новый сотрудник...

Фамилия

Должность

Очистить

Изменить список групп Изменить учебный план Изменить информацию о возможностях преподавателей

Рис. 8. Форма «Нагрузка преподавателей»

Литература:

1. Бекаревич, Ю. Б., Пушкина Н. В. Access 2010 — СПб.: БХВ-Петербург, 2011.
2. Гурвиц, Г. А. Microsoft Access 2010. Разработка приложений на реальном примере — БХВ-Петербург, 2010.
3. Кузьменко, В. Г. Базы данных в Visual Basic и VBA. Самоучитель. М.: 2004.
4. Малыхина, М. П. Базы данных: основы, проектирование, использование: учебное пособие для студентов вузов. — 2-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007.
5. Слепцова, Л. Д. Программирование на VBA в Microsoft Office 2010 — Диалектика, 2004.
6. Хомоненко, А. Д. Базы данных: учебник для вузов. — 5-е изд., доп. — М.: СПб.: Бином-Пресс: КОРОНА принт, 2006.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Использование возобновляемых источников энергии для повышения надежности работы систем управления и защиты насосных станций

Адылов Ялкин Туйчиевич, кандидат технических наук, доцент;

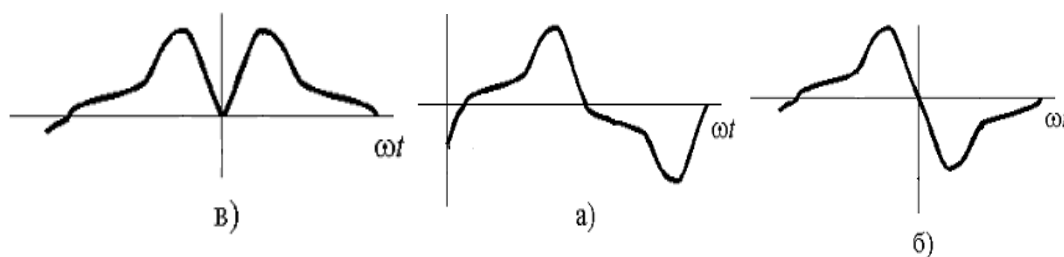
Назаров Ойбек Абдирасулович, ассистент

Ташкентский институт ирригации и мелиорации (Узбекистан)

Проблема ложного срабатывания, связанная с искажениями формы кривой напряжения и тока в линиях, питающих системы управления и защиты, является достаточно актуальной. Материал статьи связан с решением проблем повышения надежности работы систем управления магистральными насосами, используемыми в ирригационных системах Республики Узбекистан. На основе анализа данных наблюдений предлагается использовать в качестве резервного источника питания энергией систем управляющих работой магистральных насосных станций альтернативный источник — солнечную батарею с преобразователем постоянного тока в переменный.

Современные насосные станции, используемые в ирригационных системах Республики Узбекистан, оснащены двумя типами управляющих систем [2, 4]: 1 — системы, регулирующие режим работы двигателей насосных агрегатов; 2 — системы защиты электрических двигателей привода насосов от аварийных или ненормальных режимов работы. Учитывая категорию надежности работы насосных станций, схема электроснабжения систем управления и защиты насосных станций предполагает снабжение электрической энергией, помимо основного и

от резервного источника. На сегодняшний день, это схема 2х стороннего питания, которая классически реализуется с использованием устройства Автоматического Включения Резерва (АВР). С другой стороны, независимость электроснабжения относительная, т. к. обе линии подключены к единой энергосистеме со всеми вытекающими отсюда последствиями. Имеется в виду, что качество электрической энергии в обеих линиях будет одним и тем же. Говоря о качестве, нас особенно интересует показатель несинусоидальности формы кривой напряжения и тока.



На рисунке представлены отклонения от формы кривой тока, часто встречающиеся в энергосистеме [1,6]. В основном, они являются следствием различных переходных процессов, происходящих в электрических сетях (пуск или аварийное отключение объектов соизмеримой с системой мощности, различного рода атмосферные явления) Очень часто эти отклонения могут стать причиной ложных сигналов срабатывания или отключения систем управления и защиты. Для уменьшения вероятности несанкциониро-

ванного срабатывания систем защиты и управления насосным агрегатом, в статье предлагается использовать в качестве резервного, абсолютно независимый источник энергии для их электроснабжения. В реальных условиях таким источником может быть возобновляемый источник. Имеется в виду электроснабжение от нетрадиционного источника электрической энергии. Такими источниками могут быть солнечная батарея, ветрогенератор и т. д. [3]. С учетом климатических особенностей Узбекистана

(большое количество солнечных дней в год), для питания систем управления и защиты насосной станции оптимально использовать систему солнечная батарея-аккумулятор-инвертор для преобразования постоянного тока с переменной частотой 50 Гц, а также контроллер для управления процессом распределения тока. Предполагается следующий режим работы системы: в дневное время

система будет использоваться как основной источник питания, линия от энергосистемы как резервная, в ночные часы наоборот. Следует отметить, что по статистике чаще всего искажения формы кривой напряжения и тока чаще всего встречаются в дневное время.

Общий вид установки и ее принципиальная схема приведены на рис. 1 «а» и «б»

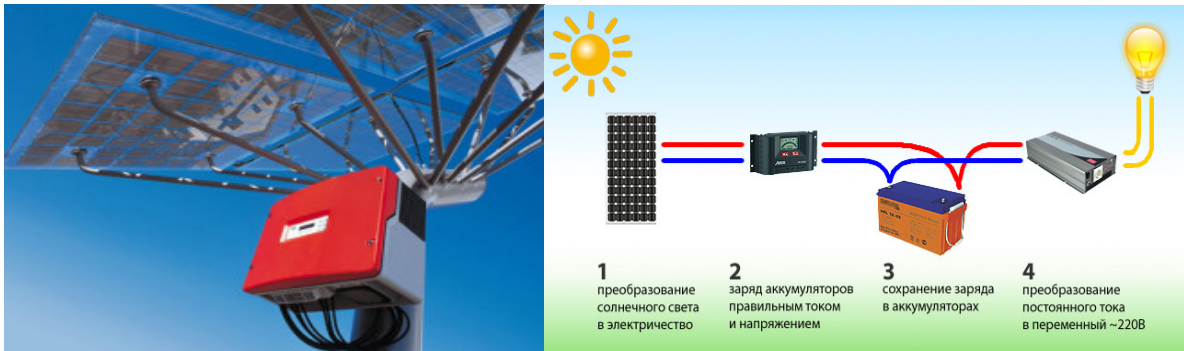


Рис. 1. «а», «б»

На практике используются два варианта схемы рис1 «б»: с сетевым и автономными инверторами.



Рис. 3. А) Сетевой инвертор [2], Б) Автономный инвертор

Сетевой инвертор работает без зарядного устройства и аккумулятора, поэтому схема рис 1б сильно упрощается и инвертор присоединяется непосредственно к солнечной батарее. Для варианта с Автономным инвертором схема не меняется. Мы предлагаем вариант с сетевым инвертором по двум причинам:

Он будет иметь высокую надежность (меньше элементов). Будет дешевле. В основном инверторы используются для снабжения потребителей 1 и 2 категорий надежности. Основной показатель работы инверторов — это форма кривой выходного напряжения и тока. В зависимости от формы кривой инверторы бывают: с «чистой синусоидой» на выходе и с «квазисинусоидой» на выходе. Инверторы с «чистой синусоидой» используются для питания измерительных приборов высокой точности, потому что форма кривой на выходе инвертора, намного чище чем в общей сети. У квазисинусоидальных инверторов форма кривой выходного напряжения — трапеция или прямоугольник [3]. По этой причине запрещается подключение к ним счетчиков. и измерительных приборов Показатель

«чистая синусоида» для нас является основным и поэтому мы предлагаем использовать именно вариант с сетевым инвертором.

С учетом вышеизложенного для питания приборов контроля и защиты на крупных насосных станциях, мы предлагаем установить комплект Солнечная батарея — сетевой Инвертор GW20K-DT мощностью 20 кВт. В схеме инвертора не будут использованы зарядное устройство и аккумулятор, что повысит надежность работы инвертора.

Технико-экономические расчеты

1. По статистике на территории Узбекистана бывает 320–340 солнечных дней в год.
 2. В среднем световой день составляет-11 часов в день.
 3. Система мощностью 20кВт выработает в день:20кВт x11час= 220кВт*час
 4. В год это составит: 220 кВт*час x 320 дней=70400 кВт. час
- 70400 кВт*час сэкономленной электроэнергии при цене за 1кВт*час= 250сум\кВт*час будет равно 17600000

Основные рабочие параметры инвертора GW20K-DT

Показатели постоянного тока	МАХ мощность солнечной батареи, Вт	20500
	Максимальное напряжение постоянного тока, В	1000
	Напряжение передачи, В	500~800
	Минимальное напряжение соединения инвертора, В	250
	Максимальный ток, А	22/22
	(Количество входов)/ число MPPT трекеров	6/2
	Тип коллектора	МС 4
Показатели переменного тока	Потребление в режиме ожидания, Вт	10
	Номинальная мощность на выходе инвертора (переменный ток) Вт	20000
	Максимальная мощность на постоянном токе, Вт	20000
	Максимальный ток, А	30
	Напряжение, В	400В, согласно VDE0126-1-1/A1
	Частота	50Гц, согласно VDE0126-1-1/A1
Эффективность (КПД)	ТНDi	менее 1.5%
	Макс. Эффективность	98.0%
	Эффективность по Европейским стандартам	97.5%
Безопасность	Макс. Эффективность	99.5%
	Выключатель постоянного тока	По требованию
	Несинхронная защита (Islanding protection)	есть
Другие показатели	Мониторинг сети	VDE0126-1-1/A1
	Размеры (Ш*В*Г), мм	516*650*203
	Вес, кг.	39
	Место установки	снаружи
	Крепление	На стену
	Диапазон рабочих температур, С	от -20 до +60
	Влажность	0 ~ 95%
	Класс защиты	IP65
	Конструкция	Без трансформатора
	Уровень шума, дБ	<45
	Диагональ LCD дисплея, дюймов	5
Тип связи,	USB2.0; RS485; Wi-Fi	
Гарантия, лет	5 или 10 лет	

сум в год. При курсе ЦБ 3500 сум за 1\$ это составит \$5028. Стоимость всей системы GW20K-DT = \$3800 за 1 комплект. При покупке партии из нескольких систем скидка обязательна. Таким образом, даже при максимальной цене, устройство окупается за 8.5 месяцев.

В статье мы предлагаем еще более удешевить установку за счет использования сетевого инвертора вместо автономного. В этом варианте, в схему не будут включены зарядное устройство и аккумулятор, а инвертор будет непосредственно соединен с солнечной батареей. Переменное напряжение от инвертора будет подключено через счетчик к питающей сети. Таким образом, компенсация расхода электрической энергии будет проходить непрерывно в объеме 2200кВт час ежедневно. Например, если предприятие в сутки потребляет 6000кВт часов электроэнергии, оплачиваться будут только (600–2200=3800) кВт часов.

Заключение

Использование в качестве независимого источника для питания систем управления работой насосных агрегатов солнечную батарею с необходимыми сопутствующими элементами, мы имеем:

1. Частичная независимость в снабжении электроэнергией от центральной энергосистемы.
2. С учетом 1, возможность получения идеальной синусоиды тока и напряжения и как следствие снижение вероятности ложных срабатываний
3. Возможность корректировки параметров электроэнергии, особенно частоты и амплитуды напряжения.
4. Повышение надежности.
5. Ощутимая экономия электроэнергии, позволяющая в короткий срок окупить затраты на приобретение и установку системы-«Солнечная батарея-Аккумулятор-Инвертор-Контроллер»

Литература:

1. Б. М. Тешабаев и др. // Анализ работы предприятия ГЭК Узбекэнерго Предложения по улучшению качества электрической энергии. Известия АН РУз, № 12, 2014 г.
2. <http://www.schneider-electric.ru>
3. <http://solarcrown.ru/>
4. <http://www.a-electronica.ru/>
5. Testsieger «BesteZinsenTagesgeld 2017» (tagesgeldvergleich.net)
6. Grid development in Uzbekistan: current status and planned tasks, proceedings of the XXII International Symposium on Nuclear Electronics & Computing, Berlin, Germany, September, 24–26, 2011 (F. T. Adilova, Ya. T. Adilov, R. K. Bazarov, D. Akhmedov).

Влияние внешних ограничений на стопу человека при поддержании вертикальной позы

Бабанов Никита Дмитриевич, аспирант
Национальный исследовательский университет «МЭИ» (г. Москва)

Копыркин Михаил Дмитриевич, магистр
Международная академия остеопатии (г. Москва)

Ключевые слова: естественный поструральный баланс, стабиллограф, центр давления

Многие функции оператор экзоскелета должен выполнять сам. В частности, поддержание равновесия. Все изученные нами образцы современных патентованных экзоскелетарных конструкций имеют общую особенность — правильным биомеханическим функционированием опорно-двигательной системы человека (например, способность сводов стопы гасить энергию удара, свободный перекач от пятки к носку, способность суставов стопы смещаться во всех плоскостях для сохранения заданной позы) пренебрегают в угоду упрощения, уменьшения количества узлов внешнего каркаса. Из-за этого долгая и продолжительная работа с использованием такого устройства невозможна в силу возникновения ощущения сильного дискомфорта у оператора.

Удобно ввести понятия состояния «естественного пострурального баланса», при котором человек способен поддерживать тело в стабильном положении, и в котором все силы, действующие на тело, сбалансированы в состоянии покоя и «биомеханического функционирования»: т. е. обеспечения правильных движений, полноценного кровообращения, смягчение толчков и сотрясений.

Ставится задача — анализа и разработки такой нижней конечности экзоскелетона, которая давала бы максимальную степень свободы оператору, не нарушая его естественного пострурального баланса и биомеханического функционирования скелетно-мышечного аппарата.

Для успешного решения этой задачи необходимо проведение ряда экспериментов, с целью исследования влияния внешних конструкций на функционирование нижней конечности человека.

Ранее уже проводились исследования по тематике «Регуляция позы человека». В частности, в работе А. В. Терехова «Математическое моделирование регуляции позы человека» [1] выделяется частота, близкая к периодической составляющей, соответствующая «основным колебаниям», с частотой порядка 0.35 Гц. Так же, говорится о характерных основных колебаниях отклонения тела, составляющей доли градуса, что расценивается как порог чувствительности. Стороннее воздействие со стороны экзоскелета также может повлиять на порог чувствительности.

Предлагаемая программа испытаний состоит из 2 фаз:

1) Испытуемый встаёт на стабиллограф «босой ногой» (в носке), далее стоит неподвижно в течение 2 минут. Испытуемый стоит с открытыми глазами, совершая лишь колебательные компенсаторные движения для поддержания вертикального положения, стоя обеими ногами на платформе. Все свои ощущения испытуемый должен чётко описывать исследователю (например: покалывание, отекание, чувство усталости). В это время стабиллограф совершает запись движения проекции центра масс (Рис. 1), а также развертку движения в двух плоскостях (пятка — носок, левая нога — правая нога) по времени. По истечении 2 минут эксперимент заканчивается, и испытуемый садится для восстановления.

Стоит отметить, что учитывается психологическая составляющая эксперимента. Высказывается предположение, что в начале проведения эксперимента испытуемый адаптируется к окружающей обстановке, а также, проявляется излишняя концентрация внимания на под-

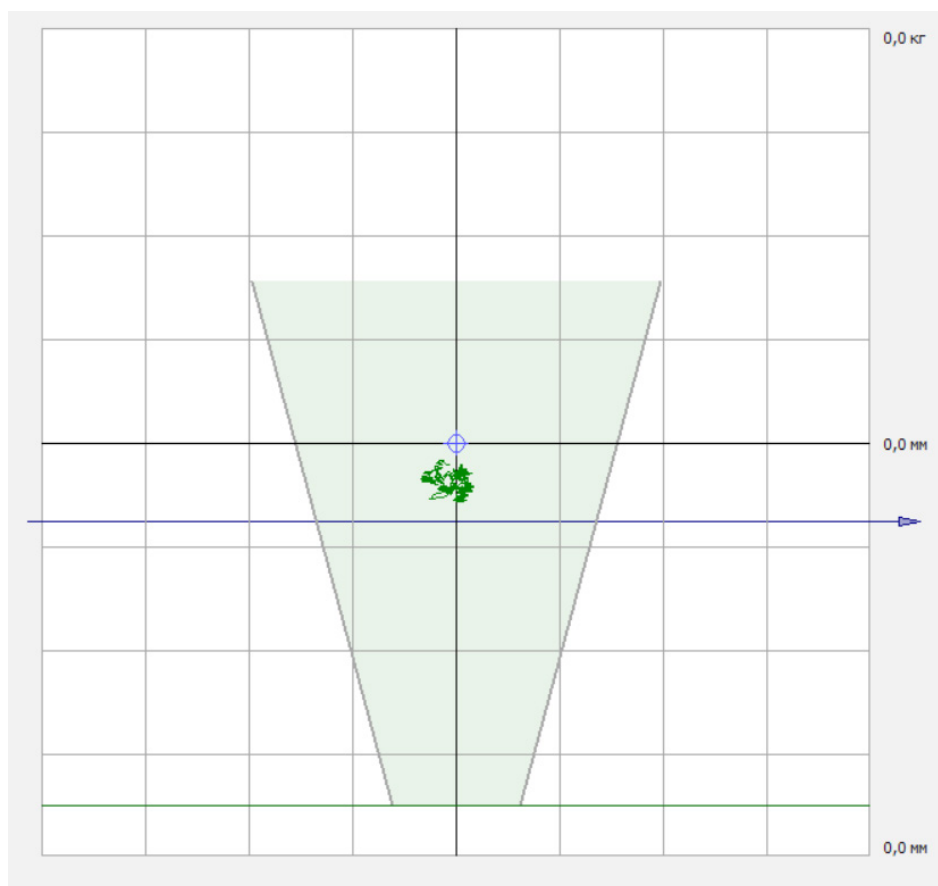


Рис. 1. Вид стабилограммы

держании равновесия. Но, как показали натурные испытания, данное предположение не подтвердилось: не было зафиксировано хотя бы одного явного изменения измеряемого параметра (нагрузка на правую конечность, нагрузка на левую конечность, нагрузка на носки, нагрузка на пятки, среднее квадратическое отклонение центра давления (ЦД) в фронтальной плоскости, среднее квадратическое отклонение ЦД в сагиттальной плоскости, отношение среднее квадратических отклонений сагиттальной плоскости к фронтальной, максимальная амплитуда колебаний ЦД в фронтальной плоскости, максимальная амплитуда колебаний в ЦД сагиттальной плоскости, длина статокинезиограммы, длина статокинезиограммы в фронтальной плоскости, длина статокинезиограммы в сагиттальной плоскости, скорость ЦД в обеих плоскостях).

2) Испытуемый встаёт на стабилограф с зафиксированным голеностопным суставом. Фиксация осуществляется путём наложения лонгеты на верхнюю часть стопы и голень. Условия равносильны условиям из первой фазы, за исключением количества повторов: эксперимент повторяется 2 раза.

Таким образом, мы получаем данные, позволяющие сделать вывод о движении и колебаниях системы «оператор» и «оператор-экзоскелет».

В исследовании приняли участие молодые люди от 18 до 21 года, полностью здоровые, примерно одинаковой комплекции: ростом 180 см. и весом 80 кг.

Сравнительные результаты испытаний следующие:

- 1) Изменение развесовки в плоскости пятка-носок (сагиттальная плоскость): давление на пятки возросло на 33%.
- 2) Максимальная амплитуда колебаний ЦД в фронтальной плоскости упала на 34%
- 3) Максимальная амплитуда колебаний ЦД в сагиттальной плоскости изменилась незначительно: примерно 1.5%
- 4) Скорость ЦД во фронтальной плоскости упала на 40%
- 5) Скорость ЦД в сагиттальной плоскости возросла на 11.5%

Как видно из приведённых ниже примеров, развёрнутых стабилограмм (рис. 2 и рис. 3), график колебаний ЦД с наложенной лангетой стал более плавным. Колебания в фронтальной плоскости совершаются с меньшей амплитудой. По показаниям прибора, человек с наложенной лангетой сохраняет более устойчивое положение.

В то же время, испытуемыми был отмечен дискомфорт, выраженный сильным напряжением икроножной мышцы, а также неестественным напряжением остальных мышц ног.

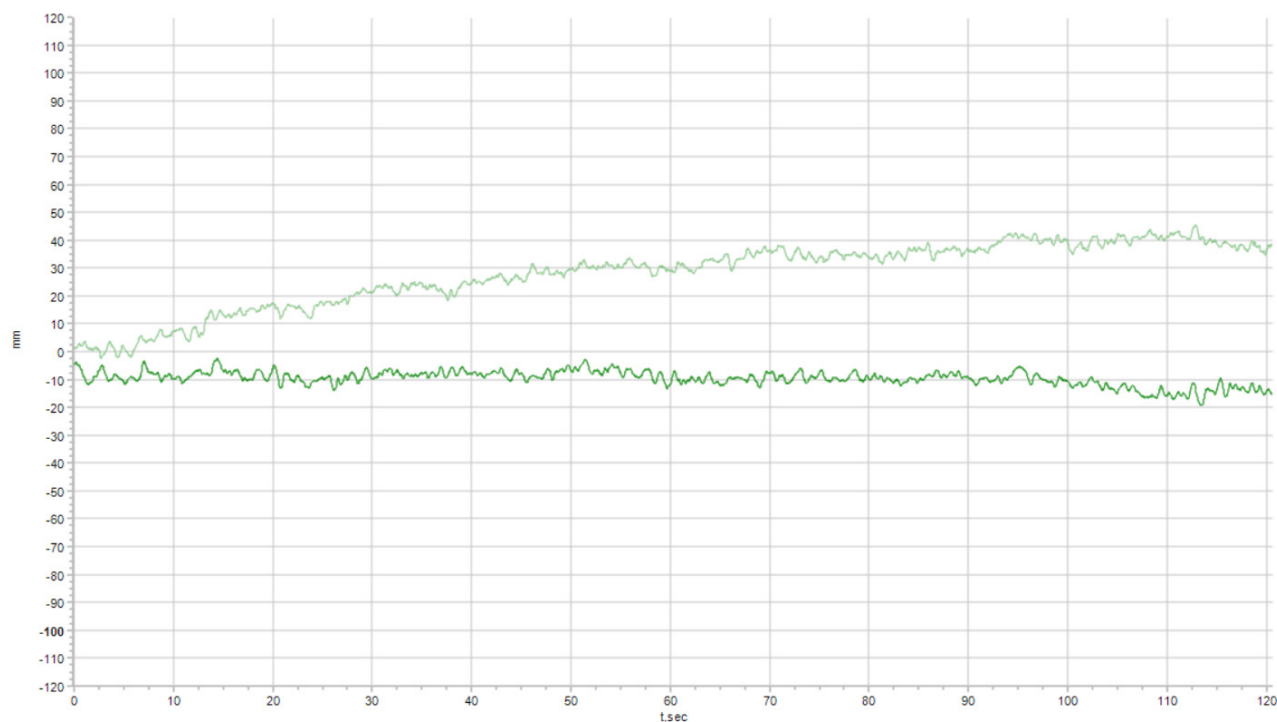


Рис. 2. Статокинезограмма свободной ноги

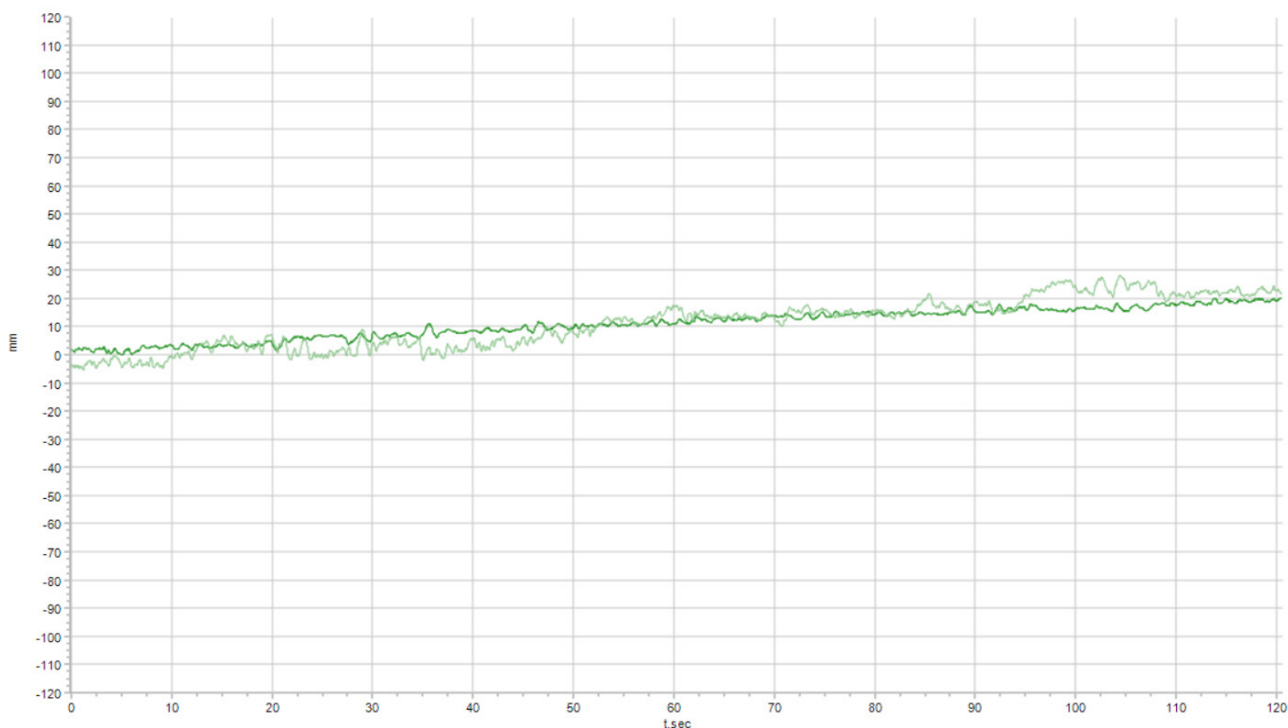


Рис. 3. Статокинезограмма зажатой ноги

Высказывается теория, что при наложении дополнительных фиксаторов на голеностопный сустав происходит перераспределение нагрузки на другие мышцы. Для решения этой задачи недостаточно использование одного стабилографа.

Фактически данные представляют интерес как с медицинской точки зрения, позволяя понять поведение прямоходящего человека с «отнятыми» фалангами пальцев и голеностопа, так и с технической, позволяя сделать вывод о влиянии сторонних механизмов на человека.

Литература:

1. Терехов, А. В. Математическое моделирование регуляции позы человека: дис... канд. физ.-мат. наук: 01.02.01 Москва, 2007 147 с. РГБ ОД, 61:07–1/729

Обзор применения водно-топливных эмульсий в ДВС

Галка Галина Александровна, старший преподаватель;
Ерунцова Екатерина Сергеевна, студент
Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону)

В нашей стране исследуется возможность применения в качестве моторного топлива водно-топливных эмульсий (ВТЭ), позволяющих повысить экономичность двигателей и снизить токсичность отработавших газов. Удорожание жидкого топлива и возрастание нагрузки на окружающую среду продуктами его сгорания приводит к необходимости поиска путей его экономии и способов сжигания, обеспечивающих уменьшение выбросов вредных веществ. Одним из таких путей является применение в качестве моторного топлива водно-топливных эмульсий (ВТЭ).

По сравнению с обычным дизельным топливом использование гомогенизированной водно-топливной смеси позволяет повысить коэффициент сжигания топлива и уменьшить вредные выбросы в атмосферу. Механизм этого эффекта объясняется следующим.

Дизельное топливо, поступая в камеру сгорания, распыляется форсункой. Дисперсность капель дизельного топлива составляет 0,03...0,1 мм. Если в такой капле топлива находятся включения более мелких капель воды с дисперсностью около 1...5 мкм, то, попадая в область высокой температуры в цилиндре двигателя, капли взрываются, разрывая частицы топлива на множество более мелких частиц, образуя «вторичный распыл». Это обусловлено большой разницей температур кипения топлива (200...360°C) и воды (100°C).

Описанное выше явление обуславливает высокую скорость испарения топлива в цилиндре двигателя и более быстрое и полное выгорание его легких составляющих на первом этапе горения. Далее, на втором этапе горения, при достижении высокой температуры в цилиндре двигателя от горения легких фракций топлива, пары воды и топлива диссоциируют на активные радикалы (Н, ОН и др.). Эти радикалы, являющиеся катализаторами горения углерода, значительно сокращают время горения тяжелых составляющих топлива, в первую очередь остатков сажи. В результате, на заключительной стадии горения топлива в цилиндре двигателя, время выгорания остатков сажи, составляющее до 40% общего времени горения капли обычного топлива, у эмульгированных топлив существенно сокращается. При этом суммарная скорость и полнота сгорания в цилиндре двигателя вязких топлив в виде ВТЭ становится примерно равной скорости сгорания легких дизельных топлив. И,

как результат, вязкое топливо полностью успевает сгорать даже в цилиндрах высокооборотных дизелей, резко снижаются отложения нагаров на деталях ЦПГ. Имеется положительный опыт работы высокооборотных дизелей типа Ч 8,5/11; Ч 12/16; Ч 13/14 на эмульсии вода — моторное топливо. Вредного воздействия на детали топливной аппаратуры частицы воды водо-топливной эмульсии не оказывают, так как их размеры меньше зазоров в плунжерных парах и форсунках, а частицы воды окружены снаружи плотной пленкой топлива, предохраняющей от непосредственного контакта металла с водой.

Основной задачей при проектировании подобных систем является разработка критериев оптимизации и их формализация для целей управления.

На основе анализа этих данных можно сделать следующие общие выводы о характере изменения показателей токсичности и экономичности в зависимости от количественного соотношения компонентов эмульсии: при изменении концентрации воды в ВТЭ показатели токсичности ОГ (СО, дымность и т. д.) в установившихся режимах (при фиксированной нагрузке) монотонны или имеют экстремальное поведение с одной точкой экстремума (выпуклость функций статических характеристик), характер монотонности (возрастание или убывание) зависит от конструкции топливной аппаратуры, типа двигателя и др; показатель экономичности (удельный расход топлива при фиксированной мощности) имеет экстремальный характер в зависимости от концентрации воды в ВТЭ с участком минимального удельного расхода в некотором интервале изменения C_w ; в силу ряда физико-химических особенностей сгорания ВТЭ в ДЭУ точки экстремума статических характеристик по экономическим и экологическим показателям не совпадают [1].

С практической точки зрения, учитывая вышеуказанные особенности объектов управления, можно выделить основные состояния этих объектов и соответствующие этим состояниям режимы оптимизации (рис. 3 и 4.)

К преимуществам водно-топливных эмульсий можно отнести:

— Уменьшается нагарообразование, повышается надежность работы цилиндропоршневой группы, газо-выпускного тракта, топливной аппаратуры, увеличивается срок между очистками топливных фильтров [2];

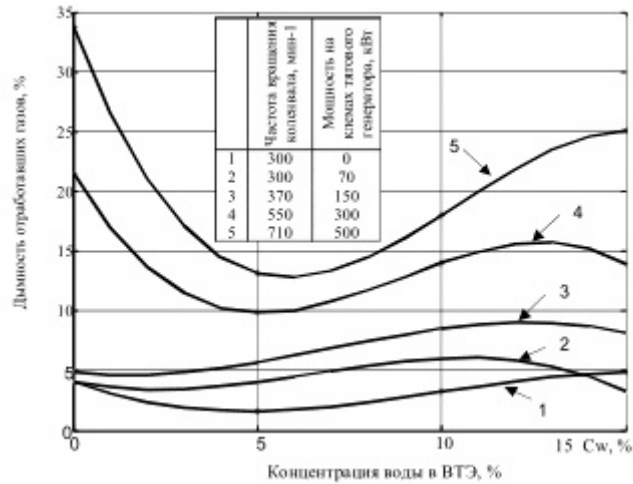


Рис. 1. Зависимость дымности отработавших газов от концентрации воды в ВТЭ при реостатных испытаниях дизеля ПД-1М тепловоза ТЭМ-2

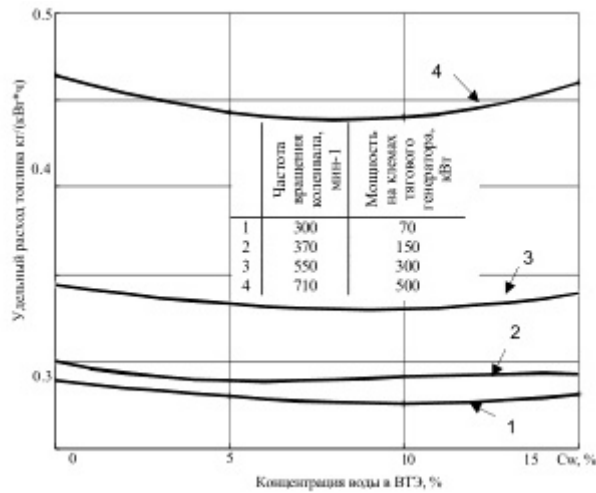


Рис. 2. Зависимость удельного расхода топлива от концентрации воды в ВТЭ при реостатных испытаниях дизеля ПД-1М тепловоза ТЭМ-2

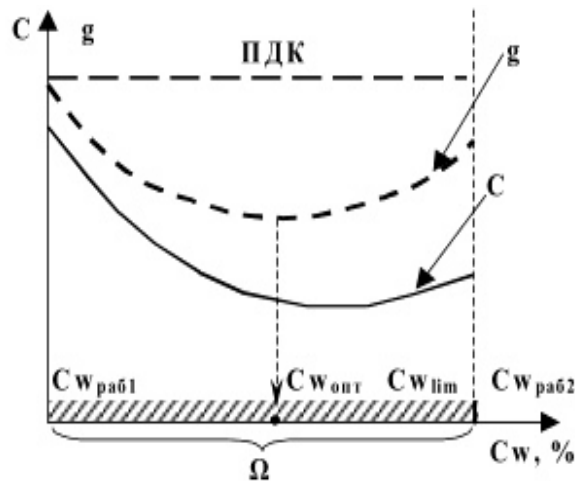


Рис. 3. Показатели токсичности не превышают соответствующих ПДК в диапазоне допустимых C_w . Оптимальная концентрация-точка минимума статической характеристика удельного расхода топлива

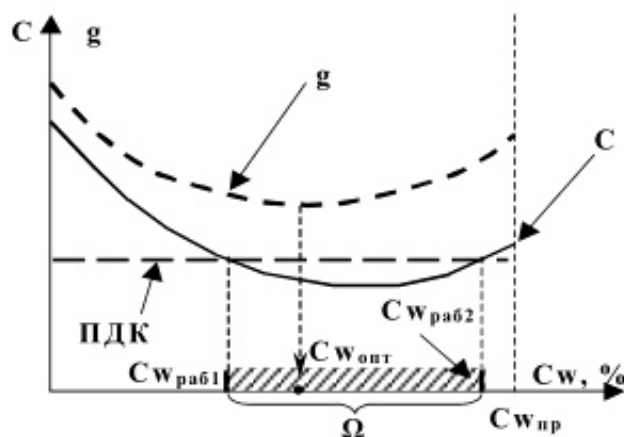


Рис. 4. Показатели токсичности не превышают соответствующих ПДК в некотором интервале изменения C_w , включающем интервал экстремального поведения кривой расхода чистого топлива

Таблица 1. Предельно допустимые концентрации основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Вещество	ПДК, мг/м ³ Максимальная разовая	ПДК, мг/м ³ Среднесуточная
Азота диоксид	0,085	0,04
Азота оксид (II)	0,4	0,06
Оксид углерода	5	3
Сажа	0,15	0,05

— С уменьшением температуры выпускных газов снижается тепло-напряженность деталей цилиндропоршневой группы, скорость загрязнения смазочного масла;

— Снижается токсичность отходящих газов.

К недостаткам водно-топливных эмульсий относят:

— Наличие в составе СЭУ специальной аппаратуры для приготовления эмульсий;

— низкая седиментационная устойчивость (недостаток устраняется при использовании специальных

присадок или поверхностно-активных веществ).

Применение альтернативных топлив в судовых энергетических установках позволит снизить зависимость от нефтяных топлив и повысить экологическую эффективность судов. Использование водно-топливных эмульсий в СЭУ уже является реальностью. В ближайшей перспективе — увеличение доли альтернативных топлив в общем объеме и постепенное замещение ими традиционных на флоте мазута и дизельного топлива.

Литература:

1. Промтов, М. А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика. Монография. — М.: Машиностроение
2. Кормилицын, В. И., Лысков М. Г., Ромакин С. С., Рудаков В. П., Шмырков О. В. Повышение экономичности сжигания топлива в паровых котлах изменением характеристик топливного факела в топке. Энергосбережение и водоподготовка.

Сравнение мультибитных и дельта-сигма-цифроаналоговых преобразователей

Григорьев Павел Валерьевич, магистрант

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Сфера применения ЦАП с каждым годом становится все шире, поскольку они находят использование в различных областях — усилители звука, системы автоматического управления, высокоточные установщики компонентов, устройства отображения, системы распознавания данных, калибровка датчиков и других измерительных устройств, цифровые потенциометры. В настоящее время широкое применения нашли два типа цифро-аналоговых преобразователей: мультибитные, построенные на базе R-2R матрицы и ЦАП-ы с 1-битовым преобразованием, получившим название «дельта-сигма».

Ключевые слова: цифро-аналоговые преобразователи

Comparison of multibit and delta-sigma digital analogue converters

Grigorev P. V.

Bauman MSTU, Moscow, Russia

The scope of the DAC is growing every year because they find use in various areas — sound amplifiers, video processing devices, audio codecs, display devices, data recognition systems, calibration of sensors and other measuring devices, motor control circuits, data distribution systems, Digital potentiometers. Currently, two types of digital-to-analog converters have been widely used: multibit, based on R-2R matrix and DACs with 1-bit conversion, called «delta-sigma».

Keywords: Digital-to-analog converters

1 Описание типов ЦАП

Широкое применение нашли два типа ЦАП: мультибитные и дельта-сигма цифро-аналоговые преобразователи. Говоря о мультибитных ЦАП, будет рассматриваться цифро-аналоговый преобразователь, построенный на матрице резисторов. Так же известный, как ЦАП с взвешиванием токов или ЦАП на базе матрицы R-2R. На рисунке 1 изображена матрица резисторов.

В цифро-аналоговом преобразователе, построенном на матрице резисторов R-2R формируется ряд напряжений, которые отличаются друг от друга в два раза. В конце резистивной цепочки находятся два резистора номиналом 2R, включенных параллельно. В результате их общее сопротивление равно R. При соединении резистора R и параллельного соединения двух резисторов 2R образуется делитель напряжения с коэффициентом деления 2. В результате напряжение на его выходе будет в два раза

меньше напряжения на его входе. Общее сопротивление делителя составляет 2R, так как сопротивления R в нем соединены последовательно. В результате в следующем звене матрицы ситуация аналогичная., поскольку снова образуется параллельное соединение двух резисторов 2R и снова образуется делитель напряжения в два раза. Так как напряжения в узлах матрицы R-2R отличаются друг от друга ровно в два раза, то и ток через резисторы 2R будет отличаться ровно в два раза, то есть подчиняться двоичному закону. Если теперь эти токи подавать или не подавать на вход аналогового сумматора на ОУ в зависимости от входного двоичного числа, то мы получим цифроаналоговый преобразователь.

В основе работы дельта-сигма ЦАП лежит дельта-сигма модуляция. Сигма-дельта модуляция предназначена для аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразований звуковых сигналов. В отличие от импульсно-кодовой модуляции она позволяет использовать

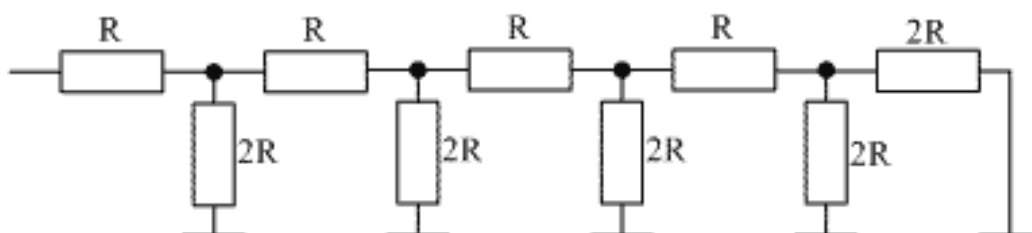


Рис. 1. Матрица резисторов R-2R

при этих операциях достаточно грубые преобразователи с числом разрядов вплоть до одного, обеспечивая при этом отношение сигнал шум до 120...140 дБ. Технология производства ЦАП на основе сигма-дельта модуляции значительно проще и дешевле, поэтому такие преобразо-

ватели широко используются в современных звуковых картах, оптической звукозаписи, цифровых магнитофонах, в измерительной и другой технике. На рисунке 2 изображена функциональная схема 1 бит ЦАП на основе дельта-сигма — модулятора 1 порядка.

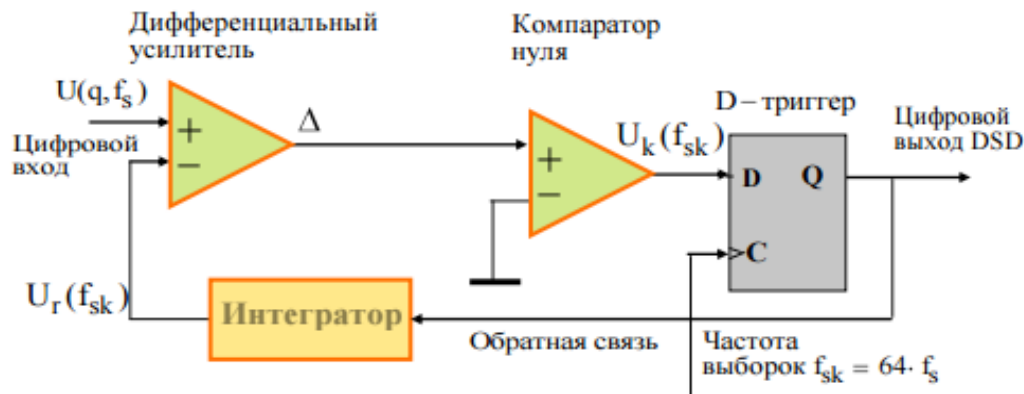


Рис. 2. Функциональная схема 1 бит ЦАП на основе дельта-сигма — модулятора 1 порядка

2. Переходные процессы микросхем цифро-аналоговых преобразователей

Хорошо спроектированная система должна не только быть устойчивой и поддерживать заданную точность в установившемся режиме, но и плавно переходить на новый режим при изменении заданного значения выхода (*уставки*). Качество переходных процессов обычно оценивается по переходной характеристике: один из про-

стейших сигналов — так называемый «единичный скачок» («единичный ступенчатый сигнал»), то есть мгновенное изменение входного сигнала с 0 до 1 в момент $t = 0$. Формально этот сигнал определяется так:

$$1(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 1, & t \geq 0 \end{cases}$$

График единичного ступенчатого сигнала и реакция системы на него показаны на рисунке 3.

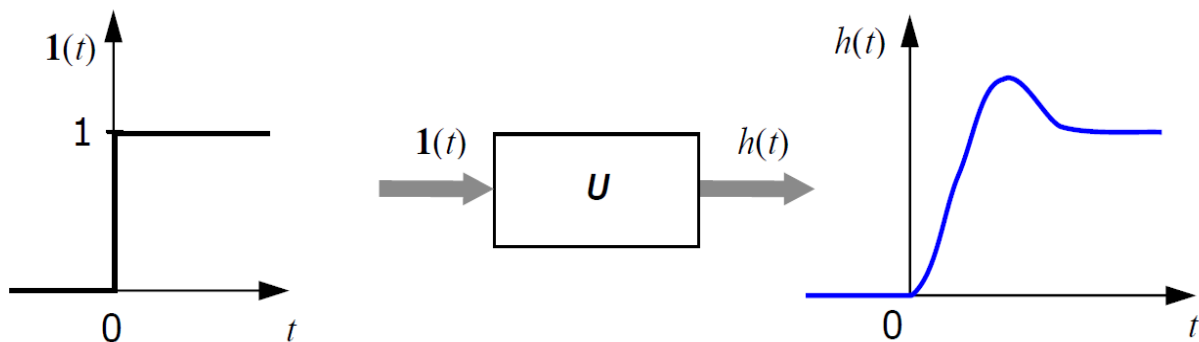


Рис. 3. График единичного ступенчатого сигнала и реакция системы на него

Для тестирования была выбрана дельта-сигма ЦАП РСМ1794, на вход которой был подан прямоугольный импульс. На рисунке 4 представлена выходной сигнал микросхемы ЦАП, на котором отчетливо видно отличие формы сигнала, снятого с выхода микросхемы ЦАП, от прямоугольного импульса.

На рисунке 5 показан меандр частотой 1 кГц, который подается на входы дельта-сигма ЦАП РСМ1794 и мультибитной ЦАП РСМ1704. По причине цифровой фильтрации внутри РСМ1794 его переходной процесс носит

колебательный характер. Переходной процесс микросхемы ЦАП РСМ1704 так же слегка колебательный, но колебания есть только после завершения фронта, и обусловлены выходным аналоговым фильтром.

Выводы

Одной из самых важных характеристик цифро-аналогового преобразователя является переходная характеристика т. е. реакция на изменение входного сигнала от нуля до единицы за короткий промежуток времени. По характеру монотонности переходной характеристики

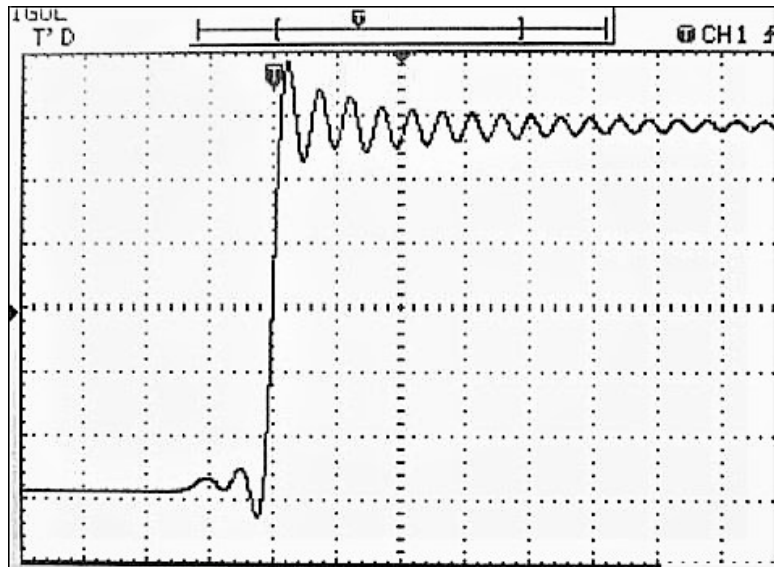


Рис. 4. Реакции дельта-сигмы ЦАП РСМ1794 на единичный ступенчатый сигнал

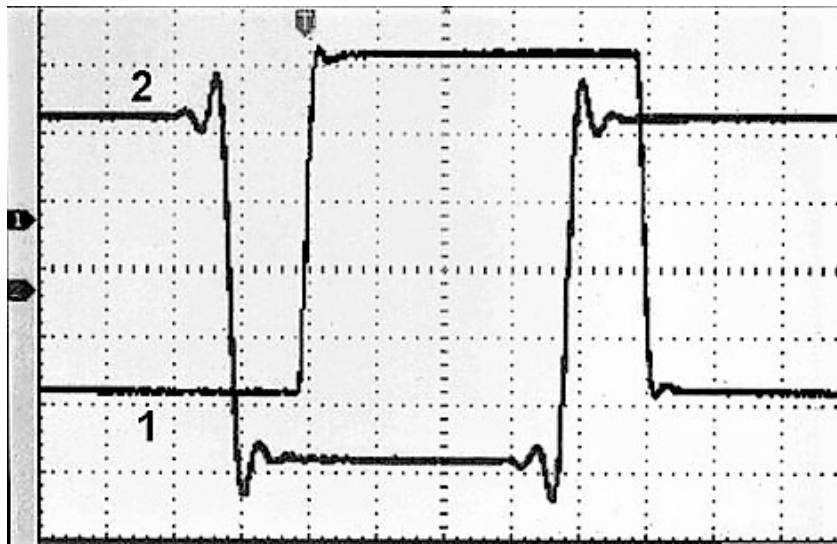


Рис. 5. 1) Реакции мультибитной ЦАП РСМ1704 на меандр частотой 1 кГц; 2) Реакции дельта-сигмы ЦАП РСМ1794 на меандр частотой 1 кГц

можно судить о точности воспроизведения аналогового сигнала.

В силу особенностей принципа работы (соседние отсчеты после применения цифрового фильтра зависят друг от

друга) все дельта-сигма ЦАП имеют колебательную переходную характеристику. В то время как мультибитные ЦАП, без применения дополнительного внешнего (по отношению к ЦАП) цифрового фильтра лишены этого недостатка.

Литература:

1. C. C. Cutler, «Transmission Systems Employing Quantization», U. S. patent 2,927,962 (1960 Mar. 8). Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
2. M. W. Hauser. Principles of Oversampling A/D conversion. J. Audio Eng. Soc. v. 39, 1990.
3. Pervez, M. Aziz. Multi-band Oversampled Noise Shaping Analog to Digital Conversion. A dissertation in Electrical Engineering. University of Pennsylvania, 1996, — 172 p.
4. Pervez, M. Aziz, Henrik V. Sorensen, Jan van der Spiegel. An Overview of Sigma-Delta Converters. IEEE, 1996.
5. Григорьев, П. В., Разработка устройства для преобразования форматов «Универсальный аудио-преобразователь» // Научно-технические системы и интеллектуальные системы — 2017. 2017. № 1. С. 214–219.

Архитектура базы данных для системы средств контроля обучаемых в образовательных учреждениях

Колесников Илья Николаевич, магистрант;
 Финогеев Алексей Германович, доктор технических наук, профессор, преподаватель
 Пензенский государственный университет

В статье рассматриваются вопросы разработки базы данных для комплекса программно-инструментальных средств мониторинга образовательного процесса в школьном учреждении. На начальных этапах разработки любой системы важно правильно спроектировать базу данных. Предлагается вариант архитектуры реляционной базы данных, в которой основные таблицы принадлежат нескольким подсистемам одновременно.

Ключевые слова: информационно-образовательная среда, база данных, контроль образовательного процесса, инструментальный комплекс, клиентская БД, PostgreSQL

Важным этапом разработки подсистемы контроля учащихся является создание базы данных. В Rails обычно используются три вида СУБД: SQLite, MySQL, PostgreSQL. Для системы мониторинга образовательного процесса была разработана системы с использованием СУБД PostgreSQL, т. к. эта современная СУБД ничем не уступает аналогам. Она является самой профессиональной, свободно распространяется и максимально соответствует стандартам SQL. От аналогов PostgreSQL отличается поддержкой востребованного объектно-ориентированного и/или реляционного подхода к базам данных. Например, СУБД обеспечивает полную поддержку надежных транзакций, т. е. атомарность, последовательность, изоляцию, прочность (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability — ACID). Благодаря мощным технологиям PostgreSQL имеет высокую производительность. Параллельность достигается не за счет блокировки операций

чтения, а благодаря реализации управления многовариантным параллелизмом (MVCC), что также обеспечивает соответствие требованиям ACID. PostgreSQL легко расширяется через встроенные процедуры, которые называются **хранимыми процедурами**. Эти функции упрощают использование постоянно повторяемых операций. Хотя PostgreSQL не может похвастаться большой популярностью в отличие от MySQL, существует довольно большое число приложений облегчающих работу с СУБД, что повышает мощность функционала [1].

Разработка структуры базы данных.

На текущий момент времени разработана и настроена база данных для подсистемы «Электронный журнал». Наглядную структуру БД можно вывести с помощью процедуры «railroady». В результате создания моделей сущностей и их связей в среде Ruby on Rails была разработана схема БД (Рис. 1):

Models diagram
 Date: May 02 2017 - 16:01
 Migration version: 20170502084439
 Generated by RailRoady 1.5.2
<http://railroady.prestonlee.com>

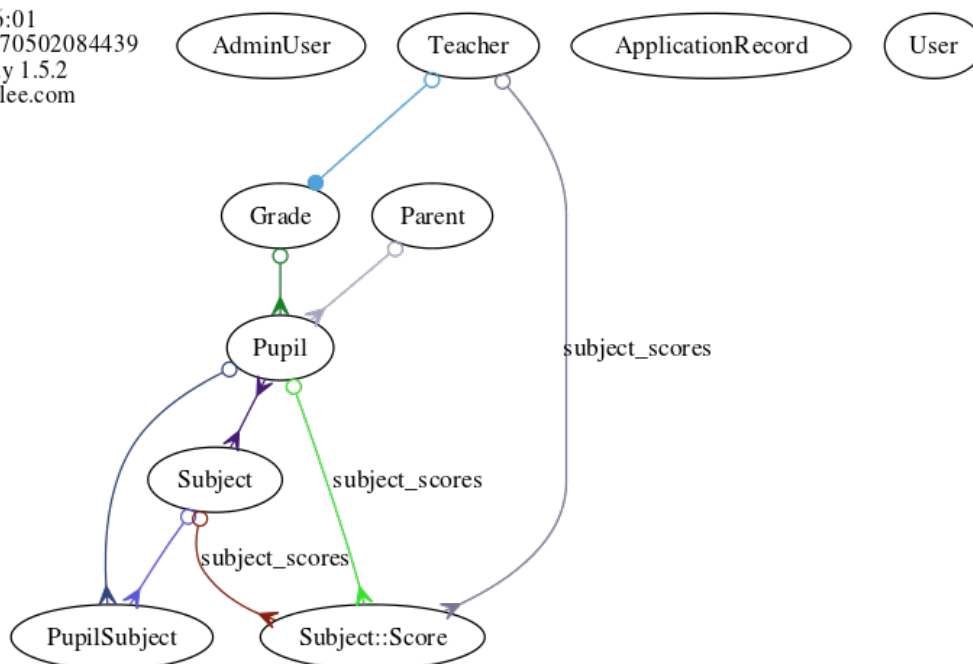


Рис. 1. Логическая схема БД

Models diagram
Date: May 02 2017 - 16:01
Migration version: 20170502084439
Generated by RailRoady 1.5.2
http://railroady.prestonlee.com

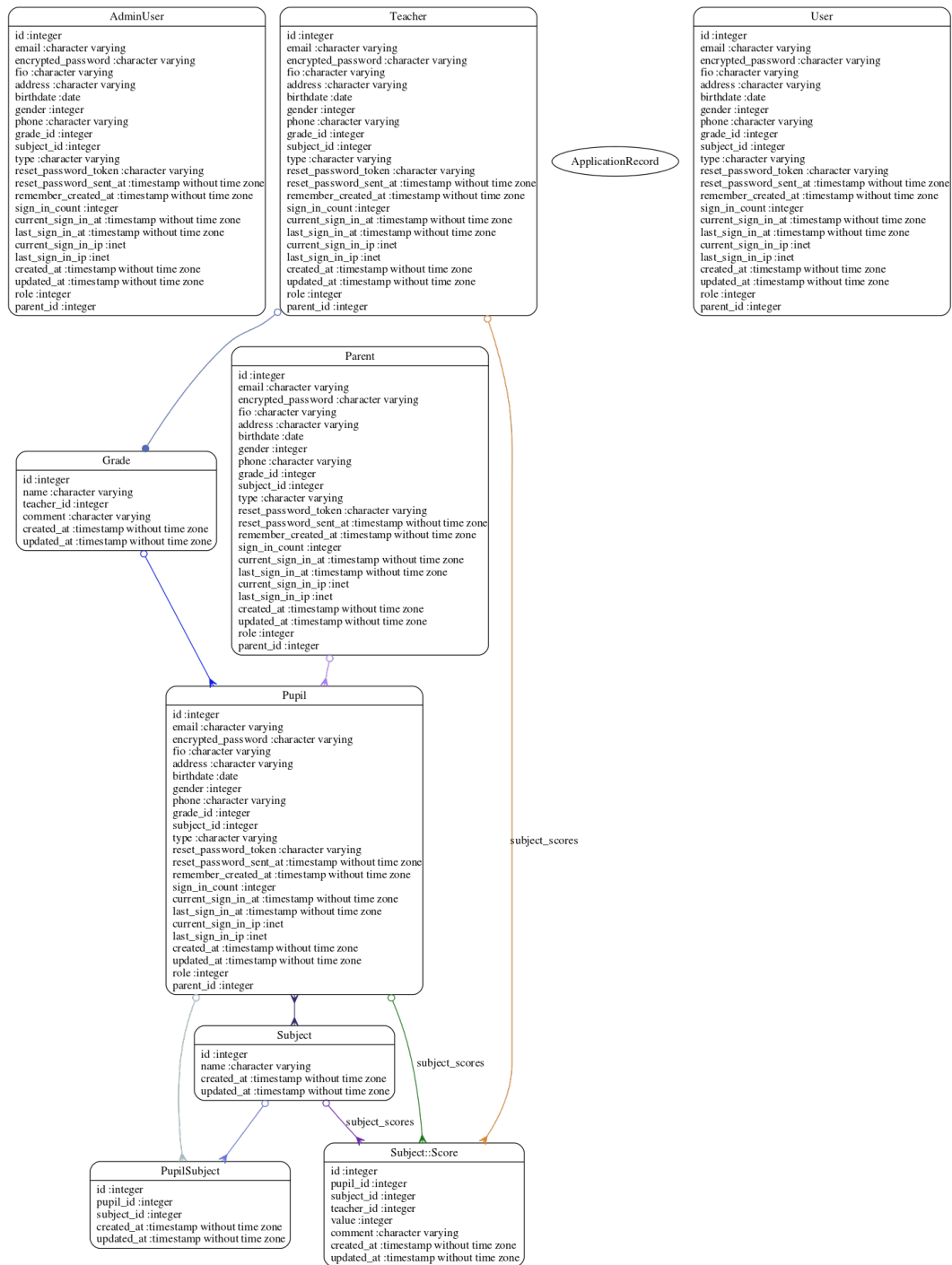


Рис. 2. Фрагмент физической модели БД

Фрагмент физической модели БД представлен на рисунке 2.

Архитектура БД позволяет системе работать с 9 сущностями:

- Администратор (независимая сущность) — содержит учетные данные об администраторе сайта: Электронная почта, Пароль и др. Также в данной группе пользователей планируется назначить одной или нескольким записям наибольшие root-права суперадминистратора;
- Пользователь (независимая сущность) — абстрактный класс, от которого наследуются все пользователи: Ученики, Учителя, Родители;

- Учитель (зависимая сущность) — содержит необходимые данные о пользователях категории учитель;
- Ученик (зависимая сущность) — содержит необходимые данные о пользователях категории ученик;
- Родитель (зависимая сущность) — содержит необходимые данные о пользователях категории родителей;
- Класс (независимая сущность) — содержит необходимые данные о классах пользователей;
- Предмет (независимая сущность) — содержит необходимые данные о обучаемых дисциплинах;
- Ученик-Предмет (зависимая сущность) — связанная таблица, которая содержит соответствие сущ-

ностей Ученик и Предмет, необходимое для простановки оценок;

— Предмет-Оценка (независимая сущность) — содержит данные по выставленным оценкам.

БД в среде Ruby on Rails создается постепенно с помощью миграций. Любое изменение полей таблиц также производится с помощью миграций. Ниже приведено пример миграции при создании таблицы «Классы»:

```
class CreateGrades < ActiveRecord::Migration [5.0]
  def change
    create_table :grades do |t|
      t.string :name
    end
  end
end
```

```
t.integer :teacher_id
t.string :comment
t.timestamps
end
end
end
```

Для подсистемы идентификации предлагается модифицировать таблицу «Пользователи» путем добавления MAC адреса//IMEA идентификатора и IP адреса мобильного средства связи ученика и добавить таблицу «Присутствие»:

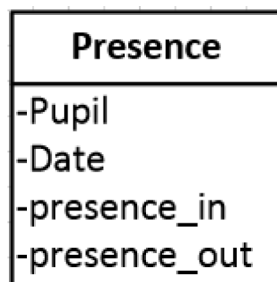


Рис. 3. Таблица «Присутствие» для БД

Данная таблица привязывается через таблицу «Присутствие_Ученик» к таблице «Ученик», для того, чтобы данные таблицы в дальнейшем можно было использовать для различных оповещений и push уведомлений.

Для поддержки работы с платежно-расчетной компонентой системы мониторинга в основную БД интегрированы таблицы (Рис. 4):

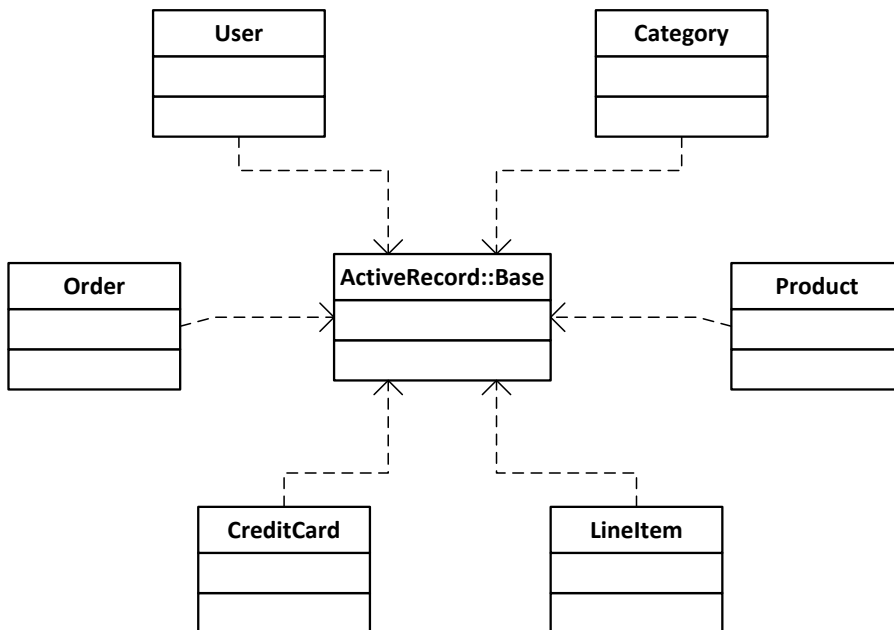


Рис. 4. Таблицы для финансовой компоненты

Таблица с учетными данными пользователей используется в каждой из подсистем. В этом основной смысл процесса интеграции, в рамках которого выполняется объе-

динение разработанных программно-инструментальных средств в единую систему мониторинга.

Литература:

1. devacademy. ru. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://devacademy.ru/posts/sqlite-vs-mysql-vs-postgresql/> (дата обращения: 03.05.2017).
2. guides. rubyonrails. org [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://guides.rubyonrails.org/configuring.html> (дата обращения: 03.05.2017).

Анализ средств для реализации нейронных сетей на языке программирования Java

Крылов Александр Сергеевич, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

В данной статье рассматриваются основные требования к реализации нейронных сетей, описываются возможности языка Java по созданию компонентов нейронных сетей. Также приводится анализ и сравнение уже существующих решений для данного языка и производится выбор технологий для конкретных категорий задач.

Ключевые слова: нейронные сети, Java, Neuroph, Deeplearning4j

В данный момент большую популярность в задачах обработки данных получают нейронные сети. Нейронная сеть представляет собой высокопараллельную динамическую систему с топологией направленного графа, которая может получать выходную информацию путем реакции ее состояния на выходные воздействия [1]. Нейронные сети решают широкий спектр задач: классификация объектов, выявление закономерностей, распознавание образов, прогнозирование, аппроксимация, сжатие данных.

Универсальность и востребованность нейронных сетей порождает задачу их реализации на различных языках программирования с использованием различных стеков технологий, что должно позволить использовать продвинутые технологии в любой сфере от мобильных приложений до серверных. Одним из универсальных языков программирования является Java. На данном языке возможно создавать как ПО для использования в крупных промышленных системах (Java EE), так и приложения для платформы Android.

Для реализации нейронной сети на любом языке программирования требуются несколько составляющих:

- непосредственное описание объектов нейронной сети, таких как нейрон, связь, слой, входы и выходы сети;
- представление в конструкциях языка архитектуры сети: связи между слоями, их количество и тип;
- программные функции, реализующие алгоритмы обучения сети, которые могут позволить задать количество эпох обучения, установить целевую погрешность;
- сохранение и загрузка параметров обученной сети.

При создании приложения можно использовать различные подходы. Первый предполагает кодирование всех узлов нейронной сети и дальнейшее их использование. Второй заключается в использовании готовых библиотек и требует программирования только самой архитектуры сети из ее составляющих. Подробнее рассмотрим каждый из вариантов.

Java является объектно-ориентированным языком. В данном случае каждый элемент нейронной сети может быть отображен в свой класс [2]. В случае кодирования всех узлов без использования библиотек необходимо создать класс для каждого из них. Далее описываются основные узлы, которые необходимо реализовать.

Нейрон — вычислительная единица, которая получает информацию, передает ее дальше и производит над ней простые вычисления. Нейроны можно поделить на три группы: входные, скрытые и выходные [3]. В рамках языка Java возможно организовать абстрактный класс, который описывает нейрон, его входы и выходы, а затем создать наследников, которые будут выполнять роли входных, скрытых и выходных нейронов.

Синапс — связь между нейронами. Синапс описывается всего одним параметром — весом. Данные веса используются при передаче сигнала между нейронами. Логику синапса можно внести в класс нейрона. Таким образом один объект будет одновременно отвечать и за передачу сигнала, и за использование весовых коэффициентов.

Для функционирования нейронной сети необходимо использование **функции активации**, которая нормализует данные, а также фактически является логическим ядром нейрона: она позволяет получить выходные значения сигнала по входному. В реальных нейронных сетях чаще всего используются следующие функции активации:

линейная функция $f(x) = x$;

гиперболический тангенс $f(x) = \frac{e^{2x}-1}{e^{2x}+1}$;

сигмоидная функция $f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$.

Начиная с Java версии 1.8 стало возможно объявлять лямбда-функции. Функции такого вида можно передавать как аргументы другой функции, но, самое главное, они могут являться полем класса. В примере далее показывается объявление простейшей линейной функции.

```
Function<Double, Double> function = (x) —> x;
```

Подобный подход позволяет менять поведение нейрона изменяя одно поле класса. Так как количество функций активации ограничено, задачей становится создать объект-перечисление **enum**, который будет реализовывать каждую из функций и предоставлять к ней доступ.

Нейронные сети зачастую состоят из большого количества слоев. В данном случае достаточной абстракцией является массив или список из нейронов. После создания необходимых нейронов они группируются в такие структуры и формируют архитектуру нейронной сети.

После создания нейронной сети необходимо провести ее обучение. Обучение производится на тренировочных наборах (сетях) — последовательностях данных, которыми может оперировать нейронная сеть. Обработка тренировочного набора может проходить в несколько этапов — эпох. На каждой из эпох нейронная сеть обрабатывает полный набор данных. Целью обучения является снижение ошибки. Ошибка — величина отражающая расхождение между ожидаемыми и полученными результатами. Ошибка вычисляется каждую эпоху и при успешном обучении должна становиться меньше.

Для вычисления ошибки используются различные способы:

— Mean Squared Error (MSE) $\frac{(i_1-a_1)^2+(i_2-a_2)^2+\dots+(i_n-a_n)^2}{n}$;

— Root MSE $\sqrt{\frac{(i_1-a_1)^2+(i_2-a_2)^2+\dots+(i_n-a_n)^2}{n}}$;

— Arctan $\frac{\arctan^2(i_1-a_1)+\dots+\arctan^2(i_n-a_n)}{n}$.

Каждый из способов имеет свои особенности, но при этом они реализуют одинаковую логику: чем ближе выходной вектор к ожидаемому, тем меньше погрешность. Данные функции можно реализовать аналогично функциям активации.

Обучение на различных наборах по эпохам реализуется с помощью цикла **for**. При этом важно учитывать порядок вложенности: нейронная сеть тренируется на полном наборе данных, и только после этого возможен переход к следующей эпохе [4].

```
// Верный подход
for (int i = 0; i < maxEpoch; i++) {
    for (int j = 0; j < trainSetLength; j++) {
        // Обучение сети
    }
}
// Неверный подход
for (int i = 0; i < trainSetLength; i++) {
    for (int j = 0; j < maxEpoch; j++) {
        // Обучение сети
    }
}
```

Программирование всех элементов сети самостоятельно имеет смысл, когда требуется особенное поведение, дополнительная оптимизация, в нейронной сети используется небольшое количество элементов. Подобный подход позволяет уменьшить размер итогового исполняемого файла, так как в него входят только действительно требующиеся структуры и функции, но увеличивает сроки разработки ПО. В случае ограниченности ресурсов времени целесообразно использовать библиотеки. Далее приводится описание основных возможностей **Neuroph** и **Deeplearning4j (DL4J)** — библиотек, позволяющих упростить программирование нейронных сетей.

Neuroph — легковесный фреймворк для языка Java. Он позволяет создавать сети с традиционными архитектурами:

- однослойная нейронная сеть (Adaline);
- перцептрон;

- многослойный перцептрон с обратным распространением;
- сеть Хопфилда;
- сеть Кохонена;
- сеть радиально-базисных функций.

Neuroph состоит из двух компонентов: логики нейронных сетей и графического приложения Neuroph Studio, которое позволяет конфигурировать сеть без написания кода [5]. В графическом режиме требуется выбрать тип сети, ее параметры, задать обучающую выборку. После этого становится доступным просмотр структуры получившейся сети, появляется возможность проверки качества обучения сети.

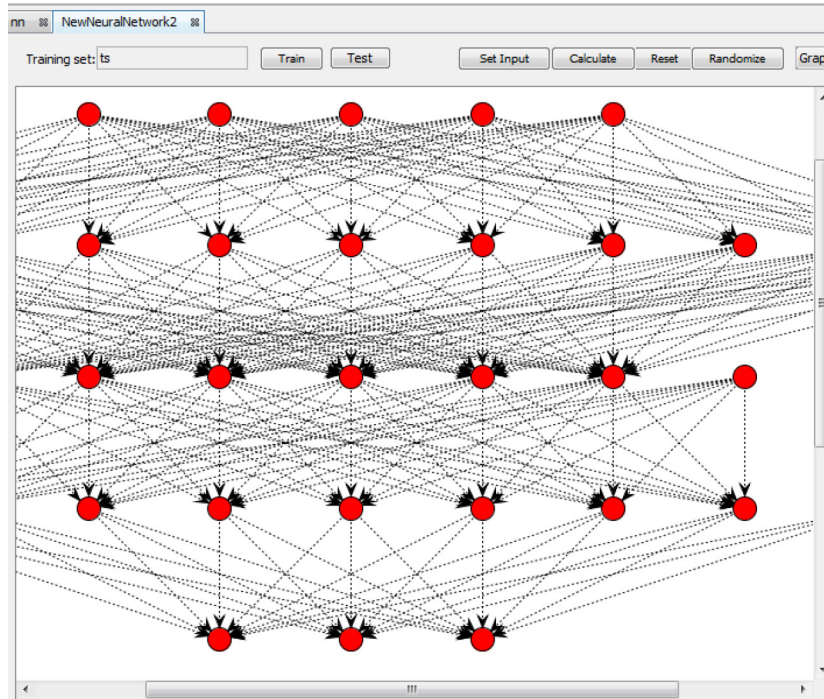


Рис. 1. Представление графа сети в Neuroph Studio

Помимо графического интерфейса программисту предоставляется доступ к классам библиотеки. Конфигурирование сети происходит в объектно-ориентированном стиле. В следующем примере формируется тренировочный набор данных для сети, на котором тренируется сеть, представляющая собой простейший перцептрон с двумя входами и одним выходом.

```
// создание набора для реализации функции логического И
DataSet trainingSet = new DataSet (2, 1);
trainingSet.addRow (new DataSetRow (new double [] {0, 0}, new double [] {0}));
trainingSet.addRow (new DataSetRow (new double [] {0, 1}, new double [] {0}));
trainingSet.addRow (new DataSetRow (new double [] {1, 0}, new double [] {0}));
trainingSet.addRow (new DataSetRow (new double [] {1, 1}, new double [] {1}));
// создание НС типа перцептрон
NeuralNetwork myPerceptron = new Perceptron (2, 1);
// обучение на наборе
myPerceptron.learn (trainingSet);
// сохранение обученной сети в файл
myPerceptron.save («mySamplePerceptron.nnet»);
```

Использование Neuroph Studio может упростить обучение теории нейронных сетей, а библиотека Neuroph позволяет легко конфигурировать требуемую архитектуру сети. Данную библиотеку можно расширять за счет добавления новых типов сетей и способов обучения.

DeepLearning4j — библиотека, реализующая глубокое обучение. **Глубокое обучение** — отдельный класс задач, в который входит, например, распознавание образов на изображениях. Для глубокого обучения требуется больше вычислительных ресурсов, чем для классических нейронных сетей. В отличие от Neuroph сложные вычисления в DL4J осущест-

вляются отдельным модулем, который работает вне зависимости от JVM, что позволяет ускорить работу библиотеки. Вычисления могут также производиться на распределенных ресурсах и на графических ускорителях [6].

DL4J позволяет создавать сверточные нейронные сети, что важно при обработке изображений. Все конфигурирование производится с помощью программного кода. В следующем примере показано определение сети LeNet. LeNet — это классическая сверточная сеть, которая состоит из 5 слоев.

```
MultiLayerConfiguration conf = new NeuralNetConfiguration.Builder ()
    .layer (1, maxPool («maxpool1», new int [] {2,2}))
    .layer (2, conv5x5 («cnn2», 100, new int [] {5, 5}, new int [] {1, 1}, 0))
    .layer (3, maxPool («maxpool2», new int [] {2,2}))
    .layer (4, new DenseLayer.Builder (). nOut (500).build ())
    .layer (5, new OutputLayer.Builder (LossFunctions.LossFunction.NEGATIVELOGLIKELIHOOD)
    .nOut (numLabels)
    .activation (Activation.SOFTMAX)
    .build ())
    .backprop (true). pretrain (false)
    .setInputType (InputType.convolutional (height, width, channels))
    .build ();
```

DL4J использует сверточные, полносвязные и пулинговые слои, что позволяет реализовать практически любую архитектуру нейронной сети для глубокого обучения.

В данной статье были проанализированы три подхода к реализации нейронных сетей. Каждый из подходов имеет свои преимущества и сферы применения. Программирование с нуля хорошо ложится на объектную модель и позволяет учесть особенности конкретной сети, чтобы использовать только те элементы, которые необходимы. Neuroph представляет графический интерфейс и упрощает создание архитектуры сети, давая возможность реализовать большинство известных типов нейронных сетей. Deeplearning4j позволяет решать задачи глубокого обучения, а также оптимизирует вычисления за счет использования распределенных ресурсов. Основой для выбора подхода является задача, которую необходимо решить.

Литература:

1. Галушкин, А. И. Нейронные сети: Основы теории. — М.: Горячая Линия — Телеком, 2012. — 496 с.
2. Васильев, А. Н. Java. Объектно-ориентированное программирование. — СПб.: Питер, 2011. — 400 с.
3. Тархов, Д. А. Нейросетевые модели и алгоритмы. Справочник. — М.: Радиотехника, 2014. — 352 с.
4. Рашитов, Э. Э., Стоякова К. Л., Ибраев Р. Р. Модель математической нейронной сети // Молодой ученый. — 2017. — № 15 (149). — С. 77–80.
5. Documentation // Java Neural Network Framework Neuroph. URL: <http://neuroph.sourceforge.net/documentation.html> (дата обращения: 25.04.2017).
6. Deeplearning4j: Open-source, Distributed Deep Learning for the JVM // Deep Learning for Java. URL: <https://deeplearning4j.org/> (дата обращения: 22.04.2017).

Применение ВВК 300/600 в системе пневмотранспорта цемента

Курицин Илья, студент;

Научный руководитель: Сергеев В. Н., кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

В статье представлено описание модернизации откачной системы пневмовакuumного разгрузчика ПВР-15 с увеличением его производительности с 15 до 30 тонн в час по цементу. При этом диаметр сечения всех трубопроводов остается постоянным. Произведен расчет системы пневмотранспорта с различным расположением заборного сопла и различных схем установки вихревой машины. Представлено краткое описание вихревых машин и целесообразность их использования в системе пневмотранспорта. Рассмотрена возможность использования отечественной машины ВВК 300/600 в данном пневмовакuumном разгрузчике. При расчете рассматривались различные варианты установки вихревых машин и установки дополнительных пнев-

мокамерных питателей. По полученным данным был выбран наиболее рациональный вариант модернизации пневмовакуумного разгрузчика ПВР-15 до производительности 30 т/час.

Ключевые слова: пневмотранспорт, нагнетатель, пневмокамерный питатель, цемент, разгрузка

Keywords: Pneumatic transport, compressor, pneumatic feeder, cement, unloading.

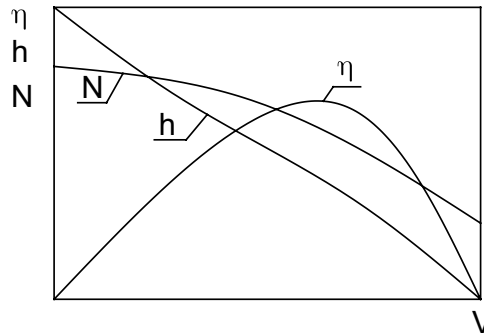


Рис. 1. Типичные характеристики вихревой ступени

Вихревые компрессорные машины обладают рядом отличительных свойств от других машин. Они совместили в себе как особенности машин динамического действия, а именно: надежность, длительный срок службы, безопасность, сухая проточная часть, так и особенности машин объемного действия: способность выдавать большие напоры при малых расходах. Вихревые машины просты по своей конструкции, а значит и дешевы в изготовлении. Безусловным плюсом этих машин является отсутствие явления помпажа, свойственное для центробежных машин. Ввиду этого наибольшее распространение вихревые агрегаты получили в системах пневмотранспорта сыпучих смесей, где часто бывают завалы на линии, при которых давление в системе резко возрастает. [4–10] На характеристике напора, представленной на рис. 1 [2], мы видим, что при увеличении сопротивления сети, машина реагирует резким ростом создаваемого напора, что способствует проталкиванию завала.

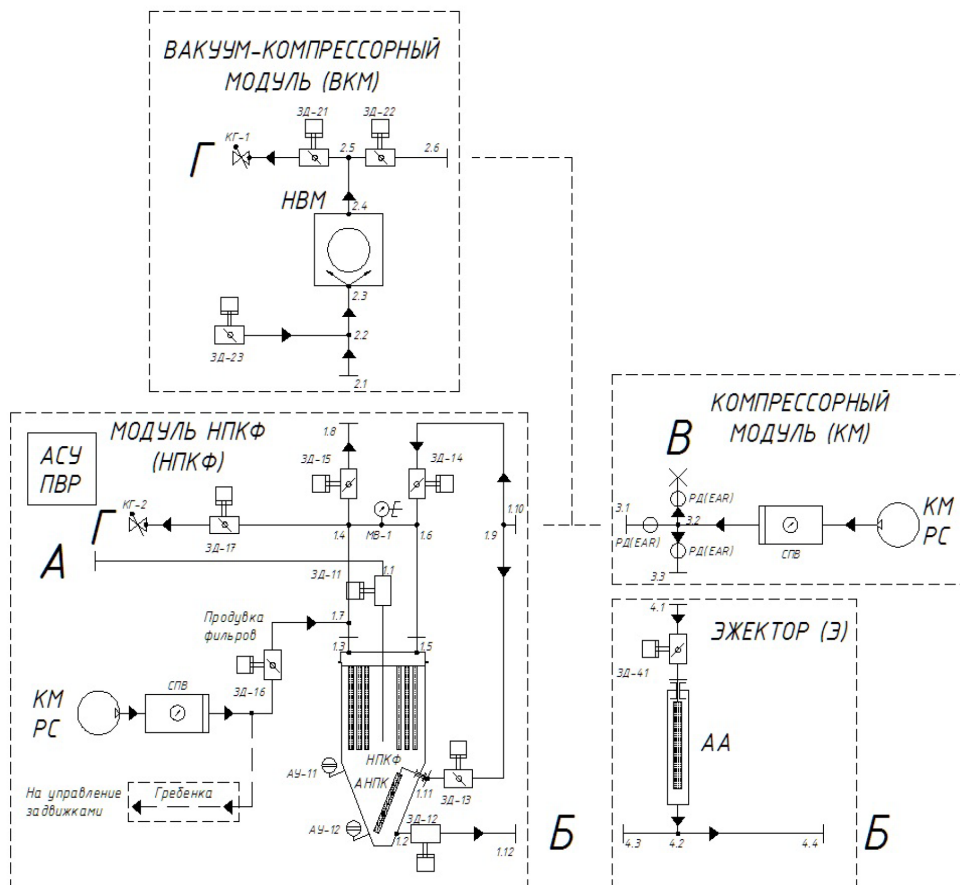


Рис. 2. Схема пневмовакуумного разгрузчика ПВР-15

Для более наглядного представления работы вихревых машин в системе пневмотранспорта, рассмотрим отечественную машину ВВК 300/600 в пневмовакуумном разгрузчике ПВР-15 Рис. 2 с производительностью 15 т/час и проверим возможность увеличения производительности разгрузчика до 30 т/час. При этом рассмотрим несколько вариантов, наглядно приведенных в табл. 1.

Таблица 1. Варианты схем установки

№	Схема	Описание схемы
1		Верхняя загрузка. Машина на 30 т/час работает непрерывно на два пневмокамерных питателя.
2		Нижняя загрузка. Машина на 30 т/час работает непрерывно на два пневмокамерных питателя.
3		Нижняя загрузка. Машина на 60 т/час работает циклично на один пневмокамерный питатель.
4		Нижняя загрузка. Две машины на 30 т/час, соединенные последовательно, работают на один пневмокамерный питатель.

Расчет линии пневмотранспорта проводим по методике, приведенной в [1], [2], [3], для двух случаев:

- верхней загрузки (Табл. 1, вариант 1) — заборное сопло располагается сверху разгружаемой емкости;
- нижней загрузки (Табл. 1, варианты 2–4) — когда заборное сопло находится снизу емкости разгрузки.

Вариант 1. Верхняя загрузка (Рис. 3). Машина на 30 т/час, непрерывно работающая на два пневмокамерных питателя.

Пневмокамерный питатель — промежуточная емкость, в которую из пункта разгрузки помещается сыпучая смесь и из которой далее транспортируется потребителю.

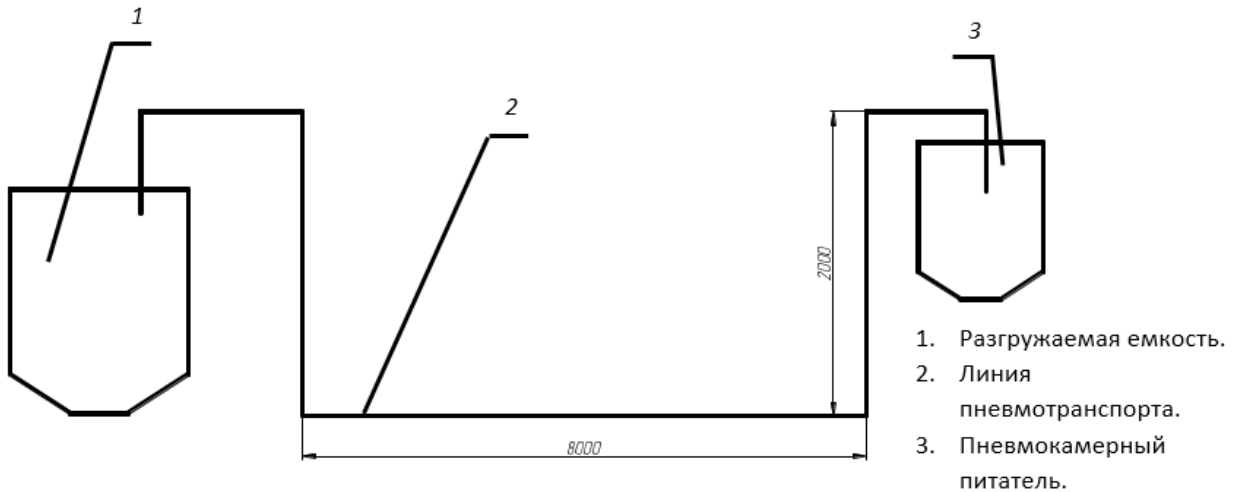


Рис. 3. Схема верхней загрузки

Приведенная длина транспортирования:

$$L_{np} = (\Sigma L_2 + \Sigma L_6 + \Sigma L_{эк} + \Sigma L_{эн}) K,$$

где

ΣL_2 - сумма длин горизонтальных участков

ΣL_6 - сумма длин вертикальных участков

$\Sigma L_{эк}$ - сумма длин эквивалентных коленам

$\Sigma L_{эн}$ - сумма длин переключателям трубопровода

K - коэффициент

Приведенная длина транспортирования $L_{np} = (2 + 8 + 2 + 4.5)1.3 = 41.6$

Принимаю $L_{np} = 42$ м, ввиду того, что данный параметр выполнен в готовой установке.

Скорость транспортирующего воздуха на впуске

$$v_n = \alpha \sqrt{\gamma_m} + BL_{np}^2$$

Коэффициент, учитывающий крупность частиц $\alpha = 12$

Удельный вес частиц груза $\gamma_m = 3.2$

Коэффициент B для цемента $B = 3 \cdot 10^{-5}$

$$v_n = 12\sqrt{3.2} + 3 \cdot 10^{-5} \cdot 42^2 = 21.519 \text{ м/с}$$

Весовая концентрация смеси

Определяется из опытной кривой зависимости

$$\mu = 25 \text{ кг/кг}$$

Внутренний диаметр трубопровода

$$d_m = \sqrt{\frac{Q}{3.4 \cdot v_6 \cdot \mu}} = \sqrt{\frac{30}{3.4 \cdot 21.5 \cdot 25}} = 0.128 \text{ м.}$$

Принимаю $d_m = 0.125$ м, т. к. это стандартное сечение трубы.

Потребный расход воздуха

$$V = \frac{\pi \cdot d_m^2}{4} \cdot v_6 = \frac{\pi \cdot 0.125^2}{4} \cdot 21.5 = 0.264 \text{ м}^3/\text{с}$$

Потребное давление воздуха в начальной точке транспортного трубопровода

$$p_n = \sqrt{1 - \frac{1.5 \cdot 10^{-7} \cdot 25 \cdot 42 \cdot 21.5^2}{0.125} - \frac{2 \cdot 1.9 \cdot 25}{10^4}} = 0.637 \text{ атм}$$

Потребная производительность компрессора

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v_g \cdot \zeta \cdot 60$$

Коэффициент, учитывающий неплотности в системе трубопроводов $\zeta = 1.1$

$$V = \frac{\pi \cdot 0.125^2}{4} \cdot 21.5 \cdot 1.1 \cdot 60 = 17.405 \text{ м}^3/\text{с}$$

Степень повышения давления

$$\pi = \frac{1}{p_n} = 1.571$$

Параметры нагнетателя, требуемые для разгрузки 30 т/час

$$V = 17.405 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$p_n = 0.637 \text{ атм}$$

$$\pi = 1.571$$

По результатам расчетов, машина ВВК 300/600 может обеспечить требуемые параметры при непрерывной работе на разгрузке цемента 30 т/час.

Вариант 2. Нижняя загрузка (Рис. 4). Машина на 30 т/час, непрерывно работающая на два пневмокамерных питателя.

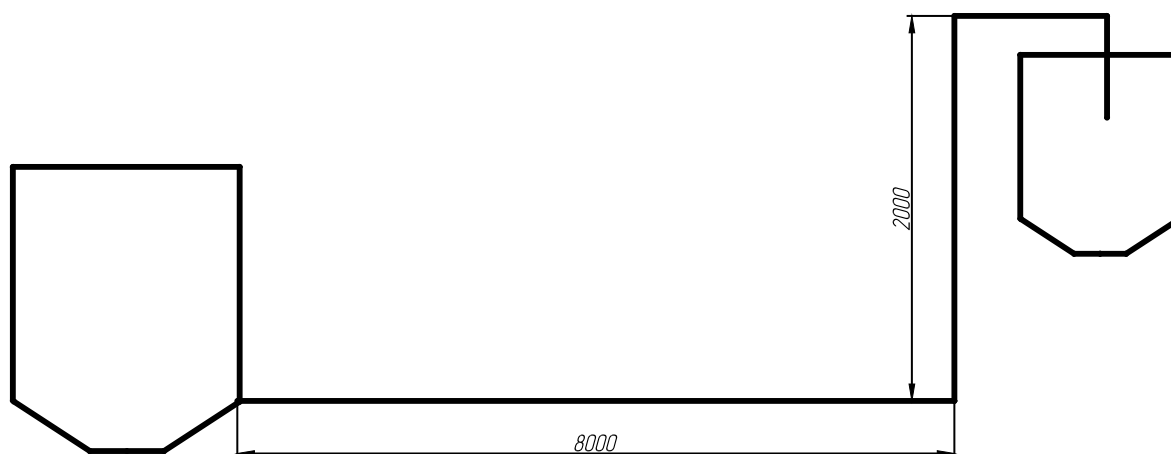


Рис. 4. Схема нижней загрузки

Расчет велся по методике, представленной в варианте 1.

Параметры нагнетателя, требуемые для разгрузки 30 т/час

$$V = 17.405 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$p_n = 0.799 \text{ атм}$$

$$\pi = 1.252$$

По результатам расчетов, машина ВВК 300/600 может обеспечить требуемые параметры при непрерывной работе на разгрузке цемента 30 т/час. Сравнив результаты первого и второго вариантов, наиболее выгодно, с точки зрения энергозатрат, использовать нижнюю систему разгрузки, ввиду меньшей загруженности машины.

Для проверки экономичности проведем расчет схемы с установкой машины, работающей на один пневмокамерный питатель. В этом случае, машина должна обеспечить производительность 60 т/час

Вариант 3. Производительность машины 60 т/час, работающей на один пневмокамерный питатель.

Расчет велся по методике, представленной в варианте 1.

Параметры нагнетателя, требуемые для разгрузки 30 т/час

$$V = 17.405 \text{ м}^3/\text{с}$$

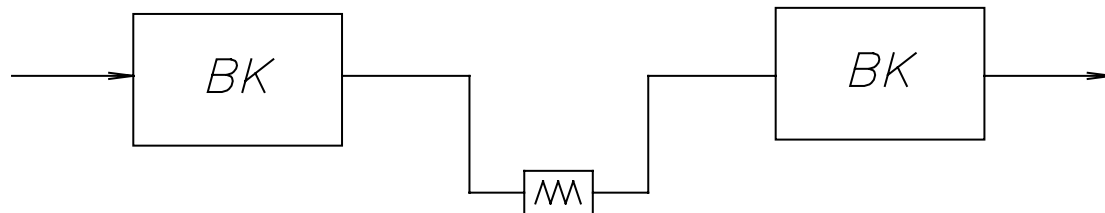
$$p_n = 0.535 \text{ атм}$$

$$\pi = 1.87$$

Компрессор ВВК 300/600 не сможет обеспечить данные параметры.

Для проверки экономичности проведем расчет схемы с установкой двух последовательно подключенных машин, работающих на один пневмокамерный питатель. В этом случае, расчетная производительность равна 60 т/час.

Вариант 4. Установка двух машин ВВК 300/600, соединенных последовательно и циклично работающих в вакуумном и на один пневмокамерный питатель.



При установке двух машин последовательно, требуемая производительность и нагрузка по давлению будут достаточными, чтобы работать циклично в вакуумном и компрессорном режимах непрерывно, но т. к. степень повышения давления при данном варианте достаточно высока, между машинами необходима установка холодильника, что приведет к дополнительным энергозатратам. Данный вариант экономически неприемлем.

Вывод: Таким образом, рассмотрев возможные варианты, наиболее эффективными являются два:

1. Поставить одну непрерывно работающую машину ВВК 300/600, которая поочередно обеспечивает работу двух параллельно установленных пневмокамерных питателей.
2. Поставить две последовательно соединенные машины ВВК 300/600, работающие на один пневмокамерный питатель.

Сравнивая эти два варианта по экономическим соображениям наиболее выгодным является первый, ввиду того, что для осуществления второго варианта необходима установки дорогостоящего теплообменника и покупка еще одной машины ВВК 300/600. Таким образом, наиболее целесообразно выполнить модернизацию пневмовакуумного разгрузчика ПВР-15 по схеме, приведенной в табл. 1 (вариант²). При этом варианте потребуется установка дополнительного пневмокамерного питателя. Это более рационально, нежели установка еще одной машины и теплообменника. Таким образом, мы получили путь модернизации пневмовакуумного разгрузчика ПВР-15 до производительности 30 т/час.

Литература:

1. Сегаль, И. С. Методика расчета установок пневматического транспорта. — М.: Внииптмаш, 1962. — 131 с.
2. Хмара, В. Н. Теория и расчёт вихревых вакуумных компрессоров. — М.: МВТУ им. Н. Э. Баумана, 1988. — 44 с.
3. Брус, И. Д., Тураев Н. С. Расчет установок пневмотранспорта. Учебно-методические указания к проведению расчетной работы по курсу: «Процессы и аппараты химической технологии». — Томск, ТПУ, 2008. — 23 с.
4. Евтуков, С. А., Шапунов М. Н. Справочник по пневмокомплексам и пневмотранспортному оборудованию под редакцией Шапунова. — СПб.: ООО издательство «ДНК», 2005. — 456 с.
5. Калинушкин, М. П., Коппель М. А., Серяков В. С., Шапунов М. Н. Пневмотранспортное оборудование. Справочник. Л.: Машиностроение, 1986. — 286 с.
6. Малес, А. Я. Пневматический транспорт сыпучих материалов при высоких концентрациях. М. «Машиностроение», 1969. — 177 с.
7. Погрузочно-разгрузочные машины и механизмы. Артемьев А. В., Воскресенский А. А. издательство «Речной транспорт». Москва. 1961. — 410 С.
8. Сергеев, В. Н., Хмара В. Н., Белотелова Л. Н., Радугин М. А., Волошин П. А., Оськин С. А., Исследование ступени вихревого нагнетателя с периферийно-боковым каналом и серповидными лопатками рабочего колеса. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011
9. Сергеев, В. Н., Хмара В. Н., Белотелова Л. Н., Радугин М. А., Волошин П. А., Исследование влияния аэродинамической схемы проточной части вихревой ступени на ее эффективность. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012
10. Сергеев, В. Н., Хмара В. Н., Белотелова Л. Н., Радугин М. А., Волошин П. А., Экспериментальное исследование вихревой ступени с кольцевой заслонкой в зоне нагнетания. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012

Повышение энергоэффективности трубопроводной системы в случае горячей перекачки высоковязких нефтей

Куспанов Аслан Беркутович, магистрант;

Тюрин Анатолий Николаевич, доктор технических наук, профессор;

Чурикова Лариса Алексеевна, кандидат технических наук, доцент

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана (г. Уральск)

Статья посвящена вопросам обоснования решения задачи о повышении энергоэффективности системы «трубопровод — насосная станция» в случае горячей перекачки нефти, дана оценка трубопроводной системы Казахстана, перекачивающих высоковязкие нефти. Авторы предлагают в качестве решения такой задачи — составление математической модели, учитывающую изменение характеристик центробежных насосов, что позволит выполнить поиск совокупности параметров, обеспечивающих энергоэффективный режим транспорта высоковязкой нефти по «горячему» трубопроводу.

Ключевые слова: нефтепровод, высоковязкая нефть, совмещенная характеристика, температура подогрева нефти, изменение характеристик центробежных насосов

Казахстан обладает большими подтвержденными запасами нефти и газа. Для транспортировки углеводородов в республике используется около 10715 км нефте- и газопроводов. Перед страной сегодня стоит ряд нерешенных проблем, связанных с поставкой нефти на внутренний и международный рынки. Проблемы, касающиеся внутреннего рынка, заключаются в том, что основная часть запасов и основные объемы добычи нефти находятся на западе, в то время как ее потребители (крупные города и промышленные центры) находятся на юго-востоке и индустриальном севере. Как следствие советской экономической системы, добываемая на западе нефть транспортируется через Россию транзитом на мировые рынки, а внутренняя потребность на востоке восполняется путем импорта из Сибири. Большинство из существующих трубопроводов были построены несколько десятков лет назад и предназначались для осуществления целей бывшего Советского Союза, а не Казахстана как независимого государства.

В настоящее время по трубопроводной системе транспортируется более 80% всей добываемой в республике нефти. Разветвленная сеть трубопроводов проходит по территории восьми областей Казахстана. Это основные нефтяные маршруты: Узень — Атырау — Самара, Каламкас — Каражанбас — Актау, Жанажол — Кенкияк — Орск, Омск — Павлодар — Шымкент — Чарджоу.

Первый в мире уникальный трансконтинентальный горячий нефтепровод Узень — Атырау — Самара протяженностью 1500 км был построен в 1968–1970 гг. [1, с. 164]. Высоковязкая парафинистая нефть Мангистау, застывающая при температуре (+30) — (+35) °С, поставила инженерную и научную задачу применять при ее транспортировке попутный огневой подогрев [1]. Специальные печи подогрева устанавливались каждые 80–100 км, что позволяло транспортировать нефть даже в холодное время года без добавления разбавителей. Всего было установлено 6 станций подогрева нефти в пунктах Сай-Утес, Опорная, Карманово, Антоново, Сахарный и Барановка.

На сегодняшний день наиболее распространенным видом транспортирования высоковязкой и высокозастывающей нефти является трубопроводный транспорт. Железнодорожный и морской способ транспортировки применяется значительно реже, обусловленных наличием технологических ограничений, связанных с высокой температурой застывания нефти и необходимостью применения усиленной изоляции или подогрева технологических емкостей.

Осложнения при трубопроводном транспорте высоковязкой и высокозастывающей нефти связаны с существенной зависимостью вязкости от температуры. Вместе с тем, при некоторых температурах возможно выпадение твердых фракций, а также застывание нефти в трубопроводе, приводящее к полной остановке перекачки и значительным затратам на ее возобновление.

Перекачка нефтей при высоких температурах подчиняется законам Ньютона и соответственно являются ньютоновскими жидкостями, при перекачке которых коэффициент динамической вязкости не зависит от характеристик движения. С понижением температуры у нефти ряда месторождений проявляются свойства вязкопластичности [1]. К месторождениям, нефть которых проявляет похожие аномальные свойства, можно отнести следующие: Узень, Жетыбай, Тенгиз, Кумколь, Карачаганак, Мангышлак.

Из-за значительного различия в составах и свойствах сырой нефти вышеперечисленных месторождений трудно дать конкретные рекомендации по созданию и выбору реологической модели, которая была бы целесообразной для широкой группы углеводородов. Только на основе исследования реологических свойств конкретных типов нефти можно получить ее характеристики, необходимые для инженерных расчетов [2].

На территории Республики Казахстан действует ряд неизотермических магистральных трубопроводов, перекачивающих высоковязкие и высокозастывающие нефти. На таких нефтепроводах применяются различные технологии перекачки — например, на нефтепроводе Кумколь-Каракоин-Шымкет для улучшения реологических свойств применяются депрессорные присадки, а на нефтепроводе Узень-Атырау-Самара используются печи для нагрева нефти, осуществляющие технологию «горячей» перекачки.

В зимнее время, особенно в периоды аномальных заморозков, температура в нефтепроводе может значительно снижаться. Такая ситуация может привести к значительному увеличению гидравлического сопротивления, остановке перекачки и «застыванию» трубопровода.

В таком режиме эксплуатируется нефтепровод Кумколь-Каракоин, перекачка по которому зимой останавливается на 2–3 месяца, несмотря на добавление депрессорных присадок, позволяющих повысить транспортабельность перекачиваемой нефти.

Магистральный нефтепровод Узень-Атырау-Самара в зимний период времени работает на пределе возможностей, поскольку модернизация парка насосно-силового оборудования, проводимая с целью увеличения напора и производительности перекачки, ограничена предельным напором самого трубопровода.

Условно к высоковязким нефтям можно отнести нефти с вязкостью более 2 Ст, а к высокозастывающим с температурой застывания $t_z > 0^\circ\text{C}$. Для перекачки высоковязких и высокозастывающих нефтей применяются методы, предусматривающие специальные технологии, основанные на этих особенностях (рис. 1). Основным методом транспорта высоковязких и высокозастывающих нефтей является транспорт нефти с подогревом — «горячая» перекачка нефти. Особенностью работы «горячего» нефтепровода является переменная температура по длине участка между тепловыми станциями. Температура нефти в трубе меняется вследствие теплообмена с окружающей средой и попутным подогревом за счет тепла трения потока и скрытой теплоты кристаллизации потока.

Необходимо отметить, что тепловой расчет «горячего» нефтепровода довольно сложен, зависящий от многих факторов эксплуатации трубопровода, от реологических свойств нефти. Вследствие чего в процессе эксплуатации нефтепровода приходится в оперативном порядке корректировать технологический процесс перекачки нефти и регулировать тепловой режим работы нефтепровода.



Рис. 1. Классификация методов перекачки высоковязкой нефти

Оптимизировать систему «трубопровод — насосная станция» с целью исследования процесса увеличения энергоэффективности транспорта нефти с подогревом представляет актуальную научно-техническую задачу. Решая такого рода задачу, следует выделить критерий оптимальности. В зависимости от решаемой технико-экономической задачи определяется выбор того или иного критерия оптимальности.

Принято разделять критерии оптимальности на две группы [2]:

- 1) гидродинамические;
- 2) технико-экономические.

К гидродинамическим относят критерии оптимальности, связанные с минимумом потерь на трение, максимальной производительностью трубопровода, минимумом затрат мощности на перекачку и т. д.

К технико-экономическим относят критерии, предполагающие организацию транспорта нефти с минимальными стоимостными затратами на перекачку или с максимальной выгодой, полученной от перекачки нефти.

Критерий оптимальности следует выбирать в зависимости от сложившихся условий перекачки, от требований, возникших в процессе эксплуатации трубопроводов, от технологических ограничений перекачки нефти [2].

В том случае, когда проводится перекачка с подогревом, в качестве критерия оптимальности принято использовать минимум общих эксплуатационных затрат на перекачку и подогрев [3]:

$$S = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H \cdot \frac{\sigma_m}{\eta_m} + Q \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_n - T_k) \cdot \frac{\sigma_m}{\eta_m} \Rightarrow \min. \quad (1)$$

В качестве критериев оптимальности также могут быть использованы:

максимальное КПД теплового оборудования: $\eta_m \Rightarrow \max$

максимальное КПД насосного оборудования: $\eta_n \Rightarrow \max$.

минимум затрат на работу насосного оборудования:

$$Q \cdot \rho \cdot g \cdot H \cdot \frac{\sigma_m}{\eta_m} \Rightarrow \min. \quad (2)$$

В настоящее время расчеты оптимизации «горячей» перекачки ведутся при фиксированном расходе (обобщенный принцип Яблонского), что невозможно на практике при использовании центробежных насосов и регулировании температуры перекачиваемой нефти [4, 5]. Рассматривая систему «трубопровод — насосная станция», рабочая точка будет определяться исходя из уравнения баланса напоров. Так как гидравлические характеристики нефтепровода и нефтеперекачивающей станции зависят от начальной температуры подогрева нефти, рабочая точка будет изменять свое положение на графике при изменении начальной температуры подогрева (рисунок 2).

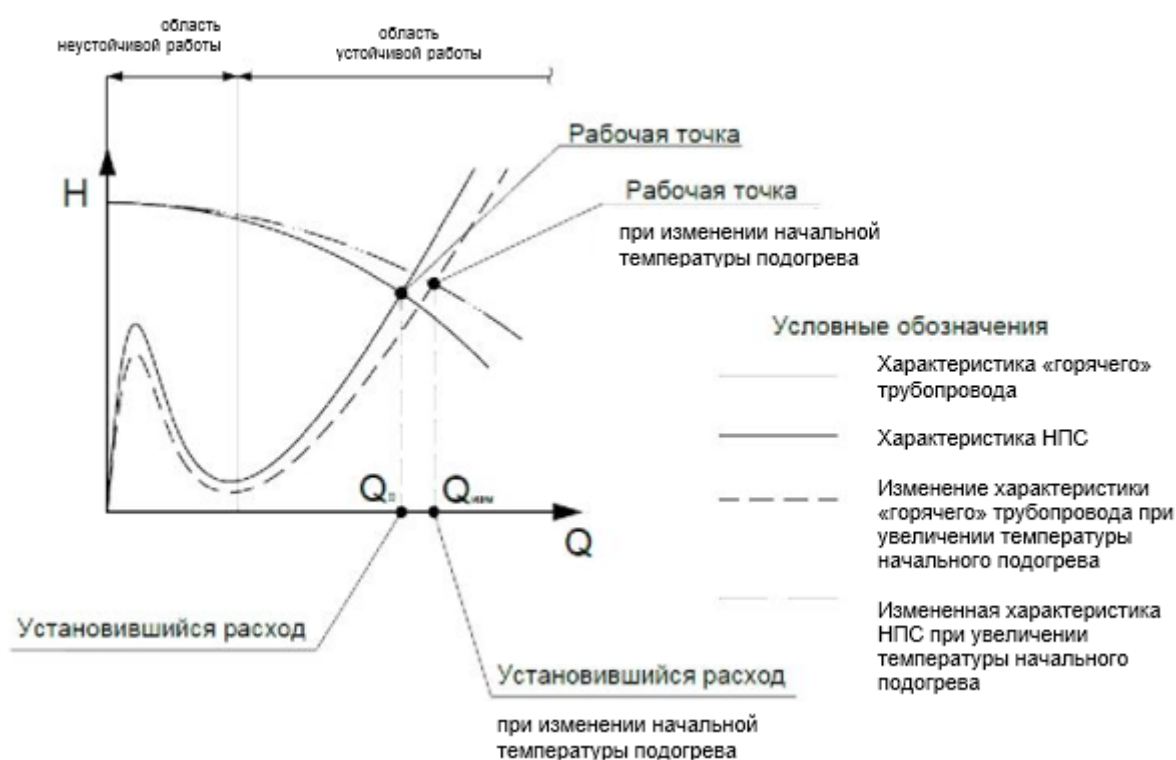


Рис. 2. Совмещенная характеристика «трубопровод — насосная станция»

Таким образом, для решения задачи о повышении энергоэффективности системы «трубопровод — насосная станция» в случае горячей перекачки необходимо составить математическую модель учитывающую изменение характеристик центробежных насосов, а затем провести поиск оптимальных параметров, обеспечивающих энергоэффективный режим транспорта высоковязкой нефти по «горячему» трубопроводу.

Литература:

1. Тугунов, П.И. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: Учебное пособие для вузов / П.И. Тугунов, В.Ф. Новоселов, А.А. Коршак, А.М. Шаммазов. — Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2002. — 658 с.

2. Марон, В.И. Гидродинамика и однофазных и многофазных потоков в трубопроводе: учебное пособие / В.И. Марон. — М.: МАКС Пресс, 2009. — 344 с.
3. Гаррис, Н.А. Расчет эксплуатационных режимов магистральных неизотермических нефтепродуктопроводов с применением динамических характеристик [Электронный ресурс] / Н.А. Гаррис, Ю.О. Гаррис // Нефтегазовое дело. — 2003. — № 2. — Режим доступа: http://www.ogbus.ru/authors/Garris/Garris_3.pdf.
4. Пшенин, В.В. Выбор оптимальной температуры подогрева при «горячей» перекачке нефти и нефтепродуктов / В.И. Климко, В.В. Пшенин // ГИАБ. — 2013. — № 8. — с. 338–342.
5. Пшенин, В.В. Критериальные уравнения для числа Нуссельта при трубопроводном транспорте нефти и нефтепродуктов с использованием подогрева / В.И. Климко, В.В. Пшенин // Трубопроводный транспорт: теория и практика. — 2013. — № 3. — с. 36–37.

Использование гиперграфовой базы данных HypergraphDB для работы со словарями WordNet

Лопатин Илья Сергеевич, магистрант

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

В данной статье рассматриваются ключевые аспекты работы с лингвистической моделью WordNet внутри графовой базы данных HypergraphDB.

Ключевые слова: база данных (database), HypergraphDB, гиперграф (hypergraph), лингвистическая модель WordNet

Реляционные базы данных уже долгое время занимают доминирующее положение в современном информационном мире. Реляционные базы просты в использовании, имеют ясный, стандартизированный вид и во многих случаях обеспечивают хорошую скорость работы. Однако при большом количестве связей между таблицами, приходится применять все больше уровней вложенности, используя конструкции SELECT...JOIN..., а также, в классическом варианте отношения многие-ко-многим, создавать промежуточную таблицу. При большом объеме данных и уровне вложенности производительность запроса резко падает.

Именно поэтому, все чаще стали применяться так называемые графовые БД. Основной отличительной особенностью графовых баз данных является их уникальная модель данных, которая позволяет хранить объекты и связи в качестве узлов и связующих их ребер. Это позволяет получить хорошую скорость обработки запроса при емких запросах.

Однако, для выполнения простых запросов графовые базы данных не подходят, так как проигрывают реляционным. Именно поэтому, перед тем как сделать выбор в пользу таких БД, нужно ясно представлять архитектуру разрабатываемого проекта.

Большинство людей с легкостью могут привести пример применения графовых баз данных. Первое, что приходит на ум — социальные сети. И это действительно один из самых распространенных случаев применения, поскольку связи между людьми представляют собой граф.

Однако есть и другой яркий пример применения графовых бд — обработка естественного языка. В данной области активно применяется лингвистическая модель WordNet (WN), разработанная Принстонским университетом в 1985 г.

Не вдаваясь в подробности можно сказать, что WN это множество английских слов, связанных различными видами отношений, такими как синонимия, гипонимия, меронимия и т. д. Уже из этого краткого определения, видно, что применение реляционной базы данных в рамках работы с WN, будет неэффективным.

В случае с WN следует отдать предпочтение графовой БД. Однако таких баз данных не мало (FlockDB, Graph, Neo4j и др). Какую из них стоит выбрать?

Поскольку модель WN представляет собой не просто набор слов и их значений, а многочисленные иерархические списки слов и связей, то для ее эффективного применения необходима база данных, в основе которой лежит математическое понятие графа и его разновидностей, в частности — гиперграф (мультиграф). В 2010 году компанией Kobrix Software была разработана подобная база данных, которая получила соответствующее название HypergraphDB.

В данной статье будет рассказано о базовых возможностях применения HypergraphDB для работы с WN.

Подготовка рабочего места.

Поскольку HypergraphDB написана только для Java, требуется установка Java выше 5 версии. HypergraphDB предоставляется в виде jar файлов, которые можно найти

```

<dependencies>
  <dependency>
    <groupId>org.hypergraphdb</groupId>
    <artifactId>hgdb</artifactId>
    <version>1.4-SNAPSHOT</version>
  </dependency>
  <dependency>
    <groupId>org.hypergraphdb</groupId>
    <artifactId>hgdbbjc</artifactId>
    <version>1.4-SNAPSHOT</version>
  </dependency>
  <dependency>
    <groupId>org.hypergraphdb</groupId>
    <artifactId>hgdbp2p</artifactId>
    <version>1.4-SNAPSHOT</version>
  </dependency>
</dependencies>
<repositories>
  <repository>
    <id>hypergraphdb</id>
    <url>http://hypergraphdb.org/maven</url>
  </repository>
</repositories>

```

Рис. 1. Подключение HypergraphDB

в maven репозитории. Следовательно, все, что нужно для подключения HypergraphDB к вашему проекту, это прописать соответствующие пути в вашем pom файле (рис 1.).

Для работы с WN требуется скачать zip архив с сайта <http://wordnet.princeton.edu/> и распаковать его. Все необходимые файлы лежат в архиве.

Также необходимо выгрузить проект Бориса Иордана (Borislav Iordanov), представляющий собой набор классов составляющих Hypergraph wordnet (HGWN) API (рис. 2). В системе контроля версий Github, данный разработчик известен под псевдонимом Bolerio.

На этом подготовка рабочего места заканчивается. Далее следует загрузить весь набор слов и связей из WN в HypergraphDB.

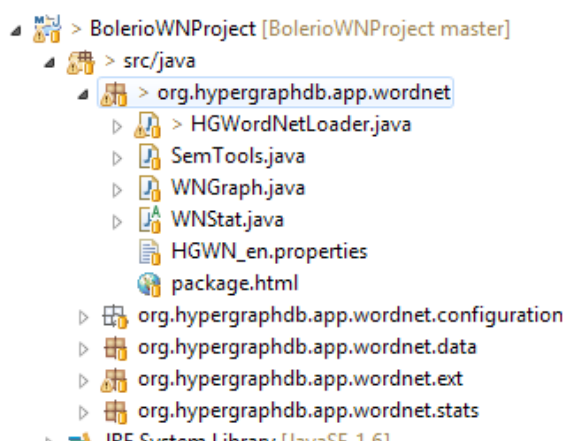


Рис. 2. Пакеты HGWN API

Загрузка WordNet в HypergraphDB.

Для выгрузки WN в гиперграф вам понадобится класс HGWordNetLoader. В основе кода это класса лежит библиотека JWNL (Java WordNet Library) — <http://sourceforge.net/projects/jwordnet> [1]. Все необходимые файлы конфигураций необходимые для этой библиотеки включены в выгруженный проект BolerioWNProject (рис. 2).

Простейший код выгрузки словаря WordNet в HypergraphDB представлен на рисунке 3.

Стоит заметить, что скорость выгрузки сильно зависит от объема оперативной памяти доступной компьютеру. При 4 Гб оперативной памяти выгрузка занимает примерно 35 минут, а при 6 Гб — 17 минут. Тестирование проводилось на операционной системе Windows 7, с про-

```

import org.hypergraphdb.*;
import org.hypergraphdb.app.wordnet.*;

String wordnetDB = "d:/Путь"; // Путь для выгрузки WN в HypergraphDB

HyperGraph graph = HGEnvironment.get(wordnetDB, config);
HGWordNetLoader loader = new HGWordNetLoader();

loader.setDictionaryLocation("d:/путь"); // Расположение распакованного словаря WN
loader.loadWordNet(graph);

```

Рис. 3. Выгрузка WordNet в HypergraphDB

цессором Intel (R) Core (TM) i5–2410M 2.3 ГГц. Объем выгруженных данных составляет 831 Мб.

Работа с WN внутри HypergraphDB.

Приложение HGWN это представление информации из WordNet внутри HypergraphDB. Оно включает в себя следующие функции:

- 1) запрос к базе на получение определенного слова;
- 2) запрос на нахождение определенного семантической или лексической связи для данного слова;
- 3) морфологический анализ — например, нахождение основной формы заданного слова или его предка и т. д.

Одним из нюансов, с которыми может столкнуться начинающий разработчик при разработке HGWN приложения, это то, что HGWN API не предоставляет все методы необходимые для работы с WordNet. К примеру, API не содержит методов, для поиска слов, связанных с определенными отношениями. Т. е. если вы захотите найти синоним, гипоним и т. д., какого-либо слова, например «dog», то вы не найдете соответствующего метода в HGWN API. По заявлению Бориса Иорданова, причина этому — большое количество различных видов отношений в WordNet, что требует большого количества кода и «утяжеляет» API. Подобные операции можно без особого труда можно выполнить посредством методов из HypergraphDB.

По большому счету, после того как вы загрузили WordNet в HypergraphDB, все, что вам нужно — это функционал HypergraphDB.

Самые базовые примеры работы с HGWN рассмотрим на примере небольшого приложения (от автора статьи), представляющего собой пользовательский интерфейс для поиска слов из WordNet. Интерфейс реализован с помощью технологии JavaFX (рис. 4).

Как видно из рисунка, функционал, реализованный в данном приложении, позволяет находить значение слова в разных частях речи (существительное (на рисунке), глагол и др), его синонимы, меронимы и гипонимы. На рисунке 5 показан код, позволяющий получить значение слова.

В первой строке инициализируется гиперграф. Стоит заметить, что существует два способа инициализации. Первый — тот, что указан на рисунке 5, а второй это вызов конструктора Hypergraph («Путь к HypergraphDB»). Первый метод является предпочтительней. В 4-й строке происходит получение указателя на искомое слово внутри HypergraphDB.

Отметим, что wordHandle это не само слово, а всего лишь указатель на него. На строке 6 происходит получение списка указателей на значения искомого в роли существительного. Метод getNounSenses возвращает список HGHandle. На строке 10 идет получение указателя на

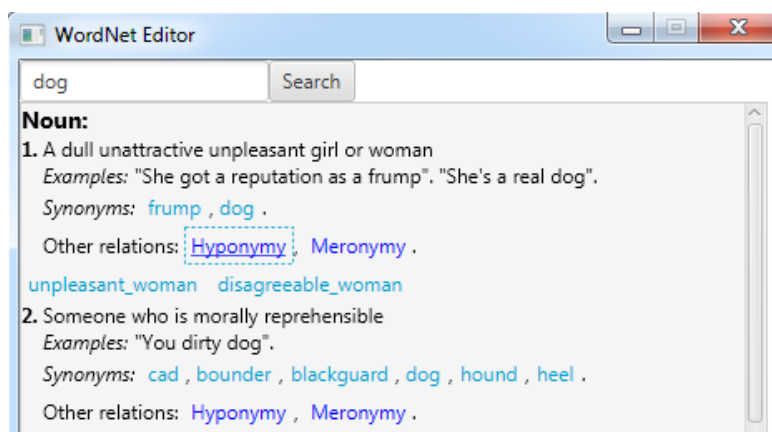


Рис. 4. Пользовательский интерфейс для словаря WordNet


```

1. graph = HGEnvironment.get(args[1]);
2. wnGraph = new WNGraph(graph);
3.
4. HGHandle wordHandle = wnGraph.findWord(wordSearchField.getText());
5. if (wordHandle != null) {
6.     NounList = wnGraph.getNounSenses(wordHandle);
7.     if (!NounList.isEmpty()) {
8.         int nounListSize = NounList.size();
9.         for (int i = 0; i < nounListSize; i++) {
10.            HGHandle sense = NounList.get(i); // Значение слова
11.            String wordMeaning = graph.get(sense).toString()
12.            //Синсет конкретного значения слова
13.            SynsetLink wordSynset = graph.get(sense);
14.        }

```

Рис. 5. Получение значения слова

одно из значений слова и уже на строке 11 происходит извлечение значения из гиперграфа при помощи указателя.

На строке 13 инициализируется синсет, связанный с искомым словом. Этот синсет необходим для поиска других слов связанных с искомым какими-либо отношениями. Важно понять, что поиск взаимосвязанных слов происходит по лексическому значению, а не по самому

слову. Т. е. если вы ищете синонимы слова «dog», то вы не можете просто написать что-то вроде findSynonym («dog»). В качестве параметра вы должны передать значение этого слова в виде указателя. В HypergraphDB он будет представлен типом данных HGHandle. На рисунке 6 представлен поиск синонимов на основе полученного синсета wordSynset (рис. 5).

```

1. // Проход по синонимам
2. wordSynset.forEach(h -> {
3.     Word w = graph.get(h); // Слово
4.     System.out.println(w.getLemma())
5.     List<HGHandle> synonyms = null;
6.
7.     // Значения синонимов
8.     synonyms = wnGraph.getNounSenses(h);
9.     // Загрузка значений слова в подсказку
10.    for (HGHandle def: synonyms) {
11.        SynsetLink ws = graph.get(def);
12.        System.out.println(ws.getGloss())
13.    }
14. });

```

Рис. 6. Поиск синонимов

Получение синонимов происходит по следующему алгоритму: осуществляется проход по всем указателям внутри синсета, далее из графа извлекается каждое слово, связанное с указателем, после чего происходит поиск значений данного слова и поиск слов внутри графа, соответствующих данным значениям.

Проход по синсету является ключевым моментом для поиска слов связанных другими отношениями. Приведем пример поиска гипонимов. В HGWN этот тип отношения

задается как KindOf. На рисунке 7 приведена реализация поиска.

На первой строке происходит получение списка гипонимов. Вызов graph.getAll(..) возвращает список указателей удовлетворяющих заданному условию [2]. Как видно из рисунка происходит поиск слов связанных отношением KindOf, и входящих в состав синсета wordSynset. HyponymsList представляет собой список указателей для всех значений искомого слова. Далее для каждого значения не-

```
1 List<KindOf> hyponymsList = graph.getAll(hg.and(hg.type(KindOf.class),
2 hg.incident(graph.getHandle(wordSynset))));
3
4 // Получение списка гипонимов
5 int hyponymListSize = hyponymsList.size();
6 for (int p = 0; p < hyponymListSize; p++) {
7     KindOf hyponym = hyponymsList.get(p);
8     for (int z = 0; z < hyponym.getArity(); z++) {
9         HGHandle handle = hyponym.getTargetAt(z);
10        SynsetLink sen = graph.get(handle);
11        if (!sen.equals(wordSynset)) {
12            sen.forEach(c -> {
13                Word tempWord = graph.get(c);
14                System.out.println(tempWord.getLemma());
15            });
16        }
17    }
18 }
```

Рис. 7. Поиск гипонимов

обходимо найти гипонимы (строка 7). Еще раз отметим, все связи ищутся для значения слова, а не для него самого. На строке 8 происходит проход по всем словам, связанным с конкретным значением искомого слова отношением KindOf. Строка 9 — получение указателя на гипоним. Строка 10 — получение синсета значений гипонима. Далее идет проход по списку значений. Условие на строке 11 необходимо для избежания вывода дубликатов на экран, поскольку значения гипонимов искомого слова ссылаются на само искомое слово и вместе находятся в одном синсете.

Заключение.

Лингвистическая модель WordNet обладает большим количеством связей между словами, поэтому для работы с ней требуется графовая база данных. HypergraphDB позволяет работать с WN, преобразуя его в гиперграф. При работе с WN внутри HypergraphDB необходимо помнить, что вся работа производится со значениями слов, а не с самими словами. Для извлечения слов и их значений из гиперграфа используются указатели HGHandle.

Литература:

1. HyperGraphBD — WordNet Representation in HypergraphDB [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.hypergraphdb.org/?page=WordNet&project=hypergraphdb>, свободный (25.04.2017).
2. Github — HypergraphDB GettingStarted [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://github.com/hypergraphdb/hypergraphdb/wiki/GettingStarted> свободный (25.04.2017).

Динамические напряжения и смещения вблизи цилиндрической подкрепленной полости от плоской гармонической волны

Марасулов Абдурахим Мустафаевич, доктор технических наук, доцент;
Сагинбаева Нагима Тахировна, магистрант
Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави (г. Туркестан)

В этой работе изучается поле динамических напряжений и смещений, возникающее вблизи цилиндрической полости (подкрепленной или неподкрепленной) в вязкоупругой среде при прохождении плоской волны. Показано, что в случае неподкрепленной полости динамические напряжения зависят от волнового числа падающей волны, от коэффициента Пуассона и от параметров ядра релаксации, а также от мгновенного модуля упругости.

Ключевые слова: потенциалы перемещений, напряженно-деформированное состояние, продольные и поперечные волны, гармонических волны, метод Гаусса

Введение. Воздействие продольных и поперечных волн на цилиндрическое тело, исследовалось многими авторами [1, 2, 3, 4]. При этом рассматривались осе симметричные, (не осе симметричные) задачи применялись различные модели для жидкости и слоя (или оболочек). В предыдущих работах цилиндрическое тело рассматривалось в виде цилиндрической оболочки и уравнение движения получено на основе гипотезы Кирхгофа — Лява [5,6,7,8]. Также окружающая среда рассматривалась как упругая, т. е. связь напряженного и деформированного состояния подчиняется закону Гука [9,10]. Настоящая работа отличается от предыдущих тем, что цилиндрическую оболочку окружает среда, обладающая вязкие свойства, т. е. связи напряжения и деформации подчиняются интегральному соотношению Больцмана — Вольтера [12]. Модели воздействия продольных и поперечных волн на цилиндрические слои и жидкости базируются на методах, которые разработаны в динамике тел, взаимодействующих с деформируемой средой, например, в книге [11].

Подстановка задачи. На бесконечно длинный, однородный, изотропно-деформируемый цилиндр, находящийся в бесконечной вязкоупругой среде, падает гармоническая плоская волна расширения (или сдвига) (рис. 1). Фронт волны является параллельным оси цилиндра. Таким образом, рассматривается задача о плоской деформации. Здесь $r = R$ внешнего и $r = R_0$ -внутреннего радиусов цилиндрического слоя. Основной целью работы является определение напряженно — деформированного состояния цилиндрического слоя и окружающей среды при воздействии продольных (или поперечных) гармонических волн. В предположении обобщенного плоско деформированного состояния уравнение движения в смещениях имеет вид [1]

$$(\tilde{\lambda}_j + 2\tilde{\mu}_j)\text{grad div}\vec{u}_j - \tilde{\mu}\text{rotrot}\vec{u}_j + \vec{b}_j = \rho_j \frac{\partial^2 \vec{u}_j}{\partial t^2}, \tag{1}$$

где λ_j и μ_j ($j = 1, 2$, $j = 1$ -относится к окружающей среде, $j = 2$ - к слою) операторные модули упругости

$$\begin{aligned} \tilde{\lambda}_j f(t) &= \lambda_{0j} \left[f(t) - \int_{-\infty}^t R_{\lambda}^{(i)}(t - \tau) f(\tau) d\tau \right] \\ \tilde{\mu}_j f(t) &= \mu_{0j} \left[f(t) - \int_{-\infty}^t R_{\mu}^{(i)}(t - \tau) f(\tau) d\tau \right]; \end{aligned} \tag{2}$$

\vec{b}_j — вектор плотности объемных сил ($b_j = 0$); $f(t)$ — некоторая функция; ρ_j — плотности материалов, $R_{\mu}^{(i)}(t - \tau)$ и $R_{\lambda}^{(i)}(t - \tau)$ -ядро релаксации, λ_{0j}, μ_{0j} -мгновенные модули упругости вязкоупругого материала, $\vec{u}_j(u_{rj}, u_{\theta j})$ -вектор смещения, который зависит от r, θ, t . На контакте двух тел $r = R$ выполняется равенство смещений и напряжений (условие жесткого контакта)

$$u_{r1} = u_{r2}; \sigma_{rr1} = \sigma_{rr2} \quad u_{\theta 1} = u_{\theta 2}; \sigma_{r\theta 1} = \sigma_{r\theta 2}. \tag{3}$$

Отметим, что в случае скользящего контакта грунта по поверхности трубы последнее уравнение в (3) примет вид [2,10,11,13]: $\sigma_{r\theta 1} = 0$.

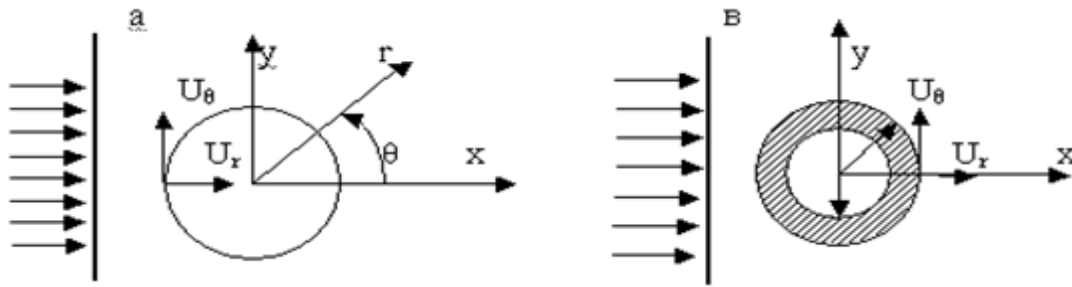


Рис. 1. Цилиндрическое тело, находящееся в деформируемой среде: а. цилиндрическая полость; в. цилиндрическая оболочка

Пусть падающая плоская волна распространяется в положительном направлении оси x : $\varphi_1^{(p)} = \varphi_A e^{(\alpha_1 x - \omega t)}$, $\psi_1^{(p)} = 0$ - при воздействии продольных волн (или $\psi_1^{(p)} = \psi_A e^{(\beta_1 x - \omega t)}$, $\varphi_1^{(p)} = 0$ - при воздействии волн сдвига); φ_A и ψ_A - величины амплитуды падающих волн; ω - круговая частота падающих волн; α_1 и β_1 — волновое число, которое может быть комплексным числом $\alpha_1 = \alpha_{R1} + i \alpha_{I1}$;

$\beta_1 = \beta_{R1} + i \beta_{I1}$, $\alpha_{I1} < 0$ и $\beta_{I1} < 0$ обозначают коэффициенты затухания; α_{R1} и β_{R1} обозначает волновое число продольных волн и волн сдвига соответственно. Выражение $\varphi^{(p)}$ (или $\psi^{(p)}$) можно представить в полярных координатах цилиндрического слоя r, θ посредством ряда

$$\varphi^{(p)} = \varphi_A \sum_{n=1}^{\infty} E_n i^n J_n(\alpha_1 r) \cos n \theta e^{-i \omega t} \tag{4}$$

где $E_n = \begin{cases} 1, & n = 0 \\ 2, & n \geq 1 \end{cases}$, J_n - цилиндрическая функция Бесселя первого рода.

Методы решения

Поставленная задача решается в потенциалах перемещений, для этого представим вектор перемещения в виде:

$$\vec{u}_j = grad \varphi_j + rot \vec{\psi}_j, \quad (j = 1, 2),$$

где φ_j — потенциал продольных волн; $\vec{\psi}_j (\psi_{rj}, \psi_{\theta j})$ — векторного потенциала поперечных волн. Основные уравнения теории вязко упругости (1) для этой задачи о плоской деформации сводятся к следующему уравнению

$$\begin{aligned} (\lambda_{oj} + 2\mu_{oj}) \nabla^2 \varphi_j - \lambda_{oj} \int_{-\infty}^t R_{\lambda}^{(j)}(t - \tau) \nabla^2 \varphi_j d\tau - 2\mu_{oj} \int_{-\infty}^t R_{\mu}^{(j)}(t - \tau) \nabla^2 \varphi_j d\tau &= \rho_j \frac{\partial^2 \varphi_j}{\partial t^2} \\ \mu_{oj} \nabla^2 \vec{\psi}_j - \mu_{oj} \int_{-\infty}^t R_{\mu}^{(j)}(t - \tau) \nabla^2 \vec{\psi}_j d\tau &= \rho_j \frac{\partial^2 \vec{\psi}_j}{\partial t^2} \end{aligned} \tag{5}$$

где $\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} + \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}$ — дифференциальные операторы в цилиндрических координатах и ν_j — коэффициент Пуассона [12].

На бесконечности $r \rightarrow \infty$ потенциалы продольных и поперечных волн при $j = 1$ удовлетворяют условию излучения Зоммерфельда [1]:

$$\lim_{r \rightarrow \infty} \varphi_1 = 0, \quad \lim_{r \rightarrow \infty} (\sqrt{r})^\kappa \left(\frac{\partial \varphi_1}{\partial r} + i \alpha_1 \varphi_1 \right) = 0, \tag{6}$$

$$\lim_{r \rightarrow \infty} \psi_1 = 0, \quad \lim_{r \rightarrow \infty} (\sqrt{r})^\kappa \left(\frac{\partial \psi_1}{\partial r} + i \beta_1 \psi_1 \right) = 0.$$

Решение уравнения (5) можно искать в виде:

$$\varphi_j(r, \theta, t) = \sum_{k=1}^{\infty} q_{kj}^{(\varphi)}(r, \theta) e^{-i \omega t}; \quad \psi_j(r, \theta, t) = \sum_{k=1}^{\infty} q_{kj}^{(\psi)}(r, \theta) e^{-i \omega t}, \tag{7}$$

где $q_{kj}^{(\varphi)}(r, \theta)$ и $q_{kj}^{(\psi)}(r, \theta)$ — комплексная функция, которое является решение уравнениям

$$\nabla^2 q_{kj}^{(\varphi)}(r, \theta) + \alpha_j^2 q_{kj}^{(\varphi)} = 0, \quad \nabla^2 q_{kj}^{(\psi)}(r, \theta) + \beta_j^2 q_{kj}^{(\psi)} = 0, \quad \nabla^2 q_{k0}^{(\varphi)}(r, \theta) + \alpha_0^2 q_{k0}^{(\varphi)} = 0, \quad j = 1, 2 \quad (8)$$

$$\text{где } \alpha_j^2 = \frac{\rho \omega^2}{\lambda_{oj}(1 - \bar{\lambda}_{oj}) + 2\mu_{oj}(1 - \bar{\mu}_{oj})}, \quad \beta_j^2 = \frac{\rho \omega^2}{\mu_{oj}(1 - \bar{\mu}_{oj})}, \quad \alpha_0^2 = \frac{\omega^2}{C_0^2}$$

$$\bar{\lambda}_{oj} = a_{\lambda j}(\omega) + ib_{\lambda j}(\omega), \quad \bar{\mu}_{oj} = a_{\mu j}(\omega) + ib_{\mu j}(\omega),$$

$$a_{\lambda j}(\omega) = \int_0^\infty R_{\lambda j}(\tau) \sin \omega \tau d\tau, \quad b_{\lambda j}(\omega) = \int_0^\infty R_{\mu j}(\tau) \cos \omega \tau d\tau.$$

Решение уравнения (5) с учетом (8) выражается через функции Ханкеля 1-го и 2-го рода n -го порядка:

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= \sum_{n=0}^\infty [A_n H_n^{(1)}(\alpha_1 r) + A'_n H_n^{(2)}(\alpha_1 r)] \cos n\theta e^{-i\omega t} \\ \psi_1 &= \sum_{n=0}^\infty [B_n H_n^{(1)}(\beta_1 r) + B'_n H_n^{(2)}(\beta_1 r)] \sin n\theta e^{-i\omega t} \\ \varphi_2 &= \sum_{n=0}^\infty [C_n H_n^{(1)}(\alpha_2 r) + D_n H_n^{(2)}(\alpha_2 r)] \cos n\theta e^{-i\omega t} \\ \psi_2 &= \sum_{n=0}^\infty [M_n H_n^{(1)}(\beta_2 r) + L_n H_n^{(2)}(\beta_2 r)] \sin n\theta e^{-i\omega t} \end{aligned} \quad (9)$$

где $A_n, A'_n, B_n, B'_n, C_n, D_n, L_n$ и M_n — коэффициенты разложения, которые определяются соответствующими граничными условиями; $H_n^{(1)}(\alpha_j r)$ и $H_n^{(2)}(\alpha_j r)$ — соответственно функция Ханкеля 1-го и 2-го рода n -го порядка $H_n^{(1),(2)}(\alpha r) = J_n(\alpha r) \pm iN_n(\alpha r)$. Решение (9) при $j=1$ удовлетворяет на бесконечности $r \rightarrow \infty$ условию излучения Зоммерфельда (6) и представляется в виде:

$$\varphi_1 = \sum_{n=0}^\infty A_n^{(1)} H_n^{(1)}(\alpha_1 r) \cos(n\theta) e^{-i\omega t}; \quad \psi_1 = \sum_{n=0}^\infty C_n^{(1)} H_n^{(1)}(\beta_1 r) \sin(n\theta) e^{-i\omega t}.$$

Полный потенциал можно определить путем наложения потенциалов падающих и отраженных волн. Таким образом, потенциалы смещений будут

$$\phi_j = \varphi^{(p)} + \varphi_j, \quad \phi_2 = \varphi_2, \quad \Psi_1 = \psi_1, \quad \Psi_2 = \psi_2 \quad (10)$$

Отсюда следует, что напряжения, и смещения легко могут быть выражены через потенциалы смещений [2],

$$u_{rj} = \frac{\partial \phi_j}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_j}{\partial \theta}; \quad u_{\theta j} = \frac{1}{r} \frac{\partial \phi_j}{\partial \theta} - \frac{\partial \psi_j}{\partial r}, \quad (11)$$

$$\sigma_{rj} = \bar{\lambda} \nabla^2 \phi_j + 2\bar{\mu}_j \left[\frac{\partial^2 \phi_j}{\partial r^2} + \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \psi_j}{\partial \theta} \right) \right];$$

$$\sigma_{\theta j} = \bar{\lambda} \nabla^2 \phi_j + 2\bar{\mu}_j \left[\frac{1}{r} \left(\frac{\partial \phi_j}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \phi_j}{\partial \theta^2} \right) + \frac{1}{r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \psi_j}{\partial \theta} - \frac{\partial^2 \psi_j}{\partial r \partial \theta} \right) \right];$$

$$\sigma_{r\theta j} = \bar{\mu} \left\{ 2 \left[\frac{1}{r} \frac{\partial^2 \phi_j}{\partial \theta \partial r} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial \phi_j}{\partial \theta} \right] + \left[\frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi_j}{\partial \theta^2} - r \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \psi_j}{\partial r} \right) \right] \right\}$$

После подставляя (10) в (11) с учетом (9), получим следующее выражение для перемещения и напряжения:

$$u_{r1} = r^{-1} \sum_{n=0}^\infty [\varphi_0 E_n i^n E_{51}^{(1)}(\alpha_1 r) + A_n E_{51}^{(3)}(\alpha_1 r) + B_n E_{52}^{(3)}(\beta_1 r)] \cos n\theta e^{i\omega t}$$

$$u_{\theta 1} = r^{-1} \sum_{n=0}^\infty [\varphi_0 E_n i^n E_{61}^{(1)}(\alpha_1 r) + A_n E_{61}^{(3)}(\alpha_1 r) + B_n E_{62}^{(3)}(\beta_1 r)] \cos n\theta e^{-i\omega t}$$

$$u_{r2} = r^{-1} \sum_{n=0}^\infty [C_n E_{51}^{(3)}(\alpha_2 r) + D_n E_{61}^{(4)}(\alpha_2 r) + M_n E_{52}^{(3)}(\beta_2 r) + L_n E_{52}^{(4)}] \cos n\theta e^{-i\omega t}$$

$$\begin{aligned}
 u_{\theta 2} &= r^{-1} \sum_{n=0}^{\infty} [C_n E_{61}^{(3)}(\alpha_2 r) + D_n E_{61}^{(4)}(\alpha_2 r) + M_n E_{62}^{(3)}(\beta_2 r) + L_n E_{62}^{(4)}(\beta_2 r)] \sin n \theta e^{-i \omega t} \\
 \sigma_{rr1} &= 2 \mu_{01} (1 - M_{k1}) r^{-2} \sum_{n=0}^{\infty} [\varphi_0 E_n i^n E_{11}^{(1)}(\alpha_1 r) + A_n E_{11}^{(3)}(\alpha_1 r) + B_n E_{12}^{(3)}(\beta_1 r)] \cos n \theta e^{-i \omega t} \\
 \sigma_{\theta \theta 1} &= 2 \mu_{01} (1 - M_{k1}) r^{-2} \sum_{n=0}^{\infty} [\varphi_0 E_n i^n E_{21}^{(1)}(\alpha_1 r) + A_n E_{21}^{(3)}(\alpha_1 r) + B_n E_{22}^{(3)}(\beta_1 r)] \cos n \theta e^{-i \omega t} \\
 \sigma_{r \theta 1} &= 2 \mu_{01} (1 - M_{k1}) r^{-2} \sum_{n=0}^{\infty} [\varphi_0 E_n i^n E_{41}^{(1)}(\alpha_1 r) + A_n E_{41}^{(3)}(\alpha_1 r) + B_n E_{42}^{(3)}(\beta_1 r)] \sin n \theta e^{-i \omega t} \\
 \sigma_{rr2} &= 2 \mu_{02} (1 - M_{k2}) r^{-2} \sum_{n=0}^{\infty} [C_n E_{11}^{(3)}(\alpha_2 r) + D_n E_{11}^{(4)}(\alpha_2 r) + M_n E_{12}^{(3)}(\beta_2 r) + L_n E_{11}^{(4)}(\beta_2 r)] \cos n \theta e^{-i \omega t} \\
 \sigma_{\theta \theta 2} &= 2 \mu_{02} (1 - M_{k2}) r^{-2} \sum_{n=0}^{\infty} [C_n E_{21}^{(3)}(\alpha_2 r) + D_n E_{21}^{(4)}(\alpha_2 r) + M_n E_{22}^{(3)}(\beta_2 r) + L_n E_{22}^{(4)}(\beta_2 r)] \cos n \theta e^{-i \omega t} \\
 \sigma_{r \theta 2} &= 2 \mu_{02} (1 - M_{k2}) r^{-2} \sum_{n=0}^{\infty} [C_n E_{51}^{(3)}(\alpha_2 r) + D_n E_{61}^{(4)}(\alpha_2 r) + M_n E_{52}^{(3)}(\beta_2 r) + L_n E_{52}^{(4)}(\beta_2 r)] \sin n \theta e^{-i \omega t} \text{ где}
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

$$\begin{aligned}
 E_{11}^{(k)} &= \left(n^2 + n - \frac{\beta^2 r^2}{2} \right) Y_n^{(k)}(\alpha r) - \alpha r Y_{n-1}^{(k)}(\alpha r) \\
 E_{12}^{(k)} &= n [(n+1) Y_n^{(k)}(\beta r) + \beta r Y_{n-1}^{(k)}(\beta r)] \\
 E_{21}^{(k)} &= - \left(n^2 + n + \frac{\beta^2 r^2}{2} - \alpha^2 r^2 \right) Y_n^{(k)}(\alpha r) + \alpha r Y_{n-1}^{(k)}(\alpha r) \\
 E_{22}^{(k)} &= n [\beta r Y_n^{(k)}(\beta r) - (n+1) Y_n^{(k)}(\beta r)] \\
 E_{31}^{(k)} &= \left(\alpha^2 r^2 - \frac{\beta^2 r^2}{2} \right) Y_n^{(k)}(\alpha r) \\
 E_{41}^{(k)} &= n [(n+1) Y_n^{(k)}(\alpha r) - \alpha r Y_{n-1}^{(k)}(\alpha r)] \\
 E_{42}^{(k)} &= - \left(n^2 + n - \frac{\beta^2 r^2}{2} \right) Y_n^{(k)}(\beta r) + \beta r H_{n-1}^{(k)}(\beta r) \\
 E_{51}^{(k)} &= [\alpha r Y_{n-1}^{(k)}(\alpha r) - n Y_n^{(k)}(\alpha r)] \\
 E_{52}^{(k)} &= -n Y_n^{(k)}(\beta r) \\
 E_{61}^{(k)} &= -n Y_n^{(k)}(\alpha r) \\
 E_{62}^{(k)} &= [n Y_n^{(k)}(\beta r) - \beta r Y_{n-1}^{(k)}(\beta r)], \quad k = 1, 2, 3, 4
 \end{aligned}$$

где $Y_n^{(1)} = J_n$, $Y_n^{(2)} = N_n$, $Y_n^{(3)} = H_n^{(1)}$, $Y_n^{(4)} = H_n^{(2)}$.

Неопределенные коэффициенты $A_n^{(j)}, B_n^{(j)}, C_n^{(j)}, D_n^{(j)}$ определяются из системы линейных алгебраических уравнений седьмого порядка

$$[C] \{q\} = [F] \tag{13}$$

где $\{q\}$ -вектор столбец, содержащий произвольные постоянные; $\{F\}$ -вектор столбец внешних нагрузок; $[C]$ -квадратная матрица, элементы - которого выражаются через функции Бесселя и Ханкеля. Уравнение (13) решается методом Гаусса с выделением главного элемента [14]

Результаты расчетов и выводы

Для данных падающих волны напряжения и смещения определяются рядами, описываемыми выражениями (9)-(12) в случае жесткого контакта. Вычисления были выполнены на компьютерном программном комплексе «Matlab», ряды вычислены с точностью до 10^{-8} . С увеличением их аргумента ряд (9)-(11) сходится. Поэтому на основе численных экспериментов установлено, что точность из 5-6 членов ряды точность достигла $10^{-6}-10^{-8}$. В качестве ядра

релаксации вязкоупругого материала примем трехпараметрическое ядро $R(t) = \frac{Ae^{-\beta t}}{t^{1-\alpha}}$ Рижаницена –Колтунова [3], обладающее слабое сингулярностью, где A, α, β -параметры материалы [3]. Примем следующие параметры: $A = 0,048$; $\beta = 0,05$; $\alpha = 0,1$;

$$E_2 = 1,95 \cdot 10^{11} \frac{\text{Н}}{\text{М}^2}; \quad \rho_2 = 7,86 \cdot 10^{11} \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}; \quad E_1 = 2,1 \cdot 10^{10} \frac{\text{Н}}{\text{М}^2}; \quad \rho_1 = 2,0 \cdot 10^3 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}; \quad R_1 = 0,02R$$

В табл. 1 приведены значения контурного напряжения в зависимости от $\alpha_0 a$, полученные в работе [2] и наши результаты.

Таблица 1. **Контурное напряжение $|\sigma_{\theta\theta}^*$ ($\sigma_{\theta\theta} / \sigma_0$) в зависимости от волнового числа ($\theta = \pi / 2$)**

$\alpha_0 a$	РаоУ.Н., МовС.С. [2]	Наши результаты	
		R (t) = 0	При малой вязкости
0.5	2.254366	2.225087	1.983207
1.0	1.862148	1.863807	1.710337
1.5	1.715704	1.718236	1.589253
2.0	1.701800	1.703247	1.513627
2.5	1.471240	1.473521	1.309041
3.0	1.266527	1.268716	1.127835
3.5	1.370846	1.372605	1.197730
4.0	1.263184	1.265393	1.065339

При воздействии поперечных волн в цилиндрической полости максимальное контурное напряжение достигнет значения ($\theta = \frac{\pi}{4}$).

Учет вязких свойств материала (или окружающей среды) при расчете на действие продольных и поперечных гармонических волн, снижает напряжения и перемещения на 10–16 %. Максимальное радиальное напряжение при воздействии продольных волн достигается в $\theta = 90^\circ$ и 270° . Следует отметить, что максимальное радиальное напряжение при воздействии поперечных волн достигается в $\theta = 45^\circ$ и 135° ; а также распределение напряжение при $\beta_1 R_1 = 0,099$ почти такой же как в статическом случае ($\lambda \rightarrow \infty$), в то время как при более высоких волновых ($\beta_1 R_1 = 1,5$) числах распределение напряжений значительно отличается от статического. Отношения плотностей $\eta = \rho_1 / \rho_2$ оказывает большое влияние на напряжения и смещения слоя. По мере возрастания плотности слоя максимальные величины напряжения и смещения слоя возрастают. Таким образом, разработанная методика и алгоритм для решения поставленных задач, позволяют найти напряженно-деформированное состояние цилиндрических тел при воздействии гармонических волн.

Литература:

1. Гузь, А. Н., Кубенко В. Д., Черевенко М. А. Дифракция упругих волн. «Наук», 1978. 308 с.
2. Рао, У. Н., Мов С. С. diffraction of elastic waves and dynamic stress concentration. № 4, Grane, Russak, 1973694 p.
3. Колтунов, М. А. Ползучесть и релаксация. — М.: Высшая школа, 1976. — 276с.
4. Datta, S. K. Tensional waves in an infinite elastic solid containing a penny — shaped crack.-z. answer. Math. And Phys., 1970, 21, № 3, p. 343–351
5. Мубаринов, Я. Н., Сафаров И. И. О действии упругой волны на цилиндрическую оболочку. Изв. АНУзССР, серия технических наук, 1987. № 4. с. 34–40
6. Сафаров, И. И. Оценка сейсмонапряженного состояния подземных сооружений методики волновой динамики Сборник «Сейсодинамика заданий и сооружений» Ташкент, Фан. 1988.
7. Филиппов, И. Г., Егорычев О. А. Нестационарные колебания и дифракция волн в акустических и упругих средах.. — М.: Машиностроение, 1977. — 304 с.
8. Сафаров, И. И. Взаимодействие волн в многослойных цилиндрических слоях, находящихся в безграничной упругой среде. Труды VII всесоюз. конференция «Динамика оснований, фундаментов и подземных сооружений» Днепропетровск, 1989. с. 56–57

9. Сафаров, И.И., Жумаев З.Ф. О разрушении тоннеля при сильных движениях земли. Международная конференция по сейсмостойкому строительству. С-Петербург, 2000, с. 71–78
10. Авлиякулов, Н.Н., Сафаров И.И. Современные задачи статики и динамики подземных трубопроводов. Ташкент, Fanvatexnologiya. 2007. 306 с.
11. Бозоров, М.Б., Сафаров И.И., Шокин Ю.И. Численное моделирование колебаний диссипативно однородных и неоднородных механических систем. Новосибирск: Изд. СО РАН. 1996. 189 с.
12. Рашидов, Т.Р., Сафаров И.И. и др. О двух основных методах изучения сеймонапряженного состояния подземных сооружений при действии сейсмических волн. Ташкент: ДАН. № 6, 1989. С. 13–17.
13. Сафаров, И.И. Авлиякулов Н.Н. Методы повышения сейсмостойкости подземных пластмассовых трубопроводов // Узбекский журнал нефти и газа, 2005, № 4. С. 42–44.
14. Грейс, Э., Мэтьюс Г.Б. Функции Бесселя и их приложение к физике и механике.-М.: Изд. воиностр. лит., 1953, — 371 с.

Исследования интенсивности кавитационного износа

Мартынов Николай Дмитриевич, ассистент;

Петрин Сергей Александрович, студент;

Бибик Оксана Юрьевна, студент;

Махетов Андрей Сергеевич, студент

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Проблема обеспечения заданных показателей надежности является ключевой при конструкторско-технологическом проектировании. В полной мере это относится к изделиям, работающим в условиях гидродинамического нагружения, к которым относятся, например, насосные агрегаты, движительно-рулевые колонки судов и др. В настоящее время активно развивается направления исследований, связанных с одновременным развитием данных изделий в области повышения мощности и увеличении ресурса их функционирования. Как следствие, основные ответственные детали изделий (гребные винты судов, рабочие колеса насос и т. д.) эксплуатируются во все более жестких условиях гидродинамического нагружения рабочих поверхностей, определяя тем самым все необходимые предпосылки к повышению интенсивности их износа. Одним из основных факторов, определяющих характер износа рабочих деталей, связан с интенсивностью протекания кавитационных процессов.

В настоящее время можно выделить пять существующих гипотез кавитационного износа деталей: коррозионная, механическая, гидроэлектрическая, обобщенная и теория кумулятивных струй.

Гипотеза о коррозионной природе кавитационного разрушения. В начале, когда природа кавитации была мало изучена, считали, что наблюдаемое специфическое разрушение металлов всецело происходит из-за химического влияния воды, т. е. имеет коррозионное происхождение. Эта теория впервые полно была изложена в трудах Вагенбаха (1906 г.), Рамзая (1930г.), Феттингера и их последователей. В дальнейшем при изучении этого

процесса было обнаружено разрушение коррозионно-стойких материалов (нержавеющие стали, золото, бетон и др.) и тем самым коррозия сама по себе не является основным и единственным фактором, участвующим в кавитационном изнашивании. Примером этому служат факты, отмеченные в работах [4, 5, 6, 7] об особенностях разрушения коррозионно-стойких лаковых покрытий на втулках цилиндров дизелей, чугуна и др. моменты, противоречащие теории химической и электрической коррозии. Несмотря на большое количество работ, опровергающих чисто коррозионную природу кавитационного износа, некоторые исследователи пытаются доказать ее состоятельность. Определенный интерес представляют работы по применению катодной защиты [8–17] в целях подавления кавитационного изнашивания. Можно отметить, что чисто коррозионная теория не объясняет природы кавитационного износа, но это не является основанием для отрицания участия коррозионного фактора в данном процессе, т. к. в настоящее время известно, что сама кавитация интенсифицирует химические процессы окисления металла вследствие выделения активных химических веществ [18].

Гипотеза о механической природе кавитационного разрушения. Одновременно с коррозионной теорией кавитационных разрушений возникла и механическая гипотеза. Впервые ее выдвинули и отстаивали немецкий инженер Рюбель (1906 г.), английские исследователи О. Зильберрад (1912 г.), Ц. Парсонс и С. Кук (1919 г.), Я. Аккерт (1932 г.). Так О. Зильберрад для обоснования данной гипотезы впервые проводил испытания образцов материалов на струеударной установке. В работе [8] была раз-

дельно изучена глубина проникновения разрушений на различных металлических сплавах при кавитационном и коррозионном процессах в синтетической морской воде. Автором обнаружено, что скорость кавитационного разрушения превосходит скорость коррозии рассмотренных им материалов в 50000–100000 раз. Сами по себе коррозионное и кавитационное разрушения — несопоставимые явления, поэтому раздельное изучение их не позволяет делать заключение о роли коррозионного фактора в кавитационном изнашивании.

Гипотеза о воздействии кумулятивных струй на кавитационные разрушения. Разработанная в 60-е годы 20-го столетия теория кавитационного износа, основанная на воздействии кумулятивных струй, возникающих при коллапсе кавитационного пузырька, является по мнению многих исследователей [19–24], более достоверной, чем все предыдущие. М. Робинсон и Ф. Хэммит высказывают убеждение в том, что кавитационные по-

вреждения происходят главным образом под действием высокоскоростных микроструй жидкости (явление кумулятивного течения), создаваемых при тороидальном смыкании кавитационных пузырьков, обнаруженных ими экспериментально. В доказательство они приводят расчеты Р. Айвени, согласно которым давления, развиваемые при обычном смыкании пузырьков, недостаточны для того, чтобы вызвать повреждение металлических тел. По их подсчетам скорость кумулятивных струй в момент удара составляет 1200 м/с. Кроме того, при конденсации пара, находящегося в кавитационном пузырьке, образуется капля, которая при сильном соударении с преградой также вызывает эффекты, подобные кумулятивной струе [20]. С.П. Козырев [19] приводит большое количество кинокадров, подученных скоростной съемкой, на которых видна картина втекания струй в кавитационную полость.

Данную гипотезу можно проиллюстрировать:



При гидродинамической кавитации на поверхности детали в области пониженного давления образуются кавитационные полости (пузырьки или каверны) из ядер кавитации, которые присутствуют в любой жидкости. Эти полости расположены как непосредственно на поверхности детали, так и на расстоянии от неё. При попадании полостей в область повышенного давления происходит их сжатие с образованием микроструй, механически воздействующие на поверхность детали в случае схлопывания пузырька у поверхности. При периодическом воздействии этих микроструй происходит унос массы материала с образованием лунок на поверхности детали.

Гипотеза о вихревой природе кавитационного разрушения. Несколько иной точки зрения придерживался М. Г. Тимербулатов. Сущность его гипотезы состоит в том, что при столкновении быстрого потока жидкости с препятствием образуются завихрения, которые периодически срываются и уносятся потоком. Те участки поверхности тела (или стенка канала), которые приходят на место отрыва вихря, оказываются под действием высокочастотных импульсов отрыва жидкости и подвергаются изнашиванию. Данная гипотеза экспериментально не подтверждена.

Гипотеза о гидроэлектрической природе кавитационного разрушения. Данная гипотеза описывает процесс износа как результат воздействия электрических разрядов, возникающих при смыкании кавитационных пузырьков на разрушаемой поверхности. По мнению Я.И. Френкеля и С.Е. Бреслера электрические разряды в жидкости возникают фотохимические явления, ускоряющие коррозию, а В.А. Константинов и Г.Е. Рудашевский считают, что эрозия является результатом непосредственного действия обнаруженных электрических разрядов и, отчасти, связанных с этим химических процессов. Однако экспериментов по данной гипотезе крайне мало и роль этих разрядов в кавитационном износе остается окончательно не решенным.

Обобщенная теория кавитационного разрушения. Как выяснилось, ни чисто механическая, ни коррозионная, ни гидроэлектрическая теории не раскрывают всех сторон сложного явления кавитационного изнашивания. Как известно, при кавитационном изнашивании материал находится в особых условиях, способствующих увеличению, например, скорости коррозии, наблюдается местная деформация, обусловленная тем, что при замыкании пузырьков разрушаемая поверхность бомбардируется

большим числом многократно повторяющихся гидравлических ударов значительной интенсивности, что приводит к созданию неоднородно напряженных участков, которые ведут себя в электролите по разному: более напряженные являются анодом, а слабонапряженные — катодом. К этому следует добавить: в зонах воздействия гидравлических ударов происходит мгновенный разогрев материала, приводящий к тепловому удару. Все эти явления вместе и вызывают кавитационное разрушение материалов. Опубликовано значительное количество работ, в которых исследователи пытаются дать оценку количественного соотношения потерь от коррозионных и механических факторов в общем объеме кавитационного износа.

Абачерев М.М. выделяет следующую схему обобщенной теории физической природы кавитационного износа:

1. Захлопывания кавитационных пузырьков, сопровождающиеся искрами и тепловыми ударами, вызывают мгновенное окисление мест бомбардировки и создают в них тепловые сжимающие напряжения.

2. Гидравлические удары разрушают поверхностные окисные слои материала, вследствие чего он все время находится в активном состоянии

3. Поверхностные слои, изношенные из-за механических усталостных воздействий, дополнительно разрушаются от коррозионной усталости.

4. Промывающее действие кавитационных пузырьков завихряет жидкость у поверхности материала и устраняет слои, задерживающие диффузию: облегчается вывод ионов металла, который под воздействием сильных завихрений незамедлительно проникают в жидкость, т. е. происходит местное растворение металлической поверхности.

Эта гипотеза природы кавитационных разрушений не является исчерпывающей и не дает возможности определения критерия кавитационной стойкости материалов.

В настоящее время ни одна отдельно взятая теория не раскрывает полной картины сложного явления кавитационного износа деталей.

В настоящее время имеются три основных методики испытаний материалов на стойкость к кавитационной эрозии — гидродинамическая (естественная) кавитация, гидроструйное (ударное) воздействие на образец и ультразвуковая (вибрационная) кавитация.

Первый метод позволяет имитировать кавитационную эрозию более близко к действительной (происходящей в проточной части гидромашин [2]), однако требует непропорционально больших затрат времени и энергии, так как

в этом случае время подконтрольного разрушения может составлять сотни и даже тысячи часов непрерывной работы стента.

Второй метод разрушения подразумевает выполнение гидроструйной установки и вращающегося с высокой скоростью образца [8]. В этом случае, время, требуемое для эрозии, снижается примерно на 2 порядка по сравнению с первым методом. Однако здесь не достигается равномерное разрушение образца, физика процесса далека от реально кавитации.

Третий метод, применяемый в настоящей работе — метод вибрационной (ультразвуковой) кавитации, согласно которому образцу, находящемуся в жидкости, сообщаются высокочастотные колебания вдоль вертикальной оси. При этом на торцевой поверхности образца возникает ультразвуковая кавитация, приводящая к кавитационной эрозии.

Соотношение времени кавитационной эрозии образца (что выражается скоростью уноса материала с поверхности образца) и гидродинамической или ударной может быть найдено только экспериментально, однако в работах [4, 5] приводится что оно линейно

В настоящей работе была применена ультразвуковая схема получения кавитационной эрозии — наиболее удобна для проведения экспериментов с точки зрения стоимости оборудования и времени исследования образцов.

В результате проведенных экспериментов было исследовано развитие кавитационной эрозии на примере стали Ст³. Развитие эрозии оценивалось с помощью динамики уноса материала и глубины образовавшихся каверн.

Изначально образец имел массу 26.18572 гр. С шероховатостью вдоль бороздок 0,5 мкр. На рисунке 1 представлено начальное состояние поверхности.

После третьего эксперимента, когда была разрушена оксидная пленка скорость уноса материала резко возросла вместе с изменением шероховатости, которая составила 5 мкр и появление каверн 125 мкр.

К окончанию серии экспериментов шероховатость достигла 15 мкр и глубина отдельных каверн достигла 300 мкр.

На рис. 4 представлена скорость изменения массы образца после каждого эксперимента.

Серия экспериментов показала применимость данной методики для оценки сравнительной кавитационной стойкости материала. Однако для получения более полной картины необходим ряд испытаний на различных материалах и сравнение их кавитационного износа в кавитаторе с реальным износом.



Рис. 1

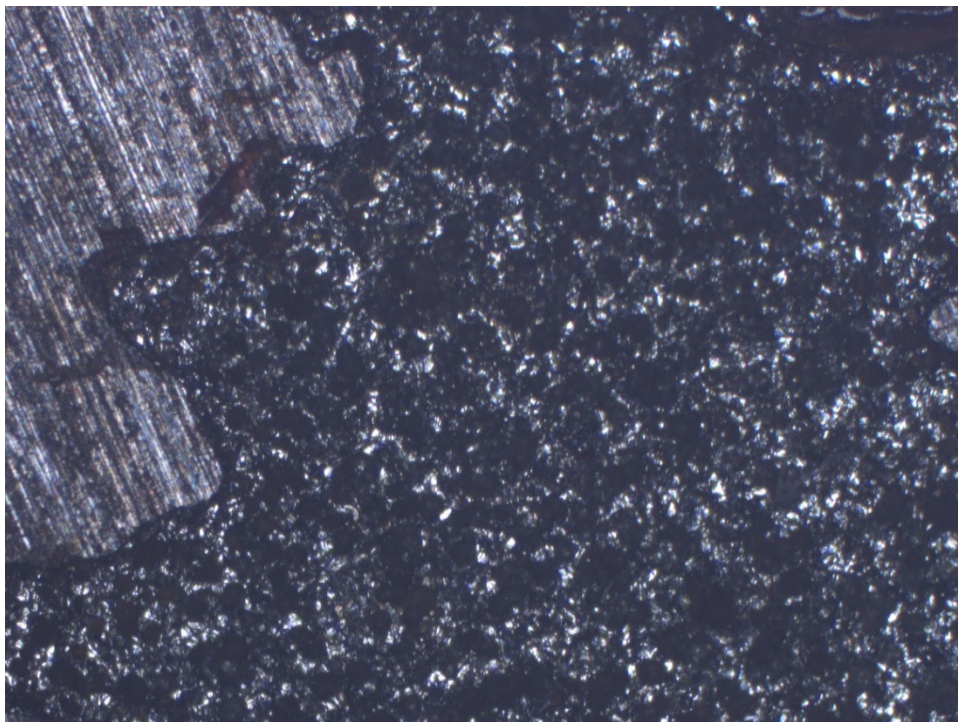


Рис. 2

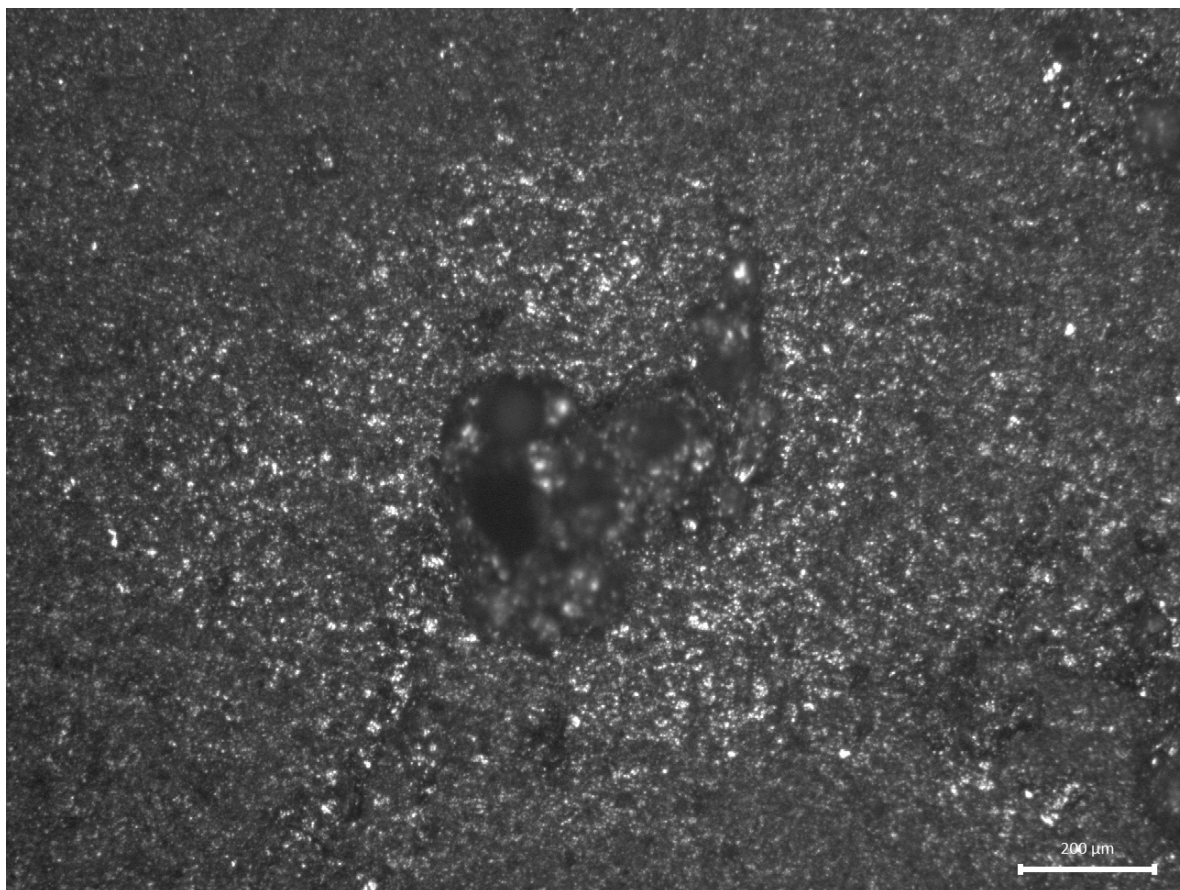


Рис. 3



Рис. 4

Литература:

1. Ковалев, А. А., Спокойный И. А., Шашурин В. Д. Оценка кавитационной стойкости узлов и деталей машин, работающих в жидких агрессивных средах // Вестник машиностроения. 2014 № 5 С. 50–55
2. Карелин, В. Я. Кавитационные явления в центробежных осевых насосах. М.: Машиностроение, 1976. 325с
3. Петров, А. И., Скобелев М. М., Ханычев А. Г. Исследование сравнительной стойкости и кавитационной эрозии образцов материалов и покрытий проточной части гидромашин // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. «Машиностроение» 2015. № 2 С. 128–137
4. Гликман, Л. А. Коррозионно-механическая прочность металлов. М.: Машгиз, 1955. 187с.
5. Богачев, И. Н. Кавитационное разрушение и кавитационностойкие сплавы. М.: Металлургия, 1972. 232с
6. Тимербулатов, М. Г. Влияние коррозии и интенсивность кавитации на характеристики металлов в лабораторных и эксплуатационных условиях // Гидротехническое строительство. Москва, 1974 № 4 С. 29–32
7. Ноде, Ц. П., Эллис А. Т. О механизме кавитационных разрушений полусферическими пузырьками, смыкающимися при контакте с твердой органической поверхностью // Труды Американского общества инженеров-механиков: Теоретические основы инженерных расчетов. М.; Мир, 1961. Серия Д, № 4 с. 84
8. H. Zhang, J. Duncan, G. L. Chahine. The Final Stage of the Collapse of a Cavitation Bubble near a Rigid Wall // Journal of Fluid Mechanics, 1993. P. 147–181

Внедрение современных экспресс-методов для определения жесткостных характеристик грунтов

Омирханов Максут Асылбаевич, магистрант

Казахская автомобильно-дорожная академия имени Л. Б. Гончарова (г. Алматы)

В этой статье «Внедрение современных экспресс-методов для определения жесткостных характеристик грунта» приведены несколько приборов используемых при определении жесткостных характеристик грунта и описаны преимущества применения современных экспресс-методов для определения жесткостных характеристик грунта.

Любое здание или сооружение строится на грунтовом основании, возводится из грунта как строительного материала или располагается в толще грунта. Если конструкционные материалы в конце процесса их создания обладают заданными прочностными и деформационными свойствами, то грунты основания на каждой строительной площадке состоят из разных сочетаний слоев со своими отличными характеристиками и историей формирования.

При расчете зданий и сооружений одной из наиболее сложных задач является определение жесткостных параметров грунтового основания.

Это обусловлено тем, что грунт является нелинейной средой, жесткостные свойства которого зависят от многих факторов, таких как уровень напряжения, влажность, пористость. В то же время, несмотря на то, что разработаны методики нелинейных расчетов грунта, в практике расчетов широко применяются линейные модели грунта, поскольку они являются более простыми, и во многих случаях точность расчетов удовлетворяет предъявляемым требованиям.

Основными параметрами жесткостных характеристик грунтов, определяющими несущую способность основания и их деформации, являются прочностные и деформационные характеристики грунтов.

Грунт состоит из верхнего слоя, плодородного растительного слоя, который необходимо сохранять, и нижележащих слоев, используемых для обратных засыпок и устройства насыпей, то есть планировочный грунт.

При возведении земляных сооружений и устройстве оснований под фундаменты и других инженерных сооружений необходимо проводить контроль строительной лабораторией для обеспечения требуемого качества работ. Для этого существует операционный и приемочный контроль степени уплотнения грунтов. При контроле уплотнения глинистых грунтов без проведения параллельного измерения влажности нужно применять метод двойного зондирования.

Для определения жесткостных характеристик грунта используются как лабораторные, так и полевые исследования. Полевые исследования грунтов по сравнению с лабораторными имеют ряд преимуществ: возможность изучения сравнительно большего по объему массива пород; меньшая степень нарушения естественного сложения пород; возможность изучения свойств пород в естественном напряженном состоянии, связанном с изменением условий, например, с колебаниями уровня грунтовых вод. Лабораторные работы ведутся длительное время, со-

ответственно замедляются сроки строительства что приводит к повышению стоимости работ.

Испытания грунтов проводятся как статические, так и динамические. Статические испытания отличаются длительностью проведения и высокой стоимостью, а динамические экспресс методы отличаются быстротой и эффективностью.

На сегодняшний день модуль деформации в сейсмических и динамических нагрузках довольно трудоемкий процесс, большая себестоимость и длительность проведения эксперимента требует внедрения современных экспресс-методов для определения динамических свойств грунтов.

К примеру, возьмем динамический плотномер Д-51А, плотномер-пенетромтр ДПА динамического действия, статический плотномер СПГ-1М, также приборы НМР LFG Pro, статический плотномер НМР PDG Pro.

Динамический плотномер Д-51А предназначен для оперативного контроля степени уплотнения песчаных и пылевато-глинистых грунтов в земляных сооружениях в процессе их строительства на глубине до 30см (без проведения отбора проб).

Динамический плотномер Д-51А не может применяться для контроля степени уплотнения земляных сооружений, возведенных из грунтов, содержащих частицы крупнее 2мм более 25% по массе (гравелистых песков), мерзлых грунтов, а также осыпаемых в воду или находящихся ниже уровня поверхностных или грунтовых вод. Динамическим зондированием определяют плотность грунта путем измерения сопротивления погружением зонда под действием возрастающего числа приложенной ударной нагрузки. Плотность грунта устанавливают по графикам зависимости от числа ударов, затраченных на погружение стержня.

Также есть, плотномер-пенетромтр ДПА динамического действия, который предназначен для оценки качества уплотнения асфальтобетона в слоях дорожной одежды, покрытиях дорог и прочих инженерных конструкциях. Плотномер ДПА используется для экспресс-контроля плотности песчаных и мелкозернистых асфальтобетонов как в процессе укладки и уплотнения материала,

так и через 1–3 суток после окончания работ (СНиП 3.06.03–85).

Статический плотномер СПГ-1М предназначен для ускоренного операционного контроля качества уплотнения грунтов земляного полотна и дополнительных слоев оснований автомобильных дорог, аэродромов и прочих земляных сооружений (СНиП 3.06.03–85). Рекомендован для оперативного регулирования технологии и качества в процессе уплотнения как инженерно-техническими работниками, так и мотористами катков. Плотномер допускается применять для зондирования любых грунтов, содержащих не более 15% твердых включений крупностью свыше 2 мм.

Приборы для измерения динамического модуля упругости грунта серии НМР LFG — приборы, дающие возможность точного и быстрого определения несущей способности (динамического модуля упругости) грунтов и дорожных оснований. Прибор измеряет динамический модуль деформации, который при отсутствии необратимых деформаций грунта совпадает с динамическим модулем упругости.

Приборы для измерения статического модуля упругости грунта серии PDG это цифровые приборы, дающие возможность точного и быстрого определения сжимаемости и несущей способности (статического модуля упругости) грунтов и дорожных оснований по DIN 18134 (2001), ASTM D1194/1195/1196.

Приборы универсальны, так как могут применяться повсюду, где необходимо соблюдать требования к механической нагрузке на землю, к примеру, в дорожном строительстве, при прокладке кабелей, трубопроводов, при строительстве фундаментов и железных дорог. Данное устройство просто в применении, может обслуживаться одним человеком, результат измерений может быть получен в течение 3-х минут. При помощи данного устройства контроль качества становится более эффективным, использование прибора увеличивает точность измерений.

Использование экспресс-методов для определения жесткостных характеристик грунта повышают надежность результатов оценки несущей способности оснований зданий и сооружений.

Литература:

1. Механика грунтов — Н. А. Цытович. 1983—288с.
2. Основы механики грунтов. — М.: Тейлор Д. В. Госстройиздат, 345 с.
3. Экспериментальные исследования динамических деформационных свойств грунтов и др. Известия ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. 1989. — Т. 216. — С. 242–254.
4. Поведение грунтов при динамических нагрузках: учеб. пособие для геол. специальностей вузов. — М.: Вознесенский Е. А. Изд-во Моек, ун-та, 1997. 287 с.
5. ГОСТ 25100–95 Грунты. Классификация
6. ГОСТ 30416–96 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.
7. ГОСТ 20522–96 «Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний»
8. ГОСТ 12536–79 « Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава»
9. ГОСТ 12248–96 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости».

10. ГОСТ 19912–81. Грунты. Метод полевого испытания динамическим зондированием. — М.: Изд-во стандартов, 1982.
11. ГОСТ 20069–81. Грунты. Метод полевого испытания статическим зондированием. — М.: Изд-во стандартов, 1982.
12. ГОСТ 20276–85. Грунты. Методы полевого определения характеристик деформируемости. — М.: Изд-во стандартов, 1986.
13. ГОСТ 24846–81. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений.

Сравнение пластинчатых и кожухотрубных теплообменных аппаратов

Петров Александр Дмитриевич, студент;
 Сысолятин Станислав Андреевич, студент;
 Ильин Валерий Владимирович, кандидат технических наук, доцент
 Тюменский индустриальный университет

В статье представлено сравнение пластинчатых и трубчатых (кожухотрубных) теплообменников для г. Тюмени. Рассмотрены недостатки и преимущества РПТО и КТТО. Произведена технико-экономическая оценка двух видов водоподогревателей.

Ключевые слова: энергоэффективность, методика расчета пластинчатых и кожухотрубных теплообменных аппаратов, достоинства и недостатки теплообменников

До недавнего времени в системах централизованного теплоснабжения для установки в индивидуальных тепловых пунктах (ИТП и ЦТП) предусматривались кожухотрубные водо-водяные теплообменники. Они применялись как для систем отопления при их независимом присоединении к тепловым сетям, так и для систем горячего водоснабжения в закрытых системах теплоснабжения. В связи с тенденцией строительства зданий повышенной этажности (более 12 этажей) независимое присоединение систем отопления приобретало все большие масштабы, и это определенно увеличивает потребность систем теплоснабжения в теплообменных аппаратах.

В последние годы в нашей отрасли интенсивно проводится замена устаревшего тепломеханического оборудования в ИТП и ЦТП. Используемые ранее кожухотрубные теплообменные аппараты (КТТО) заменяют пластинчатыми теплообменниками (ПТО), причем преимущественно на ПТО разборного типа (РПТО).

РПТО имеют ряд существенных преимуществ перед КТТО которые приведены в таблице 1.

В России в основном осуществляется сборка пластинчатых теплообменников из комплектующих зарубежных фирм. Исключениями являются Ижевский завод «Теплоэффект», который осуществляет выпуск пластин собственного производства. Сборка теплообменников на заводе выполняется из пластин, изготовленных на импортном оборудовании, на рамах отечественных производителей «Теплотекс» ГУП «Мостеплоэнерго», ООО «ТехноИнжПромСтрой».

Из всего огромного выбора производителей пластинчатых теплообменников разборного типа (РПТО), можно

выделить следующие, наиболее известные и хорошо зарекомендовавшие себя:

- «Теплотекс» (комплектующие APV-Дания);
- «Альфа Лаваль Поток» (комплектующие Alfa Laval-Швеция);
- «СВЕП Интернешнл АБ» (комплектующие Swep-Швеция);
- «Ридан» (комплектующие Sondex-Дания);
- «Машимпекс» (комплектующие GEA-Германия);
- «FUNKE RUS» (комплектующие-Германия);
- «Данфосс» (комплектующие Данфос-Финляндия);
- «ТехноИнжПромСтрой» (комплектующие Zondex-Дания) и другие.

Тем не менее, недостатком ПТО является высокие гидравлические потери, по причине чего скорость воды в каналах теплообменного аппарата не должна превышать 0,4 м/с, следовательно, это ограничивает возможность регулирования тепловой мощности и ухудшение их массогабаритных характеристик путем увеличения скорости теплоносителя.

Используемые в настоящий момент пластины имеют следующие геометрические характеристики: продольный шаг 10–11 мм, по нормали к вершине гофра 9–10 мм; высота гофров 3 мм; толщина пластин 0,4–0,5 мм; эквивалентный диаметр элементарного канала 6 мм.

Некоммерческое Партнерство «Российское теплоснабжение» по результатам проведенного анализа рекомендуют для использования в городе Москва в качестве основных разборных пластинчатых теплообменных аппаратов производителей следующих фирм: «Теплотекс», «Ридан», Альфа Лаваль Поток», «ТехноИнжПромСтрой», «Машимпекс». РПТО перечисленных фирм отличаются

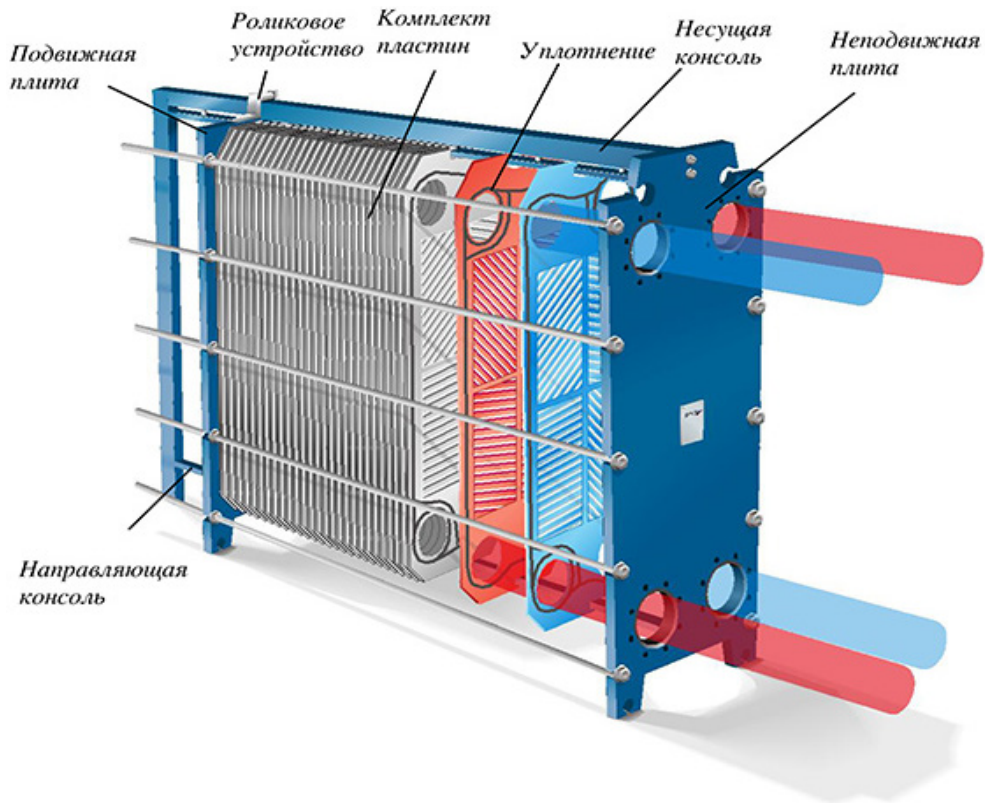


Рис. 1. Пластинчатый теплообменник разборного типа (РПТО)

Таблица 1. Сравнение ПТО и КТТО

Характеристика	РПТО	КТТО
Стоимость (условно)	1	0,75–1,0, в зависимости от назначения и схемы присоединения
Габариты (условно)	1	5–6
Вес в сборе (условно)	1	10–15
Специальный фундамент	Не требуется	Требуется
Время разборки	15 мин.	90–120 мин.
Материал	Нержавеющая сталь	Латунь или медь
Чувствительность к вибрации	Не чувствителен	Чувствителен
Обнаружение течи	Немедленно после возникновения, без разборки	Невозможно обнаружить без разборки
Уплотнения	Возможность замены уплотнений на новые. Жестко зафиксированы в каналах пластины. Отсутствие протечек после механической чистки и сборки	Неразборный. Простая замена невозможна
Теплоизоляция	Не требуется	Необходима
Ресурс работы до капитального ремонта	15–20 лет	5–10 лет
Доступность для внутреннего осмотра и чистки	Разборный. Легко доступный осмотр, обслуживание и замена любой части, а так же механической промывки пластин.	Неразборный, простая замена частей невозможна; возможна только промывка
Соединение при сборке	Разъемные	Сварка, вальцовка
Доступность для внутреннего осмотра и чистки	Разборный. Легко доступный осмотр, обслуживание и замена любой части, а также механической промывки пластин.	Неразборный, простая замена частей невозможна; возможна только промывка
Коэффициент теплопередачи (условно)	3–5	1
Изменение площади поверхности теплообмена	Возможно, кратно количеству пластин	Невозможно
Возможная разность температур теплоносителя и нагреваемой среды на выходе	1–2 °С	5–10 °С

меньшей стоимостью при использовании пластин (AISI 316) высокого качества и прокладок (EPDM). Они предлагают широкий выбор РПТО с мощностью от 20 кВт до 16 мВт, что позволяет для конкретных условий подобрать наиболее рациональную площадь поверхности теплообмена.

Теплообменные установки кожухотрубного типа, действующие по принципу вода-вода, широко применяются в энергетике, промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве. Они отличаются большей металлоемкостью, габаритными размерами и сложностью монтажа.

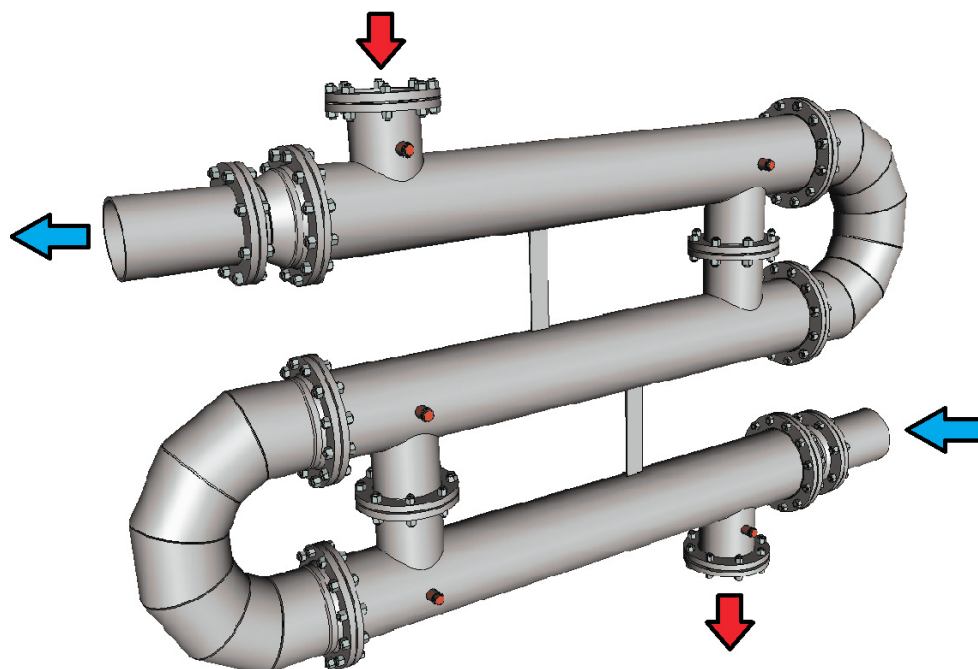


Рис. 2. Кожухотрубный теплообменник (КТТО)

Основными недостатками КТТО является их большая масса и габаритные размеры, что в свою очередь затрудняет их применение, особенно при высоком росте цены на квадратные метры площади помещений в котором размещается оборудование. Решением больших габаритов таких теплообменников могло бы послужить уменьшение проходное сечение труб, однако при таком подходе они быстрее выходят из строя по причине отложений и существенно повышаются затраты на электроэнергию. Следующей не менее важной проблемой кожухотрубных теплообменных аппаратов служит наличие температурных напряжений, которые приводят к разгерметизации секции, во избежание этого на корпусе установлены линзовые компенсаторы, которые снижают эти напряжения.

Значительное повышение теплоотдачи КТТО при умеренном росте гидравлического сопротивления позволило бы существенно снизить их массу и габариты, а так же уменьшить затраты на изготовление и увеличить область их применения.

Альтернативой может послужить применение секций с профилированными трубками. Использование которых повышает теплообмен при ограниченном росте гидравлического сопротивления. В добавок в последнее время появляются новые возможности в области создания новых материалов, борьба с отложениями, коррозией, интенсификация теплообмена при ограниченном росте гидравлического сопротивления.

Преимущества КТТО по сравнению с конкурентами заключается в следующем: Хорошие эксплуатационные свойства, такие как неприхотливость, малое количество уплотняющих прокладок, низкая загрязняемость трубного пространства, возможность очистки поверхностей теплообмена, долгий срок службы;

Возможность установки анодной защиты теплообменника;

Удовлетворительные характеристики по габаритам и массе, сопоставимые с пластинчатыми теплообменными аппаратами в диапазоне тепловых потоков от 20 до 3000 кВт. Возможность объединения в блоки.

Метод расчета пластинчатых теплообменных аппаратов изложенный в ГОСТ 15518 [41], основывается на использовании всего располагаемого потока теплоты, чтобы достичь максимальной скорости каждого теплоносителя и максимального значения коэффициента теплопередачи или при неизвестных располагаемых напорах по оптимальной скорости нагреваемой воды, как и при подборе КТТО.

Для микрорайона города Тюмени были определены тепловые нагрузки на горячее водоснабжение (ГВС). Были рассчитаны и подобраны кожухотрубные и пластинчатые водо-водяные теплообменники. Данные сведены в таблицы 4 и 5.

Таблица 2. Расчет РПТО

Расчет РПТО 2х трубной системы на ГВС									
№ дома	Кол-во этажей	Кол-во секций	Q _{нmax} , кВт (1секции)	РПТО					
				Наименование	Ду, мм	Расход гор. т/ч	Расход хол. т/ч	Масса пуст. кг	Цена за ед. р
1	9	6	97,459	XGM-032-16/1-20-L	32	3,22	1,53	69	30960
2	9	1	389,837	НН-19-16/1-19-ТМ	65	12,86	6,11	255	108360
3	9	1	487,296	НН-19-16/1-23-ТМ	65,0	16,08	7,63	255	80400
3а	2	1	10,829	НН-08-16/1-5-TL	32	0,36	0,17	59	7680
4	9	6	97,459	XGM-032-16/1-20-L	32	3,22	1,53	69	30960
5	9	6	97,459	XGM-032-16/1-20-L	32	3,22	1,53	69	30960
9	9	1	389,837	НН-19-16/1-19-ТМ	65	12,86	6,11	255	108360
10	9	1	194,918	НН-14-16/1-15-ТКТЛ71	50	6,43	3,05	135	51240
10а	9	1	194,918	НН-14-16/1-15-ТКТЛ71	50	6,43	3,05	135	51240
11	5	6	54,144	XGM-032-16/1-12-L	32	1,79	0,85	66	20760
12	9	9	97,460	XGM-032-16/1-20-L	32	3,22	1,53	69	30960
13	5	1	216,576	НН-14-16/1-17ТМТЛ38	50	7,15	3,39	135	51240
14	5	1	162,432	XGM-032-16/1-32-L	32	5,36	2,54	74	20760
14а	1	1	64,973	XGM-032-16/1-14-L	32	2,14	1,02	67	20760
15	5	1	162,432	XGM-032-16/1-32-L	32	5,36	2,54	74	50280
16	9	7	97,459	XGM-032-16/1-20-L	32	3,22	1,53	69	30960
17	2	1	64,973	XGM-032-16/1-14-L	32	2,14	1,02	67	20760
18	9	7	97,459	XGM-032-16/1-20-L	32	3,22	1,53	69	30960
19	5	1	216,576	НН-14-16/1-17ТМТЛ38	50	7,15	3,39	135	51240
20	9	9	97,459	XGM-032-16/1-20-L	32	3,22	1,53	69	30960
21	2	1	64,973	XGM-032-16/1-14-L	32	2,14	1,02	67	20760
23	5	1	162,432	XGM-032-16/1-32-L	32	5,36	2,54	74	50280
24	2	1	129,946	XGM-032-16/1-26-L	32	4,29	2,04	71	30960
25	5	1	162,432	XGM-032-16/1-32-L	32	5,36	2,54	74	50280
26	5	1	270,72	НН-14-16/1-21-ТМТЛ30	50	8,93	4,24	135	66840
27	3	1	73,095	XGM-032-16/1-16-L	32	2,41	1,14	68	20760
28	3	1	64,973	XGM-032-16/1-14-L	32	2,14	1,02	67	20760
29	3	1	108,288	XGM-032-16/1-22-L	32	3,57	1,7	70	30960
30	3	1	97,459	XGM-032-16/1-20-L	32	3,22	1,53	69	30960
31	2	1	21,658	НН-08-16/1-7-TL	32	0,71	0,34	60	9600
								Σ=	2627040

Таблица 3. Расчет КТТО

Расчет КТТО 2х трубной системы на ГВС										
№ дома	Кол-во эт.	Кол-во секций	Q _{нmax} , кВт (1секции)	КТТО						
				Наименование	Число трубок	Производит, кВт	S, м ²	Рас. нагр. т/ч	Масса, кг	Цена за ед. р
1	9	6	97,459	ВВП 11-219-2000	61	113,4	5,76	67,6	173	25800
2	9	1	389,837	ВВП 17-377-2000	216	421,7	19,8	225	430	90300
3	9	1	487,296	ВВП 14-273-4000	107	479,1	20,6	120,9	461,7	67000
3а	2	1	10,829	ВВП 03-76-2000	7	13,1	0,66	7,8	32,5	6400
4	9	6	97,459	ВВП 11-219-2000	61	113,4	5,76	67,6	173	25800
5	9	6	97,459	ВВП 11-219-2000	61	113,4	5,76	67,6	173	25800
9	9	1	389,837	ВВП 17-377-2000	216	421,7	19,8	225	430	90300
10	9	1	194,918	ВВП 12-219-4000	61	238,4	11,5	67,6	301,3	42700
10а	9	1	194,918	ВВП 12-219-4000	61	238,4	11,5	67,6	301,3	42700
11	5	6	54,144	ВВП 09-168-2000	37	74,4	3,49	41	113	17300
12	9	9	97,460	ВВП 11-219-2000	61	113,4	5,76	67,6	173	25800

13	5	1	216,576	ВВП 12–219–4000	61	238,4	11,5	67,6	301,3	42700
14	5	1	162,432	ВВП 09–168–2000	37	74,4	3,49	41	113	17300
14a	1	1	64,973	ВВП 09–168–2000	37	74,4	3,49	41	113	17300
15	5	1	162,432	ВВП 13–273–2000	107	236	10,3	120,9	262	41900
16	9	7	97,459	ВВП 11–219–2000	61	113,4	5,76	67,6	173	25800
17	2	1	64,973	ВВП 09–168–2000	37	74,4	3,49	41	113	17300
18	9	7	97,459	ВВП 11–219–2000	61	113,4	5,76	67,6	173	25800
19	5	1	216,576	ВВП 12–219–4000	61	238,4	11,5	67,6	301,3	42700
20	9	9	97,459	ВВП 11–219–2000	61	113,4	5,76	67,6	173	25800
21	2	1	64,973	ВВП 09–168–2000	37	74,4	3,49	41	113	17300
23	5	1	162,432	ВВП 13–273–2000	107	236	10,3	120,9	262	41900
24	2	1	129,946	ВВП 10–168–4000	37	147,5	6,98	41	193,8	25800
25	5	1	162,432	ВВП 13–273–2000	107	236	10,3	120,9	262	41900
26	5	1	270,72	ВВП 15–325–2000	151	302,1	14,2	167,3	338	55700
27	3	1	73,095	ВВП 09–168–2000	37	74,4	3,49	41	113	17300
28	3	1	64,973	ВВП 09–168–2000	37	74,4	3,49	41	113	17300
29	3	1	108,288	ВВП 11–219–2000	61	113,4	5,76	67,6	173	25800
30	3	1	97,459	ВВП 11–219–2000	61	113,4	5,76	67,6	173	25800
31	2	1	21,658	ВВП 04–76–4000	7	28,3	1,32	7,8	52,4	8000
									Σ=	2189200

На основании полученных расчетов (таблица 2 и 3) по техническим характеристикам (таблица 1) можно сделать вывод, что кожухотрубные теплообменные аппараты экономически выгоднее чем пластинчатые, но уступают пластинчатым теплообменникам.

Литература:

1. СП 41–101–95 Проектирование тепловых пунктов
2. ГОСТ 15518 Аппараты теплообменные пластинчатые
3. <http://zavodtriumph.ru> Завод по производству кожухотрубных теплообменных аппаратов предоставил информацию и программу для расчета и подбора оборудования.
4. <http://www.gidan.ru> Поставщик пластинчатых теплообменных аппаратов предоставил информацию и программу для расчета и подбора оборудования.
5. Н. М. Зингер, А. М. Тарадай, Л. С. Бармина. Пластинчатые теплообменники в системах теплоснабжения. М.: Энергоатомиздат 1995–270 с.

Инновации в разработке солнечных элементов

Петрушкин Антон Андреевич, магистрант;
Савилов Александр Владимирович, магистрант
Рязанский государственный радиотехнический университет

В данной статье производится обзор на возобновляемые источники энергии, а именно солнечную энергетику. Цель работы: ознакомиться со структурой солнечных элементов, произвести комплексный обзор материалов. Объектом являются солнечные батареи. В статье рассмотрены: история создания и развития солнечной энергетики, описана конструкция и структура солнечных батарей и принцип работы, затронута проблема солнечных элементов и рассмотрены пути её решения. В статье представлены современные разработки в области солнечной энергетики, а также рассмотрены реальные проекты на солнечных батареях.

Ключевые слова: электроэнергетика, экономика, энергосбережение и экология, солнечный элемент, солнечная электростанция, фотоэлектрический элемент, источники энергии, структура солнечных элементов, солнечные батареи

Innovations in development of solar elements

A. V. Savilov, graduate student;
A. A. Petrushkin graduate student

*In this article the review on renewables, namely solar power engineering is made. The purpose of operation to get acquainted with structure of solar elements, to make the complex review of materials. An object are solar batteries. **In article are considered:** the history of creation and development of solar power engineering, is described construction and structure of solar batteries and the principle of operation, I will affect that problem of solar elements and ways of its decision are considered. In article the modern development in the field of solar power engineering are provided, and real projects on solar batteries are also considered.*

Key words: energy, economy, energy and environment, solar cell, solar power station, photovoltaic cell, energy sources, structure of solar cells, solar panels.

Энергетика — это базовая отрасль экономики современного государства. В последнее десятилетие способы производства энергии в мире меняются в связи с соотношением используемых видов топлива. В структуре генерирующих мощностей электростанций России преобладают тепловые — 68,4%, атомные — 10,6% и гидравлические электростанции — 21%, на возобновляемые источники энергии приходится около — 0,9% [1]. Россия, так же, как и страны мирового сообщества обеспокоена вопросами экологии и поэтому государство поддерживает технологии возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в особо благоприятных случаях такие источники рассматриваются как конкурентоспособный экономически выгодный ресурс, особенно в сфере автономного энергоснабжения, где находится более 70% территории РФ. Например, труднодоступные регионы Крайнего Севера, Дальнего Востока и Сибири. В документе «Энергетическая стратегия России на период до 2035 года» третий раздел, посвящен развитию нетрадиционных источников энергии [2].

Теоретическая часть

История развития солнечной энергетики начинается в далёком 1839 году: Александр Эдмон Беккерель открыл

фотоэлектрический эффект (преобразование энергии солнца в электричество) [3].

В 1888—1890 годах фотоэффект систематически изучал русский физик Александр Столетов. В 1905 году Альберт Эйнштейн дал теоретическое объяснение всем 3-м законам фотоэффекта, за что в 1921 году он получил Нобелевскую премию [4]. В 1930-х годах физики СССР во главе с Абрамом Фёдоровичем Йоффе получили электрический ток, используя фотоэффект (на то время КПД не превышал 1%) [5]. Уже 70-х годах КПД солнечных панелей был около 10%, и они активнее начали использоваться на космических аппаратах, однако на Земле их использование было нерациональным, ввиду маленького (по сравнению с другими источниками энергии) КПД и дороговизны. Производство и продажа солнечных панелей была более-менее налажена лишь в начале 90-х годов. В 1991 году в США удалось создать более эффективные «ячейки Гретцеля» — фотоэлектрохимические ячейки, в которых используются fotocувствительные мезопористые (с размерами пор от 2 до 50 нм) оксидные полупроводники с широкой «запрещённой зоной» (область значений энергии, обладание которыми электроном в идеальном кристалле крайне маловероятно) [4]. Стоит отметить, что в середине

90-х годов КПД солнечной панели составлял примерно 15%, а в начале 21 века его удалось поднять до 20% [6, 7]. Принцип действия современных солнечных батарей сохранился, несмотря на многолетнюю историю их существования. Усовершенствованию подверглась лишь конструкция и материалы, используемые в производстве, бла-

годаря которым производители постепенно увеличивают такой важный параметр, как коэффициент фотоэлектрического преобразования или КПД устройства. Стоит также сказать, что величина выходного тока и напряжения солнечной батареи напрямую зависит от уровня внешней освещенности, который воздействует на неё.

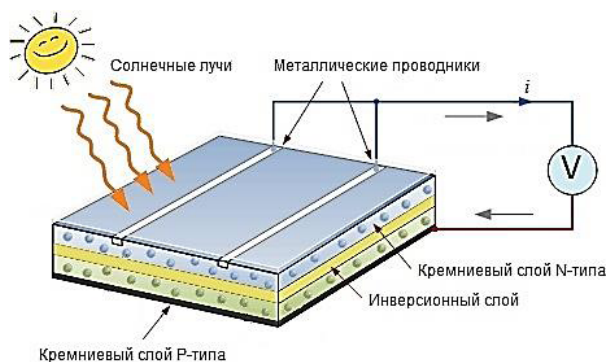


Рис. 1. Конструкция солнечной панели

На рис. 1 можно видеть, что верхний слой p-n перехода, который обладает избытком электронов, соединен с металлическими пластинами, выполняющими роль положительного электрода, пропускающими свет и придающими элементу дополнительную жесткость. Нижний

слой в конструкции солнечной батареи имеет недостаток электронов и к нему приклеена сплошная металлическая пластина, выполняющая функцию отрицательного электрода [8]. На рис. 2 показан принцип работы солнечной батареи.

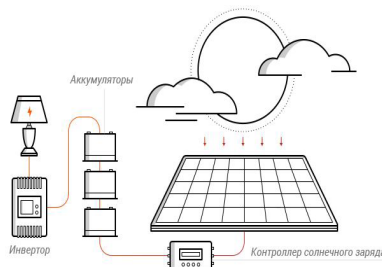


Рис. 2. Принцип работы солнечной батареи

Главная задача разработчиков солнечных панелей состоит в увеличении КПД солнечных панелей. КПД солнечных батарей зависит от различных типов полупроводниковых преобразователей. На рис. 3 представлен график эффективности полупроводниковых преобразо-

вателей. С каждым годом наблюдается рост КПД. Наибольшее значение КПД солнечных фотоэлементов было достигнуто для систем на основе материалов АШВВ, в то время как для остальных полупроводников КПД в настоящее время не превышает 20–25% [9].

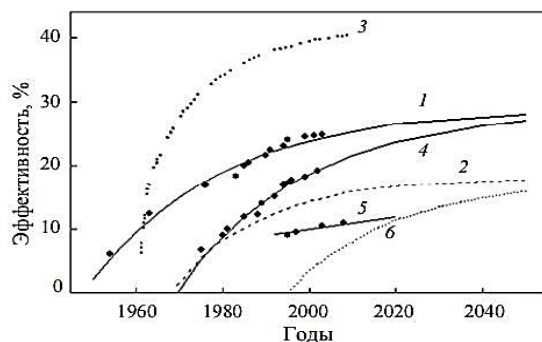


Рис. 3. Изменение эффективности (КПД) различных типов полупроводниковых преобразователей солнечной энергии

На рис. 3: 1 — кристаллический Si, 2 — аморфный Si, 3 — АПВ СФЭ (включая тандемные), 4 — СФЭ CIS (CdInSe), 5 — ячейки Гретцеля, 6 — органические СФЭ. Наиболее распространённые виды СЭ на основе кремния имеют КПД 18–23% и ведутся разработки по его повышению за счёт различных материалов и конструктивных решений.

Кристаллический кремний. Монокристаллические кремниевые СЭ (с-Si-СЭ) изготавливают из пластин

толщиной 300 мкм путем их легирования, создания омических контактов (сплошного тыльного и решетчатого лицевого) и текстурирования для придания антиотражающих свойств. Существует несколько типов конструкции монокристаллических и тонкопленочных солнечных элементов (СЭ), отличающихся способом формирования, структурой и расположением контактов (рис. 4) [10, 11].

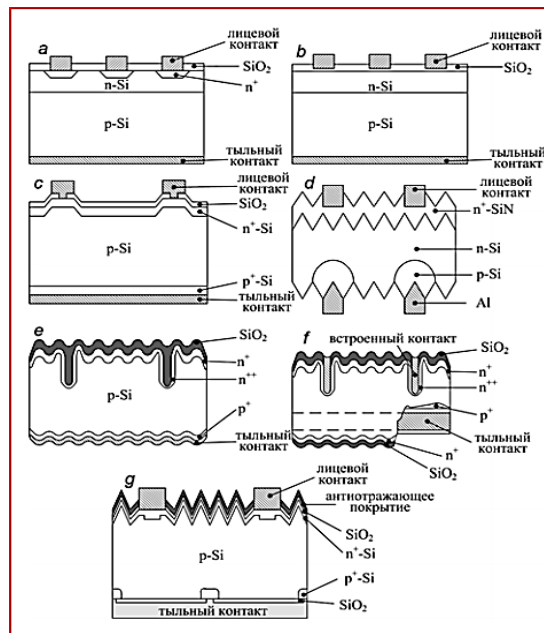


Рис. 4. Различные типы с-Si-СЭ

На рис. 4 представлены различные типы с-Si-СЭ: а — простой p-n-переход; б — металл-изолятор-p-n-структура (MINP); в — СЭ с пассивированным эмиттером (PESC); д — двухлицевой СЭ; е — структура с односторонним встроенным контактом (SSBS); ф — структура с двухсторонним встроенным контактом (DSBS); г — структура с пассивированным эмиттером и локально-диффузионным тыльным контактом (PERL). По состоянию на 2015 г. выпуском СЭ на основе cSi занимался ряд фирм, среди которых «Siemens Solar», «Astropower», «Solec», «BP Solarex», «Sharp» — с общей мощностью производства 60 МВт при средней эффективности элементов до 23% (рекордная эффективность составляет 25,6%) и модулей 10–15% [12]. С целью лучшего использования материала активно разрабатываются СЭ с поглотителем на основе тонкопленочного кремния (tf-Si-СЭ), наносимого методом CVD (химическое осаждение из газовой фазы) на подложки различных типов (кремний, сталь, SiO₂ и другие). Однако в силу малого коэффициента поглощения Si пленки должны иметь значительную толщину (до 50 мкм). При этом уменьшение толщины поглощающей пленки отражается на КПД СЭ [10, 11]. Существует несколько типов конструкции для СЭ на основе тонкопленочного кремния, основные из них представлены на рисунке 5.

Структура основных типов тонкопленочных кремневых СЭ а — СЭ с пассивированным эмиттером и микроканавками; б — СЭ на пленочном ТМ кремнии; в — межконтактный СЭ на пленочном ТМ кремнии; д — СЭ на тонкопленочном ТМ кремнии; е — тонкопленочный многослойный СЭ с опрокинуто пирамидальной поверхностью и пассивированным эмиттером. Тонкопленочные СЭ на основе аморфного кремния. Оптимальным аморфным материалом для использования в качестве поглотителя является а-Si (аморфный кремний). Аморфный водородизированный кремний (а-Si:H) является основой аморфных СЭ. Иногда помимо водорода используются также добавки германия (а-SiGe:H). В качестве рабочего перехода для а-Si СЭ могут использоваться: барьер Шоттки, МОП-структура, p-i-n-структура. На рис. 6 показаны различные варианты конструкции таких СЭ. а-Si-СЭ с p-i-n-структурой применяются в самых различных областях. Возможно их изготовление на металлической фольге, например, из нержавеющей стали, и полимерных пленках, снабженных металлическим покрытием. Использование таких подложек совместимо с технологией массового производства гибких СЭ. Поэтому СЭ данного типа относятся к наиболее перспективным преобразователям солнечной энергии [13].

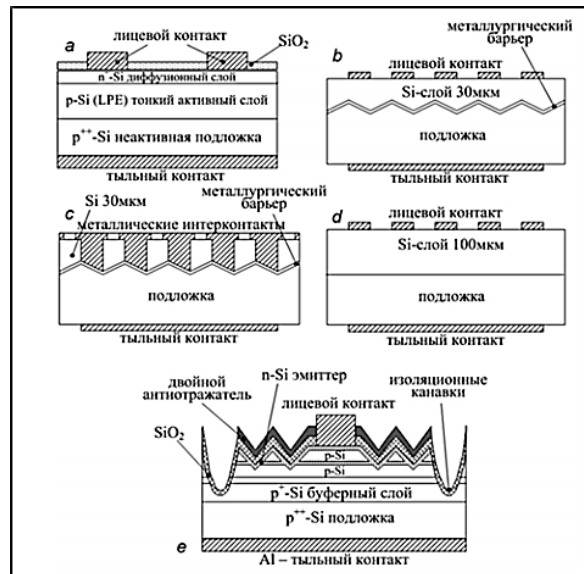


Рис. 5. Структура основных типов тонкопленочных кремниевых СЭ

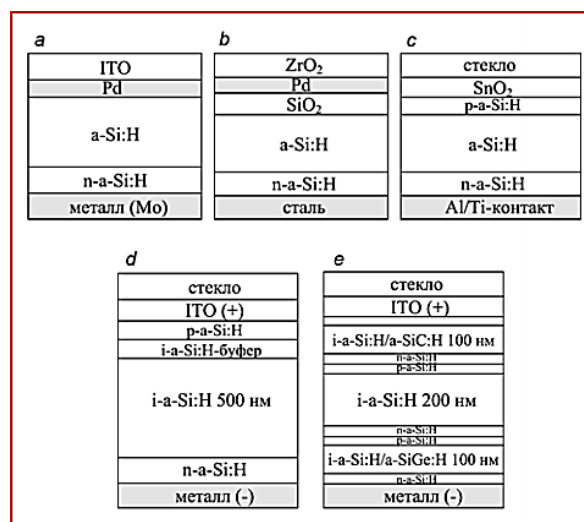


Рис. 6. СЭ на основе аморфного кремния

Солнечные элементы на основе аморфного кремния: а — барьер Шоттки; б — МДП (MUS) — структура; с — р-і-п-структура; д — р-і-п-структура с буферным слоем (однопереходный элемент); е — трехпереходный элемент (3 р-і-п-структуры с последовательным соединением). В целом а-Si является достаточно перспективным материалом для СЭ с относительно высоким КПД, низкой себестоимостью и малым расходом материала за счет значительно меньшей толщины поглощающего слоя, чем у остальных СЭ на основе кремния.

GaAs, GaAlAs, GaInAsP, InAs, InSb, InP, привлекательны для создания СЭ. Единственным ограничением их применения в качестве поглотителя является высокая себестоимость. На основе этого класса материалов формируют как однопереходные, так и многопереходные СЭ (рис. 7). Поглощающие слои АІІВV обычно выращивают химическим

осаждением металлоорганических паров (МОСVD), обеспечивающим хорошую управляемость и воспроизводимость для производства высокоэффективных СЭ большой площади. Предпринимаются попытки нанесения пленок АІІВV методом эпитаксии молекулярных пучков (МВЕ) [14].

Типы конструкций СЭ на основе АІІВV — полупроводников: а — с одним р-п-переходом; б — двухпереходный с двумя выводами; с — двухпереходный с тремя выводами; д — двухпереходный с четырьмя выводами; е — гетерогенный с GaAs/GaInP-переходом. Несмотря на достаточно высокий КПД, АІІВV-СЭ не нашли широкого применения в наземных условиях, так как они не выдерживают конкуренции с кристаллическими и аморфными кремниевыми СЭ из-за высокой цены.

Исследование CdTe с позиций его дальнейшего использования в фотовольтаике началось с 60-х годов XX-го

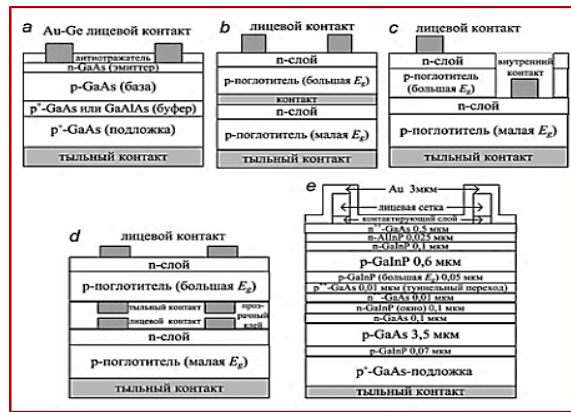


Рис. 7. Типы конструкций СЭ на основе АІІІВV — полупроводников

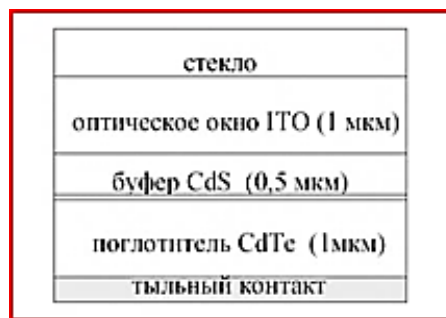


Рис. 8. Структура тонкопленочных CdTe-СЭ с гетеропереходом CdS/CdTe

века. Наилучшими с точки зрения дальнейшего использования и усовершенствования оказались СЭ n-CdS/p-CdTe (рис. 8) [14].

CdTe-СЭ достаточно перспективны, имеют широкие возможности для усовершенствования и оптимизации технологии производства и, следовательно, для снижения себестоимости [15, 16]. Это выгодно отличает их от СЭ на основе a-Si, c-Si и АІІІВV-полупроводников. Однако в производстве CdTe СЭ задействованы Cd и Te, являющиеся токсичными элементами, что затрудняет внедрение CdTe-СЭ. В будущем мировое сообщество планирует отказаться от использования Cd в промышленности. Поэтому при выборе CdTe в качестве поглощающего материала возникает проблема утилизации отработавших СЭ. Последнее приводит к увеличению себестоимости CdTe-СЭ [16]. Подложка необходима для придания механической прочности СЭ. Основным материалом подложки для тонкопленочных СЭ является оксидное неорганическое стекло, которое по типу стеклообразующего оксида может быть боратным, фосфатным, германатным и т. д. Стекло отличается малой прочностью при растяжении и достаточно большой прочностью на сжатие. Его механическая прочность повышается при увеличении содержания оксида кремния, оксидов кальция, бария, бора и уменьшается при увеличении содержания оксидов свинца, натрия и калия. Влияние на КПД СЭ со стороны подложки оказывают примеси щелочных металлов, содержащихся в

стекле, особенно натрия [11, 14]. Вместо стекла в качестве подложки СЭ возможно применение ряда различных материалов, таких как кремний, германий, оксиды титана, магния, бериллия, алюминия, фарфор, стеклокерамика, титановая керамика и другие [17–18]. Тыльный контакт для СЭ на основе CIS или родственных материалов традиционно представляет собой тонкий (0,5 мкм) слой Mo, нанесенный ионноплазменным напылением. Обычно Mo наносят в два слоя: нижний слой толщиной около 0,1 мкм с повышенным удельным сопротивлением (≈ 60 мОм/см) и хорошей адгезией к стеклу и верхний слой с низким удельным сопротивлением (≈ 10 мОм/см) [19]. Технология нанесения Mo достаточно хорошо отработана. Поэтому значительное улучшение параметров СЭ со стороны тыльного контакта может быть достигнуто только за счет исследования новых материалов с хорошим омическим контактом к поглощающему слою [18]. Использование солнечных панелей на крыше здания не всегда вписывается в его архитектурный образ. Компания Tegasolare первая в мире создала черепицу со встроенными солнечными батареями. В черепицу встраиваются фотоэлектрические модули, а каждая секция этой крыши содержит фотоэлектрическую солнечную батарею [20]. Она выглядит весьма современно, практично и красиво. (Рис. 9)

Буквально три года назад на рынке солнечных технологий появилась новая разработка американских конструкторов из «Pythagorus Solar Windows». Суть ин-



Рис. 9. Солнечная черепица

новации в том, чтобы использовать оконное стекло в качестве панели, добывающей солнечную энергию. Подобные панели по полной используют в высотках европейских городов. Это позволяет существенно экономить электроэнергию. Технология солнечных окон представляет собой использование фотоэлементов в

виде кремниевых полос, встроенных между стеклами. Помимо того, что окна будут вырабатывать дополнительную электроэнергию, в дополнение окно будет защищать комнату от перегрева, задерживая солнечный свет. Внешне солнечные окна похожи на привычные жалюзи [21]. (Рис. 10)



Рис. 10. Солнечное окно

В России, так же как и в других странах имеются действующие промышленные объекты солнечной энергетики. Самым крупным промышленным из них в настоящий момент является введенная в 2010 году солнечная электростанция в Белгородской области мощностью 100 кВт. Среди недостатков солнечной энергетики специалисты отмечают сильную зависимость выработки энергии от погодных условий, сезона, времени суток и дороговизна оборудования и установки.

Как видно из рис. 11 у солнечной энергии в России неплохие показатели [22]. Вопрос состоит в том, как правильно развивать солнечную энергетику в условиях территориального климата страны. В России развитие солнечной генерации происходит медленно [23,24]. Основную долю в энергобалансе страны занимают нефть, уголь и газ. Тем не менее, по прогнозу Международного энергетического агентства, доля углеводородного сырья в РФ постепенно снижается, и к 2040 году достигнет 66%, уступив место альтернативным источникам энергии [25]. Сегодня доля солнечной генерации в энергобалансе страны составляет всего 0,001%. В сравнении со значением энергобаланса

мировой энергетики этот процент довольно мал. Например, Германия имеет самую высокую долю солнечной энергии (21,58%) в энергетическом балансе, что в несколько десятков тысяч раз превышает российский показатель [26]. Наиболее развитыми регионами нашей страны в отрасли солнечной генерации можно назвать Республику Алтай, Краснодарскую и Белгородскую области [27]. Самая крупная на сегодняшний день отечественная станция мощностью 5 МВт была запущена в 2014 году в Республике Алтай — Кош-Агачская СЭС. Не уступают ей и крымские СЭС. В связи с геополитическими проблемами и отсутствием необходимой инфраструктуры Крымский полуостров вынужден опираться на альтернативные источники энергии. «Перово» — самая крупная солнечная электростанция Крыма мощностью 105 МВт [27].

«Солнечная энергетика стоит того, чтобы получить государственную поддержку, материальную и законодательную» — этой главной мысли было посвящено совещание Межфракционного депутатского объединения «Наука и высокие технологии», прошедшее в стенах Государственной Думы и посвященное теме «Законодательное



Рис. 11. Ресурсы возобновляемой энергетики России



Рис. 12. Солнечная электростанция в Крыму

обеспечение развития фотоэнергетики России». Совещание провел академик Жорес Алферов, вице-президент Российской академии наук, лауреат Нобелевской премии.

Заключение

Подводя итоги статьи, хотелось бы отметить, что наиболее распространённые виды СЭ на основе кремния имеют КПД 18–23% и ведутся разработки по его повышению за счёт различных материалов и конструктивных решений с использованием GaAs, GaAlAs, GaInAsP, InAs, InSb, InP, а также использования оксидного неорганического стекла в качестве подложки тонкопленочного СЭ. Наиболее перспективными преобразователями солнечной

энергии являются тонкопленочные СЭ на основе аморфного кремния. Их изготавливают на металлической фольге, например, из нержавеющей стали, и полимерных пленках, снабженных металлическим покрытием. Поэтому использование таких подложек совместимо с технологией массового производства гибких СЭ. Новейшие конструкции, такие как солнечная черепица и солнечное окно, позволяют не только пользоваться доступной электроэнергией, но и лаконично встроить солнечные панели в дизайн фасадов. Все разработки учёных ведут к бурному развитию солнечной энергетики в мире, а также доступности применения солнечных батарей в быту каждому человеку.

Литература:

1. Министерство энергетики РФ // URL: (дата обращения: 3.04.2017).
2. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года // Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации. Раздел № 3. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1920> (дата обращения: 3.04.2017).

3. Акимов, И. А. // Фотоэффект. URL: <https://ency.info/materiya-i-dvigenie/fotometriya/388-fotoeffekt> (дата обращения: 3.04.2017).
4. Иоффе, А. Ф. // Фотоэффект. URL: <https://ency.info/materiya-i-dvigenie/fotometriya/388-fotoeffekt> (дата обращения: 3.04.2017).
5. Центр исследований энергетики // Возобновляемые источники энергии. URL: <https://solnce-generator.ru/vozobnovljaemye-istochniki-ehnergii-solnechnaja-ehnergija> (дата обращения: 5.04.2017).
6. Энергоэффективность и энергоснабжение. // История создания солнечных батарей. URL: <https://energoberejenie.org/stati/istoriya-sozdaniya-solnechnyx-batarej> (дата обращения: 5.04.2017).
7. Powered //. URL: <https://alternativnaya-energetika.ru/solnechnye-batarei> (дата обращения: 5.04.2017).
8. Принцип работы и устройство солнечной батареи //. URL: www.sun-battery.biz/stat/princip_raboty_i_ustrojstvo_solnechnoj_batarei.php (дата обращения: 5.04.2017).
9. Парашук, Д. Ю., Кокорин А. И. Современные фотоэлектрические и фотохимические методы преобразования солнечной энергии //. — 2008. — № 6. — С.
10. Green, M. A. Crystalline and thin film silicon solar cells: state of the art and future potential // Solar Energy. — 2003. — № 74. — С. 181–198.
11. Kazmerski, L. L. Photovoltaics: A review of cell and module technologies // Renewable and Sustainable Energy Reviews. — 1997. — № 1. — С. 71–170.
12. Green, M. A. et al. Solar cell efficiency tables // Prog. Photovolt.: Res. and Appl. — 2015. — №. — С.
13. Meier, J. Potential of amorphous and microcrystalline silicon solar cells // Thin Solid Films. — 2004. — №. — С. 518–524.
14. Фонаш, С. и др. Современные проблемы полупроводниковой фотоэнергетики. — Мир, 1988. — с.
15. Tiwari, A. N. et al. CdTe solar cell in a novel configuration // Prog. Photovolt.: Res. and Appl. — 2004. — № 12. — С. 33–38.
16. Morales-Acevedo, A. Thin film CdS/CdTe solar cells: Research perspectives // Solar Energy. 2006. № 6. С 675–681.
17. Luque, S. Hegedus. John Wiley & Sons. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering. 2003. 1168 с.
18. Майселл, Л., Глэнг Р. Советское радио // Технология тонких пленок: справочник: в 2 т. М. справочник: в 2 т. Москва: справочник: в 2 т, 1977.
19. Rau, U., Schock H. W. Electronic properties of Cu (In, Ga) Se₂ heterojunction solar cells — recent achievements, current understanding and future challenges // Materials Science & Processing. 1999. С. 131–147.
20. Солнечные батареи в виде черепицы //. URL: <https://t193.uiprofy.ru> (дата обращения: 3.05.2017).
21. Солнечные батареи: описание различных видов и материалов нового поколения //. URL: <https://teplo.guru/eko/solnechnye-batarei-novogo-pokoleniya.html> (дата обращения: 3.05.2017).
22. Центр стратегических коммуникаций, МЭИ Альтернативное энергоснабжение сельских поселений в режиме распределенной генерации //. URL: <https://www.energy-fresh.ru/analytics/?id=9674> (дата обращения: 3.05.2017).
23. Лучков, Б. Солнечный дом — солнечный город. // Наука и жизнь.. — 2016. — № 11.
24. Кто тормозит развитие солнечной энергетики в России // Газета. RU. URL: <https://www.gazeta.ru/business/2016/06/25/8326097.shtml> (дата обращения: 3.05.2017).
25. Международное энергетическое агентство. URL: <https://www.iea.org> (дата обращения: 3.05.2017).
26. Германия поставила рекорд по солнечной энергии: 22 ГВтч //. URL: <https://geektimes.ru/post/144636/> (дата обращения: 3.05.2017).

Использование псевдосплошных образов для идентификации сигналов

Поляков Владимир Сергеевич, кандидат технических наук, доцент;
Поляков Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент
Волгоградский государственный технический университет

В работе рассмотрен новый метод идентификации сигналов, основанный на вводимых авторами псевдосплошных образах. Это позволяет передавать информацию более эффективно, чем при использовании применяемых методов модуляции сигнала. Данный подход значительно облегчает моделирование сложных измерительно-управляющих систем, особенно при наличии большого числа параллельно-функционирующих компонентов.

Наряду с числовой, матричной и векторной математикой, можем рассматривать и образную математику, единицей информации которой является сплошной образ. Сплошным образ становится тогда, когда размеры его пикселей стремятся к нулю. Образная математика удобна для теоретического исследования нервных систем живых существ, а также для измерительно-управляющих систем, действующих по родственным принципам [1,2]. Иными словами, данный раздел математики более всего подходит для работы с системами искусственного интеллекта, нейронными и нейроподобными системами.

Итак, рассмотрим подробнее, что будем понимать под образной математикой. Основной единицей информации в ней выступает не число — или символ, его заменяющий — не матрица чисел и не вектор, а сплошной образ. Сплошной образ — это такой образ, у которого размеры отображающих его элементов стремятся к нулю.

Действия образной математики различаются от числовой математики — вместо сложения, вычитания, умножения, деления, логарифмирования, дифференцирования, интегрирования и прочих операций с числами, должны появиться операции с отдельными образами. К ним мы можем отнести: усиление, ослабление, суммирование образов, насыщение, разбавление, негативизацию, разделение, расширение, сжатие, поднятие и опускание уровней, изменения контрастности, пропорциональное изменение, аккомодация, изменение во времени и т. д.

Помимо операций с отдельными образами, необходимо использовать и их совместную обработку, а именно:

- активацию пассивного образа активным;
- просветление одного образа другим, т. е. сложение образов;
- затемнение образов, т. е. вычитание одного из другого;
- определение степени сходства образов и др.

Новыми в случае рассмотрения операций над образами будут не только сами процедуры математических операций, но и аппаратные средства для их реализации. Следует от-

метить, что прикладные направления образной математики имеют весьма широкие перспективы в различных областях человеческой деятельности, особенно там, где требуется минимум затрат для решения сложных задач, где программное обеспечение невыполнимо вследствие неограниченного роста числа учитываемых видов информации. Особенно важным это становится в сложных системах с параллельно функционирующими компонентами. Чем выше число компонентов и, соответственно, сложность системы, тем важнее становится использование подобных методик [3,4,6].

Особой областью применения прикладной образной математики являются теоретические исследования живых и искусственно разработанных нервных систем (обучаемых систем искусственного интеллекта).

Любой сигнал можно представить как сплошной образ. Если при сравнении этого образа с другими возникает совпадение с одним из уже имеющихся, то сразу получаем всю информацию, закодированную в пришедшем сигнале. Такой подход намного эффективнее, чем различные методы модуляции, используемые на данный момент [6].

В современной технике выполнить условие стремления элемента, отображающего образ, к нулю нереально. Именно поэтому следует говорить о псевдосплошных образах. Псевдосплошной образ — образ, размер пикселя которого имеет конечное значение и ему соответствует некий определенный элемент матрицы псевдосплошного образа. Форму элемента, отображающего псевдосплошной образ, будет определять сетка. Под сеткой будем понимать линии, разбивающие плоскость на конечные ячейки, которые в свою очередь будут являться элементами псевдо-сплошного образа.

Сигнал поступает в нейрон, после чего накладывается на сетку, которая в данном случае является псевдо-сплошным образом. Данный процесс представлен на рисунке 1.

После наложения сигнала на сетку как бы отпечатывается псевдо-сплошной образ. Это происходит по следующему алгоритму. При прохождении линии сигнала через пиксель сетки, он просветляется. В случае, когда линия

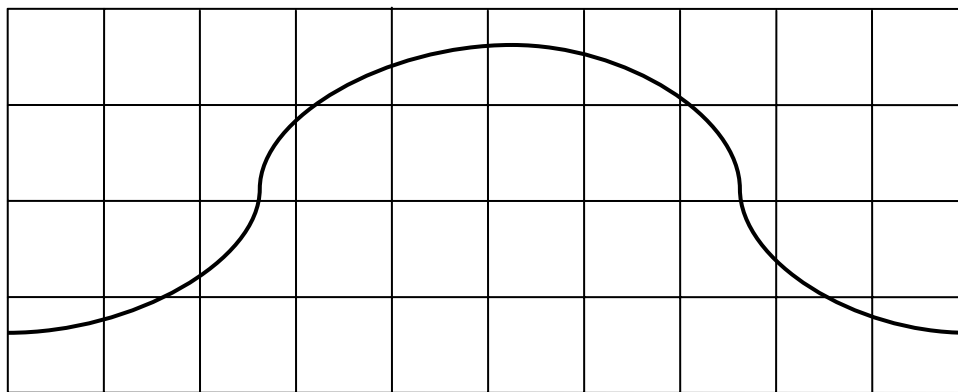


Рис. 1. Наложение сигнала на сетку

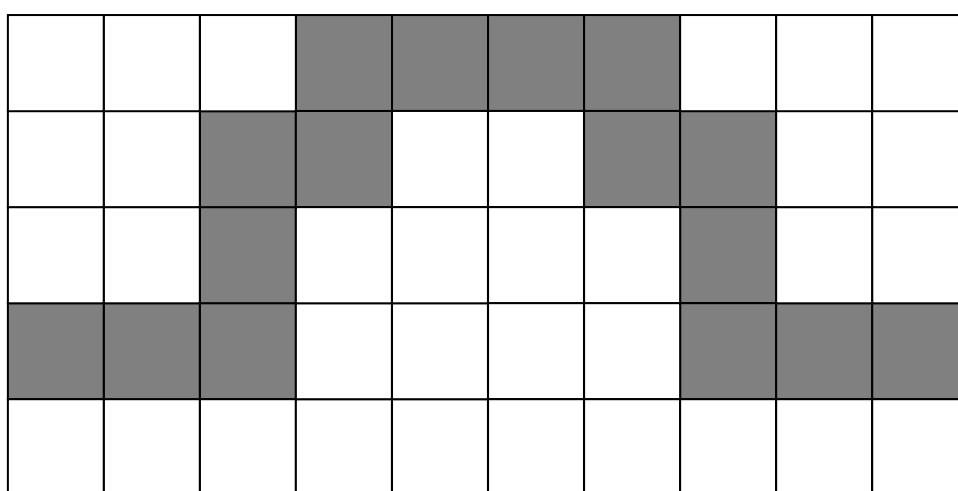


Рис. 2. Псевдо-сплошной образ, полученный при наложении сигнала на сетку

сигнала не проходит через пиксель, он остается в безразличном состоянии. Пример для нашего сигнала представлен на рисунке 2.

Фактически каждый пиксель может представлять собой элемент матрицы. Назовем такую матрицу матрицей псевдосплошного образа. В ней элемент будет равен нулю если:

- находится в безразличном (полностью затененном) состоянии;
- имеет какое-то значение если его просветлил сигнал, пришедший в нейрон.

Такую матрицу можно поэлементно сравнить с матрицей уже сохраненной в памяти. Сравнение происходит наложением соответствующих элементов друг на друга (рис. 3).

Результатом проведенного сравнения является матрица, элементами которой являются нули в случаях наложение ненулевого элемента одной на не нулевые элементы другой или нулевые элементы одной на нулевые

элементы другой. В единичное значение элемент матрицы устанавливается в случае наложения ненулевого элемента одной матрицы на нулевой элемент другой или при наложении нулевого элемента на нулевой элемент. В случаях, когда не будет найдено не одного совпадения, будет активирована система обучения. В данной статье не приводятся алгоритмы ее работы и собственно общая методика. Однако, в последующих работах это будет рассмотрено в должной степени.

При использовании предложенного метода в распознавании образов получаем два существенных преимущества. Во-первых, идентификация сигналов с помощью псевдосплошных образов позволит передавать информацию в более скомпонованной форме, чем при различных видах модуляции сигнала. Во-вторых, при использовании разрабатываемых авторами нейроподобных систем [7], данный подход приближен к работе биологических нейронов, в которых сигнал воспринимается как какой-то образ, а не модулированный электрический сигнал.

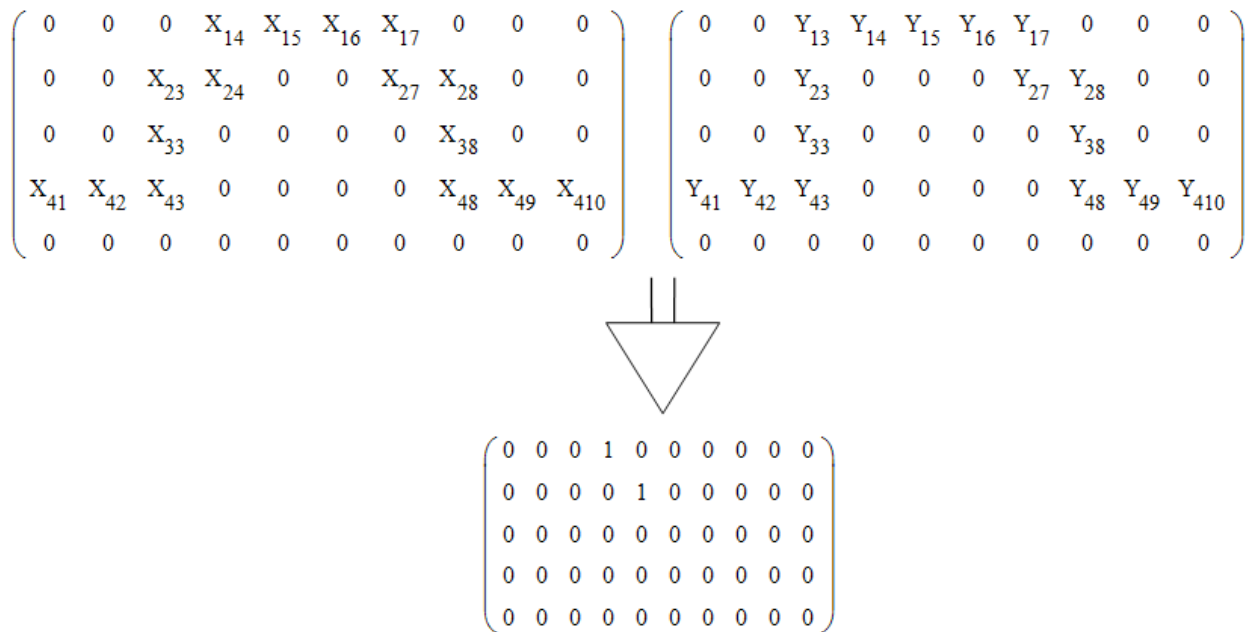


Рис. 3. Наложение матрицы псевдоплошного образа с матрицей сравнения и формирование матрицы соответствия

Литература:

1. Фу, К. Структурные методы в распознавании образов. М.: Мир, 1977. — 345 с.
2. Ту Дж, Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. М.: Мир, 1978. — 298 с.
3. Поляков, В.С. Моделирование параллельно протекающих процессов блоками взаимодействующих компонентов. / В.С. Поляков, С.В. Поляков // Контроль. Диагностика — 2008. — № 8. — С. 70–73.
4. Поляков, С.В. Построение модели для диагностирования технологических процессов с использованием графов. /С.В. Поляков, С.Б. Сластинин // Контроль. Диагностика — 2000. — № 4. — С. 19–22.
5. Зыков, А.А. Теория конечных графов / А.А. Зыков. — Новосибирск: Наука, 1968. — 541 с.
6. Барский., А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений / М.: Финансы и статистика, 2004. — 176 с.
7. Поляков, В.С. Системы оперативной и долгосрочной памяти при моделировании нейроподобных систем управления. / Н.В. Полежаев, М.Д. Хорошевский // Известия ВолгГТУ. Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении». Вып. 9: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. — Волгоград, 2013. — № 7 (110). — С. 101–105.

Виды и способы закрепления грунтов

Смагулова Ляззат Курмашовна, магистрант

Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова (г. Алматы)

В данной статье приводится краткий обзор современных методов и видов закрепления грунтов.

Известно, что грунты — это искусственные изменения строительных свойств природных грунтов, применяемых в строительном комплексе и обладающие различными физическими свойствами и способами их залегания. Так, для искусственного изменения грунтов необходимо увеличение их устойчивости, прочности, улучшения проницаемости, сжимаемости, и уменьшения природной чувствительности грунтов к изменению внешней среды, особенно влажности.

Усиляемые грунты должны обладать достаточной природной проницаемостью. Мы знаем, что суглинистые и глинистые грунты в связи с низкой проницаемостью очень плохо поддается химическому закреплению, соответственно, хорошо фильтрующие грунты поддаются закреплению, внедряя в их поры вяжущие вещества. Метод закреплению выбирается в зависимости от грунтовых условий района строительства и производственных возможностей их выполнения.

Существующие разработанные химические способы закрепления очень эффективны для улучшения свойств грунтов под фундаменты существующих построек. Это обусловлено тем, что изменение грунта под фундаментом в камневидное состояние проходит без нарушения эксплуатации здания и сооружения.

Закрепление грунтов является актуальной проблемой современного этапа проведения строительных работ на площадке. В крупных и быстро растущих городах последние несколько лет наблюдается тенденция к замачиванию грунтов техногенными водами, что приводит к ослаблению фундаментов.

Химическое закрепление долговечно и имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами. Основными преимуществами являются простота производства работ; портативность применяемого оборудования; короткие сроки выполнения работ; возможность закрепления грунта на любой глубине без проведения каких-либо специальных выработок и земляных работ; вероятность проведения подземных работ без прекращения эксплуатации здания или сооружения.

Как один из видов производства строительных работ закрепление грунтов в самом общем виде представляет собой целенаправленное искусственное преобразование строительных свойств грунтов посредством их химической или физико-химической, механической и термической обработки, с применением соответствующих технологий [1].

В зависимости от способа обработки грунтов, в результате которого улучшаются их свойства, закрепление грунтов подразделяется на следующие виды:

— химическое — когда его основу составляют химические и физико-химические процессы, возникающие в грунтах в результате введения в них определенных химических веществ;

— электрохимическое закрепление, основанное на вторичных химических и физико-химических явлениях электролиза, возникающих в грунтах под действием внешнего поля постоянного электрического тока;

— термическое закрепление, когда улучшение свойств грунтов достигается в результате их обжига в скважинах раскаленными газами или электропрогревом;

— термоконсолидация глинистых водонасыщенных грунтов, когда улучшение строительных свойств достигается самоуплотнением грунтов, обусловленным их нагревом в пределах 50–80 °С.

Так, химическое закрепление в зависимости от способа введения в грунты химических реагентов имеет два направления:

— инъекционное химическое закрепление, когда реагенты в виде растворов или газов вводятся в грунты без нарушения их естественного сложения нагнетанием под давлением;

— бурсмесительное закрепление грунтов, осуществляемое с нарушением их естественного сложения, механическим перемешиванием с цементами или другими хи-

мическими реагентами и добавками при бурении скважин большого диаметра.

К первому направлению относятся способы силикатизации, смолизации, цементации; второе представлено способом бурсмесительного закрепления илов и других сопутствующих им грунтов.

Каждый из способов закрепления имеет свою область применения, строго ограниченную номенклатурой грунтов и определенными характеристиками, а именно: водопроницаемостью и химическими свойствами для всех грунтов, степенью влажности и емкостью поглощения для глинистых грунтов и др.

Основные способы закрепления грунтов и примерные границы их практического применения по номенклатуре, влажности и водопроницаемости приведены в таблице 1.

Силикатизация и смолизация грунтов, в свою очередь, дифференцируются на ряд конкретных способов, которые различаются между собой химической технологией (рецептурой) и целенаправленно применяются для закрепления определенных разновидностей песчаных и просадочных грунтов согласно их природным свойствам.

Закреплением указанными выше способами достигается значительное повышение несущей способности, прочности и устойчивости всех видов грунтов, с одновременным обеспечением их водостойкости, что открывает большие возможности для практического применения этих способов при строительстве в слабых грунтах.

Для всех без исключения фильтрующих грунтов закрепление позволяет уменьшать или практически полностью устранять их водопроницаемость, что расширяет область его практического применения в качестве противофильтрационных мероприятий, а также мероприятий против неустойчивости этих грунтов в водонасыщенном состоянии, при подземных строительных работах [2].

Разработанные лабораторией и применяемые в строительстве химические способы закрепления гравий-илистых, песчаных, суглинистых и глинистых грунтов основаны на инъекции, т. е. нагнетании химических растворов в грунт. Очевидно, что процесс нагнетания может быть осуществлен только при условии, когда закрепляющие растворы будут проникать в грунт без нарушения его структуры. Отсюда следует, что технология определяет границы применимости того или иного способа. В первую очередь это связано с вязкостью нагнетаемых растворов, единичным расходом и давлением при нагнетании. Одновременно с этим границы применения способов должны учитывать также радиус закрепления, прочность создаваемого массива грунта или степень снижения его водонепроницаемости. Нижняя граница применения способа указывает на обеспечение необходимого радиуса закрепления, а значит и монолитного закрепления или уплотнения грунта [3].

Границы применения всех способов даны по коэффициенту фильтрации (рис. 1).

Одновременно с этим некоторые из способов сообщают закрепленному грунту различные свойства; по ним способы можно разделить на следующие классы:

Таблица 1. Номенклатура влажности и водонепроницаемости

Способ закрепления	Вид грунтов	Природная степень влажности	Коэффициент фильтрации, м/сут
Силикатизация	Просадочные лессы, лессовидные и некоторые виды покровных суглинков	Не более 0,7	Не менее 0,2
	Песчаные	Независимо от влажности	0,5–80
Смолизация	Песчаные	Независимо от влажности	0,5–50
Цементация	Пустоты большого размера. Трещиноватые скальные, крупнообломочные и гравелистые песчаные	-	Для скальных 0,01 Для не-скальных 50
Буросмесительное закрепление	Илы. а также сопутствующие им глины в суглинки мягкопластичной, текучепластичной, текучей консистенции, рыхлые и средней плотности пески	-	Независимо от водонепроницаемости
Термическое закрепление	Просадочные лессы и лессовидные суглинки, непросадочные суглинки и глины	Не более 0,5	Независимо от водонепроницаемости

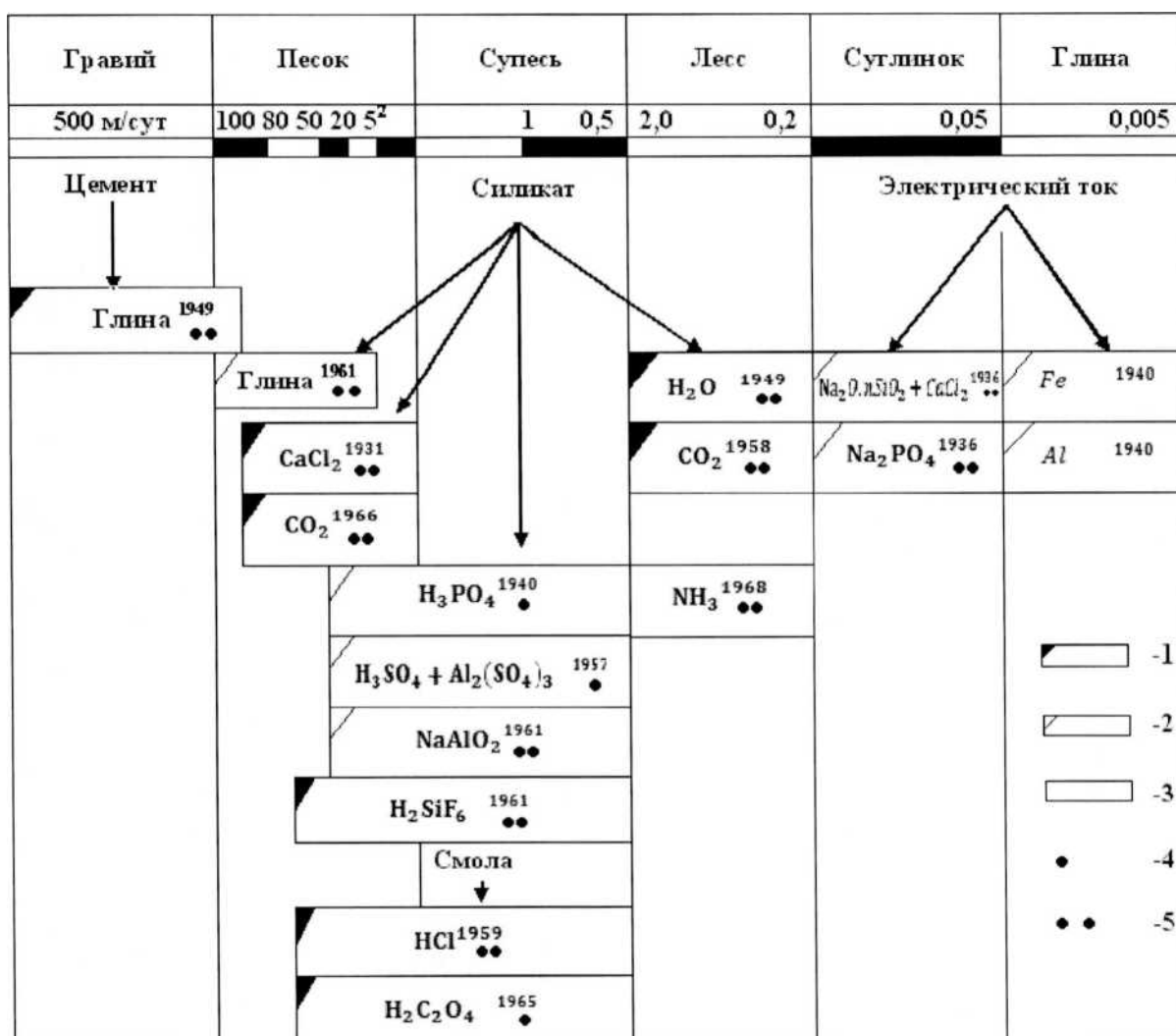


Рис. 1. Классификация химических способов закрепления грунтов проф. Б. А. Ржаницына:
 1 — закрепление с прочностью от 10 до 50 МПа; 2 — уплотнение с прочностью от 2 до 5 МПа;
 3 — стабилизация; 4 — кислый гель; 5 — щелочной гель

1) Резко изменяют строительные свойства закрепленного грунта и значительно повышают его механическую прочность и водонепроницаемость;

2) Сообщают закрепляемому грунту только водонепроницаемость;

3) Увеличивают водоустойчивость и плотность грунта.

Из данных приведенных на рисунке видно, что цементацию следует применять для прочного закрепления гравелистых и песчаных грунтов с коэффициентом фильтрации от 80 до 500 м/сут. Нижний предел характеризуется крупными песками, в поры которых могут проникать частицы цемента современного помола. Для придания водонепроницаемости песчаным грунтам, в которых применение цемента физически невозможно, его заменяют силикатными глиносиликатными растворами, которые могут придавать водонепроницаемость песчаным грунтам с коэффициентом фильтрации от 20 до 100 м/сут.

Прочное закрепление песчаного грунта осуществляется путем применения двухрастворного способа силикатизации. Этот способ целесообразно применять в грунтах с коэффициентом фильтрации от 2 до 80 м/сут.

Ряд однорастворных способов силикатизации может применяться в песчаных грунтах с коэффициентом фильтрации от 0,5 до 5 м/сут. Эти способы сообщают грунтам, главным образом, водонепроницаемость. Однорастворный способ силикатизации с применением кремнефтористоводородной кислоты сообщает песчаным грунтам значительную прочность и водонепроницаемость и может быть применен в грунтах с коэффициентом фильтрации от 0,5 до 20 м/сут.

Литература:

1. Пособие по химическому закреплению грунтов инъекцией в промышленном и гражданском строительстве (к СНиП 3.02.01–83). — М.: Стройиздат, 1986.
2. Ананьев, В. П., Воляник Н. В. Инженерное грунтоведение и техническая мелиорация грунтов: Учебное пособие. Ростов-на-Дону: РГАС, 1994. — 87с
3. Ржаницын, Б. А. Химическое закрепление грунтов в строительстве. -М.: Стройиздат, 1986—264с.

Тяговый асинхронный электродвигатель для мотор-колёс транспортных средств

Смирнов Константин Викторович, магистрант

Научный руководитель: Андреев А. Н., кандидат технических наук, доцент

Вологодский государственный университет

Проблема замены энергии углеводородов в силовых агрегатах транспортных средств и не только является одной из основных в современном мире. Целью работы является проектирование тягового асинхронного двигателя для мотор-колеса, который смог бы стать более технологичной заменой трансмиссии автомобиля. Стремительный рост потребления топливно-энергетических ресурсов приводит к возникновению проблемы прибли-

Однорастворный способ силикатизации, при котором используется химически активные вещества самого грунта, разработан для закрепления просадочных лесовых грунтов. Способ применим в просадочных грунтах с коэффициентом фильтрации от 0,2 до 2,0 м/сут, причем влажность его не должна превышать 17%, т. е. толщина лесса должна находиться выше уровня грунтовых вод. При большой влажности, порядка 20–22%, применяется газовая силикатизация, когда сначала в грунт нагнетается углекислый газ, затем силикат и затем опять углекислый газ. Проведение этих работ может осуществляться только весьма опытными специалистами. В результате применения газовой силикатизации грунту сообщается прочность и водоустойчивость.

Прочное закрепление песчаных грунтов с приданием массиву водонепроницаемости выполняется способом смолизации, если грунт имеет коэффициент фильтрации от 0,5 до 20 м/сут.

Что касается способа электрохимического закрепления, то его применение позволяет придать глинистым грунтам водоустойчивость, т. е. ликвидировать размокание и набухание грунта в воде. Область применения этого способа ограничивается следующими значениями коэффициента фильтрации: при двухрастворной электросиликатизации от 0,05 до 0,2 м/сут, при однорастворной — от 0,005 до 0,2 м/сут.

Таким образом, существует несколько способов закрепления грунтов: цементация, силикатизация, смолизация, термический способ, электрохимический, битумизация, глинизация, импульсный метод.

жающегося энергетического кризиса. Известно, что современный автомобиль имеет достаточно хорошие показатели топливной экономичности и экологичности. В то же время, при движении в режиме городского цикла, представляющего собой постоянное чередование фаз разгона, равномерного движения, замедления и стоянки с работающим на холостом ходу двигателе, эти показатели существенно ухудшаются. Причин этому несколько. Недо-

статочное использование потенциальной мощности двигателя при движении с ограниченной в условиях города скоростью, вследствие чего двигатель работает с повышенными удельными расходами.

Мотор-колесо — разновидность ведущего колеса, комплексный агрегат, в котором объединены непосредственно колесо, электрический двигатель, силовая передача и тормозная система [1]. Обязательной составляющей любого мотор-колеса является автоматическая система управления, которая обеспечивает согласованную работу всех четырёх приводов.

Следует отметить, что по способу управления автомобиль с мотор-колёсами не должен отличаться от автомобиля со стандартным двигателем внутреннего сгорания.

Преимущества такой технологии являются:

- Надежная конструкция.
- Высокая точность динамических характеристик привода.
- Максимально высокие показатели точности работы.
- Способность развивать довольно большую скорость.
- Большой крутящий момент.
- Быстрое ускорение.
- Низкий уровень шума и вибрации.
- Высокий КПД.

- Удобство и простота установки.
- Недостатки:
- Незначительное магнитное сопротивление.
- Большой вес установки.

В авторской концепции предложена силовая установка для полноприводного автомобиля, позволяющая улучшить его динамические показатели и при этом значительно снизить вредные выбросы в окружающую среду. В состав мотор-колеса входят: встроенные в него тяговый электродвигатель, силовая передача и тормозная система. Таким образом, каждое колесо имеет индивидуальный привод. В зависимости от конструктивных особенностей мотор-колёса бывают безредукторные, редукторные и мотор-полуоси.

Для создания прототипа системы управления мотор-колесом выбран микроконтроллер ATmega16A и составлена программа опроса датчиков тока и напряжения. У выбранного по критерию невысокой цены микроконтроллера имеется достаточно выводов для подключения как датчиков, так и исполнительных устройств, а также имеется многофункциональная система программирования в среде AVR Studio.

В ходе научной работы спроектирована принципиальная схема электропривода, разработана архитектура системы управления.

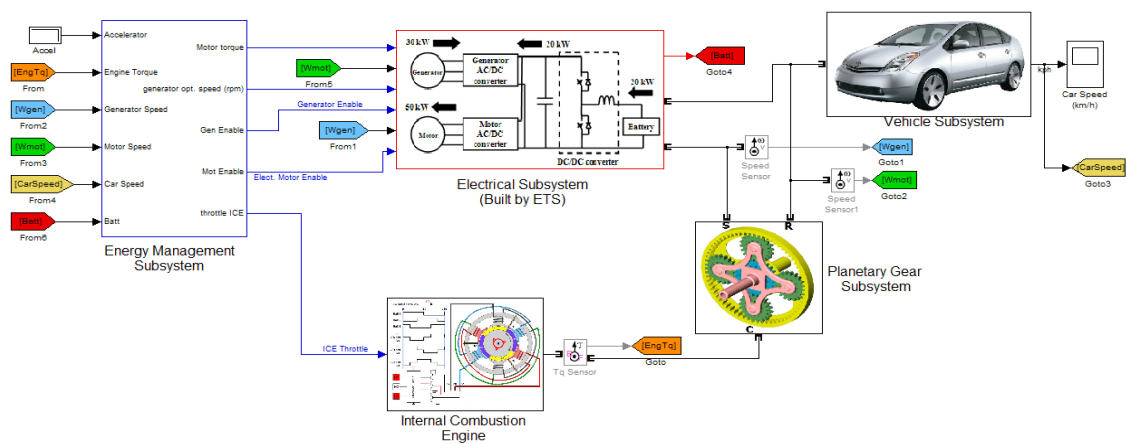


Рис. 1. Модель в системе MATLAB

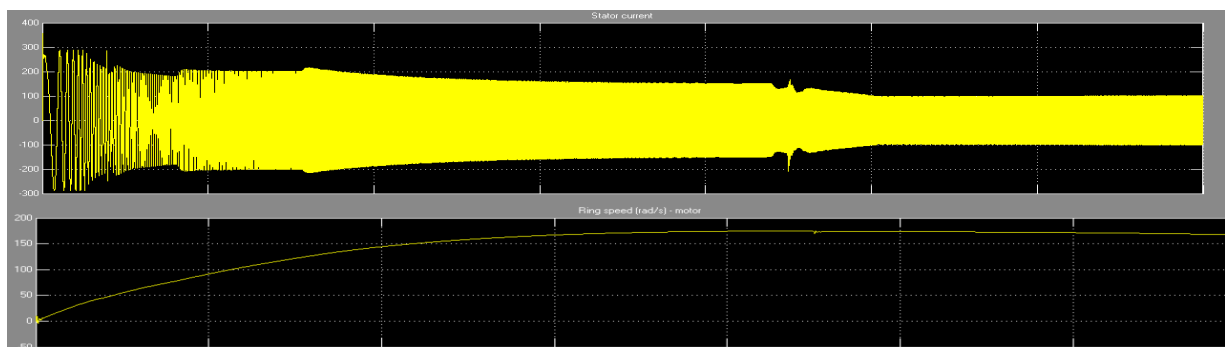


Рис. 2. Графики тока статора и скорости вращения двигателя

Литература:

1. В. И. Анурьев Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т1/Под ред. И. Н. Жестковой. — М.: Машиностроение, 2001. — 920 с.

Проверка соответствия реальных технических характеристик ЛГШ-718 заявленным характеристикам

Соколова Дарья Борисовна, магистр
Севастопольский государственный университет

Данная работа представляет собой проверку соответствия реальных технических характеристик блокиратора сотовой связи и каналов передачи данных ЛГШ-718, заявленным характеристикам.

Задачами служили:

- 1) собрать лабораторную установку;
- 2) настроить прибор (блокиратор сотовой связи);
- 3) исследовать характеристики фонового электромагнитного шума;
- 4) включить исследуемый прибор ЛГШ-718;
- 5) снять частотные характеристики в диапазоне частот работы исследуемого прибора;
- 6) обработать полученные результаты;
- 7) построить графики.

Блокиратор сотовой связи и каналов передачи данных ЛГШ-718

Блокиратор сотовой связи **ЛГШ-718** предназначен для блокировки (подавления) связи между базовыми станциями и мобильными телефонами сетей сотовой связи, работающих в стандартах: IMT-МС-450, GSM 900, DSC/GSM 1800, (DECT 1800), IMT — 2000/ UMTS (3G), 4G (LTE, WiMAX), Bluetooth, Wi-Fi. Изделие **ЛГШ-718** является флагманом среди блокираторов сотовой связи серии ЛГШ и объединяет в себе все возможности изделий ЛГШ-701, ЛГШ-712, ЛГШ-713 и ЛГШ-704. Имеется возмож-

ность подключения к блокиратору **ЛГШ-718** селективного обнаружителя цифровых радиопередающих устройств **ST 165**, что превращает изделие в интеллектуальную систему блокирования цифровых сигналов.

Принцип работы прибора основывается на генерации преднамеренной помехи в заданном диапазоне частот в генерации шумовой помехи в необходимом диапазоне частот. Отличительной характеристикой является наличие 6 независимых каналов регулировки мощности по каждому диапазону частот, что позволяет создавать зоны блокирования исходя из Ваших требований, в границах данного помещения

Генератор **ЛГШ-718** избавит от несанкционированного съема информации через стандарты сотовой связи и заблокирует работу устройств несанкционированного прослушивания, созданных на основе сотового телефона, цифровых каналов передачи данных Bluetooth и Wi-Fi. Так же он блокирует работу сотовой связи в местах, где требуется соблюдение полной тишины и может применяться в конференц-залах, переговорных комнатах, в музеях, театрах, галереях и учебных аудиториях. Специальный подавитель мобильной радиосвязи **ЛГШ-718** в модификации М вместо стандарта IMT-МС-450 блокирует работу сетей стандарта AMPS /N-AMPS/ D-AMPS-800/ CDMA-800.

Паспортные данные исследуемого прибора

Технические характеристики

Диапазон рабочих частот:	
стандарт IMT-МС-450 (CDMA 20001X) *, МГц, не менее	462,5... 467,475
стандарт AMPS/ DAMPS 800 (вариант MSK), МГц, не менее	869... 894
стандарт GSM 900**, МГц, не менее	925... 960
стандарт DSG/ GSM 1800, (DECT 1800), МГц, не менее	1805... 1900
стандарт IMT — 2000/ UMTS (3G), МГц, не менее	2010... 2025
стандарт LTE и WiMAX (4G), МГц, не менее	2125... 2170
стандарт Bluetooth, WiFi, МГц, не менее	2560... 2700
	2400... 2483,5

Максимальная выходная мощность на антенном разъёме:	33
стандарт IMT-TC-450 (CDMA 20001X) *, дБм, не менее	33
стандарт AMPS/ DAMPS 800 (вариант MSK), дБм, не менее	33
стандарт GSM 900**, дБм, не менее	30
стандарт DSG/ GSM 1800, (DECT 1800), дБм, не менее	30
стандарт IMT — 2000/ UMTS (3G), дБм, не менее	28
стандарт LTE и WiMAX (4G), дБм, не менее	27
стандарт Bluetooth, WiFi, дБм, не менее	
Диапазон регулировки выходной мощности на антенном разъёме каждому выходу плавно и независимо, дБ, не менее	13
Эффективный радиус подавления***, м	3... 50
Коэффициент усиления входящих в комплект поставки антенных устройств, dBi	0
Мощность потребляемая от сети, ВА, не более	25
Габаритные размеры, мм., не более	280 x 245 x 40
Размер картонной упаковочной коробки, мм., не более	300 x 300 x 80
Масса блокиратора, кг., не более	2,5
Напряжение питания, В	однофазная сеть переменного тока, 85... 264
Режим работы	круглосуточный
Температура окружающего воздуха	от 1 до 40 °С
Относительная влажность воздуха, не более	80% при 25 °С
Атмосферное давление, мм рт. ст.	630–800
Средняя наработка на отказ, ч., не менее	10000
Средний срок службы, лет	10

Стандартная комплектация

- Блокиратор сотовой связи и сигналов 3G, 4G, Bluetooth, Wi-Fi ЛГШ-718—1 шт.
- Антенна «450» — 1 шт.
- Антенна «900» — 1 шт.
- Антенна «1800» — 1 шт.
- Антенна «3G» — 1 шт.
- Руководство по эксплуатации — 1 шт.

— Паспорт — 1 шт.

— DV-9M, вилка 9 pin на кабель (пайка) — 1 шт.

— Картонная упаковочная коробка — 1 шт [1].

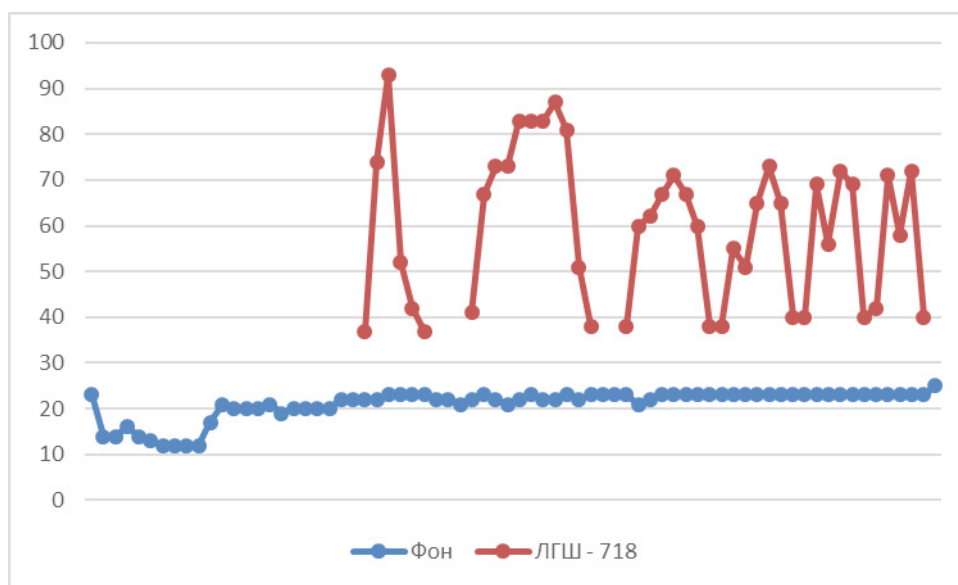
Методика съема значений (какие значения, диапазон, антенны)

Подключаем к прибору антенны, и снимаем для каждой показания ЛГШ-718

Частота, МГц	Фон	ЛГШ — 718	Антенна
1	23		
2	14		
3	14		
4	16		
5	14		
6	13		
7	12		
8	12		
9	12		
10	12		
20	17		
30	21		
40	20		
50	20		
60	20		
70	21		
80	19		
90	20		
100	20		
150	20		

200	20		
300	22		
400	22		
450	22	37	450
460	22	74	
470	23	93	
480	23	52	
490	23	42	
500	23	37	
600	22		
700	22		
800	21		
900	22	41	900
910	23	67	
920	22	73	
930	21	73	
940	22	83	
950	23	83	
960	22	83	
970	22	87	
980	23	81	
990	22	51	
1000	23	38	
1250	23		
1500	23		
1750	23	38	1800
1780	21	60	
1810	22	62	
1840	23	67	
1870	23	71	
1900	23	67	
1930	23	60	
1960	23	38	
1990	23	38	
2000	23	55	
2050	23	51	
2100	23	65	
2150	23	73	
2200	23	65	
2250	23	40	
2380	23	40	BT, WF
2410	23	69	
2440	23	56	
2470	23	72	
2500	23	69	
2530	23	40	
2550	23	42	4G
2600	23	71	
2650	23	58	
2700	23	72	
2750	23	40	
3000	25		

На основании полученных результатов строим график распределения частот



На основе полученных результатов видно, что для подавления данных частот используется ЛГШ-718, но данный прибор нецелесообразно использовать для защиты от ПЭМИ по причине отсутствия сплошного диапазона частоты работы [2].

В данной работе мы ознакомились с комплексом

средств поиска и противодействия утечки информации по техническим каналам. Были изучены характеристики, порядок установки и особенности применения блокиратора сотовой связи ЛГШ-718 и проведена соответствия реальных технических характеристик ЛГШ-718, заявленным характеристикам.

Литература:

1. ЛГШ-718. Каталог изделий. Специализированный холдинг Лаборатория ППШ / ЗАО «Лаборатория противодействия промышленному шпионажу»: <http://www.pps.ru> (дата обращения: 19.10.2016)
2. Мезенцев, Д. И., Подлеснов П. О. Сравнительный анализ генераторов электромагнитного зашумления Соната-Р2 и ЛГШ-718 при работе в частотном диапазоне от 1 МГц до 3000 МГц // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ — 2016»: 209.

Горячая регенерация асфальтобетонных покрытий

Сычёв Ярослав Сергеевич, магистрант;

Степанец Виктор Георгиевич, кандидат технических наук, доцент
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (г. Омск)

В настоящее время в России основными дефектами на автомобильных дорогах являются недостаточная прочность дорожной одежды и неровность дорожного покрытия. Несмотря на многочисленные усилия дорожно-строительных и эксплуатационных организаций, состояние дорожной сети во многих регионах России продолжает ухудшаться. Остановить процесс разрушения дорожной сети России и обратить его вспять можно лишь необходимым образом вооружив дорожную отрасль высокопроизводительными дорожно-строительными машинами и механизмами, передовыми технологиями строительства, ремонта и надлежащего содержания авто-

мобильных дорог. Также, за счет этого, можно повысить общий профессиональный уровень работников отрасли. Одной из перспективных высокопроизводительных технологий ремонта дорожных покрытий является горячая регенерация материала дефектного асфальтобетонного дорожного покрытия непосредственно на месте проведения ремонтных работ.

История использования технологии горячей регенерации асфальтобетона при ремонте дорожных покрытий, которая в своем развитии прошла путь от регенерации старой асфальтобетонной смеси на заводе до разработки специальных машинных комплексов, регенерирующих

материал отслуживших свой срок или преждевременно разрушившихся асфальтобетонных покрытий непосредственно на месте производства ремонтных работ, насчитывает не один десяток лет. На данный момент времени различают 4 основных метода горячей регенерации: выравнивание и восстановление формы покрытия без добавления новой смеси; с добавлением новой смеси, но без перемешивания; с добавлением новой смеси и с перемешиванием; с добавлением новой смеси и её перемешиванием со старой и с одновременной укладкой нового слоя асфальтобетона. Первые два метода на автомобильных дорогах практически не применяются.

Наибольшее распространение из всех методов горячей регенерации получил метод выравнивания и восстановления формы покрытия с добавлением новой смеси и её перемешивание со старой. Данный метод называют термопрофилированием или Remix, а машины для его реализации называют ремиксерами (Remixer) [1].

В России основной парк машин для ремонта дорожных покрытий по методу горячей регенерации асфальтобетонной смеси представлен разработанными в 70-х, 80-х годах ремиксерами фирмы «Wirtgen» Remix-2500 и Remix-4500 Plus, отечественными термопрофилеровщиками ДЭ-232, ДЭ-234. В настоящее время эта ветвь дорожного машиностроения практически не развивается, а имеющаяся в наличии техника используется преимущественно для ремонта асфальтобетонных покрытий городских улиц с заведомо жестким основанием.

К сожалению, в данный момент интерес к технологии регенерации материала асфальтобетонных покрытий непосредственно на месте производства работ не такой высокий, как хотелось бы, ведь потенциал этой технологии раскрыт далеко не полностью, а масштабы использования не соответствуют ее возможностям. И, тем не менее, применение данной технологии имеет место быть. С использованием одного из методов терморегенерации, а именно термопрофилирования, был выполнен капитальный ремонт автомобильной дороги Р-258 «Байкал» Иркутск — Улан-Удэ — Чита км 1068+000 — км 1080+000 в Забайкальском крае. Об этом методе горячей регенерации и пойдет речь в данной статье.

В любом способе горячей регенерации одной из основных операций является разогрев старого асфальтобетонного покрытия. Задача состоит в том, чтобы плавно разогреть обрабатываемый слой асфальтобетона до температуры его переработки и при этом не перегреть вяжущее, которое при высокой температуре ухудшает свои свойства за счёт испарения лёгких фракций и выгорает, если нагрев превышает температуру вспышки вяжущего, равную 180–220°C для вязких и 45–110°C для жидких битумов. Температура переработки асфальтобетона на вязких битумах колеблется от 100 до 150°C, редко до 180–200°C.

Нагрев асфальтобетонного покрытия осуществляется при помощи газовых горелок инфракрасного излучения, объединенных в блоки или панели разогревателя. Сразу

после полного включения панелей горелок, которые расположены над поверхностью покрытия на высоте не менее 5 см, идёт быстрое нагревание верхнего слоя асфальтобетона, от которого тепло передаётся вниз.

Режим разогрева слоя регулируют изменением давления в газовой системе, изменением положения панелей над поверхностью покрытия или скорости движения разогревателя.

Исходя из ограничений по температуре вспышки битума максимальная продолжительность непрерывного нагрева поверхности асфальтобетона не должна превышать 2,5–3 мин при температуре воздуха 20°C. После этого необходимо понизить температуру нагревания или сделать перерыв в подаче тепла и затем продолжить нагрев до тех пор, пока температура на поверхности разогретого покрытия не достигнет требуемых значений. Температура покрытия перед шнеком фрезой — 160–180°C но не более 180°C, за первым асфальторазогревателем 130–150°C, за вторым асфальторазогревателем 150–180°C, перед термосмесителем 120–140°C.

Теплообмен в слое протекает неравномерно. Вначале поверхность нагревается быстрее, чем нижние слои. К моменту рыхления верхние слои остывают, но нижние за счёт теплопроводности аккумулированного тепла продолжают набирать температуру. Это обеспечивает при перемешивании среднюю стабильную температуру 80–100°C.

Длина каждой панели или блока горелок определяется в зависимости от скорости движения разогревателя и допустимой максимальной продолжительности непрерывного нагрева асфальтобетона. При скорости движения разогревателя 2 м/мин и продолжительности нагрева 2,5 мин длина панели горелок составляет 5 м. При большей скорости движения длина панели увеличивается.

На рисунке 1 изображена динамика прогрева покрытия в зависимости от его толщины, а также то как меняется температура под каждой машиной в отряде в определенный момент времени. Например, спустя 2 минуты температура на поверхности покрытия под асфальторазогревателем будет около 80°C, спустя 9 минут, когда покрытие достаточно прогреется и можно начинать процесс регенерации подъедет самосвал и под ним температура на поверхности будет составлять примерно 160°C-180°C и т. д.

Глубину рыхления, которую разогревают до рабочей температуры, принимают не менее толщины слоя регенерации, которая зависит от крупности зёрен щебня или песка в асфальтобетоне, но не менее:

- 20 мм для песчаных смесей;
- 25 мм для щебёночных смесей с зёрнами размером до 15 мм;
- 35 мм для щебёночных смесей с зёрнами размером до 20 мм.

Обычно глубину разогрева принимают от 30 до 60 мм в зависимости от толщины верхнего слоя асфальтобетона и максимальной глубины рыхления, которую может обеспечить термосмеситель [2].

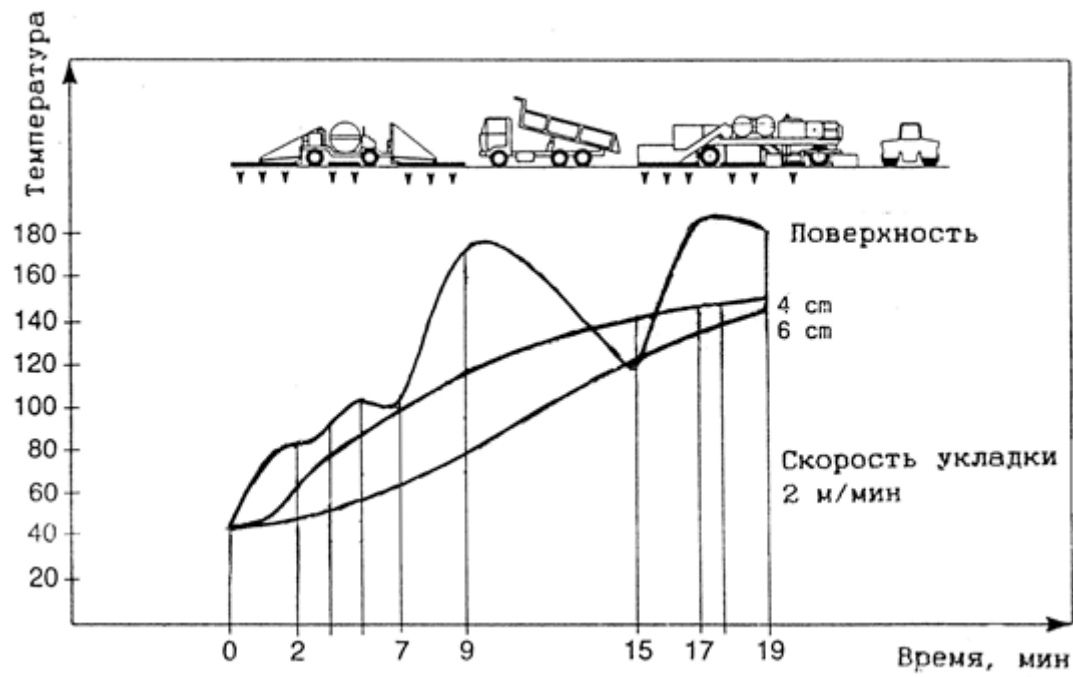


Рис. 1. Динамика прогрева покрытия в зависимости от его толщины

Метод термопрофилирования применяют в том случае, когда существующее покрытие имеет много дефектов в виде трещин, колея, сетки трещин, а также когда необходимо усилить старое покрытие. Для этого к фрезерованному и разрыхлённому материалу старого покрытия добавляют новую асфальтобетонную смесь в количестве 25–50 кг/м² при ремонте без усиления и до 150 кг/м² при ремонте с усилением.

Для подбора состава добавляемой смеси с учётом свойств старого асфальтобетона из покрытия отбирают пробы (керны), изучают состав старой смеси, проектируют требуемый состав с учетом условий движения и эксплуатации дороги. Назначают вид и состав добавляемой смеси так, чтобы после ее перемешивания со старой смесью получить асфальтобетонную смесь, соответствующую требованиям ГОСТ 9128–2013. Асфальтовый гранулят и новую асфальтобетонную смесь перемешивают в мешалке, получают однородную смесь, которую укладывают в виде одного слоя покрытия.

Метод позволяет скорректировать зерновой состав старого асфальтобетона, устранить последствия старения битума, повысить шероховатость покрытия и обеспечить хорошую связь между регенерированным слоем и старым покрытием.

Исходя из рекомендаций ОДМ 218.3.004–2010 [3] добавление новой смеси необходимо при обобщенном показателе неровности S_p выше 12 мм, так как объема старой смеси уже будет недостаточно и работа термосмесителя станет неустойчивой.

Обобщенный показатель неровности отражает амплитуды неровностей покрытия как в продольном, так и в поперечном направлениях. Его определяют по формуле:

$$S_p = \sqrt{S_x^2 + S_y^2},$$

где S_x — показатель неровности в продольном направлении, численно равный средним квадратичным отклонениям амплитуд неровностей десятиметровой длины; S_y — показатель неровности в поперечном направлении, численно равный просвету под трехметровой рейкой.

Согласно проектным данным обобщенный показатель неровности S_p на участке капитального ремонта автомобильной дороги Р-258 «Байкал» составляет примерно 3,1 см. Существующее покрытие представлено пористой мелкозернистой асфальтобетонной смесью, следовательно, добавляемая смесь должна также быть пористой мелкозернистой.

Минимально необходимое количество новой смеси в этом случае можно определить по формуле:

$$D = 23 \times 1,7 \times (S_p - 1,2),$$

где D — минимально необходимое количество смеси, кг/м²; 23 — количество новой смеси, в слое толщиной 1 см, кг/м²; 1,7 — коэффициент нормированного отклонения при уровне надежности 95%.

Зная, что $S_p = 3,1$ см, находим минимально необходимое количество новой смеси:

$$D = 23 \times 1,7 \times (3,1 - 1,2) = 74,29 \text{ кг/м}^2$$

Принимаем расход новой пористой мелкозернистой асфальтобетонной смеси 75 кг/м².

Согласно ОДМ 218.3.004–2010 рекомендованы для использования две марки битума: БНД 90/130 и 130/200 по ГОСТ 22245–90. Это не исключает возможности применения битума других марок или пластификаторов. Данный вопрос решается вместе с определением оптимального содержания добавляемого битума или пласти-

фикатора в рамках лабораторного подбора по общепринятым правилам. Битум применяемый в проекте — БНД 90/130. Оптимальное содержание битума в добавляемой смеси согласно проекту, составляет 5%.

Если при оценке состояния старого покрытия у переформованных образцов обнаружены повышенные пористость или водонасыщение, следует проанализировать состав асфальтобетона. Возможно, причиной этого является недостаток каких-либо фракций минеральной части в составе асфальтобетона, но чаще всего это связано с недостатком битума. В таком случае состав добавляемой смеси подбирают с избытком битума.

Ориентировочно, количество битума ΔB_n в %, которое необходимо добавить в новую смесь сверх оптимального, можно рассчитать по эмпирической формуле:

$$\Delta B_n = 0,18 \times (W_c - W_p) \times (100 - H) / H,$$

где W_c — водонасыщение старого асфальтобетона, % по объему; W_p — водонасыщение требуемое по ГОСТ 9128–2013, % по объему; H — содержание новой смеси в 100% материала ремонтного слоя, % по объему или массе.

Если, исходя из значения обобщенного показателя неровности S_p определено минимально необходимое количество новой смеси D , значение H определяют из следующего выражения:

$$H = 100D / (D + 23h_{\text{пер}}),$$

где $h_{\text{пер}}$ — средняя глубина рыхления, см.

Рассчитаем ориентировочное количество битума, которое необходимо добавить в новую смесь сверх оптимального.

Испытание переформованных образцов показало, что водонасыщение старого асфальтобетона $W_c = 8,5\%$. Согласно проекту, требуется снизить водонасыщение до 5%.

Зная расход смеси $D = 75 \text{ кг/м}^2$ и среднюю глубину рыхления по проекту $h_{\text{пер}} = 5 \text{ см}$, находим содержание новой смеси в 100% материала ремонтного слоя H :

$$H = 100 \times 75 / (75 + 23 \times 5) = 39,47\%$$

Добавляемое количество битума в новую смесь сверх оптимального составит:

$$\Delta B_n = 0,18 \times (8,5 - 5) \times (100 - 39,47) / 39,47 = 0,97 \approx 1\%$$

Общее содержание битума в новой асфальтобетонной смеси с учетом добавляемого битума составит 6%.

Итог подбора состава добавляемой смеси — 75 кг/м^2 пористой асфальтобетонной смеси марки I с содержанием битума БНД 90/130 в количестве 6%.

Если физико-механические показатели полученного асфальтобетона отвечают требованиям ГОСТ 9128–2013, подбор состава можно считать окончанным.

Окончательное решение о количестве добавляемой новой смеси и вязкости битума принимают на основе лабораторных испытаний.

Далее рассмотрим процесс укладки регенерированной смеси по технологии Remix.

Вначале происходит нагрев существующего покрытия при помощи асфальторазогревателей, после чего, ремиксер рыхлит разогретое покрытие при помощи фрезерного барабана на необходимую ширину и глубину. Разрыхленный материал поступает в смесительную установку непрерывного действия. В это же время новая добавляемая смесь из приемного бункера по ленточному транспортеру поступает в дозирующий бункер. Дозирующий бункер обеспечивает равномерную и непрерывную подачу добавляемой смеси в смесительную установку. Из дозирующего бункера новая смесь по ленточному транспортеру поступает сверху в смесительную установку. В смесителе происходит тщательное перемешивание разрыхленного материала и новой смеси при помощи двух вращающихся валов. После этого перемешанная смесь выходит из смесителя и распределяется шнеком на нужную ширину, выравнивается и предварительно уплотняется брусом «варио» состоящим из трамбующего бруса и вибрационной выравнивающей плиты. Схема укладки регенерированной смеси по технологии Remix показана на рисунке 2.

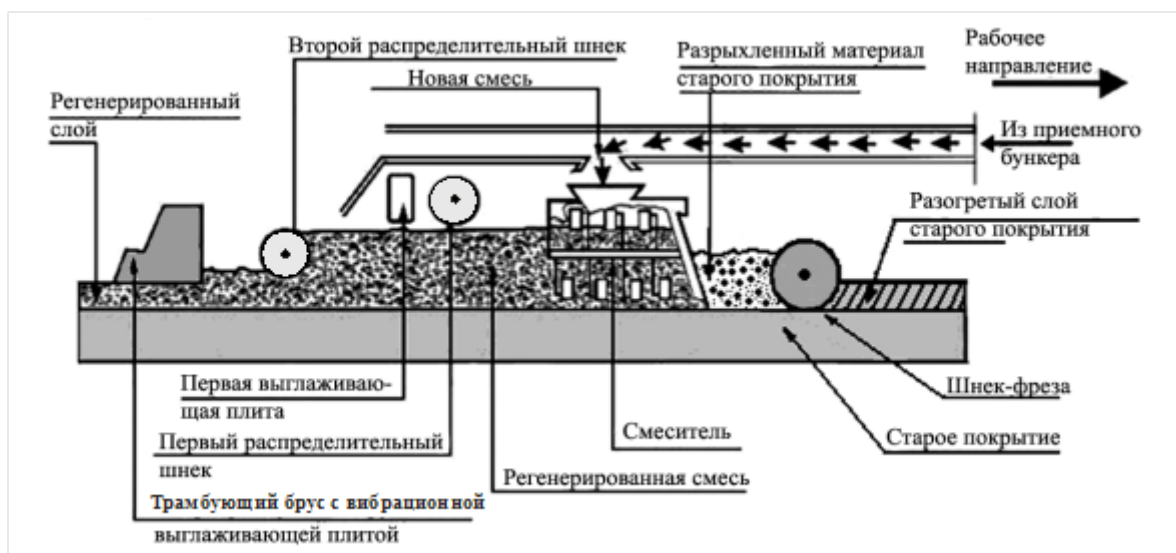


Рис. 2. Схема потока добавляемой новой асфальтобетонной смеси по способу термопрофилирования

Технологический процесс метода термопрофилирования включает в себя следующие основные операции:

— подготовительные работы, к которым относят ограждение места производства работ, подготовку машины и оборудования, разметку участка, загрузку новой смеси в приёмный бункер и др.;

— предварительный и окончательный разогрев существующего покрытия;

— рыхление или фрезерование старого покрытия и подачу полученного асфальтового гранулята в смеситель;

— подачу в мешалку новой смеси и перемешивание ее с асфальтовым гранулятом;

— распределение и предварительное уплотнение асфальтобетонной смеси;

— окончательное уплотнение слоя покрытия катками.

Примерная схема расположения машин в данной технологическом процессе показана на рисунке 3.



Рис. 3. Схема расположения машин в технологическом потоке

Оборудование для выполнения этих операций состоит из трёх панелей горелок инфракрасного излучения для предварительного разогрева, смонтированных на отдельном шасси, и термосмесителя, в состав которого входят несколько блоков (панелей) нагревательных газовых горелок, ёмкости для сжатого газа, приемный бункер для новой смеси, рыхлитель-фреза, шнековый пи-

татель для подачи нового материала в смеситель, мешалка (смеситель) принудительного действия, шнековый разравниватель и планирующий отвал, вибробрус для предварительного уплотнения и др. Современные ремиксеры при необходимости могут выполнять все виды горячей регенерации на дороге. Расположение перечисленных рабочих органов показано на рисунке 4.

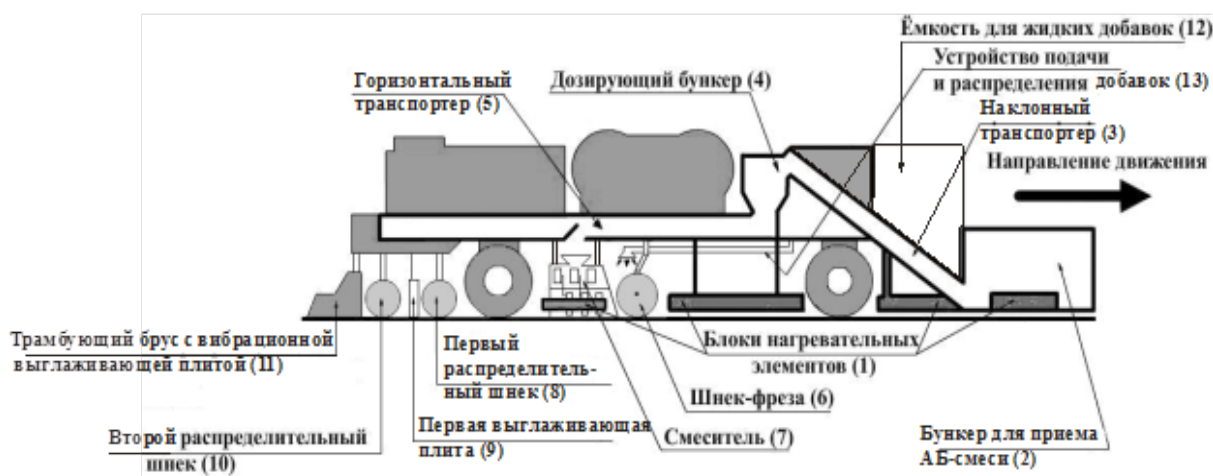


Рис. 4. Схема расположения основных рабочих органов термосмесителя

Работы начинают после очистки покрытия от пыли и грязи. Как правило, разогрев производится при медленном движении блока горелок в две или три ступени. Сначала разогрев производят самоходным асфальторазогревателем для предварительного разогрева до температуры поверхности 90–100°C, затем в одну или две ступени окончательного разогрева до требуемой температуры покрытия указанной ранее.

После разогрева верхний слой покрытия фрезеруется и полученный гранулят подаётся в смеситель, куда вводится новая горячая смесь, которая перемешивается с гранулятом, укладывается и уплотняется.

Важно отметить, что при разогреве старого покрытия тепло аккумулируется в нижних слоях, вследствие этого, регенерированная смесь укладывается уже на разогретое основание, что улучшает процесс слияния верхнего и нижнего слоев в единый монолит. В результате за один проход получается новое, более прочное покрытие, устраняются колеи, трещины и неровности. Тем не менее обычно на слой регенерированного асфальтобетона укладывают защитный слой или дополнительный тонкий слой нового асфальтобетона. Исходя из этой необходимости метод получил дальнейшее развитие и приобрел название Ремикс+.

Ремикс+ это один из методов горячей регенерации с добавлением новой смеси и её перемешиванием, который состоит в том, что на слой регенерированного асфальтобетона сразу той же машиной укладывается дополнительный слой усиления, или защитный слой из новой смеси. Для этого термосмеситель оборудуется дополнительным распределительным шнеком, расположенным за первым шнеком [4].

Процесс устройства покрытия по технологии Remix+ похож на технологию Remix. Как и в предыдущем случае, существующее покрытие разогревается асфальтозагревателями, после чего происходит рыхление старого покрытия. Разрыхленный материал попадает в смеситель где тщательно перемешивается. При помощи первого распределительного шнека разравнивается на требуемую ширину и выглаживается первой выглаживающей плитой. После

этого из приемного бункера по ленточному транспортеру поступает новая смесь, разравнивается вторым распределительным шнеком поверх перемешанной смеси. Затем происходит одновременное выглаживание верхнего слоя и предварительное уплотнение двух слоев брусом «варио». Схема устройства двух слоев по технологии Remix+ изображена на рисунке 5.

Окончательное уплотнение первого и второго слоев производится одновременно, сначала лёгким вибрационным катком с выключенным вибратором или гладковальцевым катком массой 6–8 т, затем продолжают вибрационным катком с включенным вибратором и пневмоколёсным катком массой 12 т. Завершают уплотнение гладковальцевым катком массой 14 т. Ориентировочное число проходов — 4–6 по следу.

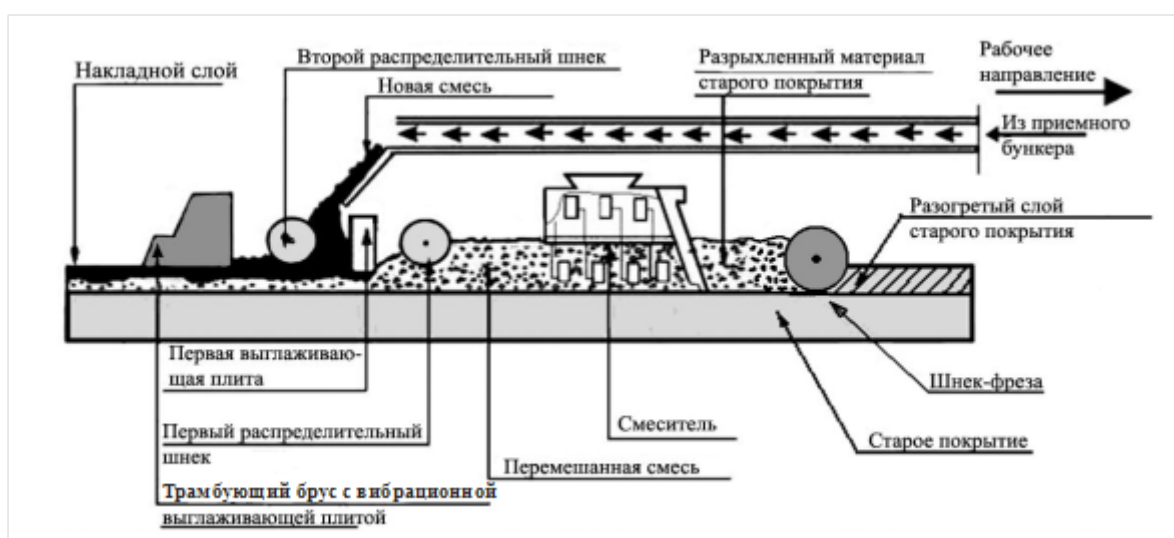


Рис. 5. Схема потока добавляемой новой асфальтобетонной смеси по способу Remix+

Исходя из вышеописанной технологии ремонта можно сделать вывод что технология терморегенерации является ресурсосберегающей альтернативой традиционным методам ремонта способами перекрытия и переукладки.

Стоимость работ по методу термопрофилирования выше стоимости укладки асфальтобетонного слоя из-за использования газа пропан-бутан для нагрева покрытия и более высоких амортизационных отчислений, а также стоимости ремонта термопрофилирующего комплекта. Но общие затраты компенсируются за счет повторного использования старого асфальтобетона. Расчеты показывают, что метод термопрофилирования, применяемый

для восстановления верхнего слоя асфальтобетонного покрытия, становится конкурентоспособным при добавлении новой асфальтобетонной смеси в объеме не более 50 кг/м² ремонтируемого слоя и глубине рыхления старого покрытия не менее 3 см.

Таким образом метод термопрофилирования является достойной альтернативой распространенному способу переукладки, предусматривающему удаление изношенного верхнего слоя асфальтобетонного покрытия фрезерованием и укладку на его место нового асфальтобетонного слоя, но принятие решения об использовании метода термопрофилирования должно быть оправдано экономически.

Литература:

1. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2 т. — Т. 2: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. П. Васильев. — М.: Издательский центр «Академия», 2010. — 320 с.
2. Строительство и реконструкция автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. I / А. П. Васильев, Б. С. Марышев, В. В. Силкин и др.; Под ред. д-ра техн. наук, проф. А. П. Васильева. — М.: Информавтор, 2005. — 654 с.

3. ОДМ 218.3.004–2010 Методические рекомендации по термопрофилированию асфальтобетонных покрытий. Федеральное дорожное агентство (РОСАВТОДОР). — М.: 2011. — 35 с.
4. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. II / А.П. Васильев, В.К. Апестин, В.И. Баловнев и др.; Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.П. Васильева. — М.: Информатодор, 2004. — 897 с.

ГЕОГРАФИЯ

Шумовое загрязнение города Улан-Батора от транспортных средств

Бат-Эрдэнэ Ариунсанаа, магистр, преподаватель;

Доржсүрэн Батсүрэн, аспирант;

Чонохуу Сономдагва, кандидат географических наук, доцент, старший преподаватель;

Турмунх Тэлмэн, студент

Монгольский государственный университет (г. Улан-Батор)

Рассматриваются вопросы шумового загрязнения города Улан-Батор от транспортных средств. Проведен анализ измерения шума от автотранспорта и поездов. Результаты исследований позволяют прийти к выводу о необходимости обеспечения шумовой безопасности как составной части экологической безопасности городских территорий.

Ключевые слова: город, транспортное средство, шумовое загрязнение

Современные крупные города характеризуются высокими уровнями шума, неблагоприятно воздействующего на жителей. Эквивалентные уровни звука в таких городах как Париж, Рим, Нью-Йорк, Мехико, Москва достигают 75–80 дБА. Уровень шума в городах возрастает ежегодно в среднем на 0,5–1,0 дБА в год. Эта тенденция сохраняется, несмотря на ужесточение норм к средствам транспорта. Хотя за последние два десятилетия шум автомобилей снизился на 8–10 дБА, шум от автомобильного транспорта в крупных городах не уменьшился, а в отдельных случаях даже несколько увеличился, в связи с увеличением числа эксплуатируемых автомобилей [1]. Исключением не является и Монголия, в частности г. Улан-Батор. По данным 2015 года в городе насчитываются 441836 автомашин, что составляет 62,1 % из общего количества автотранспорт страны [9]. Также на уровень шума оказывает влияния интенсивный рост населения, плотность новых жилых квартирных районов и расширение юрточных районов. Чтобы уменьшить площадь юрточных районов, которые являются источниками всех загрязнений городских сред, обеспечить потребности населения в жилых квартирах и реализации генерального плана города активно строятся новые жилые районы. К сожалению некоторые новые районы расположены близко к железной дороге, что их жители подвергаются различным рискам в том числе под вредным влиянием шумового загрязнения.

Повышенный шум — одна из основных причин жалоб населения, поэтому решению этой проблемы уделяется внимание во всем мире. Из всех вредных экологических факторов шум — самый массовый. Под его воздействием находится от 50 до 70 % населения.

Проблема защиты населения от повышенного шума — это в первую очередь, проблема сохранения здоровья. Особенно остро этот вопрос стоит у жителей мегаполисов и крупных городов. Шумовое загрязнение приводит к повышенной утомляемости человека и животных, понижению производительности труда, физическим и нервным заболеваниям. В европейском Союзе, где был проведен очень представительный опрос населения (таб. 1).

Основной источник акустического загрязнения — транспорт (от 75 до 85 %), при этом на втором месте находится железнодорожный транспорт. Доля железнодорожного транспорта составляет от 6 до 13 %, его вклад возрастает в ночное время почти в 2 раза.

Методы и материалы исследования

Для измерения шумового загрязнения от автотранспорта проводились с помощью шумомера SMARTSENSOR AR844, работающий в соответствии со стандартом IEC 61672–1:2003. Измерения проводились три раза по 15 минут в 8–9 часов утра, 13–14 часов дня, 19–20 часов вечера в нечетных днях недели в протяжении 4 месяца /с декабря по март/ на 4 точках (таб. 2). Выбранные часы, характеризуются как самые нагруженные движением автотранспортами.

Эквивалентный уровень шума от источника автотранспорта определяется по формуле [3]:

$$L_{Aeq} = A_{50} + (A_{10} - A_{90})^2 / 60^2$$

где:

L_{10} — уровень шума, выше 10 % общего числа измерения

L_{90} — уровень шума, выше 90 % общего числа измерения

Таблица 1. Основные источники шума, воздействующие на население [2]

Источники шума	% населения, обеспокоенного повышенным шумом			
	Очень высокая степень беспокойства		Высокая степень беспокойства	
	День	Ночь	День	Ночь
Транспорт:	84,8	83,1	78,3	76,8
— автомобильный	70,5	66,7	65,3	63,0
— трамваи	2,5	2,1	2,2	2,5
— поезда	6,2	13,2	5,7	9,0
— авиация	5,6	1,2	5,0	2,3
Предприятия	8,1	5,7	10,2	8,8
Прочие	2,6	5,4	4,5	6,5

Таблица 2. Места проведения измерения шумового загрязнения

№	Район	Характеристика
1	Центральный офис почты	Центральный район, Один из самых оживленных районов
2	Унур микрорайон	Жилой район
3	Баянхошуу	Юрточный район
4	Ган хийц	Промышленный район

L_{50} – уровень шума, выше 50% общего числа измерений

L_{eq} – эквивалентный уровень шума

В качестве нормы допустимого уровня шума взят установленный в стандарте MNS:4585–2016 «Качество воздуха, основные требования» [4] эквивалентный уровень шума для территории, непосредственно прилегающей к жилой застройке, равный 60 дБА. Данные нормы взяты для промежутка времени с 7.00 до 23.00 часов. В таблице 3, 4 приведены значения предельных допустимых уровней (ПДУ) шума.

В развитых странах ПДУ шума определены для различных районов землепользования города, что помогает

уменьшить воздействия на здоровье населения также не препятствовать жизнедеятельности города.

Как видно из табл. 1, ПДУ шума Монголии и России отличаются не только количественно но и по смысловой нагрузке. В монгольском стандарте не учитывается максимально допустимый уровень шума.

В стандарте Монголии следует отметить, что шум нормируется для ночного и дневного времени, предельно допустимые значения эквивалентных уровней звука на территории жилой застройки составляют соответственно 45 и 60 дБА.

В последние годы, чтобы уменьшить площадь юрточных районов, которые являются источниками всех за-

Таблица 3. Стандарты уровня шума в различных районах города развитых странах и ЕС [7]

Страна	Промышленная зона		Коммерческая зона		Селитебная зона		Тихая зона	
	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь
Австралия, дБа	55	55	55	45	45	35	45	35
Индия, дБа	75	70	65	55	55	45	50	40
Япония, дБа	60	50	60	50	50	55	45	35
США, ЕС, ВОЗ, дБа	70	60	60	50	55	45	45	35

Таблица 4. Сравнение стандартов уровня звука Монголии и России [4, 6]

Стандарт	7.00–23.00 ч		23.00–07.00 ч	
	Экв, дБа	Мах, дБа	Экв, дБа	Мах, дБа
СНиП 23–03–2003 «Защита от шума» национальный стандарт России	55	70	45	60
MNS:4585–2016 «Качество воздуха, основные требования» национальный стандарт Монголии	60	-	45	-

грязнения городских сред, обеспечить потребности населения в жилых квартирах и реализации генерального плана города активно строятся новые жилые районы. К сожалению некоторые новые районы расположены близко к железной дороге, что их жители подвергаются различным рискам в том числе под вредным влиянием шумового загрязнения. Согласно стандарту MNS:6060–2010 — тре-

бования к линии железной дороги [5] железнодорожная дорога должна быть отделена от жилых районов санитарно-защитной зоной с шириной 100м.

С помощью инструмента Буфер геоинформационной системы ArcGIS10.01 определены районы, расположенных в санитарно-защитной зоне железной дороги (рис 1).

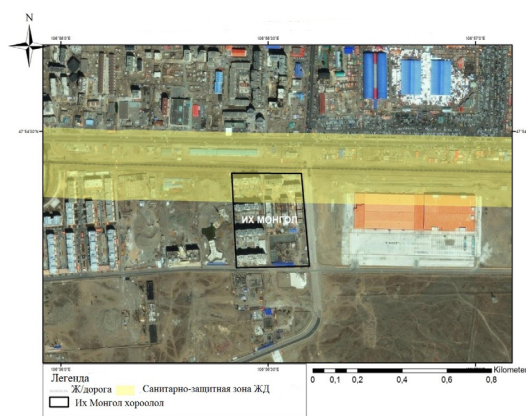


Рис. 1. Один из жилых районов, расположенных в санитарно-защитной зоне ЖД линии [8]

В настоящее время почти на всем протяжении железнодорожных линий нарушена 100-метровая ширина зоны санитарного разрыва и строятся новые жилые районы. Например: Шинэ хотхон, Эрин, Өнөр хороолол, Тохилог өргөө, Их монгол, Crystal town, Сүмбэр орд, Нарны хороолол — единственный район имеющий частично шу-

мозащитный экран. Проезд железнодорожного состава обуславливает возрастание уровня шума в среднем на 10–20 дБА над фоновыми значениями шума на прилегающей жилой территории, что вызывает большое количество обращений жителей с жалобами на повышенный шум.

Таблица 5. Некоторые жилые районы, построенные в санитарно-защитной зоне

Название	Расстояние от ЖД, м	Наличие звукозащитной экраны	Высота стены /экрана/
Их Монгол	15–20	-	2м
Нарны хороолол	20–80	+	10м

Вдоль железной дороги выбрались 2 точки, один из них наиболее близко расположен /Их Монгол/ к железной дороге, а другой имеет шумозащитный экран /Нарны хороолол/.

Для определения шумового уровня от железнодорожного транспорта использовался метод расчета разработанный в организации защиты окружающей среды Южной Австралии [3].

$$L_{Aeq,T} = 10 * \log_{10} \left(\frac{\sum P_i * 10^{0.1 * L_i}}{T_p} \right)$$

Где:

P_i — Длительность каждой передачи в секундах

L_i — уровень шума LAeq

T_p — Длительность общего периода оценки (τ) в секундах.

С помощью формулы можем рассчитать эквивалентный уровень дня /16 часов/ и определить самый неблагоприятный час с самым высоким уровням шумового загрязнения /1 час/ и для ночных времени /8 часов/.

Результат исследования

Данные представленные в таб. 6 показывают Leq, L₁₀, L₅₀ и L₉₀ шума от автотранспорта в городе в трех интервалах времени час пика движения (т. е. 08–09, 13–14, 19–20 часов).

В юрточном и промышленном районах уровень шума немного меньше чем в центральном и жилой районах, где уровень шума превышает ПДУ стандарта 60 дБа. Также то что значения Leq и L₅₀ равняются друг с другом показывает что источник шума имеет не прерывный характер.

Для определения уровня шума от железнодорожного транспорта проводились измерения в двух режимах.

Таблица 6. Эквивалентный уровень шума города Улан-Батор, дБа

№	Район	Время, ч	L_{10}	L_{90}	L_{50}	L_{eq}
1	Центральный оффис почты — коммерческий район	8–9	72,8	58,2	64,6	64,7
		13–14	70,9	58,9	64,2	64,2
		19–20	72,8	58,5	64,3	64,4
2	Ган хийц — Промышленный район	8–9	60,8	41,1	48,4	48,5
		13–14	61,8	41,1	51,4	51,5
		19–20	61,4	40,9	48,8	48,9
3	Унур микрорайон — Жилой район	8–9	72,6	59,9	65,1	65,1
		13–14	72,8	60,3	65	65,0
		19–20	72,7	60,5	65,7	65,7
4	Баянхошуу-Юрточный район	8–9	65,3	46,9	55,4	55,5
		13–14	65,6	46,4	56,2	56,3
		19–20	69,2	48,6	57,6	57,7

Чтобы определить фоновый уровень шума перед проходом поезда и после прохода измерили 15 минут, также измерены уровень шума создаваемые во время гудка поездов.

Также 24 часовые измерения проводились для расчета дневного и ночного эквивалентного уровня шума от железнодорожного транспорта.

Таблица 7. Характеристики уровня шума от в районах от ЖД транспорта, дБа

Районы	L_{max}	L_{min}	$L_{фона}$	День		Ночь	
				$L_{Aeq, 16ч}$	$L_{Aeq, 16:17ч}$	$L_{Aeq, 8ч}$	$L_{Aeq, 2:40-3:40 ч}$
Их монгол хороолол	93	49	48–55	58,3	66	59,5	64,6
Нарны хороолол	68	53	53–62	53,2	-	-	-

Данные представленные в таблице 7 показывают фоновый и повышенный уровень шума в районах. В районе Их монгол L_{max} достигает 93 дБа, фоновый уровень колеблется от 48–55 дБа, что показывает источник шума от

ЖД транспорта сильно влияет на шумовую среду района. А в районе Нарны хороолол L_{max} — 68 дБа, фоновый уровень и L_{min} 53,2 дБа. Это указывает что в районе источник шума автотранспорта больше влияет на уровень шума.

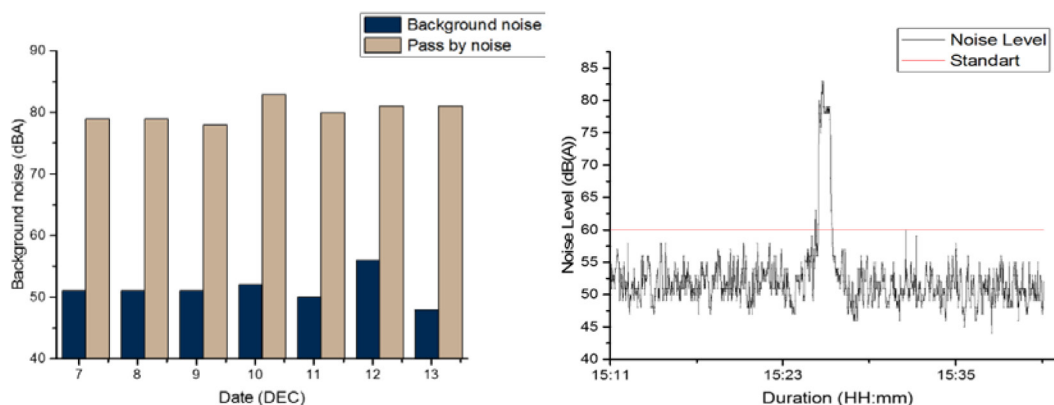


Рис. 2. Уровень шума, созданный от ЖД транспорта

L_{max} измеряется во время гудка поездов и сохраняется 1–2 минут (рис. 2). В районе Их монгол самый неблагоприятный час по отношению шумовой среды 16:00–17:00 / $L_{Aeq, 16:00-17:00ч}$ – 66 дБа/. А ночные время 2:40–3:40 / $L_{Aeq, 2:40-3:40ч}$ – 64,6 дБа/.

Вывод. Для города Улан-Батор основным источником шумного загрязнения являются автотранспортные средства. С каждым годом увеличивается количества авто-

машин, что создает условие замедления и пробки движения тем самым ухудшает состояние шумовой среды города. В центральных районах эквивалентный уровень шума постоянно превышает ПДУ национального стандарта. Вторым источником шума является ЖД транспорт, особенно в районах расположенных в санитарно-защитной зоне ЖД уровень шума увеличивается в ночные время за счет движения поездов.

Литература:

1. Васильев, А. В. Шум как фактор экологического риска в условиях урбанизированных территорий, *NOISE Theory and Practice* 2015, стр. 27–40.
2. Куклин, Д. А., Оценка и снижение шума железнодорожного транспорта, XXVII сессия Российского акустического общества, посвященная памяти ученых-акустиков ФГУП «Крыловский государственный научный центр» А. В. Смольякова и В. И. Попкова, Санкт-Петербург, 16–18 апреля 2014 г.
3. South Australia Environment Protection Authority «Guidelines for the assessment of noise from rail infrastructure» 2013. april
4. «Агаарын чанар, техникийн ерөнхий шаардлага» MNS:4585–2016 /национальный стандарт, на монг. языке/
5. «Төмөр замын зурваст тавих шаардлага» MNS:6060–2010 /национальный стандарт, на монг. языке /
6. СНиП 23–03–2003 «Защита от шума». — Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru/ntd/551515> от 27.10.2010.
7. WHO (2011). Burden of disease from environmental noise.
8. ArcMap 10.2.2-Basemap
9. Официальная электронная страница ДТП Монголии. — Режим доступа: <http://traffic.police.gov.mn/news/content/id/630/type/18>

ГЕОЛОГИЯ

Урановые месторождения стран Содружества: основные промышленно-генетические типы и их размещение

Яркулов Азизбек Садирдинович, магистрант;

Абдунабиев Шерзод Хикмат угли, магистрант;

Авазов Рустам Рахатович, магистрант;

Исмаатов Бехруз Акбар угли, магистрант;

Журакулов Фирдавс Холбобо угли, магистрант;

Розиков Одилжон Тохиржонович, доцент, научный руководитель

Ташкентский государственный технический Университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

Впервые без каких-либо ограничений приведено обобщенное описание основных промышленно-генетических типов урановых месторождений стран Содружества. Дана краткая характеристика урановорудных районов, рассмотрены наиболее характерные особенности важнейших месторождений и условия их формирования. Выделены основные эпохи уранового рудообразования, приведены сведения о ресурсах урана и их распределении по отдельным промышленно-генетическим типам месторождений.

Бурное развитие в нашей стране в послевоенные годы атомной промышленности, обусловленное стратегической важностью проблемы надежного обеспечения собственными ресурсами урана, предопределило высокий уровень научных и практических разработок в области поисков, разведки и генетических исследований урановых месторождений. Усилиями производственных и научных коллективов в стране создана крупнейшая в мире сырьевая база урана. Выявлены новые, неизвестные в мире генетические типы уранового оруденения, установлены закономерности размещения урановых месторождений, детально изучены условия их формирования. Результаты этих исследований, значение которых нередко выходит далеко за рамки «урановой геологии», нашли отражение в большом числе публикаций, и в том числе в ряде сборников и монографий, изданных в разные годы под редакцией Д. И. Щербакова, Ф. И. Вольфсона, Н. П. Лаверова. Вместе с тем все опубликованные данные, так или иначе касающиеся урановых месторождений, лишены географической привязки и характеристик, отражающих запасы урановых руд и их качество.

В предлагаемой статье впервые реализуется возможность дать обобщенную характеристику основных промышленно-генетических типов урановых месторождений бывшего СССР без каких-либо ограничений.

К настоящему времени на территории бывшего Союза выявлены крупнейшие в мире урановые ресурсы. Разведанные и предварительно оцененные запасы урана оце-

ниваются в 1200 тыс. т. Около 800 тыс. т составляют прогнозные ресурсы. Таким образом, общая оценка минерально-сырьевой базы урана определяется в 2000 тыс. т.

Урановые месторождения относятся к трем сериям: эндогенной, экзо- и полигенной. Каждая серия объединяет месторождения нескольких промышленно-генетических типов, роль которых в общей структуре сырьевой базы урана показана в табл. 1.

Как видно из таблицы, месторождения эндогенной серии включают большую часть запасов и ресурсов урана (59%). На долю урановорудных объектов экзогенной серии приходится 40%, а месторождения полигенной серии в общей структуре минерально-сырьевой базы урана пока не играют заметной роли. В то же время стратиформные месторождения зон пластового окисления, относящиеся к экзогенной серии, занимают в сырьевой базе главенствующее положение (30% всех запасов и ресурсов).

Урановые месторождения неравномерно распределены по территории бывшего Союза. Главная их масса сосредоточена в южных окраинных частях Восточно-Европейской и Сибирской древних платформ, в срединных массивах Урало-Монгольского складчатого пояса, в районах эпигерцинских платформ Средней Азии и Казахстана, охваченных альпийским орогенезом.

Следует, однако, иметь в виду, что северные, северо-восточные и восточные районы бывшего СССР остаются слабо изученными на уран.

Таблица 1. Промыленно-генетические типы урановых месторождений стран Содружества и их удельный вес в общих ресурсах урана

Серии, типы (подтипы)	Удельный вес запасов урана сырьевой базе, %	
<i>Эндогенная серия</i>		59
1. Штокверково-метасоматические, связанные с зонами щелочного метасоматоза в разломах древних платформ	18	
2. Жилью-штокверковые	41	
в том числе в складчатых комплексах срединных массивов	21	
в континентальных вулканических комплексах	20	
<i>Экзогенная серия</i>		40
3. Стратиформные инфльтрационные в песчаниках	37	
в том числе кайнозойские, связанные с процессами пластового окисления	30	
древние, связанные с процессами пластового окисления	1	
обусловленные поверхностными процессами в палеодолинах	6	
4. Стратиформные седиментационно-диагенетические залежи ураноносного костного детрита	3	
<i>Полигенная серия</i>		1
5. Стратиформные и штокверковые в ураноносных углеродистых сланцах	1	

Месторождения, группируются в рудных районах двух типов. Первые из них включают; эксплуатируемые или отработанные ранее месторождения, а также резервные объекты. Такие районы названы условно урановорудными. Вторую группу образуют районы, в которых эксплуатационные работы пока не ведутся. Они отнесены к перспективным ураноносным.

Эндогенная серия
Штокверково-метасоматические месторождения, связанные с процессами щелочного метасоматоза.

Месторождения обоих районов одновозрастны. Они возникли на поздней стадии раннепротерозойской про-тоактивизации, которая проявилась вслед за упомянутой

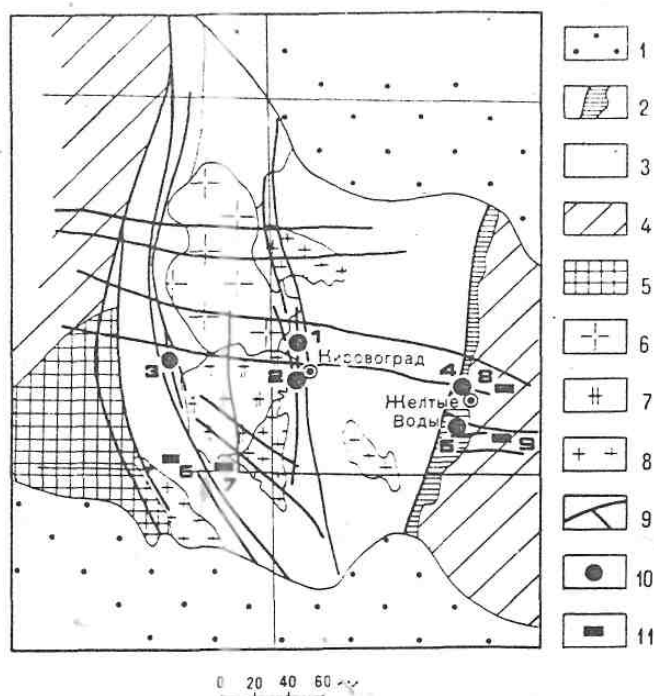


Рис. 1. Геологическая карта Криворожского и Кировоградского урановорудных районов 1 — платформенный чехол (К — Р; 2–5 — метаморфические комплексы (А — Pt): 2 — прото-геосинклинальный (Pt), 3 — гранито-гнейсовый раннеархейской стабилизации, 4 — гнейсовый поз-днеархейской стабилизации, 5 — грану литовый (А); 6–8 — гранитоиды протоорогенные (Pt): 6 — граниты рапакиви, 7 — граниты, 8 — субщелочные граниты; 9 — разломы; 10–11 — урановые месторождения: 10 — эндогенной серии: в натровых метасоматитах-альбититах (1 — Северинское, 2 — Мичуринское, 3 — Ватутинское, 4 — Желтоводское, 5 — Первомайское), 11 — экзогенной серии: в платформенном чехле (6 — Садовое, 7 — Братское, 8 — Новогурьевское, 9 — Девладово)

выше гранитизацией (2,0 млрд. лет) и протекала синхронно со становлением в соседних блоках массивов гранитов-рапакиви (1,8 млрд. лет).

Заключение

Перспективы дальнейшего увеличения ресурсов урана в странах Содружества могут связываться в первую очередь с уже определенными промышленными типами месторождений. Так, гидротермальные жильно-штокерковые месторождения в складчатых комплексах на территории стран Содружества имеют преимущественные перспективы выявления в каледонских областях. Однако нет оснований считать, что продуктивными на этот тип месторождений не могут быть соответствующие комплексы и более молодых эпох: герцинской и особенно мезозойской. Наличие в зонах мезозойской складчатости на востоке азиатской части России срединных массивов ранней стабилизации, активно перерабатывавшихся мезозойским орогенезом (Буреинского, Ханкайского, Омолонского и др.), позволяет считать вероятным выявление в пределах некоторых из них новых урановорудных районов.

С другой стороны, для гидротермального уранового оруденения, связанного с континентальными вулканическими комплексами, на территории стран Содружества отчетливо проявляется постепенное омоложение возраста месторождений с запада на восток от каледонского и герцинского (Балхашский и Карамазарский районы) к верхней юре (Стрельцовский район) и мелу (Ласточка в Бурсинском массиве). Если учесть при этом наличие подобных объектов кайнозойского возраста в западном сегменте Тихоокеанского вулканического кольца и широкое проявление позднемезозойско-кайнозойского гетерогенного по составу континентального вулканизма на всей обширной области российского Дальнего Востока от Приморья до Чукотки, то перспективы выявления новых ураноносных районов с оруденением этого типа можно также признать достаточно реальными.

В целом геологические перспективы территории Содружества в отношении выявления новых урановых месторождений достаточно высоки и приведенные; оценки ресурсов урана могут считаться осторожными.

Литература:

1. Антропов, П. Я. Перспективы поисков промышленных месторождений урана в депрессионных зонах земной коры Геол. журн. 1969. Т. 29. Вып. 5. С. 75–82.
2. Белевцев, Я. И., Данчев В. И., Жуков А. М. и др. Геология и генезис месторождений урана в осадочных и метаморфических толщах. М.: Недра, 1980. 270 с.
3. Рудные месторождения СССР/Под ред. Смирнова В. И. М.: Недра, 1974. Т. 2. 392 с.
4. Каримов, Х. К., Кушнеренко В. К., Щукин С. И., «Региональная Геохимия домезозойских формаций Центральных Кизилкумов» Таш. ФАН, 1992 г.
5. Далимов, Т., Шаякубов Т., «Вулканизм западного Тянь-Шаня» Таш. ФАН, 1988 г.

Эпохи уранового рудообразования и основные закономерности размещения месторождений

Яркулов Азизбек Садирдинович, магистрант;
Абдунабиев Шерзод Хикмат угли, магистрант;
Авазов Рустам Рахатович, магистрант;
Худойбердиев Бегзод Дусткул угли, магистрант;
Умаралиев Акмаль Умаралиевич, магистрант;

Розиков Одилжон Тохиржонович, доцент, научный руководитель
Ташкентский государственный технический Университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

Впервые без каких-либо ограничений приведено обобщенное описание основных промышленно-генетических типов урановых месторождений стран Содружества. Дана краткая характеристика урановорудных районов, рассмотрены наиболее характерные особенности важнейших месторождений и условия их формирования. Выделены основные эпохи уранового рудообразования, приведены сведения о ресурсах урана и их распределении по отдельным промышленно-генетическим типам месторождений.

Анализ имеющихся материалов показывает, что все урановые месторождения, известные на территории стран Содружества, располагаются в районах со зрелой кон-

тинентальной земной корой и образовались на завершающих стадиях эпигеосинклинальных и эпиплатформенных орогенных этапов развития древних и молодых платформ.

Выделяются пять основных металлогенических эпох, в которые были сформированы урановые месторождения. Главные промышленно-генетические типы:

1) раннепротерозойская, 1800–1700 млн. лет (месторождения Криворожского, Кировоградского и Онежского районов);

2) раннепалеозойская, 420–410 и 370–360 млн. лет (месторождения Кокчетавского, Балхашского и Енисейского районов);

3) позднепалеозойская, 280–270 млн. лет (месторождения Кармазарского района и других районов Тянь-Шаня);

4) мезозойская, 150–140 млн. лет (месторождения Стрельцовского и Зауральского районов);

5) кайнозойская, 20,0 и 5,0 млн. лет (месторождения Кызылкумского, Каспийского, Витимского и других районов).

Раннепротерозойская эпоха соответствовала заключительному периоду протоактивизации зрелой континентальной коры древних платформ. В ходе тектонических деформаций этого периода архейский кристаллический фундамент был «взломан». С образованием протяженных разломов глубинного заложения в зонах, которых вне связи с предшествующим магматизмом, развился интенсивный высокотемпературный щелочной метасоматоз, сопровождавшийся урановым рудообразованием. Метал-

логения урана раннепротерозойской эпохи на территории бывшего СССР определяется штокверково-метасоматическими месторождениями в альбититовых метасоматитах (Криворожский и Кировоградский районы).

В раннепалеозойскую эпоху, синхронную с орогенным периодом развития каледонских геосинклинально-складчатых систем, образовались гидротермальные урановые жильно-штокверковые месторождения. Они возникли при участии глубинных эндогенных процессов, которые либо проявились в зонах активизированных древних разломов складчатого основания при отсутствии четко выраженной связи с магматизмом (Кокчетавский район), либо ассоциировали со становлением континентальных вулкано-интрузивных комплексов пестрого (среднего — кислого) состава. (Балхашский, Кокчетавский районы). В каледонскую эпоху возникли также наиболее древние из известных в настоящее время экзогенно-эпигенетических урановых месторождений песчаникового типа (Енисейский район).

Позднепалеозойская эпоха совпадает с орогенным периодом развития герцинских складчатых систем. На территории стран Содружества урановое рудообразование этой эпохи проявилось относительно слабо. Сформировался ряд мелких гидротермальных жильно-штокверковых месторождений в орогенных вулканических комплексах (Кармазарский и другие районы Тянь-Шаня).

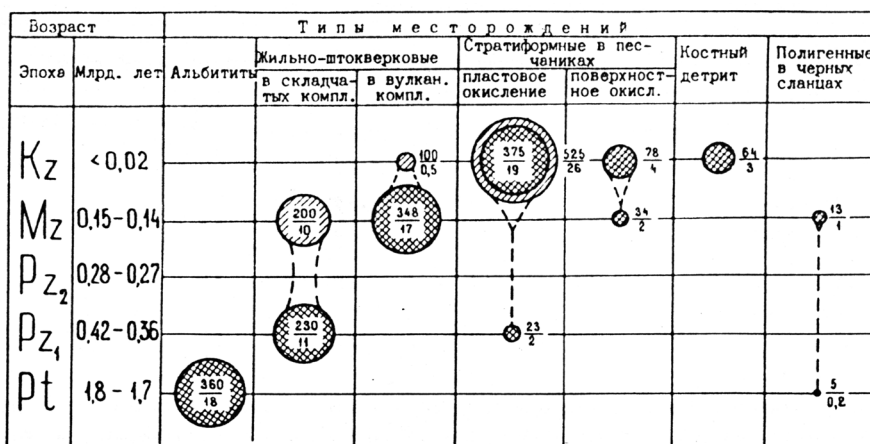


Рис. 1. Диаграмма распределения урановых ресурсов по типам месторождений и эпохам рудообразования (достоверные, дополнительные и прогнозные запасы всех категорий). Цифры в кружках: верхняя — ресурсы, тыс. т; нижняя — доля, %; двойная штриховка — ресурсы определившихся районов; одинарная штриховка — предполагаемых новых районов

В позднемезозойскую эпоху в областях эпиплатформенного орогенеза ранее стабилизированных блоков молодых платформ интенсивное развитие получили процессы гидротермального уранового рудообразования, характеризовавшиеся тесной пространственно-временной и геохимической связью оруденения с базальт-липаритовыми комплексами внутри континентальных вулканических поясов. В вулканических постройках, контролируемых зонами глубинных активизированных разломов, воз-

никли жильно-штокверковые молибден-урановые месторождения, достигающие крупных масштабов (Стрельцовский район).

В эту же эпоху в палеодолинах пенепленизированных поверхностей древних орогенов в платформенных условиях формировались стратиформные урановые месторождения инфильтрационного типа (Зауральский район).

Кайнозойская эпоха соответствует периоду эпиплатформенного орогенеза молодых платформ. Ее отличает

заметное сокращение эндогенных и усиление роли экзогенных процессов уранового рудообразования. В областях эпиплатформенных орогенов, в строении которых участвуют горизонты проницаемых терригенных отложений, возникли мощные артезианские бассейны с устойчивым режимом инфильтрации. Массовое отложение урановых руд в таких бассейнах происходило во фронтальных частях зон пластового окисления пород, образованных движущимися кислородсодержащими водами. В этих условиях сформировались инфильтрационные урановые место-

рождения роллового типа, распространение в Кызылкумском и других урановорудных районах. В речных палеодолинах, вскрывавших кристаллический цоколь платформ, также формировались пластово-инфильтрационные месторождения (Витимский ураноносный район). В прибрежных зонах внутренних морей, в битуминозных пиритсодержащих глинах накапливались ураноносные костные остатки, которые в процессе диагенеза превратились в стратиформные месторождения (Каспийский урановорудный район).

Таблица 1. Распределение запасов и прогнозных ресурсов урана по эпохам рудообразования

Эпоха	Возраст, млн. лет	Запасы урана, %	Прогнозные ресурсы, %
Раннепротерозойская	1800–1700	25	14
Раннепалеозойская	420–410	15	19
	370–360		
Позднепалеозойская	280–270	3	–
Позднемезозойская	150–140	20	14
Кайнозойская	20.0–5.0	37	53

Анализ распределения запасов и прогнозных ресурсов урана по упомянутым выше эпохам уранового рудогенеза (табл. 1) показывает, что в рамках фанерозоя обнаруживается отчетливое нарастание продуктивности рудообразующих процессов от раннепалеозойской эпохи к кайнозойской.

При этом, отмечается закономерная смена во времени промышленно-генетических типов урановых месторождений, например месторождения эндогенной серии, определяющие металлогенический облик древних эпох уранового рудогенеза, постепенно сменились в фанерозой урановорудными скоплениями экзогенной серии, которые в кайнозой стали главным промышленно-генетическим типом (рис. 1).

Такая закономерность изменения условий уранового рудообразования в геологической истории, выявленная советскими геологами на основании изучения месторождений, расположенных на обширной территории бывшего СССР, соответствует общим глобальным закономерностям эволюции рудогенеза, обусловленного изменением геологических процессов по мере развития Земли как планеты.

Заключение

Перспективы дальнейшего увеличения ресурсов урана в странах Содружества могут связываться в первую очередь с уже определенными промышленными типами месторождений. Так, гидротермальные жильно-штокверковые месторождения в складчатых комплексах на территории стран Содружества имеют преимущественные перспективы выявления в каледонских областях. Однако нет оснований считать, что продуктивными на этот тип месторождений не могут быть соответствующие комплексы и более молодых эпох: герцинской и особенно мезозой-

ской. Наличие в зонах мезозойской складчатости на востоке азиатской части России срединных массивов ранней стабилизации, активно перерабатывавшихся мезозойским орогенезом (Буреинского, Ханкайского, Омолонского и др.), позволяет считать вероятным выявление в пределах некоторых из них новых урановорудных районов.

С другой стороны, для гидротермального уранового оруденения, связанного с континентальными вулканическими комплексами, на территории стран Содружества отчетливо проявляется постепенное омоложение возраста месторождений с запада на восток от каледонского и герцинского (Балхашский и Карамазарский районы) к верхней юре (Стрельцовский район) и мелу (Ласточка в Бурсинском массиве). Если учесть при этом наличие подобных объектов кайнозойского возраста в западном сегменте Тихоокеанского вулканического кольца и широкое проявление позднемезозойско-кайнозойского гетерогенного по составу континентального вулканизма на всей обширной области российского Дальнего Востока от Приморья до Чукотки, то перспективы выявления новых ураноносных районов с оруденением этого типа можно также признать достаточно реальными.

Наконец, широкое проявление кайнозойского орогенеза в областях молодых платформ на сопряжении с горными сооружениями Тянь-Шаня и Алтая, приведшее к возникновению в опущенных блоках обширных артезианских бассейнов, позволяет считать вероятным выявление на этой территории новых районов развития урановых месторождений инфильтрационного типа.

В целом геологические перспективы территории Содружества в отношении выявления новых урановых месторождений достаточно высоки и приведенные; оценки ресурсов урана могут считаться осторожными.

Литература:

1. Антропов 77. Я. Перспективы поисков промышленных месторождений урана в депрессионных зонах земной коры//Геол. журн. 1969. Т. 29. Вып. 5. С. 75–82.
2. Белевцев, Я.И., Данчев В. 77., Жуков А. М. и др. Геология и генезис месторождений урана в осадочных и метаморфических толщах. М.: Недра, 1980. 270 с.
3. Величкин, В. 77. Особенности металлогении ураноносных областей. М.: Энергоатомиздат, 1983. 200 с.
4. Вольфсон, Ф.И., Ищукова Л. 77., Вишняков В.Е. и др. Условия локализации гидротермального уранового оруденения в слоистых толщах верхнего структурного яруса//Изв. АН СССР. Сер.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Гидравлические исследования труб водопропускных сооружений гидромелиоративных систем

Ахмеджанова Гулнора Тешабоевна, ассистент;
Мардиев Шахбозжон Хусан угли, старший преподаватель;
Юлчиев Давронбек Гуламович, старший преподаватель
Ташкентский институт ирригации и мелиорации (Узбекистан)

В данной работе рассмотрены в основном малопротетные (малоочковые для труб) сооружения, для которых большую роль играет вопрос обеспечения отсутствия (или снижения до минимума) сбойности потока в нижнем бьефе.

Правительством Узбекистана поставлены задачи увеличение объема работ по проектированию и строительству гидротехнических сооружений различного назначения при повышении качества водохозяйственного и мелиоративного строительства и снижения его стоимости.

На оросительных системах основными типами сооружений являются трубчатые регуляторы и сопрягающие сооружение с расходами от 0,20 до 10 м³/с, и напорами до 1,5...3 м. Они составляют 90...95% всех сооружений на сети. Возводится также большое количество гидрозловов с трубчатыми водосбросами для создания водохранилищ различного целевого назначения. Водосброс и водовыпуски из водохранилищ составляют 75% от общего количество сооружение на ирригационных системах. Стоимость устройство креплений в нижнем бьефе таких водосбросных сооружений на нескальных грунтах составляет 20...25% стоимости всего сооружение.

Опыт строительства и эксплуатации таких массовых гидротехнических сооружений трубчатого типа с развитой конструкцией крепления нижнего бьефа, наиболее отвечающих требованиям современной унификации водохозяйственного строительства, показывает, что в данных сооружениях конструкции нижнего бьефа бывают недостаточно надежны. В результате этого еще очень часты случаи чрезмерного размыва и разрушения облицовок в пределах рисберма, что влечет за собой аварии самых сооружений и размыва канала на больших расстояниях, поэтому дальнейшее совершенствование методов расчета и проектирования конструкции нижнего бьефа этих сооружений весьма актуально и имеет большое народно-хозяйственное значение.

Для возможности более правильного и экономичного выбора конструкции нижнего бьефа трубчатых сооружений

становится действительно необходимым отработать вопросы гидравлики, нижнего бьефа таких сооружений. В том числе провести лабораторные исследование по определению гидродинамических характеристик воздействия потока на элементы крепления с учётом динамики сооружений.

Проведения таких исследований важно еще и потому, что используемые до настоящего времени методы расчета креплений нижнего бьефа недостаточна эффективны: до сих пор не выявлены расчетные зависимости для течение потока воды силовые воздействия потока на участках сопряжения бьефов, не разработаны в должной мере мероприятия, предупреждающие вредное воздействие потока на крепление нижнего бьефа, не выявлен до конца характер сбойности течения, не имеется исследований, посвященных изучению силовых воздействий потока на крепление нижнего бьефа низконапорных гидромелиоративных сооружений и другие.

Имеющиеся результаты исследований и методы расчета сопряжение бьефов не позволяют выполнить весь комплекс расчетов определению основных параметров потока и оценке устойчивости различных элементов сооружения.

В общем случае при рациональном проектировании устройств нижнего бьефа в заданных условиях надо располагать необходимыми данными для [1, 2, 3]:

— Надежного выбора вида и параметров устройств нижнего бьефа, обеспечивающих благоприятные гидравлические режимы в нижнем при отсутствии сбойных течений за креплением при любых сочетаниях открытых и закрытых отверстий или при допускаемых инструкцией по эксплуатации. при малопротетных сооружениях, необходимо стремиться к снятию, по возможности, всех ограничений по открытиям отверстий;

— расчета сопряжения бьефов при выбранных устройствах нижнего бьефа с учетом реакций обтекаемых элементов;

— расчета устойчивости и прочности элементов устройств нижнего бьефа с учетом гидродинамических воздействий потока;

— прогноза кавитации и кавитационной эрозии на обтекаемых элементах устройств нижнего бьефа (на техно-

логических неровностях поверхностей-строительных дефектах, на гасителях энергии, если их намечено принимать не безэрозионными);

— прогноза местных размывов за креплениями нижнего бьефа.

При наличии указанных задач выбора вида и параметров устройств нижнего бьефа можно достаточно обоснованно решать по технико-экономическим расчетам.

Литература:

1. Розанов, Н. П. Приближенные расчеты сопряжения бьефа за трубчатыми водопропускными сооружениями с учетом реакций устройств нижнего бьефа. — Труды МИСИ. — М., 1958, № 24, вып. 1.
2. Розанов, Н. П. Вопросы проектирования водопропускных сооружений, работающих в условиях вакуума и при больших скоростях потока. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1959.
3. Летхер, В. М. Турбулентность в гидросооружениях. — М.: Энергия, 1968.

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал
Выходит еженедельно

№ 18 (152) / 2017

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.
Курпаянниди 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)
Ешнев 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)
Курпаянниди 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)
Шуклина З. Н. (Россия)

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 17.05.2017. Тираж 500 экз.

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