

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



16+

22 2018
ЧАСТЬ II

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 22 (208) / 2018

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

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

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 Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук

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

Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор

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

Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры

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 Қажмурат Максұтович, 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)

Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)

Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)

Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)

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

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

Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук, Турция

Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры, г. Екатеринбург, Россия

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

Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)

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

Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственный редактор: Осянина Екатерина Игоревна

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: 20.06.2018. 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 *Марк Уотни*, персонаж романа Энди Уира «Марсианин» и одноименного фантастического фильма режиссера Ридли Скотта, сыгранный Мэттом Деймоном.

Марк Уотни — американский астронавт, ботаник, инженер, отправившейся на Марс как член миссии NASA «Арес 3». Во время работ по изучению поверхности Марса группа ученых-астронавтов попадает в песчаную бурю, из которой удается выбраться не всем. Во время экстренного перехода группы к взлетному аппарату оторвавшаяся антенна повреждает скафандр Марка Уотни, в результате чего тот получает ранение и теряет сознание. Остальные участники миссии, посчитав его погибшим, экстренно эвакуируются с планеты и оставляют Марка одного. Главный герой ищет способ продержаться любой ценой: на имеющихся запасах еды и витаминов, используя регенераторы воды и воздуха, получая энергию от солнечных батарей. До прилета следующей миссии NASA («Арес-4») остается 4 года, и он планирует добраться до места посадки к кратеру Скиапарелли, от которого его отделяют 3200 километров.

В книге Марк Уотни имеет две магистерских степени — по ботанике и по машиностроению. В фильме же упоминается только о его докторской степени в области ботаники. «Из этого дерьма меня вытащит только наука!» — уверенно заявляет лучший ботаник на планете Марс. Используя все имеющиеся в его арсенале научные познания и доступные материалы, Марк Уотни решает продовольственный вопрос: используя биологические отходы астронавтов и синтезируя воду, сажает картошку и называет себя колонизатором Марса и космическим пиратом. Ведя видеодневник и слушая аудиозаписи, найденные в жилом модуле среди вещей своих товарищей, он пытается не сойти с ума от одиночества, но не падает духом и использует свои познания и смекалку, чтобы наладить связь с Землей. Только спустя огромное количество дней, проведенных в оди-

ночестве на Марсе, первый марсианин объединяется со своими коллегами-астронавтами, возвратившимися за ним.

За основу этой экспедиции Энди Уир взял проект 1990 года Mars Direct, а основным источником вдохновения в процессе написания романа стала миссия «Аполлон-13». Автор сначала не планировал публикацию книги, а просто выложил ее в своем блоге. После того, как читатели стали просить его сделать книгу доступной для скачивания, он разместил ее на Amazon, установив минимально допустимую на тот момент цену в 99 центов.

Съемки фильма проходили в пустыне Вади Рам, в Иордании, также называемой Лунной долиной. В этой же местности снимался и фильм «Красная планета». На самом деле поверхность Марса не красного цвета, а серого, и представляет собой каменистую пустыню, в которой нет обширных равнин и песка. Атмосферное давление на поверхности Марса в среднем составляет 600 Па, это приблизительно в 160 раз меньше земного давления. Оно настолько низкое, что самая сильная буря на Марсе способна лишь испортить прическу. Автор Энди Уир признал, что это было его самой большой неточностью в романе. Кроме того, сомнительной была и идея получать воду из гидразина, поскольку уже в 2012 году марсоход Curiosity передал данные о содержании воды в грунте. Правда, это было уже после выхода в свет романа. И в кадре также не обошлось без небольших научных ляпов: когда Уотни поджигает водород, чтобы сделать воду, тот горит желтым пламенем. На самом деле пламя от водорода практически невидимое.

Но несмотря на сравнительно невысокую научную достоверность, а также на то, что научно-фантастические ленты всегда были не в фаворе у киноакадемиков, картина получила «Золотой глобус» и самое главное — признание зрителей.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Абдылдаев Р. Н.**
Пути снижения электропотребления в системах освещения 103
- Аржанников А. О., Емельянов Р. Т., Турышева Е. С.**
Отработка рабочих параметров строительного 3d-принтера 105
- Биглова А. Д.**
Разработка коэффициента загруженности дорог для моделирования математической модели создания оптимального маршрута 108
- Бринзевич Б. В.**
Наличие кремнеземистой составляющей и особенности состава сухих огнезащитных строительных смесей на основе гипсоцементно-пуццоланового вещества..... 109
- Великанов С. А.**
Основные законы развития технических систем в сочетании с инновационными техническими решениями и их патентной защитой 114
- Витченко Д. С.**
Механизмы биоповреждений строительных материалов, конструкций, зданий и сооружений 122
- Витченко Д. С.**
Измерение расклинивающего эффекта микромицетов. Обработка результатов эксперимента 126
- Гичан Д. Д.**
Модель подсистемы расчета налога на добычу полезных ископаемых..... 128
- Гришинева Н. В.**
Адаптивная фильтрация коррелированных помех 130
- Гузовский В. В., Румянцев С. Е.**
Вариант металлической базы колонны при реконструкции объекта в стесненных условиях..... 133
- Джаилганов Ж. Ж.**
Виртуальный анализатор качества нефти на СИКН..... 136
- Джумаев З. Ф., Гадоева О. П., Фатиллов С. З., Фатиллова Г. З.**
Распространение волны в клине с произвольным углом вершины 139
- Джумаев З. Ф., Фатиллов С. З., Фатиллова Г. З.**
Дифракция упругих нестационарных волн в цилиндрическом слое..... 143
- Добрачев А. А., Яковлев Д. Ю.**
Особенности методики расчета угловых станков..... 147
- Дягилев А. А., Мелехина С. В.**
Дистанционное управление мощными электрическими цепями при помощи коммутационных аппаратов..... 149
- Карлов А. А.**
Исследование промерзания грунта под фундаментом типа УФФ (утепленный финский фундамент) применительно к Московской области 151
- Касимова Г. И.**
Волоконно-оптический усилитель с пониженным уровнем шума..... 155
- Корнюхина А. А.**
Модель взаимодействия команды сопровождения и команды разработки государственной автоматизированной информационной системы..... 157
- Котов В. В., Литвинова Н. А.**
Исследования концентрации двуоксида азота от передвижных источников в городской среде..... 160
- Кутузова Е. И., Рахметова А. Е., Биекенова А. С.**
Моделирование процессов создания и эксплуатации объекта морской техники класса «устройства очистки технологических выбросов в атмосферу»..... 162

Miao Qiangqiang Energy Efficiency in Architecture.....	164	Урбан К. Н., Лебедик А. И. Прогноз удобочитаемости шрифта на основе его геометрических параметров	189
Назаров А. А. Фрезерный станок с ЧПУ на основе открытого программного обеспечения	166	Шарафутдинов А. Р., Ковалёва Е. С. Использование ПЛК для мониторинга и управления в режиме реального времени, определение параллельных процессов и контроль времени выполнения каждого процесса склада	191
Новиков А. В., Азизов А. А. Разработка Simulink-модели АЦП поразрядного взвешивания	169	Шейх Н. Анализ проектирования железобетонных конструкций зданий для строительства	193
Семейшева И. В., Лыткин А. А. Перегружатель асфальтобетонной смеси как способ устранения сегрегации.....	173	Щепелина Ю. В. Анализ и расчет рациональности разработки универсального твердотопливного котла	195
Скок И. В., Башмакова А. С. Влияние некоторых параметров набора на насыщенность полосы	176	Щепелина Ю. В. Выбор оптимального варианта при разработке универсального водогрейного котла для различных видов твердого топлива	197
Старостенко И. В. Методы и устройства для бесконтактного импедансно-резонансного контроля; виды высокоэффективной электрохимической обработки, включая технику скоростной металлизации и получение воды из воздуха.....	178	Юсупов Д. Т. Способ очистки целлюлозной изоляции силового масляного трансформатора от механических примесей	199
Татаров А. В. Проведение входного контроля материалов и культура производства на предприятиях	187		

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Пути снижения электропотребления в системах освещения

Абдылдаев Рысбек Нурмаатович, кандидат технических наук, доцент
Ошский технологический университет имени академика М. М. Адышева (Кыргызстан)

В статье раскрывается проблема электропотребления в системах освещения внутри зданий. Показаны результаты исследования влияния различных факторов, направленные на выявление причин, приводящие к увеличению электропотребления в зданиях.

Ключевые слова: естественное освещение, искусственное освещение, система освещения, экономия электроэнергии, электропотребление, освещенность.

Введение. Основная задача освещения — создание необходимого светового климата для эффективного восприятия зрительной информации.

Расход электрической энергии на цели освещения в системах электроснабжения составляет значительную часть в общем балансе их электропотребления (в жилых и общественных зданиях — 60–70%). Поэтому снижение электропотребления осветительными установками, на фоне постоянно растущих цен на энергетические ресурсы, очень актуальная задача в наши дни [1].

В общественных помещениях (административные и частные здания, учебные аудитории вузов и т.п.) с большим ежедневным потоком людей проблема организации управления и контроля освещения наиболее актуальна. В таких типах зданий имеется широко распространенная система освещения типа нерегулируемых осветительных установок, образованных группами светильников с люминесцентными лампами или лампами накаливания.

Постановка задачи

Снижение электропотребления на освещение могут быть достигнуты следующими способами: уменьшение установленной мощности, повышение энергетической и световой эффективности источников света и осветительных установок, оптимизация режима эксплуатации существующего светотехнического оборудования.

Поэтому при проведении мероприятий по уменьшению электропотребления осветительными установками необходимо создание оптимального уровня освещенности и высокое качество освещения [2].

Для выполнения поставленной задачи снижения потребления электроэнергии осветительными установками

мы должны сделать анализ и исследовать все существующие причины, приводящие к перерасходу электроэнергии.

В качестве объекта исследования нами были выбраны 3 помещения кафедры «Электроснабжение» энергетического факультета Ошского технологического университета находящиеся в 3 корпусе. Далее приводим описание помещений и состояния системы освещения лабораторных аудиторий.

Аудитория 3/301 — лаборатория, площадь 54 м². Оконные проемы площадью 8,7 м². Оконные проемы закрывают жалюзи. Стены и потолок побелены в салатовый цвет. На потолке установлены 4 одноламповых светильников, предназначенные для ламп накаливания. При обследовании выявлено 1 неработающая лампа.

Аудитория 3/308 — лекционный зал, площадь 54 м². Оконные проемы площадью 11,6 м². Оконные проемы закрывают жалюзи. Стены и потолок побелены в белый цвет. На потолке установлены 6 одноламповых светильников, предназначенные для ламп накаливания.

Аудитория 3/101 — компьютерный класс, площадь 55 м². Оконные проемы площадью 8,7 м². Оконные проемы закрывают жалюзи. Стены и потолок побелены в белый цвет. На потолке установлены 4 одноламповых светильников, предназначенные для ламп накаливания.

В аудиториях согласно нормам должно быть предусмотрено естественное освещение и создание достаточной освещенности. На стадии проекта должно учитываться повышение освещенности рабочих мест за счет отраженного света от поверхностей интерьеров, стен и потолков, отделка которых осуществляется в соответствии с рекомендациями строительных норм. Строительные нормы предусматривают рекомендации по рациональной цветовой отделке стен, потолков, полов, мебели помещений в целях улучшения освещения.

Но во многих случаях в зданиях наблюдается недостаточность естественной освещенности (ЕО), это наиболее заметно в зимние облачные дни, что приводит к необходимости использования электрического освещения в дневное время.

Были проведены исследования вышеупомянутых аудиторий на предмет их соответствия истинным значениям уровней освещения рабочих мест и оценки необходимости использования искусственного освещения.

Расположение аудиторий относительно сторон света следующее, окна аудитории 3/308 строго направлены на восток, окна аудитории 3/301-на юг, окна аудитории 3/101 тоже в южном направлении.

Измерения проводились в начале, в середине и в конце учебного дня с сентября по декабрь месяцы 2017 года. Периодические замеры уровня естественного освещения производились люксметром Ю-116. Также измерения проводились как при ясной, так и при пасмурной погоде в соответствующие месяцы. Измерения проводились в мало

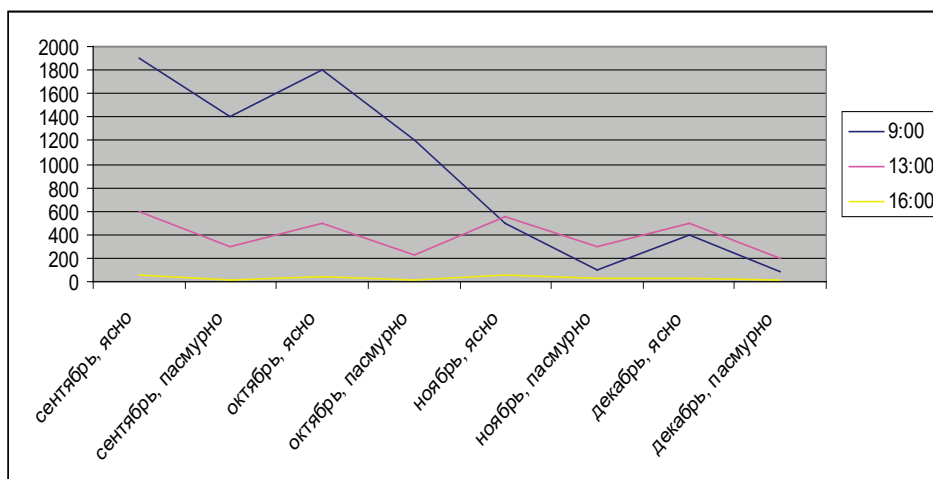
отличающиеся по продолжительности дни соответствующего месяца. Выбор месяцев измерений выбран нами, так как именно эти месяцы в большой степени отражают учебный год. Средние значения будут достаточно полно отражать существующее положение, поскольку с сентября по декабрь идет укорочение светлого времени суток.

Диаграммы измерений уровня естественного освещения показаны на (рис. 1).

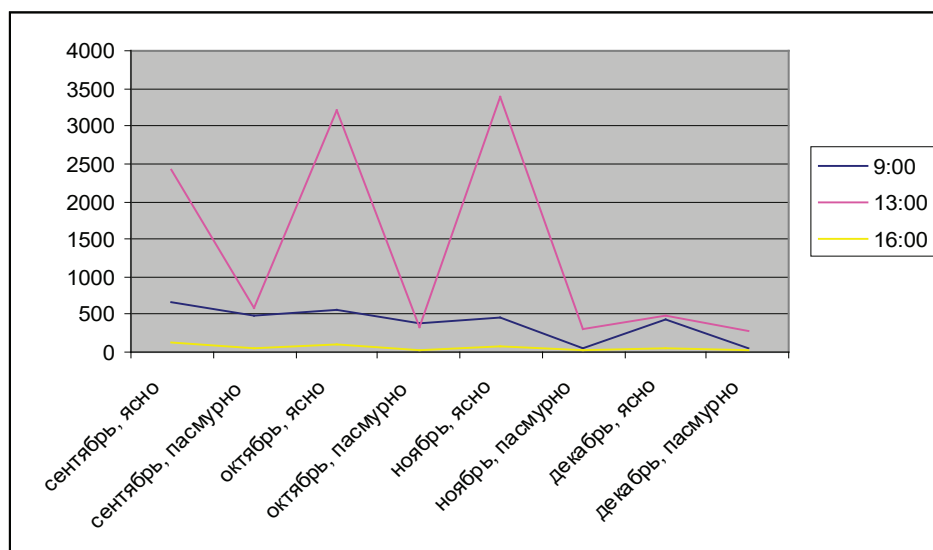
Для аудиторий с постоянным пребыванием в них преподавателей и студентов для работ в дневное время следует предусматривать естественное освещение как более экономичное и отвечающее медико-санитарным требованиям [3].

В качестве нормируемой величины естественного освещения принята относительная величина — коэффициент естественной освещенности (КЕО) [4]. Требуемый уровень освещения рабочих мест в учебных заведениях равен 400 люкс.

Согласно проделанному анализу построенных диаграмм показанных на (рис. 1), уровень освещенности



а)



б)

Рис. 1. Диаграммы измерений уровня естественного освещения: а) аудитории 3/308; б) аудитории 3/301

в первую очередь зависит от расположения окон относительно сторон света.

Все три аудитории с окнами на восток и юг освещены наилучшим образом. В ясную погоду эти помещения достаточно обеспечены естественным освещением в большую часть времени рабочего дня.

Наблюдается снижение уровня освещения по месяцам, так как продолжительность дня уменьшается с сентября до декабря.

Также наблюдается существенная зависимость уровня освещения от погодных условий. В ясную, солнечную погоду уровень освещенности в 2,5 раза выше, по сравнению с пасмурной погодой того же месяца.

Видна зависимость величины естественного освещения от времени измерения, которая достигает максимального значения в разное время, в зависимости от расположения окон.

Построенные диаграммы отражают усредненную величину естественной освещенности. Внутри самих аудиторий уровень естественной освещенности распределяется неравномерно, значительно уменьшаясь по мере удаления от окон до противоположенной стены. В аудитории 3/308 с окнами, выходящими на восток, уровень освещения является самым благоприятным для проведения занятий, что позволяет по максимуму использовать естественное освещение.

Оптимизировать электропотребление можно с внедрением и использованием СУО, которые поддерживают требуемые (нормируемые) уровни освещенности в процессе эксплуатации осветительной установки в соответствии

с заданной программой, исключая перерасход электроэнергии.

Правильно построенная схема управления освещением позволит значительно сократить продолжительность горения ламп.

В существующих системах управления освещением необходимость включения или выключения света определяется человеком. Человек не в состоянии вовремя уловить необходимый пороговый уровень, который соответствует санитарным нормам в данном помещении, из-за неидеальности восприятия уровня освещения, что приводит к увеличению произвольной продолжительности горения ламп. Включение света раньше, чем он необходим, или выключение позже порогового уровня ЕО, приводит в конце к перерасходу электроэнергии.

Поэтому во избежание влияния человеческого фактора, необходимо автоматизировать СУО внутри помещений. И на основе результатов исследования мы приходим к выводу, что нужна интеллектуальная система, которая будет учитывать все вышеобозначенные факторы. Приоритетом является независимость, логичность оценивания ситуаций, компактность, открытость систем управления освещением.

Выводы:

1. Приведены способы оптимизации электропотребления осветительными установками.
2. Показаны влияния различных факторов, приводящие к увеличению электропотребления в зданиях.
3. Обоснована необходимость автоматизации управления освещением зданий.

Литература:

1. «Энергосбережение» журнал: № 1,3—2003.
2. Айзенберг, Ю. Б. Энергосбережение в освещении [Текст] / Под ред. Ю. Б. Айзенберга // — М.: Изд. Дом Света «Знак», 1999.
3. СНиП 23—05—95. Строительные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение.
4. Айзенберг, М. Б. Справочная книга по светотехнике [Текст] / Под ред. М. Б. Айзенберга // — М.: Изд-во Знак, 2006.

Отработка рабочих параметров строительного 3D-принтера

Аржанников Александр Олегович, студент магистратуры;
Емельянов Рюрик Тимофеевич, доктор технических наук, профессор;
Турышева Евгения Сергеевна, кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет (г. Красноярск)

Приведены результаты отработки рабочих параметров строительного 3D-принтера; эксплуатационные затраты на возведение 1 м³ готовой продукции методом 3D формирования.

Ключевые слова: *строительный 3D-принтер, рабочие параметры, аддитивные технологии, объём бункера, объём изделия, масса бетонной смеси, эксплуатационные затраты.*

Развитие аддитивных технологий строительного производства уже в ближайшем будущем позволит карди-

нально изменить взгляды на традиционные способы возведения зданий и сооружений, а также решить целый ряд

проблем в строительной сфере. Одними из наиболее насущных методов являются использование 3D-принтера. Применение аддитивных технологии позволяет создать любую, самую необычную форму в кратчайшие сроки с минимальными затратами в процессе строительства. Строительный 3D принтер работает на принципе экструдирования, когда каждый новый слой строительного материала выдавливается из принтера поверх предыдущего слоя. Нижние слои постепенно уплотняются, что даёт возможность выдерживать все более увеличивающийся вес конструкции. Причём опалубки не требуется.

На сегодняшний день разработаны три основные конструкции строительного 3D-принтера: порталного типа, кранового типа и на основе робота — манипулятора [1]. Принтеры порталного типа довольно громоздки и тяжелы, их транспортировка и установка требуют значительного времени и усилий. Поэтому наиболее удобными являются устройства кранового и манипуляторного типов, так как они более универсальные, мобильные и компактные. И в отличие от порталного могут «печатать» дом как изнутри, так и снаружи в зависимости от конкретных условий [2].

Целью является отработка рабочих параметров строительного 3D принтера порталного типа

Методы исследования

В качестве объекта исследований принят строительный 3D принтер, приведенный на рис. 1.

Для отработки рабочих параметров разработана расчетная схема строительного 3D-принтера, приведенная на рис. 2.

Определение рабочих параметров оборудования

Необходимый объём бункера определяется по формуле:

$$V_{\text{в}} = 1,2 \cdot \frac{V_{\text{и}}}{1-\varepsilon}, \text{ м}^3 \quad (1)$$

где $V_{\text{и}}$ — запроектированный объём изделий одной формовки, м^3 ; ε — пористость бетонной смеси до вибрирования (0,1...0,2).

Объём изделий одной формовки:

$$V_{\text{и}} = V_1 \cdot n, \text{ м}^3 \quad (2)$$

где V_1 — объём бетона на 1 этаж, м^3

Длина холостого хода:

$$l_{\text{х.х}} = 2 \cdot l_{\text{д/ф}}, \text{ м} \quad (3)$$

где $l_{\text{д/ф}}$ — перемещение 3D принтера, м. При станковом способе производства $l_{\text{д/ф}} = 8...15$ м.

Длина рабочего хода:

$$l_{\text{р.х}} = 2 \cdot l_{\text{ф}}, \text{ м} \quad (4)$$

где $l_{\text{ф}}$ — длина формования, м.

Среднее значение скорости рабочего хода:

$$V_{\text{ср.р}} = V_{\text{р}} / 60, \text{ м/с} \quad (5)$$

где $V_{\text{р}}$ — скорость рабочего хода 3D принтера, м/мин

Среднее значение скорости холостого хода:

$$V_{\text{ср.х}} = \frac{V_{\text{и}}}{1-\varepsilon}, \text{ м/с} \quad (6)$$

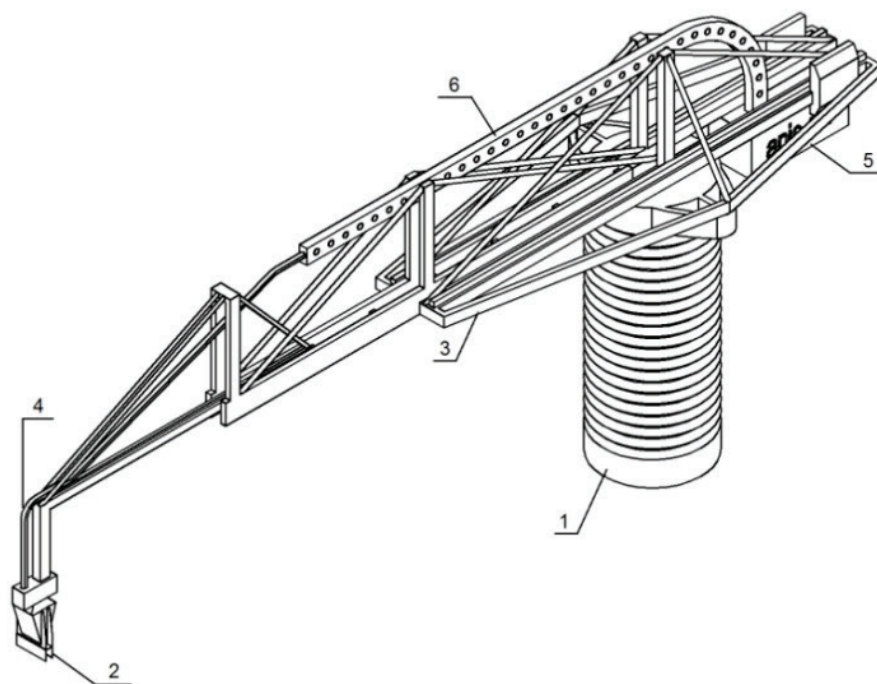


Рис. 1. Строительный 3D-принтер:

1 — подъёмно-поворотная опорная часть; 2 — экструдер; 3 — маневровая стрела; 4 — бетоновод; 5 — противовес; 6 — защитный кожух бетоновода

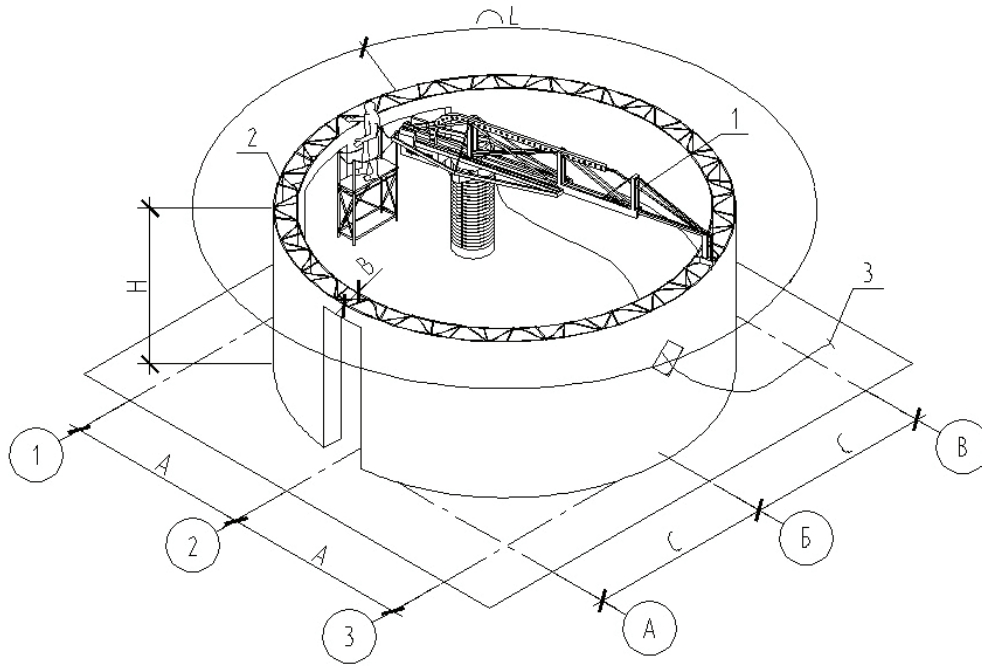


Рис. 2. Расчетная схема строительного 3D-принтера:

1 — мобильный 3D принтер; 2 — отпечатанная стена; 3 — бетоновод; А — шаг сетки цифровых осей; В — толщина стены; С — шаг сетки буквенных осей; Н — высота стены; L — длина окружности стены

где V_x — скорость холостого хода 3D принтера, м/мин
 Масса бетонной смеси в бункере:

$$m_0 = W \cdot \rho, \text{ кг} \quad (7)$$

где W — объем МАК, м^3 ; ρ — плотность сухих составляющих, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Расход бетонной смеси через проходное отверстия бункера:

$$Q = F \cdot V \cdot k_3, \quad (8)$$

где F — площадь проходного отверстия бункера, м^2 ;

V — скорость истечения бетонной смеси из бункера, м/с;

k_3 — коэффициент, учитывающий густоту армирования и состав бетонной смеси, принимаемый от 0,15 до 0,40.

Объем бетона, требуемого для укладки (рисунок 2)/
 $W = A \cdot L, \text{ м}^3 \quad (9)$

где L — длина укладываемой конструкции, м; A — площадь поперечного сечения укладываемой конструкции, м^2 .

Эксплуатационные затраты на возведение 1 м^3 готовой продукции методом 3D формирования определяем по формуле:

$$C_{\text{э.сб}} = C_{\text{д.м.}} + C_{\text{пр.б.}} + C_{\text{п.}} \quad (10)$$

где $C_{\text{д.м.}}$ — стоимость доставки материалов на приготовление 1 м^3 строительной смеси, $\text{м}^3/\text{руб}$ (без учета стоимости материалов) [5];

$C_{\text{пр.б.}}$ — стоимость приготовления 1 м^3 строительной смеси, $\text{м}^3/\text{руб}$ (без учета стоимости материалов) [5];

$C_{\text{п.}}$ — стоимость печати 1 м^3 готовой продукции, $\text{м}^3/\text{руб}$ (без учета стоимости материалов).

Эксплуатационные затраты на возведение 1 м^3 готовой продукции составили $1192 \text{ руб}/\text{м}^3$.

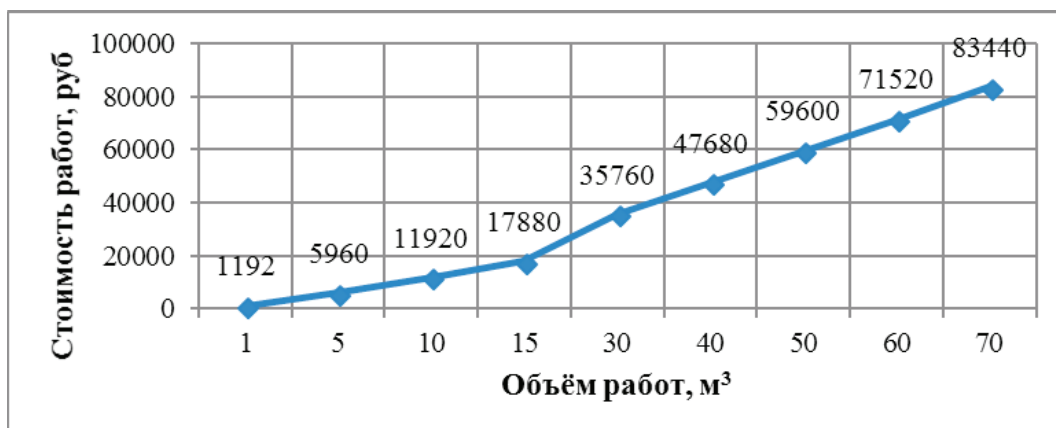


Рис. 3. График зависимости объема работ от стоимости работ

Литература:

1. Ватин Н. И., Чумадова Л. И., Гончаров И. С., Зыкова В. В., Карпеня А. Н., Ким А. А., Финашенков Е. А. 3D-печать в строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 1 (52). С. 27–46.
2. Р. Т. Емельянов, В. И. Жаданов, Г. В. Игнатъев, И. С. Инжутов, А. П. Прокопьев Механизация и автоматизация технологических процессов дорожного строительства. Учебное пособие. Красноярск-Оренбург. СФУ-ОГУ. 2017. 132 с.
3. Постоев П. А. Влияние колебательного процесса на динамические параметры бункера укладчика бетонной смеси/ Постоев П. А., Цыганкова А. В. / Материалы всероссийской научно-технической конференции молодых ученых. Инновации и актуальные проблемы техники и технологий. Том 2. Саратов. 2010. С. 187–189.
4. Prokopiev A.P The analytical solution and the dynamic characteristics of the system model velocity control vibrating roller. Prokopiev A. P., Ivanchura V. I. Emelianov R. T.
5. Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2014. Т. 7. № 4. С. 480–488.
6. Сборники расценок ФЕР 06–01–081–06 «Приготовление легкого бетона: на мелком заполнителе» и ФССЦ 310–3020–1 «Перевозка грузов на расстоянии до 20км» и 311–01–142 «Разгрузка грузов» в редакции 2009 года.

Разработка коэффициента загруженности дорог для моделирования математической модели создания оптимального маршрута

Биглова Алла Дамировна, студент
Уфимский государственный авиационный технический университет

В статье описывается создание математической модели построения оптимального маршрута с учётом загруженности дорог.

Ключевые слова: ГИС, коэффициент загруженности дорог, оптимальный маршрут, построение оптимального маршрута.

Индустрия путешествий, по-другому туризм, процветает и занимает лидирующие позиции среди других отраслей экономики [1]. Но и у него имеются недостатки, особенно заметные для путешественника, стремящегося сэкономить [2]. Не у каждого автомобилиста, отправившегося в путь, есть собственный навигатор, который позволил бы не только не заблудиться, но и показать достопримечательности незнакомого города и построить оптимальные маршруты между объектами культуры, чтобы в кратчайшие сроки посетить интересные места. Кроме того, навигаторы являются очень дорогостоящей вещью. Существует ряд программных продуктов, в разной степени показывающие основные достопримечательности и строящие оптимальные маршруты между ними. Большинство из таких систем платные, в бесплатных же программах не хватает той или иной функции.

Это наводит на мысль разработки своего программного средства, позволяющего быстро сориентироваться в незнакомом городе, вывести список интересных достопримечательностей, а также построить оптимальный маршрут для передвижения между ними. Это существенно упростит жизнь любого туриста, который рискнул отправиться в путешествие своим ходом — «дикарём».

Для разработки программного продукта такого плана потребовалась своя математическая модель построения оптимального маршрута между выбранными объектами.

Был проанализирован ряд алгоритмов построения оптимального пути, но ни один не учитывал ситуацию, которая может возникнуть на дороге [3].

Существует матрица расстояний U , записанная как (1):

$$U = \begin{pmatrix} S_{11}, & \dots, & S_{1j} \\ \dots & & \\ S_{i1}, & \dots, & S_{ij} \end{pmatrix}; \quad (1)$$

где: U — матрица расстояний,

S_{ij} ($i = \overline{1, m}$ и $j = \overline{1, n}$) — расстояние между i и j пунктом. Заданы следующие условия:

а) $i = j$ (например S_{11}), то расстояние считается равным 0.

б) Расстояния S_{ji} и S_{ij} не обязательно совпадают.

с) Если между пунктами нет дороги, то считаем, что она есть, но принимаем её за бесконечность.

Для построения оптимального маршрута в городе, где пробки постоянны, использовать матрицу расстояний в километрах не всегда правильно, потому что ввиду загруженности дороги оптимальный путь между объектами может оказаться совершенно иной.

Тогда делаем преобразование из матрицы расстояний и построим матрицу времени A , которая будет выглядеть как (2):

$$A = \begin{pmatrix} T_{11}, \dots, T_{1j} \\ \dots \\ T_{i1}, \dots, T_{ij} \end{pmatrix}; \quad (2)$$

где: A — матрица времени,
 T_{ij} ($i = \overline{1, m}$ и $j = \overline{1, n}$) — время пути между i и j пунктом. Заданы следующие условия:

- а) Время между двумя пунктами рассчитаны благодаря расстояниям из матрицы U при езде со скоростью 60 км/ч, если отсутствуют пробки на дороге.
- б) $i = j$ (например T_{11}), то время считается равным 0.
- с) Время T_{ij} и T_{ji} не обязательно совпадают.
- д) Если между пунктами нет дороги, то время пути принимается за бесконечность.

Для верного алгоритма подсчёта оптимального времени в зависимости от времени суток и дня недели, был сделан недельный мониторинг Яндекс карт города Уфы [4]. Он показал, что наибольшая загруженность дорог:

- 1. В будние дни 8:00–10:00 и 18:00–19:00 для центральных улиц города.
- 2. В будние дни 8:00–10:00 и выходные/праздничные дни 18:00–23:00 для нецентральных улиц города.

На основе собранных данных был составлен коэффициент загруженности дороги, который выглядит как:

Литература:

- 1. Биржаков М. Б. Введение в туризм. Учебное пособие СПб., 2000. 192 с.
- 2. Квартальнов В. А. Туризм. Учебник. М., 2002. 320 с.
- 3. Сетевые методы решения задачи коммивояжера / Успехи современного естествознания URL: <https://www.natural-sciences.ru/gu/article/view?id=30093> (дата обращения: 27.04.2018).
- 4. Яндекс карты Уфа / Яндекс карты URL: <https://yandex.ru/maps> (дата обращения: 07.05.2018).

В остальных случаях для **центральных улиц**:

- а) $z = 1$, в будние дни 11:00–17:00, 20:00–7:00, в выходные/праздничные дни: 23:00–12:00.
- б) $z = 2$, в выходные/праздничные дни: 12:00–18:00.
- с) $z = 3$, в выходные/праздничные дни: 18:00–23:00.
- д) $z = 4$, в будние дни 7:00–8:00, 10:00–11:00, 17:00–18:00, 19:00–20:00.
- е) $z = 5$, в будние дни 8:00–10:00 и 18:00–19:00.

Для **нецентральных улиц**:

- а) $z = 1$, в будние дни 10:00–17:00, 20:00–8:00, в выходные/праздничные дни: 23:00–11:00.
- б) $z = 2$, в выходные/праздничные дни: 11:00–18:00.
- с) $z = 3$, в будние дни 8:00–10:00 и выходные/праздничные дни 18:00–23:00.

Таким образом окончательная матрица времени будет выглядеть (3):

$$zA = \begin{pmatrix} zT_{11}, \dots, zT_{1j} \\ \dots \\ zT_{i1}, \dots, zT_{ij} \end{pmatrix}; \quad (3)$$

Получаем итоговую математическую модель (4):

$$T = \rightarrow \min; \quad (4)$$

где T — общие временные затраты на маршрут между достопримечательностями, состоящие из суммы времени пути между пунктами умноженные коэффициент на загруженности дороги, последовательно включённых в маршрут.

Наличие кремнеземистой составляющей и особенности состава сухих огнезащитных строительных смесей на основе гипсоцементно-пуццоланового вещества

Бринзевич Богдан Викторович, студент магистратуры
 Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Обеспечение пожарной безопасности входит в число ключевых задач при строительстве и эксплуатации высотных зданий, деловых, торговых и промышленных комплексов.

Специфика современного строительства диктует повышенные требования к пожарной безопасности строительных материалов. Это нашло отражение в ужесточении норм законодательства в сфере пожарной безопасности. С 2009 г. Действуют ФЗ № 9 123-ФЗ «Технический ре-

гламент о требованиях пожарной безопасности» и ФЗ № 9384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [131, 132]. С введением в действие этих технических регламентов появилась классификация строительных материалов по группам горючести — от КМ0 до КМ5. В связи с этим актуальна проблема повышения пределов огнестойкости строительных конструкций за счет применения эффективных огнезащитных материалов.

Возрастающая частота и интенсивность пожаров, материальный ущерб от них, гибель и травмирование людей — все это вынуждает искать различные формы предотвращения этих бедствий. Один из эффективных путей борьбы с пожарами — повышение огнестойкости строительных конструкций.

К таким материалам относятся сухие строительные смеси и огнезащитные экраны на их основе. В зависимости от их назначения и требований по свойствам при их изготовлении легко меняется состав и характеристики строительных смесей с помощью введения комплекса различных добавок. В качестве вяжущих в строительных смесях используют цементные, гипсовые и другие минеральные вещества. В качестве активной добавки могут применяться трепел, диатомит, опока и др.

В качестве активной добавки в работе использовался микрокремнезем разных видов, сделан подбор составов и проведены испытания на образцах.

Микрокремнезем представляет собой побочный продукт металлургического производства при выплавке ферросилиция и его сплавов, образующийся в результате восстановления углеродом кварца высокой чистоты в электропечах. В процессе выплавки кремниевых сплавов некоторая часть монооксида кремния SiO переходит в газообразное состояние и, подвергаясь окислению и конденсации, образует чрезвычайно мелкий продукт в виде шарообразных частиц с высоким содержанием аморфного кремнезема. Цвет пыли варьируется от светло-серого до почти черного, что, в основном, зависит от содержания углерода и в меньшей степени — от наличия железа. Истинная плотность составляет 2000...2200 кг/м³.

Новые возможности использования КП тесно связаны с прогрессом в области создания эффективных суперпластификаторов — их сочетание дало толчок к созданию бетонов нового поколения, обладающих высокой прочностью (от 60 до 150 МПа), повышенной удобоукладываемостью и долговечностью.

Суспензии и порошки существенно отличаются только по своему воздействию на пластичный бетон. Их влияние на свойства затвердевшего бетона одинаково. Поскольку суспензии микрокремнезема без примесей, вероятно, представляют наибольший интерес для производителей бетона. Дозировка микрокремнезема выражается в процентном содержании твердого микрокремнезема от массы ГЦПВ.

Цель и задачи исследования

Цель исследования — разработка огнезащитных сухих строительных смесей (ССС) с использованием микрокремнезема и экранов на их основе с применением гипсового вяжущего и легких минеральных заполнителей — вспученного вермикулита и перлита.

Объектам исследования являются огнезащитные ССС и экраны на их основе на гипсовом вяжущем, высокопо-

ристые заполнители, микрокремнезем, составы огнезащитных ССС на основе гипсового вяжущего.

Предметом исследования являются составы и свойства огнезащитных ССС и плиты (экраны) на их основе.

Задачи исследования:

1. Разработка огне- и теплозащитных составов для изготовления ССС и огнезащитных экранов с применением ГЦПВ, вспученного перлита и вермикулита со средней плотностью 450–750 кг/м³ и температурой применения до 1100°C в течение 180 минут.

2. Разработка рациональной технологии приготовления ССС и экранов оптимального состава с применением гипсового вяжущего.

3. Исследование влияния вяжущего и заполнителей в ССС, функциональных добавок на технические и огнезащитные свойства полученных составов.

4. Проведение высокотемпературных испытаний и выбор оптимальных составов ССС с лучшими показателями огнезащитной эффективности, прочности, трещиностойкости.

Для приготовления огнезащитного состава в данной работе в качестве вяжущего использовали цемент М400, высокопрочное гипсовое вяжущее Г13, микрокремнезем (черный, серый, светло-серый,). В качестве заполнителя вспученный вермикулит М150, вспученный перлит М100 и смесь вермикулита и перлита.

В данном исследовании были выбраны следующие компоненты для приготовления ГЦПВ с заданным отношением:

- Портландцемент класса ЦЕМ I 42.5–25%.
- Высокопрочное гипсовое вяжущее Г13-АШ — 50%.
- Микрокремнезем — 25%.

Были изготовлены 9 замесов сухой строительной смеси с разными активными добавками и заполнителями.

- Светло-серый микрокремнезем с перлитом
- Светло-серый микрокремнезем с вермикулитом
- Светло-серый микрокремнезем с перлитом и вермикулитом

- Серый микрокремнезем с перлитом
- Серый микрокремнезем с вермикулитом
- Серый микрокремнезем с перлитом и вермикулитом
- Черный микрокремнезем с перлитом
- Черный микрокремнезем с вермикулитом
- Черный микрокремнезем с перлитом и вермикулитом

Технические характеристики компонентов состава указаны в таблице 1.

При помощи методов математического планирования были выбраны составы с использованием вспученного вермикулита и перлита. Данные составы подвергались испытаниям, производился подбор водотвердого отношения с равной подвижностью по встряхивающему столу — 160–170 мм согласно ГОСТ 31376. Исходя из полученных данных по прочности на сжатие, были определены наиболее оптимальные составы с наибольшими показателями.

Таблица 1. Технические свойства гипсоцементно-пуцоланового вяжущего и минеральных пористых заполнителей

Наименование материала	Измеряемый параметр, единица измерения	Свойства
ГЦПВ М100	насыпная плотность, кг/м ³	700–800
	тонкость помола (максимальный остаток на сите с размерами ячеек в свету 0,2 мм,%)	2
	начало схватывания, мин	4 мин
	конец схватывания, мин	20 мин
	предел прочности при сжатии, МПа	14.1
	предел прочности при изгибе, МПа	5.7
Перлит вспученный М-100 КНАУФ	насыпная плотность, кг/м ³	58
	максимальный размер зёрен, мм	1.24
	минимальный размер зёрен, мм	0.15
Вермикулит вспученный М — 150 ЗАО	насыпная плотность, кг/м ³	123
	максимальный размер зерен, мм	1.24
	минимальный размер зерен, мм	0.15
Микрокремнезем	Размер частиц	< 1мкм
	Насыпная плотность	от 150 до 380 кг/м ³
	Истинная плотность	от 2000 до 2180 кг/м ³
	Удельная поверхность	от 13 000 до 30 000 м ² /кг
	Влажность	2... 3%

Таблица 2. Химический состав кремнезема

Содержание соединений, масс. %							
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O+K ₂ O	SiC	SO ₂
90–94	0,7–1,5	1–3	0,7–1,4	0,2–0,4	0,1–0,5	до 3	до 0,09

Далее были приготовлены 9 составов в соотношении по объему 1:1. Испытания на прочность при сжатии проводились согласно ГОСТ 31376. По полученным данным был определен коэффициент водостойкости. Данные по подбору составов и их свойства были занесены в таблицу 3.

По данным результатам предела прочности на сжатие в сухом и в насыщенном водой состоянии построена гистограмма (рис. 1), по которой можно проанализировать изменения прочности образцов.

Исходя из полученных данных видно, что образцы незначительно теряют свою прочность в водной среде, и со временем прочность увеличивается за счет того, что ГЦПВ в своем составе содержит гидравлическое вяжущее — портландцемент. Так же можно сказать, что образцы на черном микрокремнеземе с вермикулитом и со смесью вермикулита и перлита имеют наибольшую прочность, а также составы ГЦПВ с вермикулитом.

Были проведены высокотемпературные испытания на способность выдерживания высоких температур до 1100°С в течении 180 минут в муфельной печи согласно температурному режиму, приближенному к стандартному режиму печи ВНИИПО. Испытания проводились на образцах кубиках размером 3х3х3 см. Перед испытанием образцы выдерживались в нормальных усло-

виях 21 суток. Всего испытывалось в печи 9 составов (рис 2.)

По окончании высокотемпературных испытаний провели анализ образцов на наличие трещин, деформаций, изменений в объеме. Все 9 составов выдержали высокотемпературные испытания. Образцы стали легкими и хрупкими. Все образцы деформировались. Образец на светло-сером микрокремнеземе с перлитом значительно уменьшился в размере. На образце на сером микрокремнеземе со смесью вермикулита и перлита появились трещины. Остальные образцы имеют ровную сплошную поверхность. После высокотемпературных испытаний проводим испытания образцов на сжатие. Данные представлены в таблице 4.

В данном исследовании были определены составы с наибольшей прочностью: составы на черном микрокремнеземе и составы с использованием вспученного вермикулита. Были исследованы основные показатели, такие как: средняя плотность, прочность на сжатие и коэффициент водостойкости.

Использование микрокремнезема решает проблему бюджетных платежей за образование и размещение отходов (для предприятий, производителей отходов), а также способствует снижению экологической напряженности в регионе и освобождает от необходимости строительства новых шламохранилищ.

Таблица 3. Результат подбора составов и их свойства

	Наименование состава с до- бавкой	Содержание компонентов по массе, г.				Свойства раствора				
		Весмикулит вспученный	Перлит вспученный	Вермикулит и перлит	ГЦПВ	Средняя плотность кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа			Коэффициент водостойкости
							В сухом состоянии вы- держанные 7 суток	В насыщенном водой состоянии 7 суток	В насыщенном водой состоянии 21 суток	
1	Светло-серый микрокремнез с перлитом	-	27	-	165,2	575,5	1,72	1,02	1,21	0,7
2	Светло-серый микрокремнез с вермикулитом	22,4	-	-	72,4	552,2	2,17	1,21	1,48	0,68
3	Светло-серый микрокремнез с вермику- литом и перлитом	-	-	16,2	73,9	555,5	1,85	1,45	1,69	0,91
4	Серый микрокремнез с перлитом	-	24	-	168	488,5	1,13	0,7	0,81	0,72
5	Серый микрокремнез с вермикулитом	23,2	-	-	102,6	564	2,26	1,12	1,36	0,61
6	Серый микрокремнез с вермикулитом и перлитом	-	-	17,1	99,9	557	2,1	1,24	1,48	0,7
7	Черный микрокремнез с перлитом	-	15	-	182,4	760	1,68	1,29	1,56	0,93
8	Черный микрокремнез с вермикулитом	24,3	-	-	133,4	817,5	2,66	1,66	1,9	0,71
9	Черный микрокремнез с вермикулитом и перлитом	-	-	15,6	143,9	844	2,83	1,98	2,2	0,78

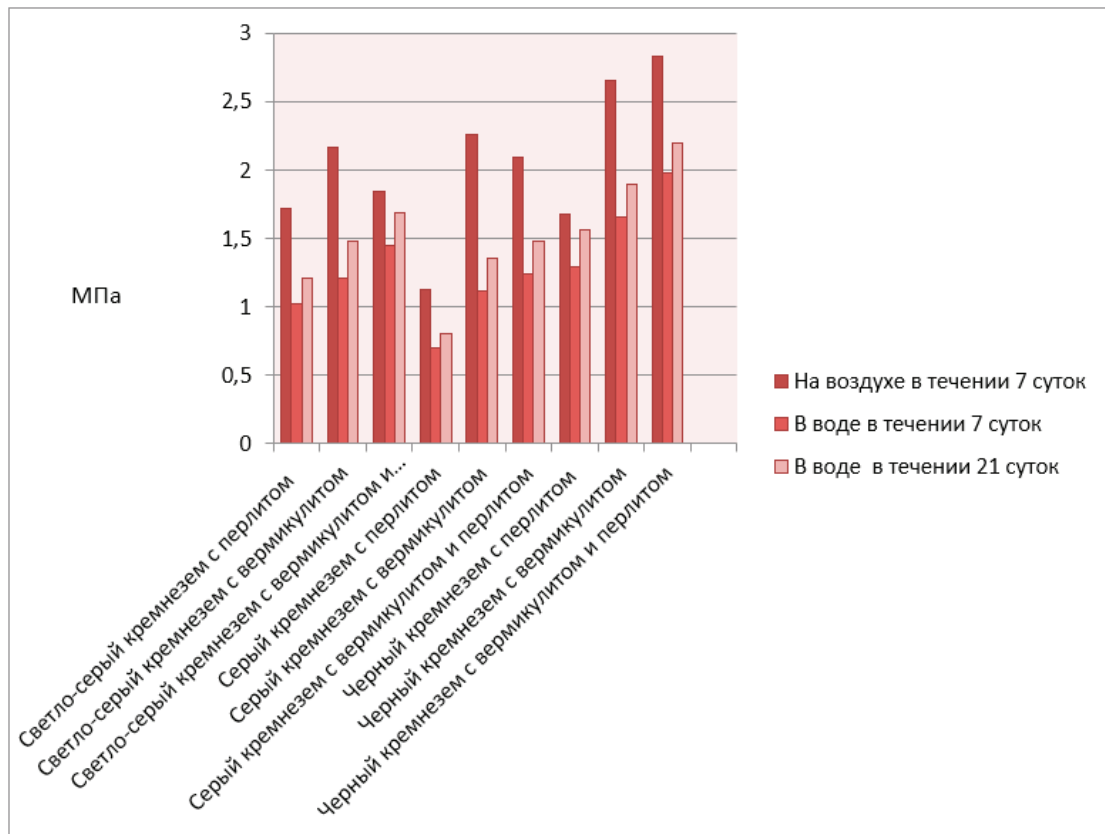


Рис. 1. Изменения прочности на сжатие



Рис. 2. Образцы в печи после обжига

Таблица 4. Результаты испытания образцов до и после обжига

№	Наименование образцов	До высокотемпературного испытания		После высокотемпературного испытания	
		Средняя плотность кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа	Средняя плотность кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа
1	Светло-серый микрокремнезем с перлитом	575,5	1,72	570	0,68
2	Светло-серый микрокремнезем с вермикулитом	552,2	2,17	493	0,32
3	Светло-серый микрокремнезем с вермикулитом и перлитом	555,5	1,85	534	0,32
4	Серый микрокремнезем с перлитом	488,5	1,13	487	0,12
5	Серый микрокремнезем с вермикулитом	564	2,26	562	0,04
6	Серый микрокремнезем с вермикулитом и перлитом	557	2,1	512	0,06
7	Черный микрокремнезем с перлитом	760	1,68	756	0,15
8	Черный микрокремнезем с вермикулитом	817,5	2,66	809	0,28
9	Черный микрокремнезем с вермикулитом и перлитом	844	2,83	831	0,19

Литература:

1. Терехин С.Н. Огнезащитные композиты на основе вермикулита, перлита и волокнистых наполнителей / С.Н. Терехин, Г.Л. Шидловский, Ю.М. Тихонов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2015. № 3. С. 26–32.
2. Тихонов Ю.М. Поведение огнезащитных материалов на основе перлита, вермикулита и минеральной фибры в условиях пожара: Монография / Ю.М. Тихонов [и др.] СПбГАСУ. СПб., 2016 148 с.
3. Tichonov Ju. Influence of High-Porous Filling Material Fiber on Thermal and Fire Resistant Properties of Aerated Composite Applied Mechanics and Materials / Ju. Tichonov, Ju Pukhareenko. 2015. Vol. 725–726 P. 257–277.
4. ГОСТ 31376–2008 Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем. Методы испытаний.
5. Батраков В. Г., Каприелов С. С., Шейнфельд А. В. Эффективность применения ультрадисперсных отходов ферросплавного производства // Бетон и железобетон, 1989. — № 8. — С. 24–25.
6. Каприелов С. С. Шейнфельд А. В., Твердоступов А. И., Телков Ю. Ф. Использование отходов производства ферросплавов // Шахтное строительство. 1990. — № 9. — С. 26–28.
7. Патраманская С. В. Строительные материалы пониженной средней плотности на основе микрокремнезема: Автореф. дис...канд. техн. наук / Томск: ТГАСУ. — 2001. — 29с.
8. Гугучкина М. Ю. Огне- и теплозащитные сухие строительные смеси и изделия на гипсовом вяжущем СПбГАСУ. — СПб., 2013. — 151 с.
9. Макбузов А. С. Легкие аэрированные бетоны на основе вермикулита / Макбузов А. С. // тезисы докладов II региональной научной конференции молодых ученых. — Актюбинск, 1991. — 34 с.

Основные законы развития технических систем в сочетании с инновационными техническими решениями и их патентной защитой

Великанов Сергей Александрович (г. Москва)

Необходимость оптимизации и новой конкретизации основных законов развития технических систем как базы дизайн-процессов стала очевидной от момента возникновения и широкого внедрения комплексных конструкторских программ, из которых в настоящее время наиболее эффективным, мобильным и точным является использование конструкторской системы программ семейства SolidWorks.

Обширные возможности этой группы программ, их гибкость и адаптируемость к различным условиям и критериям, возможность по моделям построить анимационную картину и рабочий процесс технического решения, позволяют воочию убедиться в специфике новизны и реально возможной степени интегративности такого технического решения, не прибегая к дорогостоящему процессу изготовления прототипа.

Какие ещё базовые теоретические и аналитические инструменты сегодня существуют для того, чтобы помочь изобретателю на этапе продумывания своей инновационной идеи, анализа, проверки, оценки и моделирования всех сложнейших взаимосвязей, которые возникают в его воображении при синтезе идеи и её имплементации?

Прежде всего, необходимо упомянуть о законах развития технических систем и их современной интерпретации, базирующейся на включении в тематику анализа целого ряда новых условий, характеристик и свойств новых композиционных материалов, электронных и циф-

ровых компонентов, а также программных возможностей, в корне меняющих условия функционирования технических систем, особенно в автоматическом рабочем цикле и в автоматическом мониторинге основных технологических параметров.

В этих условиях современная ТРИЗ учится брать, анализировать и решать всё более трудные задачи. Естественно, сама теория и основные законы развития технических систем при этом существенно усложняются. Это настолько очевидная закономерность, что, казалось бы, и напоминать о ней не нужно.

Ввиду того, что сегодня процесс глобализации расширяется и углубляется практически вне зависимости от желания изобретателей, появилась острейшая необходимость поиска и надёжных инструментов патентно-лицензионной стратегии в сочетании с надёжными техническими и юридическими инструментами патентной защиты технических решений.

Прежде всего, учитывая некоторые разночтения в сути и понимании патентного законодательства разных стран, в той или другой степени завязанных в сложных взаимоотношениях партнёров глобализации, я считаю целесообразным обратиться к практике использования патентного законодательства на примере модифицированного в последнее время патентного законодательства США.

Итак, попробуем ответить на несколько простых вопросов.

Что такое патент (по определению патентного ведомства США)?

Патент является правовым документом, удостоверяющим право владения объектом интеллектуальной собственности, и предоставленным Правительством Соединенных Штатов Америки.

Исключительным правом владения патентом обладает только изобретатель.

Понятие или определение «изобретатель» предполагает исключить любое право другим изготавливать, использовать, предлагать к продаже, продавать указанное изобретение в Соединенных Штатах или импортировать изобретение в Соединенные Штаты на ограниченный период времени в обмен на публичное раскрытие сущности технического решения, положенного в основу изобретения, патента.

Кто может подать заявку на патент?

Заявка на выдачу патента может быть подана только изобретателем или его доверенным лицом. Патент может быть выдан только на имя (имена) фактического изобретателя (изобретателей) или на имя физического или юридического лица, которому изобретателем в установленной форме передано право владения патентом.

Что может и не может быть объектом изобретения (быть запатентованным)?

Утилизационные патенты предназначены для выдачи их на технические решения, которые являются новыми, неочевидными и полезными, а именно:

- процессы и производственные технологии;
- машины, аппараты и устройства;
- технологии производства;
- состав вещества;
- улучшение любого из вышеуказанных объектов.

Примечание:

В дополнение к полезности патентов, охватывающих одну из категорий выше, патентная защита доступна (возможна) для любого изделия промышленного производства или воспроизведения, например, сорта растений при разработке и патентовании сорта растений.

Объекты и субъекты, которые не могут быть запатентованы:

- законы природы;
- физические явления;
- абстрактные идеи;
- литературные, драматические, музыкальные и художественные произведения (которые в свою очередь могут быть защищены авторскими правами);
- изобретения, которые:
 - не полезны (например, вечный двигатель);
 - противоречащие общественной морали и этическим нормам.

Изобретение должно быть:

- новым;
- неочевидным (это наиболее сложное качество, особенно труднодоказуемое и вызывающее многочисленные споры и судебные процессы);
- адекватно описанным или включающим выводы и заключения, с которыми может ознакомиться и понять обычный средний специалист в данной области для создания, изготовления и использования изобретения;
- заявленным изобретателем в ясных и определенных условиях, терминах и лингвистических приёмах и выражениях.

Будущий изобретатель наверняка сразу задаст этот наиболее ожидаемый вопрос —

Как я в итоге узнаю, что моё изобретение является патентоспособным?

Во-первых, я настоятельно рекомендую просмотреть список того, что может и не может быть запатентовано и определить, относится ли будущее изобретение к одной из этих категорий.

Во-вторых, следует изучить основы процесса патентования с материалами, предоставленными в USPTO на +1 (800) 786–9199 или +1 (703) 308–4357 или в разделе «Дополнительная информация».

Далее, необходимо провести поиск по фондам USPTO во всех предыдущих общественных формах раскрытия информации (до искусства), включая, но не ограничиваясь, ранее запатентованными изобретениями в США (до искусства). Также, желательно, и даже обязательно, должны быть проведены различной глубины и ширины поисковые процедуры, чтобы определить, есть ли будущее изобретение в различных (даже косвенных) сообщениях в открытых источниках информации, и которые поэтому не могут быть запатентованы по критерию новизны.

Поиск аналогов среди зарубежных патентов и печатных публикаций также должен быть проведён. В то время как, в принципе, технические результаты такого поиска для подачи заявки не требуются, крайне желательно, чтобы этот поиск был проведен.

Зарегистрированный патентный поверенный или агент часто представляют собой важный, профессиональный и полезный ресурс для выполнения поиска по критерию патентоспособности.

После подачи заявки USPTO проведет поиск в рамках официального процесса рассмотрения.

Проведение тщательного патентного поиска — очень сложный и трудоёмкий процесс, особенно для новичка.

Патентный поиск является сложным аналитическим процессом и требует высокого мастерства и профессионализма.

Поэтому лучшим советом для новичков будет по возможности связаться с ближайшей, специализирующейся на патентах и товарных знаках, депозитарной библио-

текой (PTDL) и искать квалифицированных экспертов, способных помочь в создании стратегии поиска.

Для тех, кто находится в Вашингтоне, округ Колумбия, USPTO обеспечивает свободный доступ общественности к коллекции патентов, товарных знаков и других документов на поиск объектов аналитического исследования.

Указанные библиотеки расположены в Александрии, штат Вирджиния. Они открыты в рабочие дни (кроме праздничных дней) с 8:00 утра и до 20:00 вечера.

Но не стоит считать, что предполагаемое изобретение никогда не было запатентовано, даже если не удалось найти никаких доказательств этому в источниках информации.

Важно помнить, что только тщательное обследование в USPTO может раскрыть реальную картину по США и зарубежным патентам, а также по непатентной литературе.

Как долго действует патентная защита?

Для заявок, поданных после 8 июня 1995 года, патенты выдаются на срок, который начинается с даты выдачи и обычно заканчивается через 20 лет со дня первичного обращения с заявкой на выдачу патента, естественно, при условии уплаты соответствующей платы за обслуживание.

Что такое применение РСТ (Patent Cooperation Treaty)?

Договор о патентной кооперации (РСТ) является международным соглашением для подачи заявки на патенты, имеющие действие во многих странах по всему миру.

Хотя в рамках системы РСТ не предусматривается выдача «международного патента», система упрощает процесс подачи заявки на патент, систематизирует и снижает расходы, связанные с подачей заявки на патентную защиту в зарубежных странах, а также позволяет изобретателю получить больше времени для оценки коммерческой жизнеспособности изобретения.

В соответствии с РСТ, изобретатель может подать заявку на одну международную патентную заявку на одном языке с одним патентным ведомством для того, чтобы одновременно искать защиту на изобретения во всех странах-членах РСТ.

Но вернёмся к ТРИЗ, АРИЗ и законам развития технических систем.

Как уже отмечалось ранее, использовать сегодня ТРИЗ и АРИЗ без адаптации к сложившимся уровням техники и технологии не имеет особого смысла.

Любое техническое решение с применением цифровых технологий и аналогичное техническое решение без применения цифровых технологий будут иметь совершенно разные выходные технические характеристики, и как следствие, совершенно разные отличительные признаки.

Этот прецедент может создавать сложнейшие юридические проблемы в идентификации отличительных признаков по степени и уровню новизны.

Получается, что, скажем, отличительные признаки, например, технологического модуля, имеющего инновационные механические узлы в сочетании с, к примеру, программируемым контроллером и без программируемого контроллера, могут иметь различную техническую характеристику как производное не лучших и оригинальных технических решений, а как производное наличия или отсутствия программируемого контроллера, не имеющего ничего общего с кинематикой и статикой технологического модуля.

Показанное выше — лишь один из примеров несоответствия условий анализа и квалификации степени новизны.

Появляется и проявляется тенденция к попыткам изменить технический уровень базового объекта оптимизации только за счёт добавки дополнительных электронных компонентов, что препятствует реальной модернизации с полной модификацией всех узлов и механизмов технической системы.

Несмотря на явную ошибочность этой тенденции, этот процесс сегодня практически неуправляем, так как в значительной степени он развивается в условиях множества стартапов, не имеющих возможности ввести в проектные группы опытных специалистов, и об ошибках узнают только после провала проекта.

Однако, именно здесь и проходит сегодня главный фронт неприятия ТРИЗ. Но есть, конечно, и дремучие оппоненты, вообще не желающие слышать об управлении процессом решения творческих задач.

Основное неприятие ТРИЗ сегодня мотивируется иначе: ТРИЗ и АРИЗ сложны и продолжают усложняться... Много проще пользоваться, например, мозговым штурмом, что и приводит к закономерным результатам, получившимся, например, у Apple.

«... Компания Apple подала в Патентное ведомство США две патентные заявки, в которых описывается »система топливных элементов« для питания портативных компьютеров», — передает блог Apple Insider.

Во вступлении к обеим заявкам говорится о необходимости перехода на возобновляемые источники энергии. В этой связи авторы заявок предлагают использовать в ноутбуках и прочих мобильных устройствах водородные топливные элементы.

Утверждается, что устройство на водородных топливных элементах может работать на одной заправке в течение нескольких дней и даже недель. При этом заявители признают, что создание компактного и одновременно недорогого элемента сопряжено с известными трудностями.

В одной из двух заявок топливные элементы предлагается использовать наряду с обычной перезаряжаемой батареей, при этом элементы могли бы заряжать батарею и наоборот. Такая схема позволит уменьшить вес конструкции и снизить ее стоимость.

Обе заявки были поданы от имени группы инженеров в 2010 году, однако, опубликованы были лишь недавно.

Планирует ли Apple когда-либо реализовать эти идеи на практике — неизвестно.

Apple стала не единственной компанией, задумавшейся об использовании топливных элементов в мобильной электронике. Так, в 2008 году Panasonic представила топливный элемент для ноутбуков на метиловом спирте...

На сайте патентного ведомства США эти заявки опубликованы, и их рефераты выглядят следующим образом.

Вот реферат к первой заявке, которая представлена как топливная система, связанная с портативным компьютерным устройством:

United States Patent Application
Kind Code
Iyer; Vijay M.; et al.

20110313589
A1
December 22, 2011

FUEL CELL SYSTEM COUPLED TO A PORTABLE COMPUTING DEVICE

Abstract

The disclosed embodiments relate to the design of a fuel cell system which is capable of both providing power to and receiving power from a rechargeable battery in a portable computing device. This eliminates the need for a bulky and heavy battery within the fuel cell system, which can significantly reduce the size, weight and cost of the fuel cell system. This fuel cell system includes a fuel cell stack which converts

fuel into electrical power. It also includes a controller which controls operation of the fuel cell system. The fuel cell system additionally includes a power link that transfers electrical power between the fuel cell system and the portable computing device, and a communication link that provides communication between the portable computing device and the controller for the fuel cell system. The controller can regulate both the electrical power provided by the fuel cell system to the portable computing device and the electrical power provided by the rechargeable battery to the fuel cell system.

Inventors:

Iyer; Vijay M.; (Mountain View, CA); Spare; Bradley L.; (Oceanside, CA)

Assignee:

APPLE INC.
Cupertino
CA

Serial No.:

096877

Series Code:

13

Filed:

April 28, 2011

А вот реферат ко второй заявке, которая представлена как метод и аппарат для мониторинга жизненного цикла батареи или аккумулятора:

United States Patent Application
Kind Code
Staton; Kenneth L.; et al.

20110313697
A1
December 22, 2011

METHOD AND APPARATUS FOR MONITORING BATTERY LIFE

Abstract

A method and apparatus for monitoring battery life in a human input device powered by replaceable batteries includes repeatedly measuring battery charge by use of a measuring arrangement forming part of the input device.

Battery charge is measured while the input device is in a relatively inactive condition and when it is in an active condition, and a time value is associated with each battery charge measurement. A usage model may be constructed based on the battery charge measurements, and calculation of an expected battery life may be based at least in part on the usage model.

Inventors:

Staton; Kenneth L.; (San Carlos, CA); Cretella; Michael Andrew; (San Francisco, CA); Depew; John; (Sunnyvale, CA); Low; Wing Kong; (Sunnyvale, CA)

Assignee:

Apple Inc.
Cupertino
CA
107923

Serial No.:

Series

Code:

13

В тексте сообщения сказано, что неизвестно, планирует ли Apple когда-либо реализовать эти идеи на практике.

Представим себе, что компания Apple приняла решение реализовать эти идеи на практике. Может ли использование технических решений, положенных в основу опубликованных патентных заявок, обеспечить достижение идеального конечного результата?

Если внимательно вникнуть в суть содержания и описания этих заявок, можно увидеть, что авторы и не задавались целью достижения идеального конечного результата и, более того, вряд ли знают о существовании такого параметра.

Из Алгоритма решения изобретательских задач известно, что к его основным понятиям относятся технические и технологические противоречия и достижение в процессе преодоления этих противоречий идеального конечного результата (ИКР).

Считается, что более эффективным методом определения критериев идеального конечного результата является их определение от противного — то есть задачу начинают решать с конца.

Идеальная батарея для любого энергопотребляющего устройства, в том числе и мобильного или портативного электронного устройства — это батарея, которая имеет возможность работать вечно без подзарядки.

Можно ли вообще на практике получить такой результат — неизвестно, но можно пойти дальше... Можно представить идеал разрабатываемого устройства, затем от идеала такого устройства перейти к идеальному устройству, а от идеального устройства перейти к идеальному конечному результату.

Но, так как идеальный конечный результат — это результат применения в предполагаемом изобретении инновационного технического решения, все элементы которого находятся в соответствии с достигнутым сегодня уровнем развития техники и технологии, можно сказать, что вечных изделий не существует, и что получить патент на такое далёкое от реальности изобретение невозможно.

По сложившейся практике компания Apple осуществляет публикации своих патентных заявок лишь только в случае, когда технологическое направление, которое охватывает техническое решение, положенное в основу этих заявок, находится на острие проблем, которые видит Apple.

Авторы указанных заявок предложили достаточно экзотические решения (похожие только на постановку задачи), которые на уровне развития сегодняшних технологий пока не решаются и не скоро превратятся в реальный продукт, если вообще когда-нибудь будут иметь шанс превратиться.

Но если обратиться к рекомендациям Теории решения изобретательских задач, то можно попытаться обойти существующие технологические и дизайнерские ограничения и представить идеальный конечный результат в несколько более развёрнутом виде и попытаться ввести в основы решения необычные, по сравнению с опубликованными заявками, но достаточно хорошо известные и эффективные, но менее экзотические конструктивные элементы.

Допустим, что мы применим в качестве системы возобновления уровня энергетической насыщенности батарей или аккумулятора, полупроводниковый лазер в качестве излучателя энергии и одновременно средства её доставки к секции батареи.

Предварительный поиск в этом направлении дал интересный результат в виде также двух патентных заявок, представленных далее по тексту.

Как оказалось, автором этих технических решений является Ортал Альперт — известный изобретатель трёхмерных многослойных оптических накопителей информации и лазерных систем к ним.

Поскольку автор и инициатор этих изобретений достаточно хорошо известен, а также автору этих изобретений, его интуиции и уровню реальности и работоспособности его разработок можно доверять, то можно предположить, что технические решения, изложенные им, должны, по крайней мере, работать.

Известно, что лучшим залогом технологической успешности изобретений является заинтересованность инвесторов в их реализации (хотя, как показывает статистика, в 90% случаев интуиция инвесторов, к сожалению, обманывает).

Как оказалось, эти решения уже положены в основу стартапа, который доводит их до уровня серийного изделия.

Для более полного знакомства с этими техническими решениями ниже приводятся рефераты указанных изобретений:

United States Patent Application
Kind Code
Alpert; Ortal; et al.

20100320362
A1
December 23, 2010

WIRELESS LASER POWER TRANSMITTER

Abstract

An optical power beam transmission systems, with a directional light transmitter and receiver. The transmitter contains an amplifying laser medium, and this together with a retro reflector in the receiver, forms a laser resonator. When lasing sets in, the receiver can extract optical power through

an output coupler and convert it to electrical power. The gain medium may be a disc having a thickness substantially smaller than its lateral dimensions. The laser resonator is operated as a stable resonator to ensure safe operation. This is achieved by use of an adaptive optical element, for reducing the diameter of the energy beam impinging on the gain medium, thereby increasing the overlap between the energy

beam and the gain medium. As the transmitter-receiver distance is changed, such as by movement of the receiver, the

adaptive optical element focal length changes to ensure that the cavity remains within its stability zone.

Inventors:
Correspondence Address:

Alpert; Ortal; (Jerusalem, IL); Paschotta; Rudiger; (Zurich, CH)
DANIEL J SWIRSKY

**55 REUVEN ST.
BEIT SHEMESH
99544**

**IL
811382**

**12
January 4, 2009**

**January 4, 2009
PCT/IL2009/000010**

**July 1, 2010
20090103925**

**A1
April 23, 2009**

Serial No.:
Series Code:
Filed:
PCT Filed:
PCT NO:
371 Date:
**United States Patent Application
Kind Code
Alpert; Ortal**

Directional Light Transmitter and Receiver

Abstract

A system for supplying power wirelessly to a remote mobile device including (i) a transmitting unit for directing radiation into the region of the mobile device, the transmitting unit having a gain medium with a front surface directed towards the space, and a retro-reflector on its back surface, and (ii) a receiver unit connected with or attached to the mobile device for receiving radiation transmitted from the transmit-

ting unit. The receiver unit includes (i) a retro-reflector for reflecting part of the radiation received from the transmitting unit back in the direction of the transmitting unit, where it is amplified and retransmitted back in the direction of the receiver unit, and (ii) a power detection element for absorbing that part of the radiation not reflected by the retro-reflector, and converting it to electrical power for use by the mobile device. Modulation of the transmitted beam enables it to transmit data also.

Inventors:
Correspondence Address:

Alpert; Ortal; (Jerusalem, IL)

DARBY & DARBY P. C.

**P. O. BOX 770, Church Street Station
New York**

NY

10008-0770

US

088385

12

September 27, 2006

September 27, 2006

PCT/IL06/01131

June 3, 2008

Serial No.:
Series Code:
Filed:
PCT Filed:
PCT NO:
371 Date:

Конечно, я далёк от мысли, что в этой статье есть что-то окончательное в поиске идеального решения проблемы увеличения срока службы батарей и увеличения длительности работы батарей в период между заправками или подзарядками.

Всё, что я хотел сказать, так это то, что в очередной раз подтверждается факт, что для решения возникших и уже давно существующих проблем, методика и аналитические инструменты, оптимизированные с учётом новых обстоятельств, Теории и Алгоритма решения изобретательских задач, имеют существенные возможности, которые продолжают открываться снова и снова, причём всё это для решения задач, проблем и их сочетаний, просто не существовавших в годы создания ТРИЗ и АРИЗ.

Мне представляется важным тот факт, что знакомство с вопросами, освещёнными в этой статье, позволит (на первых порах — виртуально) всем заинтересованным читателям включиться в конкурентную борьбу с изобретателями такой компании как Apple.

Как неоднократно замечал ближайший соратник Сергея Павловича Королёва, академик Борис Черток — крупнейший специалист в области систем управления и автоматики — искусственный интеллект не способен преодолеть человеческую тупость и косность.

Те прорывные, как это представляется на первый взгляд, технологии, которые с космическими скоростями разрабатывает, внедряет и распространяет компания Apple, сегодня в первую очередь ассоциируются с небы-

валым коммерческим успехом, причина которому (как бы лежащая на поверхности) — близость всех этих технологий к определениям и понятиям искусственного интеллекта, что по мнению экспертов и психологов вызывает к продуктам, в основу которых положены эти технологии, небывалый интерес пользователей, переходящий во многих случаях в нездоровый ажиотаж.

Если оставить в стороне чисто технологические достижения, которые несут в себе эти инновации, и проанализировать все стороны, связанные с возникновением, реализацией и массовым тиражированием этих технологий, то отчётливо видна неприглядная изнанка процесса, вызванная игнорированием (в основном осмысленным и заранее предусмотренным) множества сиюминутных технологических и социальных «мелочей», как всегда сопровождающих и порождаемых активным инновационным процессом.

Конечно, при анализе причин коммерческого успеха Apple и многих других успешных компаний, начинают проявляться очень многие негативные аспекты, которые не видны восторженным покупателям и пользователям «инновационных игрушек», усиленно внедряемых в повседневную жизнь при помощи агрессивного маркетинга.

Характерным является социальное прозрение, которое вызвано информацией о системе организации производства и сборки изделий и продуктов Apple и не только.

Здесь имеет смысл обратиться как раз к текущей работе в рамках инновационного процесса и вспомнить, что именно текущая системная работа требует серьёзного внимания к сиюминутным мелочам, которые, в общем, мелочами на самом деле и не являются.

При структурном анализе ситуации можно выявить места, где, при реализации процесса изготовления компонентов инновационных продуктов, могут появиться выбросы паров или газов, вредных для здоровья человека.

Ни один современный стандарт развитой в экономическом отношении страны не позволит внедрение технологического процесса, в результате которого в качестве от-

хода может появиться газ, аэрозоль или пары веществ, или ещё что-нибудь из отходов, имеющее отрицательное воздействие на организм человека.

В патентном законодательстве положительная квалификация технического решения как изобретения также невозможна, если изготовление и эксплуатация технического решения создают угрозу жизни и здоровью людей.

Значит, основной параметр технологического процесса — отсутствие ядовитых отходов — сознательно не выполняется, и это дисквалифицирует весь процесс.

Даже в квалификации технического решения как изобретения, одним из важнейших критериев является отсутствие вредного влияния на здоровье и жизнь человека. Если процесс допускает вредные выбросы, то этот процесс нарушает действующие стандарты и, кроме всего прочего, не может быть признан изобретением.

Юридическая оценка этого явления предполагает, что разработчики технологических процессов сознательно игнорировали сиюминутные мелочи и держали под контролем только макроцели процесса — производство компонентов с определёнными конечными свойствами, и в целях удешевления процесса не обратили внимания на микро-цели процесса — безопасную утилизацию отходов, возникающих в ходе процесса.

Из Теории решения изобретательских задач и Алгоритма решения изобретательских задач и практики их применения в современном инновационном процессе известно, что для успешного гармонического развития этого процесса, совершенно необходимо объединение двух базовых свойств системной инженерной деятельности — макро-процесса технологического комплекса (глобального) и микро- (локального) технологических процессов креативного технологического и конструктивного дизайна.

При таком построении интегрированной системы и иерархии организации процесса развития проекта, и сочетании в разумных пропорциях макро- и микро-целевых направлений развития проекта, достигается идеальный конечный результат или его эквивалент.

Литература:

1. Патентно-лицензионный материал на водородный накопитель многофазных сплавов:

United States Patent Application
Kind Code
Young; Kwo; et al.

20180131001
A1
May 10, 2018

Hydrogen Storage Multi-Phase Alloys

Abstract

A multi-phase hydrogen storage alloy comprising a hexagonal Ce.sub.2Ni.sub.7 phase and a hexagonal Pr.sub.5Co.sub.19 phase, where the Ce.sub.2Ni.sub.7 phase abundance is.gtoeq.30 wt% and the Pr.sub.5Co.sub.19 phase abundance is.gtoeq.8 wt% and where the alloy comprises a mischmetal where Nd in the mischmetal is <50 at% or a multi-

phase hydrogen storage alloy comprising one or more rare earth elements, a hexagonal Ce.sub.2Ni.sub.7 phase and a hexagonal Pr.sub.5Co.sub.19 phase, where the Ce.sub.2Ni.sub.7 phase abundance is from about 30 to about 72 wt% and the Pr.sub.5Co.sub.19 phase abundance is.gtoeq.8 wt% have improved electrochemical performance. The alloys are useful in an electrode in a metal hydride battery, a fuel cell or a metal hydride air battery.

2. Патентно-лицензионный материал на аппарат и метод для удалённого контроля над топливным элементом электрического транспортного средства:

United States Patent Application
Kind Code
CHOI; Hyunwoo

20180118050
A1
May 3, 2018

APPARATUS AND METHOD FOR REMOTELY CONTROLLING FUEL CELL ELECTRIC VEHICLE

Abstract

A method for remote start control of a hydrogen fuel cell vehicle includes receiving a remote start command via a wireless communication network, transmitting a start signal corresponding to the remote start command through an in-ve-

hicle network, transmitting a start mode in response to the start signal, determining a response waiting time corresponding to the start mode, receiving an operation result of the start signal through the in-vehicle network during the response waiting time, and transmitting the operation result over the wireless communication network.

3. Патентно-лицензионный материал на светоизлучающий прибор и дисплей:

United States Patent Application
Kind Code
YAMAZAKI; Shunpei; et al.

20180130863
A1
May 10, 2018

LIGHT-EMITTING DEVICE AND DISPLAY DEVICE

Abstract

Although an organic resin substrate is highly effective at reducing the weight and improving the shock resistance of a display device, it is required to improve the moisture resistance of the organic resin substrate for the sake of maintaining the reliability of an EL element. Hard carbon films are formed to cover a surface of the organic resin substrate and outer surfaces of a sealing member. Typically, DLC (Di-

amond Like Carbon) films are used as the carbon films. The DLC films have a construction where carbon atoms are bonded into an SP² bond in terms of a short-distance order, although the films have an amorphous construction from a macroscopic viewpoint. The DLC films contain 95 to 70 atomic% carbon and 5 to 30 atomic% hydrogen, so that the DLC films are very hard and minute and have a superior gas barrier property and insulation performance.

4. Патентно-лицензионный материал на материалы для хранения водорода, отрицательные электроды с использованием материалов для хранения водорода и никель-водородные дополнительные батареи с использованием отрицательных электродов:

United States Patent Application
Kind Code
Ishida; Jun; et al.

20180114981
A1
April 26, 2018

HYDROGEN STORAGE ALLOY, NEGATIVE ELECTRODE USING HYDROGEN STORAGE ALLOY, AND NICKEL-HYDROGEN SECONDARY BATTERY USING NEGATIVE ELECTRODE

Abstract

A nickel-hydrogen secondary battery includes an electrode group that includes a separator, a positive electrode and a negative electrode, and the negative electrode contains a hydrogen storage alloy having a crystal structure in which an AB₂ type unit and an AB₅ type unit are

laminated, in which a PCT characteristic diagram at 80.degree. C. includes a first plateau region having a hydrogen pressure Pd1 when hydrogen is stored by 0.25 times an effective hydrogen storage amount that is a hydrogen storage amount when a hydrogen pressure is 1 MPa, and a second plateau region having a hydrogen pressure Pd2 when hydrogen is stored by 0.70 times the effective hydrogen storage amount, and Pd1 and Pd2 satisfy a relation of 0.6.ltoreq.log.sub.10(Pd2/Pd1).

5. Патентно-лицензионный материал на фотоэлектрический преобразовательный элемент, солнечную панель и их соединение:

United States Patent Application
Kind Code
Satou; Hirotaka; et al.

20180108492
A1
April 19, 2018

PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT, SOLAR CELL, AND COMPOSITION

Abstract

Provided are a photoelectric conversion element, a solar cell using the photoelectric conversion element, and a composition. The photoelectric conversion element includes a first electrode including a photosensitive layer, which includes a light absorbing agent, on a conductive support. The light absorbing agent includes a compound having a perovskite-type crystal structure that includes organic cations

represented by the following Formulae (1) and (2), a cation of a metal atom, and an anion. R.sup.1—N(R.sup.1a).sub.3.sup.+ Formula (1) R.sup.2—N(R.sup.2a).sub.3.sup.+ Formula (2) In Formulae (1) and (2), R.sup.1 represents a specific group such as an alkyl group (including a specific substituent group in a case where the number of carbons is 1 or 2), and a cycloalkyl group. R.sup.2 represents a methyl group, an ethyl group, and the like. R.sup.1a and R.sup.2a represent a specific group such as a hydrogen atom and an alkyl group.

6. Патентно-лицензионный материал на дополнительную гидридную батарею высокого давления:

United States Patent Application
Kind Code
NAKANISHI; Haruyuki; et al.

20180083324
A1
March 22, 2018

HIGH PRESSURE TYPE HYDRIDE SECONDARY BATTERY

Abstract

A hydride secondary battery includes: a pressure vessel; a positive electrode disposed in the pressure vessel; a negative electrode disposed in the pressure vessel; and hydrogen gas with which the pressure vessel is filled. The negative

electrode contains a hydrogen-absorbing alloy. In a pressure-composition-temperature diagram, a desorption curve at 25.degree. C. of the hydrogen-absorbing alloy has a plateau pressure of 0.15 MPa or more and 10 MPa or less. The hydrogen gas has a pressure equal to or higher than the plateau pressure at 25.degree. C. of the hydrogen-absorbing alloy.

7. Патентно-лицензионный материал на цилиндрическую щелочную дополнительную батарею:

United States Patent Application
Kind Code
Nakamura; Tomomi; et al.

20180069268
A1
March 8, 2018

CYLINDRICAL ALKALINE SECONDARY BATTERY

Abstract

A nickel-hydrogen secondary battery includes: an outer can; a sealing body including a positive electrode terminal, the sealing body sealing an opening of the outer can; an electrode group formed by placing a positive electrode and a negative electrode on top of each other with a separator therebetween and spirally winding the positive electrode and the negative electrode, the electrode group housed in the outer can along with an alkaline electrolyte; a positive electrode

current collector connected to positive electrode connection edge portion protruding from one end surface of the electrode group; and a current collecting lead connecting the positive electrode current collector and the sealing body, wherein a relationship between a deformation resistance A of a material a and a deformation resistance B of a material b satisfies a relationship of $A < B$, wherein the material a is a material of the current collecting lead, and the material b is a material of the positive electrode current collector.

Механизмы биоповреждений строительных материалов, конструкций, зданий и сооружений

Витченко Денис Сергеевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В настоящее время огромное количество людей на планете проживает в городах, проводя большую часть своей жизни в различных помещениях, строениях. Сами того не подозревая, они оказываются под угрозой экологи-

ческой проблемы — биоповреждения конструкций, зданий и сооружений. Разрушение кирпичной кладки, ухудшение эксплуатационных характеристик строительных материалов, ухудшение внешнего вида зданий и сооружений —

все это вызвано деятельностью биодеструкторов [3]. К ним относятся: грибы, мхи, бактерии, водоросли, микроорганизмы. [2] В результате их деятельности поврежденные сооружения становятся опасными для пребывания в них человека. Люди могут получать травмы различной тяжести по причине обрушения, обвала конструкций и элементов [2]. Помимо этого, продолжительное нахождение человека в пораженной биодеструкторами среде может вызывать инфекционные заболевания, аллергии. Около 60% микробов являются опасными для людей. [2]

Сейчас этому вопросу уделяется все больше внимания, и в некоторых городах созданы документы, в которых опи-

саны мероприятия для защиты зданий и сооружений от пагубного воздействия биодеструкторов. В пример можно привести город Санкт-Петербург с его очень влажным климатом и РВСН 20–01–2006 «Защита строительных конструкций зданий и сооружений от агрессивных химических и биологических воздействий окружающей среды». В этом нормативном документе описаны степени агрессивности среды, методы защиты строительных конструкций, способы ликвидации последствий деятельности биодеструкторов и многое другое. [1] Помимо всего этого, там описаны виды биоповреждения. Они приведены в таблице 1.

Таблица 1. Виды биоповреждения строительных материалов микроорганизмами

Виды повреждения строительного материала микроорганизмами	Описание повреждения	Пример
Прямое разрушение	Использование микроорганизмами ингредиентов материала в качестве питательного субстрата	Повреждение древесины, полимерных и органосодержащих материалов
Химическое разрушение	Воздействие продуктов жизнедеятельности микроорганизмов на диэлектрические материалы и металлы в токопроводящих средах	Повреждение стекла, керамики, цемента.
Электрохимическое разрушение	Воздействие продуктов жизнедеятельности микроорганизмов на металлы в токопроводящих средах	Коррозия арматуры, металлических труб и балок.
Механическое разрушение	Образование биопленок на поверхности материала, проникновение микроорганизмов в трещины и микротрещины, накопление (увеличение) биомассы.	Разрушение кирпичной кладки, бетона, камня, древесины.
Комбинированное разрушение	Комплексное воздействие микроорганизмов, их сообществ и продуктов их жизнедеятельности на строительные материалы	Разрушение натуральных камней, штукатурных и отделочных слоев, железобетона, деревянных конструкций.

Известно, что заражение материала конструкций начинается с поселения на них микроорганизмов, которые в результате своей жизнедеятельности могут выделять различные ферменты и кислоты. [2] Через некоторое время эти выделения могут служить питательной средой для других микроорганизмов. Таким образом происходит видовое накопление на поверхности материала. В свою очередь, в результате взаимодействия метаболитов (кислот, ферментов) с материалом происходит химическая коррозия, которая приводит к разрушению. Также известно, что многие строительные конструкции и материалы имеют пористую структуру, а при обследовании зараженных зданий и сооружений помимо бактерий очень часто встречаются микромицеты, которые мицелиями проникают глубоко в материал. [2] Очевидно, что в следствии накопления биомассы грибами, она должна оказывать давление на стенки и тем самым разрушать структуру.

Чтобы наглядно увидеть, как происходит разрушение, был проведен эксперимент.

Были взяты образцы известковой штукатурки и помещены в растворы лимонной, щавелевой, янтарной, яблочной

кислот разной концентрации. В результате эксперимента на некоторых образцах был замечен рост кристаллов солей. Один из образцов изображен на рисунках 1 и 2.

Видно, что весь образец пронизан копьевидными кристаллами солей, которые оказывают расклинивающее воздействие внутри материала. Далее через некоторое время образцы были извлечены и высушены. При механическом воздействии на образец, приведенный на рисунках 1 и 2, он рассыпался, крошился и демонстрировал более низкие прочностные характеристики по сравнению с образцами, которые не подвергались воздействию кислот. В результате можно сделать вывод о том, что помимо химической коррозии существует механическая, вызванная расклинивающим действием роста кристаллов.

А для того, чтобы проверить гипотезу о расклинивающем эффекте роста биомассы микромицетов была создана установка, приближенно моделирующая трещину в материале. Наглядное изображение ее устройства приведено на рисунке 3.

На одну половинку чашки Петри наливалась агаризированная питательная среда, в которую заселялась куль-



Рис. 1. Образец штукатурки в 5% растворе янтарной кислоты в начале эксперимента

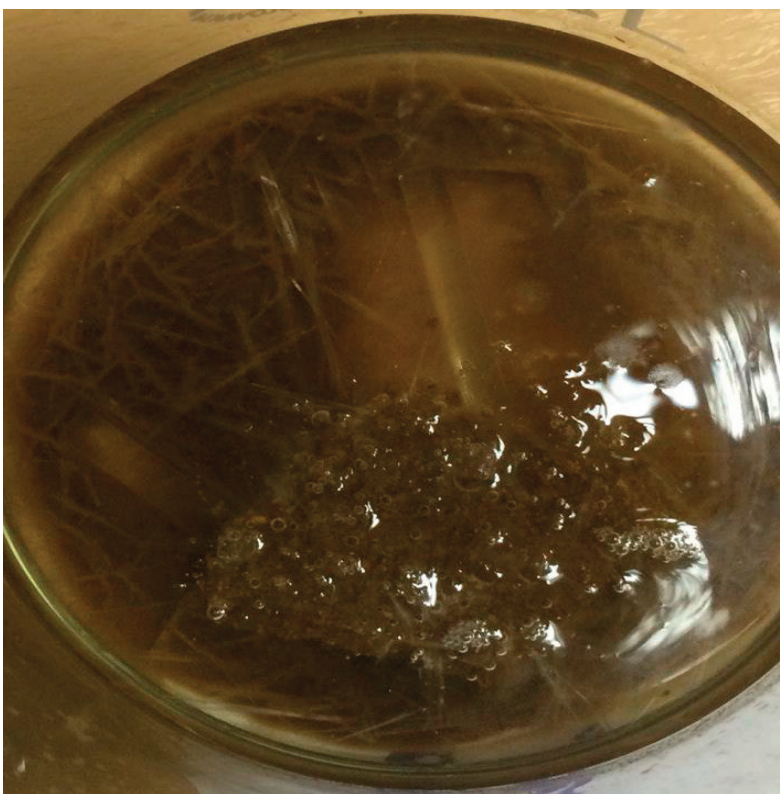


Рис. 2. Образец штукатурки в 5% растворе янтарной кислоты через неделю

тура грибов. Для эксперимента был выбран род *Cladosporium*. Эта культура была выбрана исходя из того, что при росте образует обильную пышную массу и часто встречается при обследовании биоповрежденных зданий и сооружений. [2] Далее после заселения часть чашки помещалась на винты, закрепленные на пластине, на которой находились весы с точностью 0,01 г. Вся конструкция по-

мещалась в целлофановый пакет вместе с мокрой ветошью для создания влажного климата. В ходе эксперимента температура колебалась в пределах от 23 до 24,5С°. Влажность колебалась в пределах от 72 до 88%. Измерения проводились с помощью термогигрометра Trotec T-250. Далее давалось некоторое время для того, чтобы культура начала минимально разрастаться. После

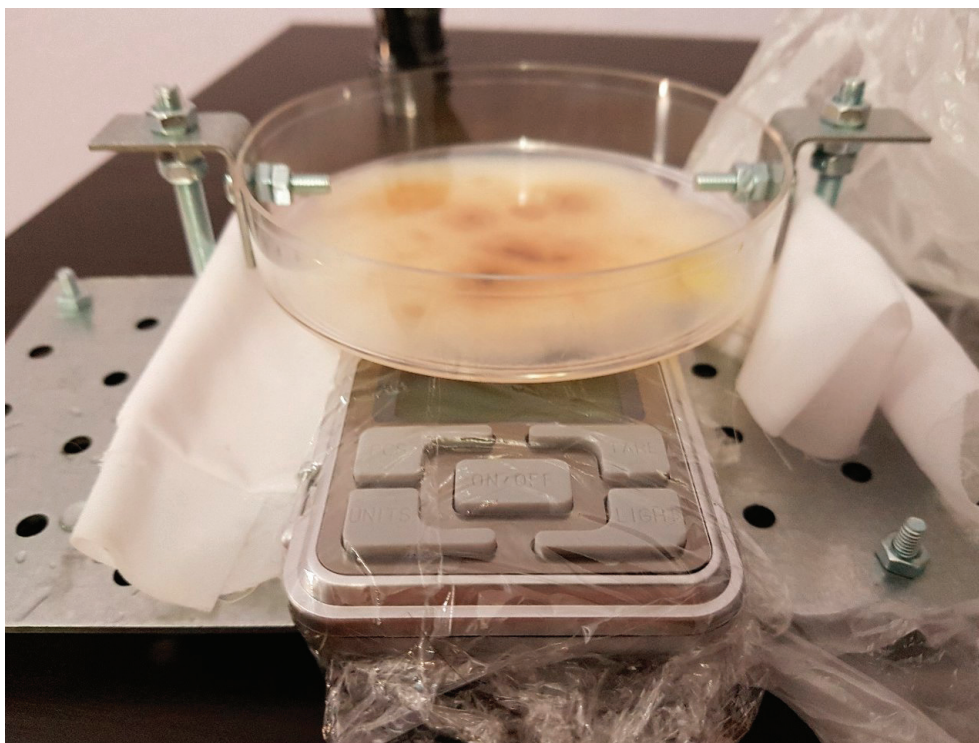


Рис. 3. Установка для измерения раскливающего воздействия

того, как это было замечено, чашка опускалась до весов, оставляя очень узкий зазор между уровнем нароста массы и рабочей пластины весов. И все вновь убиралось в пакет. В течение определенного промежутка времени поддерживалась влажность и контролировался рост грибов. После накопления биомассы с помощью весов определялась масса, которой грибы расклинили моделируемую щель. Она составила 0,85 г. После разбора установки также по образованному отпечатку на рабочей поверхности весов высчитывалась площадь касания. Она составила 9,95 мм². Имея эти данные можно рассчитать давление, оказанное грибами на весы. Оно оказалось равным 837,8 Па. Важно отметить, что при проведении эксперимента в целях получения значений на весах с указанной выше точностью, щель была смоделирована большего размера, чем может встретиться в жизни. Также не была в полной мере воссоздана равномерная вентиляция и обеспечение влажности на протяжении всей площади моделируемой щели. В жизни зараженный материал обладает порами, которые могут обеспечить доставку кис-

лорода и поддерживать уровень влаги в любой точке. Но это не отменяет факт того, что в результате эксперимента было подтверждено раскливающее воздействие, вызванное накоплением биомассы.

Выводы

После проведения экспериментов было доказано, что существует два вида механического разрушения строительных материалов, конструкций, зданий и сооружений. Поэтому в документ РВСН 20–01–2006 «Защита строительных конструкций зданий и сооружений от агрессивных химических и биологических воздействий окружающей среды» рекомендуется внести дополнения в таблицу классификации видов биоповреждения строительных материалов микроорганизмами в виде разделения механического разрушения на два типа: рост биомассы в трещинах, микротрещинах и раскливающее воздействие солей, образованных в результате взаимодействия органических кислот с материалом.

Литература:

1. РВСН 20–01–2006 Санкт-Петербург (ТСН-20–303–2006 Санкт-Петербург) Защита строительных конструкций, зданий и сооружений от агрессивных химических и биологических воздействий окружающей среды // Профессиональные справочные системы Тэхэксперт — электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200044525> (дата обращения: 26.05.2018).
2. Антонов В. Б., Беляков Н. А., Васильева Н. В., Елинов Н. П., Старцев С. А., Хурцилава О. Г., Щербо А. П. Биоповреждения больничных зданий и их влияние на здоровье человека. — СПб.: МАПО, 2008. — 232 с.
3. Ильичев В. Д. Биоповреждения. — М.: Высшая школа, 1987. — 352 с.

Измерение расклинивающего эффекта микромицетов. Обработка результатов эксперимента

Витченко Денис Сергеевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Для того чтобы попытаться измерить расклинивающий эффект микромицетов была создана установка, представляющая собой металлическую пластину с весами и закрепленной над ними частью чашки Петри. Она изображена на рисунке 1.

Все помещалось в целлофановый пакет, в котором поддерживалась высокая влажность. Через 3 недели с этой установки были сняты данные. В результате расчета давления, которое оказал рост грибов на рабочую зону весов, оказалось равным 837,8 Па.

Для того чтобы ответить на вопрос насколько это много, было решено произвести расчеты. Известно, что грибы, поселяясь где угодно, мицелиями проникают в материал, оказывают воздействие и так кусочком за кусочком разрушают материал [2]. Примером может служить рисунок 2.

Смоделируем похожую ситуацию на определенном участке бетона В25. Представим, что микромицеты поселились на определенную глубину в бетон и оказывают разрушающее влияние на него. Область воздействия возьмем 1x1 см, а давление представим в виде распределенной на-

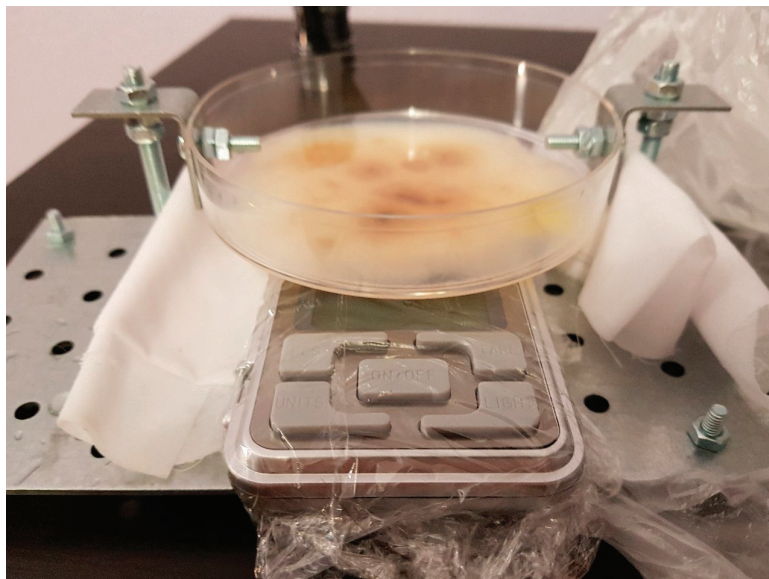


Рис. 1. Установка для измерения расклинивающего воздействия



Рис. 2. Пример разрушения материала

грузки на эту область. Далее, чтобы для начала рассмотреть простейший вариант на плоскости в виде балки с распределенной нагрузкой, пересчитаем, полученное на предыдущем эксперименте значение:

$$q = p \cdot b = 837,8 \cdot 0,01 = 8,38 \text{ Н/м}$$

Нанесем на рисунок все значения и построим эпюры M и Q :

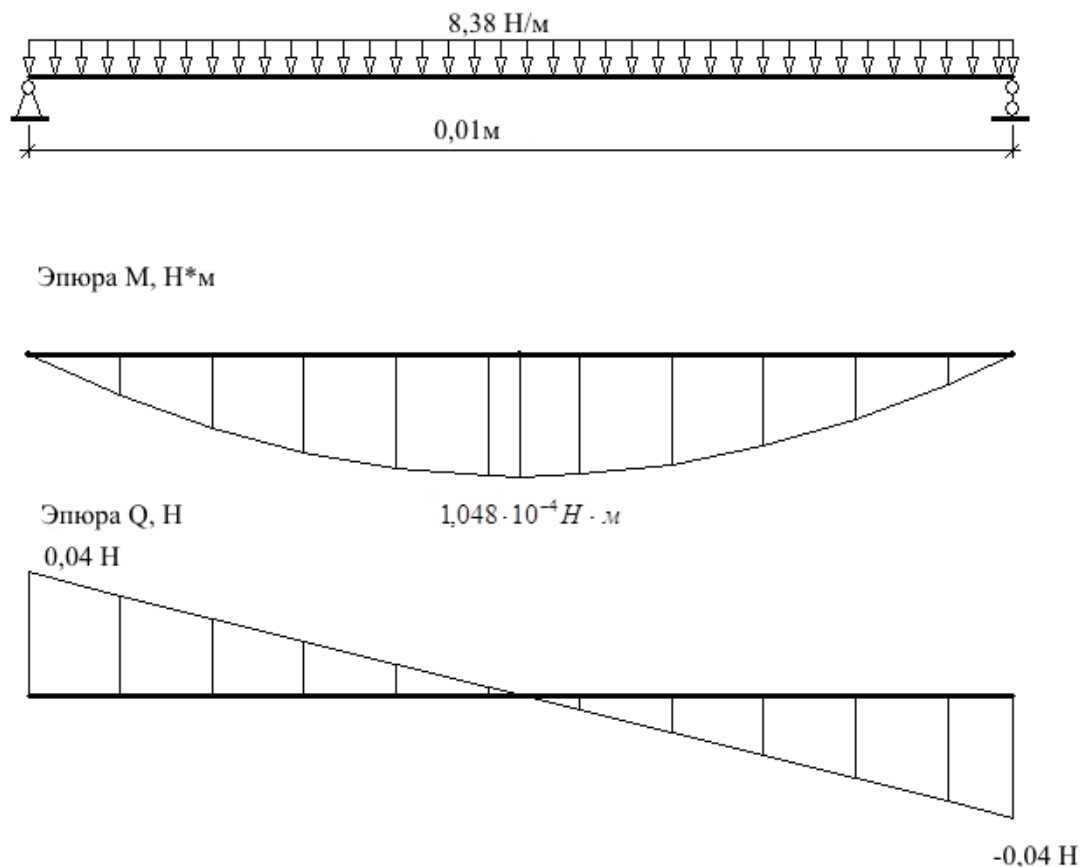


Рис. 3. Эпюры M и Q

Далее из формулы для расчета балки на прочность выразим и найдем h . [1]

Расчетное сопротивление R_y примем равным 1,05 Мпа, а коэффициент условия работы γ_c — 1. [3]

$$\frac{M_x}{W_{x \min} R_y \gamma_c} < 1$$

$$W_{x \min} = \frac{bh^2}{6}$$

$$h = \sqrt{\frac{6M}{bR_y \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1,048 \cdot 10^{-4}}{0,01 \cdot 1050000 \cdot 1}} = 0,0002447 \text{ м} = 0,24 \text{ мм}$$

В результате мы получили толщину слоя размером 1x1 см, который может удержать распределенную нагрузку величиной 8,38 Н/м. Таким приближенным образом мы можем судить о величине расклинивающего действия.

Литература:

1. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23–81* (с Изменением N1) // Профессиональные справочные системы Тэхэксперт — электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084089> (дата обращения: 1.06.2018).
2. Антонов В. Б., Беляков Н. А., Васильева Н. В., Елинов Н. П., Старцев С. А., Хурцилава О. Г., Щербо А. П. Биоповреждения больничных зданий и их влияние на здоровье человека. — СПб.: МАПО, 2008. — 232 с.
3. СП 41.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.06.08–87 // Профессиональные справочные системы Тэхэксперт — электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095549> (дата обращения: 1.06.2018).

Модель подсистемы расчета налога на добычу полезных ископаемых

Гичан Дарья Дмитриевна, студент магистратуры
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (г. Москва)

Ключевые слова: подсистема, налог на добычу полезных ископаемых, модель, декларация, нефтегазодобывающее предприятие.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что на сегодняшний день крупные предприятия внедряют ERP системы для автоматизации бизнес-процессов компании, а также управленческих функций. Основная ценность ERP-системы — в обеспечении информационной интеграции всех функциональных областей деятельности компании, но, к сожалению, не все современные ERP системы, особенно зарубежные, имеют в своем решении узконаправленные отраслевые решения, каким является расчет налога на добычу полезных ископаемых. Из-за чего предприятиям приходится находить альтернативные решения, например, расчет в Excel или ручной расчет. Что приводит к значительным временным затратам на расчет. Выходом из такой ситуации является разработка модуля для существующей ERP-системы.

Концептуальное проектирование является первоначальным этапом разработки программного обеспечения (ПО). В процессе проектирования определяются компоненты информационной системы (их назначение и взаимосвязи), а также ее структура [1]. На данном этапе происходит построение модели предметной области, а также учитывается специфика разрабатываемого программного решения. В настоящее время принято выделять следующие методологии проектирования информационных систем:

— структурный подход — сущность данного подхода заключается в последовательной декомпозиции, структура системы описывается в терминах иерархии ее подсистем, функций и подфункций, а также обмена информацией между выделенными функциональными компонентами;

— объектно-ориентированный подход — сущность данного подхода также заключается в последовательной декомпозиции, но структура системы описывается в терминах иерархии объектов и их взаимосвязей, поведение же системы описывается терминами обмена сообщениями.

Рассматривать разницу и сходства данных подходов необходимо исходя из задачи проектирования программного обеспечения и метода моделирования. Сравнительный анализ различных методов был произведен в разрезе решаемых ими задач.

Анализ позволяет сделать вывод, что методы существующих подходов проектирования имеют некоторое между собой. Так IDEF4 и UML-диаграмма классов позволяют выполнить моделирование предметной области

с точки зрения объектно-ориентированного подхода. При том, что нотация IDEF4 относится к семейству структурных методов. Методы IDEF1X и eERM также схожи между собой, но метод eERM позволяет отображать типы сущностей помимо сущностей, их атрибутов и отношений в отличие от IDEF1X. При этом UML-диаграмма классов позволяет в отличие от схем структурного подхода (например, IDEF1X) также показать операции, которые могут быть выполнены над классами, что делает UML-диаграмму классов более наглядной для описания предметной области. Если же стоит задача описать структурную схему БД, необходимо использовать структурные методы [2].

Для моделирования потоков данных структурные методы DFD и IFD являются наиболее подходящими чем объектно-ориентированный метод UML. Они позволяют описать движение, а также преобразование данных через бизнес-процессы, также в DFD есть возможность отобразить хранилища данных. Метод IFD позволяет указывать исполнителей процессов, в DFD их можно отобразить в виде внешних сущностей. Объектно-ориентированная нотация UML рассматривает данные как объекты, не акцентируя внимания на процессах [3].

На начальном этапе можно сделать вывод, что разрабатываемая подсистема в своей основе является системой обработки данных, центральным элементом которой является база данных. Поэтому при проектировании подсистемы следует учитывать именно потоки данных, обрабатываемые модулями и процессами подсистемы. Таким образом, для моделирования подсистемы было принято решение, об использовании нотации DFD. Для построения модели данных была выбрана нотация eERM, так как задача состоит в описании структурной схемы БД.

При проектировании подсистемы был выбран структурный подход, который предполагает последовательную детализацию «сверху вниз» (от подсистемы в целом до отдельных процедур). Сначала определяются взаимосвязи с внешней средой (что поступает в подсистему из внешней среды, а также что система передает во внешнюю среду), далее определяется состав подсистемы, после чего определяется, каким образом составные части взаимодействуют между собой.

Для того чтобы определить связи с внешней средой, состав подсистемы, взаимосвязи между элементами подсистемы, а также структуру базы данных, были построены модели подсистемы расчета НДС:

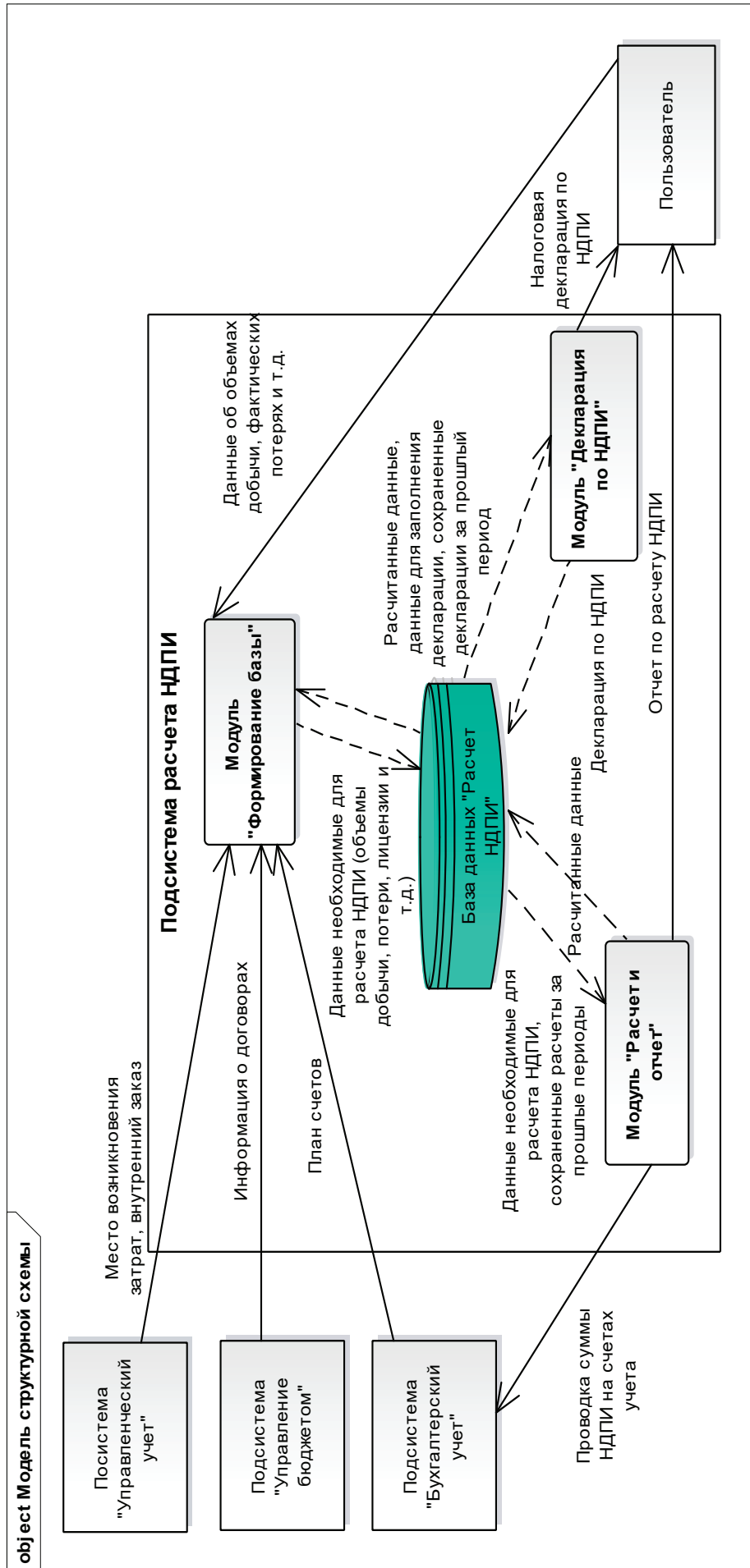


Рис. 1. Модель структурной схемы подсистемы расчета НДС

- модель подсистемы расчета НДСПИ типа «черный ящик» (контекстная диаграмма);
- модель состава подсистемы расчета НДСПИ;
- модель структуры подсистемы расчета НДСПИ;
- модель структурной схемы подсистемы расчета НДСПИ;
- модель данных «Расчет НДСПИ».

Поочередное построение данных моделей позволило осуществить переход от «черного ящика» к «белому ящику». На рисунке 1 представлена структурная схема

подсистемы расчета налога на добычу полезных ископаемых.

По результатам проектирования был разработан прототип информационной подсистемы расчета НДСПИ. Временные затраты на расчет НДСПИ без использования подсистемы составляют 37 человеко-часов. Тестирование данного прототипа показало, что затраты на расчет с использованием подсистемы составляют 8 человеко-часов. Таким образом, внедрение разрабатываемой подсистемы позволит снизить временные затраты на расчет НДСПИ в 4,62 раза.

Литература:

1. Вичугова А. А. Методы и средства концептуального проектирования информационных систем: сравнительный анализ структурного и объектно-ориентированного подходов: Сборник Прикладная информатика/ Вичугова А. А. — М.: Синергия — 2014 — № 1 (49)
2. Черемных С. В. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: Учебник-практикум./ Черемных С. В., Семенов И. О., Ручкин В. С. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 188 с.
3. Кулябов Д. С. Введение в формальные методы описания бизнес-процессов: Учебное пособие./ Кулябов Д. С., Королькова А. В. — М.: РУДН, 2008. — 173 с.

Адаптивная фильтрация коррелированных помех

Гришинев Никита Владимирович, студент
Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время происходит интенсивное развитие теории адаптивной обработки цифровых потоков данных [1, 2], на основе которой производится синтез высокоэффективных устройств цифровой обработки сигналов (ЦОС) в условиях воздействия коррелированных помех. Одна из основных целей таких устройств — подавить помеху. Следовательно, необходимо создать такой фильтр, который по заданному критерию наилучшим образом справляется с задачей уменьшения мощности мешающих компонент обрабатываемого цифрового потока. Проблема усложняется тем, что уровень мощности коррелированных помех может существенно меняться, по отношению к источнику аддитивного некоррелированного мешающего воздействия.

Одним из направлений теории и техники борьбы с коррелированными помехами является их обеление [1]. Рассмотрим широкий класс обеляющих фильтров (ОФ), преобразующих входную коррелированную помеху к белому шуму. При этом процесс на входе ОФ, после операции свертки с коэффициентами a_w его импульсной характеристики (ИХ), преобразуется на выходе к процессу типа белого шума. При вычислении оптимального импульсного отклика фильтра необходимо выполнять обращение корреляционных матриц (КМ) помехового процесса. Вычислительная сложность процедуры обращения матриц достаточно велика, поэтому предназначенные для решения задач ЦОС в реальном масштабе времени алгоритмы об-

ращения должны допускать распараллеливание, конвейеризацию или упрощения вычислений.

Оценка параметров адаптивного ОФ предполагает пересчет коэффициентов обратной КМ мешающего процесса при изменении уровня мощности его шумовой составляющей. Известное упрощенное решение заключается в сохранении прежних значений вектора обработки, т.е. не предполагает адаптацию к изменяющейся мощности некоррелированной компоненты, что характерно, например, для режекторных фильтров [1]. Предлагаемое решение сохраняет алгоритм адаптации к изменяющейся мощности некоррелированной компоненты, но при этом процедура обращения матриц заменяется приближительными расчетами, в результате чего резко сокращаются вычислительные затраты на синтез ОФ.

На практике принято разбивать задачу обработки сигналов на фоне аддитивных коррелированных помех и некоррелированных помех на два этапа [1]: 1) подавление коррелированных помех; 2) накопление полезного сигнала. Если его параметры неизвестны, то 2-й этап реализуется многоканальной структурой [1].

Статья посвящена решению 1-й задачи — построению адаптивного нерекурсивного фильтра подавления коррелированных помех, заданного q -го порядка. При этом предполагается, что частота F_s полезного сигнала априорно неизвестна и имеет равномерную функцию плотности распределения вероятностей по всему диапазону

анализируемых относительных частот $F_s T \in [0; 1]$, где T — интервал между наблюдениями. Упрощения, которые допускаются при синтезе ОФ, связаны с предположением о значительном превышении мощности P_c коррелированной компоненты над мощностью P_n некоррелированной составляющей. При этом эффективность системы

обработки в целом, например, средняя вероятность \bar{D} правильного обнаружения полезного сигнала, оценивается путём усреднения величины D правильного обнаружения по неизвестному параметру $F_s T [1]$.

Цель работы — сокращение вычислительных затрат при синтезе адаптивного обесцараженного коррелированных помехи фильтра в условиях изменения мощности P_n некоррелированной компоненты мешающего аддитивного процесса.

Постановка задачи. Представим $(q+1) \times (q+1)$ -мерную корреляционную матрицу R стационарного центрированного мешающего процесса как сумму коррелированной R_c и некоррелированной $P_n I$ компонент соответственно:

$$R = R_c + P_n I, \tag{1}$$

где R_c — $(q+1) \times (q+1)$ -мерная корреляционная матрица коррелированной компоненты мешающего процесса, I — единичная матрица.

Нахождение параметров a_w обесцараженного фильтра сводится к виду [3]:

$$a_w = -\tilde{R}^{-1} r, \tag{2}$$

где \tilde{R} — корреляционная матрица, аналогичная представленной в выражении (1) матрице R , мерность которой сокращена до $(q \times q)$; $r^T = [R_1; R_2; \dots; R_q]$ — автокорреляционная последовательность (дискретная автокорреляционная функция) мешающего процесса, T — знак транспонирования.

Как видно из выражения (2), нахождение параметров a_w подразумевает обращение корреляционной матрицы \tilde{R} , являющейся частью исходной КМ мешающего процесса $R (q+1) \times (q+1)$ -го порядка, и умножение её на вектор автокорреляции мешающего процесса.

Отметим, что вычислительные затраты, которые требует процедура обращения матрицы \tilde{R} , пропорциональны кубу величины q , а в случае использования быстрых процедур обращения — квадрату q [2]. Для сокращения вычислительных затрат на адаптацию обесцараженного фильтра к изменяющейся мощности P_n некоррелированной мешающей компоненты и в условиях значительного превышения мощности P_c коррелированной компоненты над некоррелированной P_n , предлагается перейти к процедуре приближенных расчетов. Рассматривая выражение (1) и применяя известное выражение для разности квадратов двучлена, запишем тривиальное равенство:

$$R_c^2 - P_n^2 I = (R_c + P_n I)(R_c - P_n I), \tag{3}$$

Учитывая, что $P_c \gg P_n$, пренебрегая вторым слагаемым левой части в выражении (3) $P_n^2 I \approx 0$ возможно использовать, при процедуре обращения матрицы R , упрощения следующего характера [3]:

$$R^{-1} = (R_c + P_n I)^{-1} \approx R_c^{-1} - P_n R_c^{-2}, \tag{4}$$

Вычислительные затраты при этом снижаются до величины $2(q+1)$ арифметических операций [3].

Другой возможный способ приближенных расчетов базируется на выражении для суммы кубов двучлена. Запишем тривиальное равенство:

$$R_c^3 + P_n^3 I = (R_c + P_n I)(R_c^2 - P_n R_c + P_n^2 I), \tag{5}$$

Следовательно, можно использовать, при процедуре обращения матрицы R , упрощения следующего характера [3]:

$$R^{-1} = (R_c + P_n I)^{-1} \approx R_c^{-1} - P_n R_c^{-2} + P_n^2 R_c^{-3}, \tag{6}$$

Вычислительные затраты при этом снижаются до величины $4(q+1)$ арифметических операций [3].

Оценка эффективности. Сравним вычислительные затраты на адаптацию при известном и предлагаемом решениях. В таблице приведены приближенные формулы для оценки вычислительных затрат.

Таблица 1. Вычислительные затраты

Известный метод	Предлагаемый метод	
	Квадратичное представление	Кубичное представление
	Общее количество арифметических операций	
$(q+1)^3$	$2(q+1)$	$4(q+1)$

Из анализа таблицы следует, что при порядке фильтра $q=3$ выигрыш в вычислительных затратах составляет 8 раз при квадратичном представлении и 4 раза при кубичном представлении; при $q=4$ — 12,5 раз и 6,25 раз, а при $q=5$ — 18 раз и 9 раз соответственно.

На рисунке 1 изображены две нормированные к своему максимальному значению спектральные плотности мощ-

ности (СПМ) комбинированной помехи (пунктирная линия 1), квадраты амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) предлагаемого квадратичного представления (сплошная жирная кривая 3), предлагаемого кубичного представления (кривая из жирных точек 4) и известного адаптивного (сплошная тонкая линия 2) фильтров при $q=5$ и двух значений относительной мощности некоррелированного

шума: $P_n = 10^{-5}$ (рисунок 1а) и $P_n = 10^{-2}$ (рисунок 1б) во всём диапазоне относительных частот $FT \in [0..1]$, где F — доплеровская частота. Из рисунка 1 видно, что в зоне подавления коррелированной помехи ($FT=0$), при малых значениях P_n (диаграмма слева) наблюдается фактическое

совпадение квадратов АЧХ предлагаемых и известного адаптивных фильтров, а при увеличении шумовой составляющей в 1000 раз (диаграмма справа) предлагаемые решения имеет зауженную зону прозрачности для полезного сигнала и излишне глубокую зону подавления помехи.

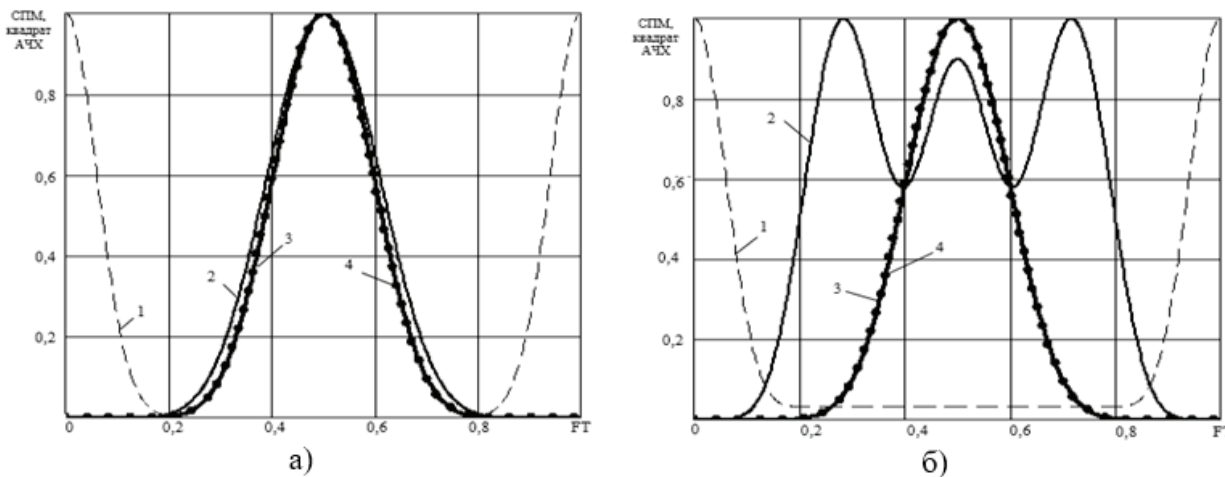


Рис. 1. Квадраты АЧХ-фильтров и СПМ-помехи при различной мощности некоррелированного шума

Отметим, что при малых мощностях ($P_n \rightarrow 0$) некоррелированной компоненты все решения дают одинаковый результат, поскольку обращение корреляционных матриц в известном и предлагаемых фильтрах сводятся к упрощенным выражениям (4), (6). При больших мощностях $P_n \approx P_c$ некоррелированной мешающей компоненты, достигающих уровня P_c коррелированных помех, предлагаемые адаптивные фильтры становится фактически заграждающим и использование адаптации по предлагаемым методикам теряет смысл. Поэтому адаптация целесообразна при уровнях мощности P_n некоррелированной компоненты, малом по сравнению с уровнем мощности P_c коррелированной помехи. При этом последнее условие наиболее часто встречается на практике [1].

Дадим численный анализ эффективности предлагаемой методики (3) обращения корреляционной матрицы адаптивного фильтра подавления корреляционных помех по критерию изменения мощности P на выходе ОФ. Нормированная величина P или коэффициент прохождения помехи определяется выражением [1]:

$$P = \frac{\mathbf{a}_w^H \mathbf{R} \mathbf{a}_w}{\mathbf{a}_w^H \mathbf{a}_w} \tag{7}$$

Для учёта прохождения полезного сигнала воспользуемся анализом коэффициента улучшения отношения сигнал-(помеха+шум) по всем доплеровским частотам F_s . Коэффициент улучшения — это сумма значение коэффициента подавления помехи и коэффициента прохождения сигнала, представленных в дБ. Очевидно, что коэффициент подавления помехи величина обратная коэффициенту P прохождения помехи. При этом коэффи-

циент подавления помехи, выраженный децибеллах, будет представлять собой противоположное значение — $P_{дБ}$ коэффициента прохождения помехи, так же выраженного в дБ. Коэффициент P_s прохождения сигнала рассчитаем по следующему выражению:

$$P_s = \frac{1}{L} \sum_{l=0}^{L-1} S_l, \tag{8}$$

где S_l — квадрат амплитудного спектра на выходе обеляющего фильтра, L — число спектральных отсчётов. Коэффициент $\mu_{дБ}$ улучшения отношения сигнал-(помеха+шум) определяется соотношением:

$$\mu_{дБ} = -P_{дБ} + P_{сдБ}. \tag{9}$$

Также при анализе эффективности ОФ воспользуемся критерием Неймана — Пирсона, который предполагает максимизацию вероятности D правильного обнаружения при заданной вероятности F ложной тревоги, и сравним характеристики обнаружения для ОФ, реализующих известное решение обращения КМ, а также предлагаемое решение (3). Для этого оценим среднюю по относительным частотам $F_s T$ сигнала вероятность \bar{D} правильного обнаружения при вероятности ложной тревоги $F = 10^{-3}$, порядке фильтра $q=5$, уровне мощности шумовой мешающей компоненты $P_n = 10^{-2}$, относительной ширине спектра помехи $\Delta FT = 0,1$. Средняя вероятность \bar{D} правильного обнаружения определяется выражением:

$$\bar{D} = F^{1+\mu Q}, \tag{10}$$

где Q — отношение сигнал-(помеха+шум).

На рисунке 2 представлены зависимости средней вероятности \bar{D} правильного обнаружения от отношения Q сигнал-(помеха + шум) по мощности, представляющего собой отношение мощности полезного сигнала к сумме мощностей мешающих процессов на входе системы об-

работки. Из рисунка 2 видно, что предлагаемые решения (сплошная жирная кривая 2 и кривая из жирных точек 3) в среднем проигрывают в вероятности правильного обнаружения адаптивному известному (сплошная тонкая кривая 1) ОФ.

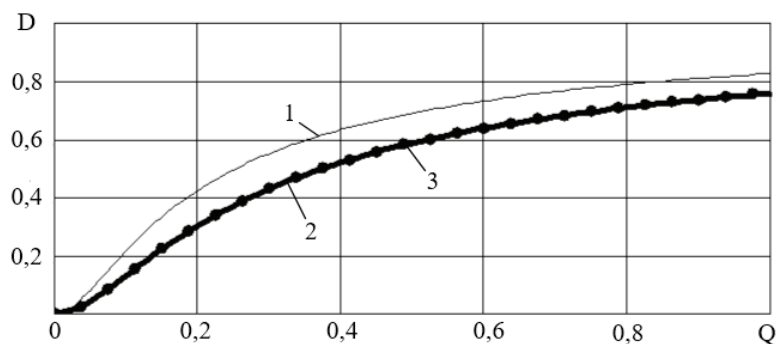


Рис. 2. Зависимости средней вероятности правильного обнаружения от отношения сигнал-(помеха+шум)

Выводы. Таким образом, произведён синтез адаптивных нерекурсивных фильтров, обеляющих комбинированные помехи, представляющие собой аддитивную смесь (1) коррелированной и быстро изменяющей свою мощность P_n некоррелированной мешающих компонент входного процесса. Предлагаемые алгоритмы адаптации целесообразно использовать при уровнях мощности P_n шумовой компоненты значительно меньшей мощности P_c коррелированной помехи. При этом с увеличением порядка q фильтра ($q > 3$) предлагаемые решение значительно со-

кращает вычислительные затраты (для $q=5$ в 18 раз и 9 раз соответственно) на реализацию адаптации. Анализ эффективности предлагаемых решений показал, что они обладают выигрышем в вычислительных затратах пропорционально квадрату порядка q фильтра по отношению к известному решению (см. таблицу). При этом проигрыш в коэффициенте $\mu_{дв}$ улучшения сигнал-(помеха+шум) составляет 1,6 Дб. Это приводит к тому, что предлагаемое решение уступает в средней вероятности \bar{D} правильного обнаружения потенциальной системе на 3...8 процентов.

Литература:

1. Бакулев П. А. Радиолокационные системы. — М.: Радиотехника, 2004. 319 с.
2. Марпл-мл. С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: пер. с англ. М.: Мир, 1990. 584 с.
3. Андреев В. Г., Нгуен Т. Ф. Адаптивная обработка сигналов на фоне комбинированных помех // Изв. вузов. Радиоэлектроника. — 2015. — Т. 58. — № 2. — С. 48–53.
4. Нгуен Т. Ф., Андреев В. Г. Адаптивный быстродействующий алгоритм подавления комбинированных помех // Научный резерв: сборник статей trimestрового военно-научного журнала. — № 14 — Рязань: 2014. — С. 60–61.

Вариант металлической базы колонны при реконструкции объекта в стесненных условиях

Гузовский Виктор Васильевич, кандидат технических наук, доцент;
 Румянцев Сергей Евгеньевич, студент магистратуры
 Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В современном строительстве зачастую приходится решать проблемы, связанные с ограниченным пространством для проектирования. Эти ограничения могут быть связаны как с жестким регламентированием строительства при реконструкции, так и с сохранением эстетического облика здания, разработанного архитектором. Так

во время разработки проекта здания на объекте «Игора Драйв» была создана система, изображенная на рис. 1. Верхний пояс состоит из металлических балок, опирающихся на колонны высотой 5,5 м и диаметром 400 мм. Конструкция поддерживает стеклянное ограждение в виде вазы.

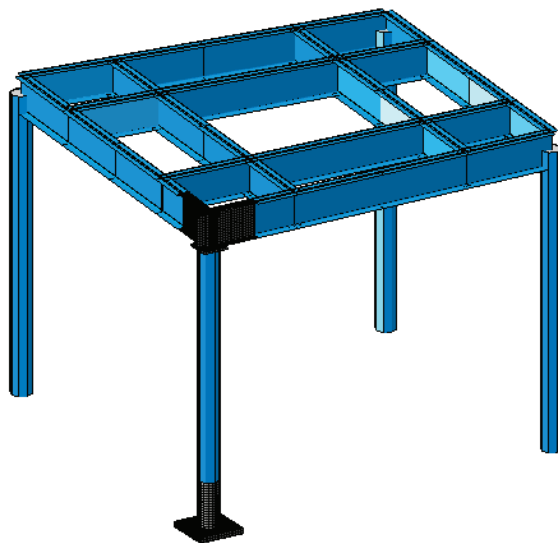


Рис. 1. Общий вид конструктивной схемы

База предусмотрена под металлическую колонну $\varnothing 400$ мм, которая является обрамлением железобетонной колонны. Усиление колонны металлической обоймой выполнено с целью увеличения несущей способности колонны, т.к. при прогрессирующем обрушении при пожаре несущей способности железобетонной колонны недостаточно. Крепление колонны ограничено по высоте 120 мм.

Принято решение создать пространственную базу коробчатого сечения с габаритами (ДхШхВ) 1000х1000х120 мм с ребрами жесткости. База принята из

пластин толщиной 20 мм с 8 ребрами жесткости с шагом 300 мм высотой 80 мм на сварке. Центральное отверстие базы $\varnothing 428$ мм. Крепление базы осуществляется с помощью сквозных шпилек $\varnothing 30$ мм между нижней пластиной базы и монолитной железобетонной плитой и железобетонными балками. Количество шпилек принято 12 шт., по 3 шт. в каждом углу. Шпильки монтируются в подготовленные отверстия и затягиваются до монтажа верхней пластины. Общий вид пространственной базы без верхней пластины изображен на рис. 2.

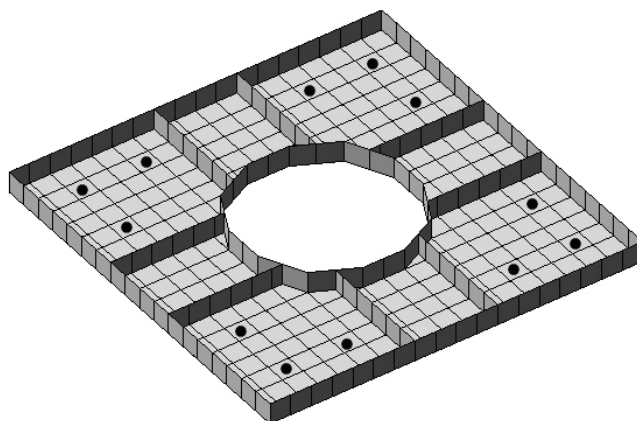


Рис. 2. Разрез базы под колонну

Расчет системы произведен на случай прогрессирующего обрушения с учетом обрушения стеклянного ограждения при пожаре и наличия ветровой нагрузки на верхнюю балочную конструкцию. Нагрузки на колонну взяты из статического расчета системы объекта. По результатам расчета коробчатой пространственной системы

с помощью программы ЛИРА САПР напряжения элементов базы $R_y = 85,3$ МПа, что меньше предела текучести стали С245. Произведен расчет на продавливание железобетона и расчет анкеров на смятие бетона. Выполнен расчет сварных швов. Результаты расчета приведены на рис. 3–5.

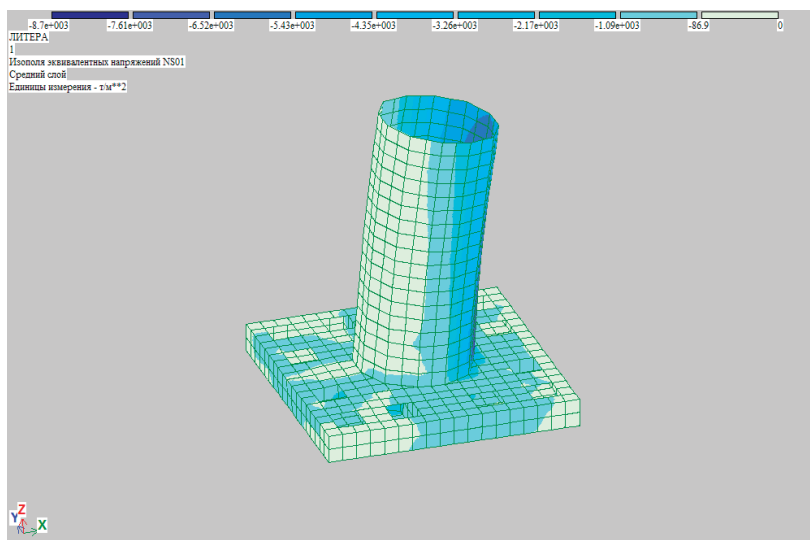


Рис. 3. Изополю эквивалентных напряжений NS01

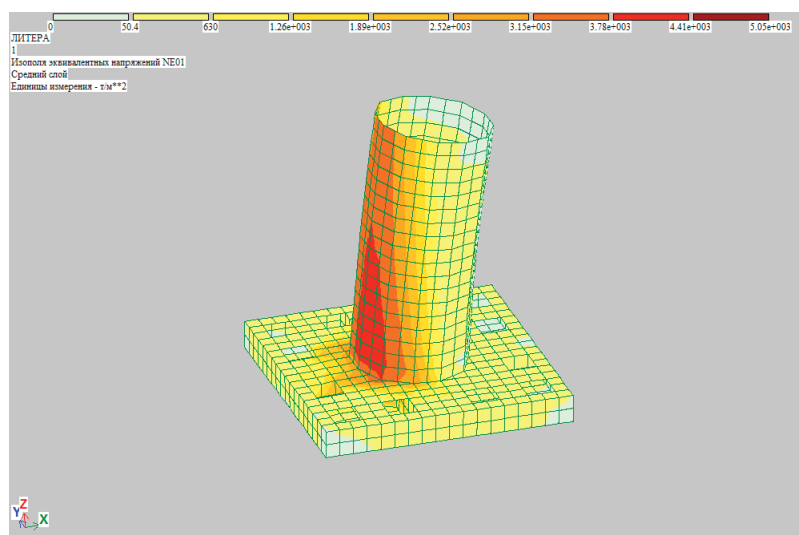


Рис. 4. Изополю эквивалентных напряжений NE01

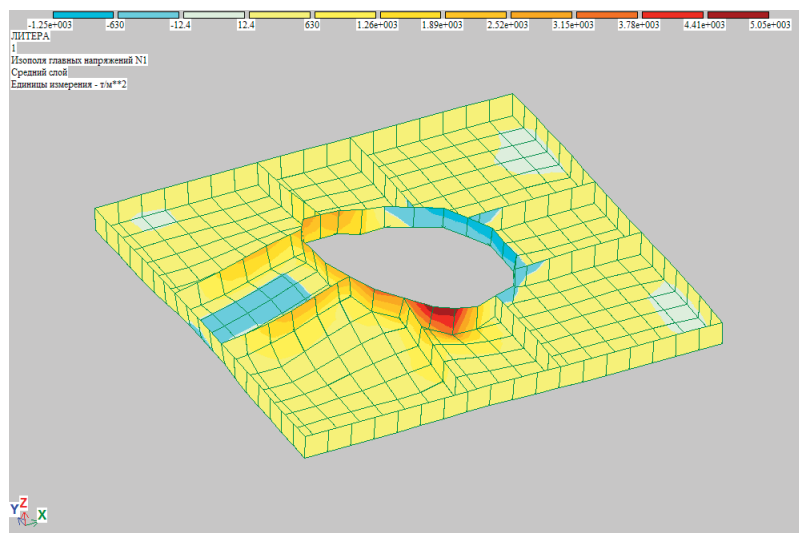


Рис. 5. Изополю главных напряжений N1

В результате расчетов база под колонну удовлетворяет нормативным требованиям. Применение данной конструкции позволяет устраивать крепление колонны, при

этом не занимает большого пространства по высоте. База подобного вида не имеет аналогов в типовых конструкциях.

Литература:

1. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85*».
2. СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23–81*».
3. СП 27.13330.2017 «Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур. Актуализированная редакция СНиП 2.03.04.84».

Виртуальный анализатор качества нефти на СИКН

Джаилганов Жанат Жолдыбаевич, студент магистратуры;
Научный руководитель: Громаков Евгений Иванович, кандидат технических наук, доцент
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В статье предложен метод построения виртуального анализатора плотности с системой автоматического регулирования расхода нефти на объекте СИКН. Результаты исследования приведены в виде разработанной модели в программном комплексе Matlab Simulink.

Ключевые слова: виртуальный анализатор, мажоритарное голосование, плотность, объемный расход, регулирование.

Введение

Одной из важнейших задач нефтяных предприятий является управление качеством нефти. Для того, чтобы обеспечить требуемое качество, необходимо поддерживать основные технологические параметры нефти, такие как температура, давление, расход и т.д., значение которых поступают от датчиков, находящихся на технологическом объекте. «Задача управления поддержания требуемых параметров нефти осложняется высокой чувствительностью к нарушению заданного режима, большим числом точек контроля и управления, наличием примесей в сырье, систематическими погрешностями в показаниях расходомеров, плотномеров, и других контрольно-измерительных средств, из-за отложения в трубопроводах твердых продуктов реакции» [1].

Целью данной работы является рассмотрение применения в системах измерения количества и показателей качества нефти (СИКН) одного из современных методов определения качества нефти — виртуального анализа.

Основная часть

В работе исследуется процесс построения модели анализатора, который может виртуально оценить качество, а именно, вычисление одного из основных показателей нефти — плотности. Непрерывный контроль плотности важен для определения массы нефти потребителю.

Согласно рекомендациям [2], в качестве основной схемы измерения массы нефти применяют лабораторный

метод динамических измерений с использованием преобразователей объемного расхода, поточных преобразователей плотности, преобразователей температуры и давления или прямой метод динамических измерений с использованием массометров. Но при большом времени межконтрольного периода основные показатели качества нефти могут значительно меняться, что может привести к большим финансовым потерям.

В данной работе предлагается, используя данные с лабораторных анализов и контрольно-измерительных средств, вычислять расчетное значение плотности в реальном времени с помощью виртуального анализатора (ВА) плотности, качество измерения которого можно постоянно автоматически настраивать. Модель виртуального анализатора с САР объемного расхода, разработанная в программном продукте MATLAB Simulink представлена на рисунке 1.

В случае, при превышении заданной контроллером абсолютной допускаемой погрешности ($\pm 0,036\%$) преобразователя плотности (ПП), анализатор будет рассчитывать плотность нефти согласно алгоритму, указанному в нормативном документе [3]:

1) При равномерном режиме перекачки (откачки) нефти в течение смены расчетное значение плотности нефти ($\rho_{\text{расч}}$, кг/м³) вычисляются по формуле (1):

$$\rho_{\text{расч}} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i}{n} \quad (1)$$

где ρ_i — значение плотности i -й точечной пробы в течение смены, кг/м³;

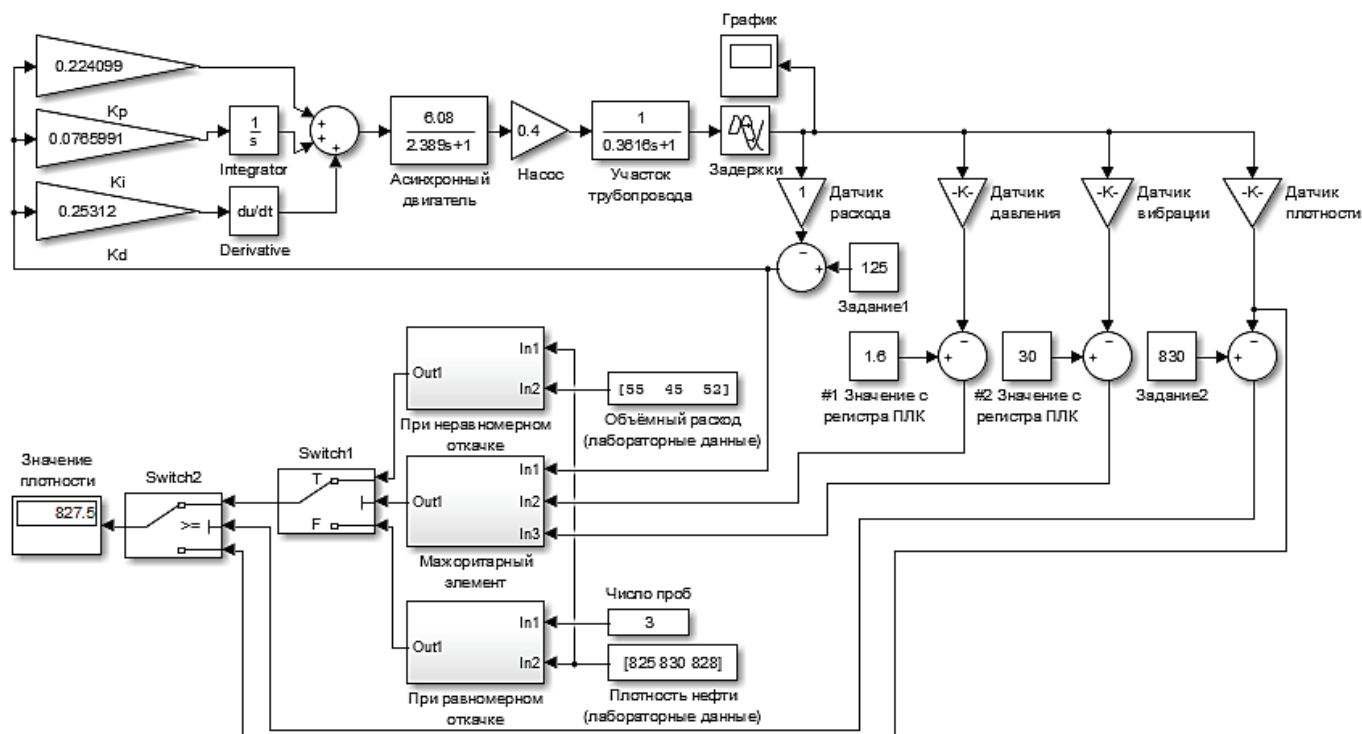


Рис. 1. Модель системы

n — количество точечных проб нефти в течение смены.

2) При неравномерном режиме перекачки (откачки) нефти в течение смены расчетное значение плотности нефти ($\rho_{расч}$, кг/м³) вычисляют по формуле (2):

$$\rho_{расч} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta V_i \cdot \rho_i}{\sum_{i=1}^n \Delta V_i} \quad (2)$$

где ΔV_i — приращение объема перекачанной (откачанной) нефти за период между двумя последовательными отборами точечных проб, м³;

ρ_i — значение плотности i -й точечной пробы в течение смены, кг/м³.

Согласно нормативному документу [3], режим откачки в течение смены считают неравномерным, если объем откачки, измеряемое преобразователем объемного расхода, за два последовательных периода отличаются на 10% и более. Этот период при автоматическом расчете можно уменьшать до любых разумных пределов. Для повышения достоверности и надежности значения плотности нефти, предлагается в контур управления добавить датчики давления и вибрации, которые будут использоваться аналогично датчику объемного расхода.

В то же время, так как операторы СИКН в лабораторных условиях выполняют расчеты с высокой точностью, значения данных из лабораторных анализов и датчиков в каждый момент времени в течение смены в каждый период анализа, могут быть введены с пульта АРМ в ВА для повышения его точности.

С использованием данных, поступаемых от технологических датчиков разной физической природы, можно по-

строить алгоритм мажоритарного голосования. То есть, с помощью мажоритарного элемента (МЭ) выполнять функцию голосования для оценки технологических особенностей режима откачки.

МЭ называют логический элемент (переключатель), работающий по принципу большинства. Принцип большинства заключается в том, что если большинство входных сигналов равно 1 или 0, то и выходной сигнал будет соответственно равен 1 и 0. Всегда имеет нечетное количество входов. Алгоритм МЭ для построения ВА представлен на рисунке 2, где в мажоритарной оценке участвуют технологические параметры расхода, давления и вибрации трубопровода откачки.

МЭ состоит из логических элементов «И», «ИЛИ» и блока «MATLAB Function», который задает выражение в стиле языка программирования MATLAB. На вход блока «MATLAB Function» подается сигнал ошибки рассогласования $e(t)$, сформированной разницей между заданным и текущим значениями датчиков участвующих в голосовании. Каждый период времени данные с датчиков будут записываться в регистр программируемого контроллера. Если эти данные за два последних периода будут отличаться на 10% и более, то система будет считать, что в технологическом режиме откачки есть существенные изменения. Блок «MATLAB Function», обрабатывает поступившие сигналы ошибки следующим образом:

- 1) Если подаваемый на вход значение сигнала будет $\geq \pm 10\%$, то блок на выходе выдает — 1;
- 2) Если подаваемый на вход значение сигнала будет $\leq \pm 10\%$, то блок на выходе выдает — 0.

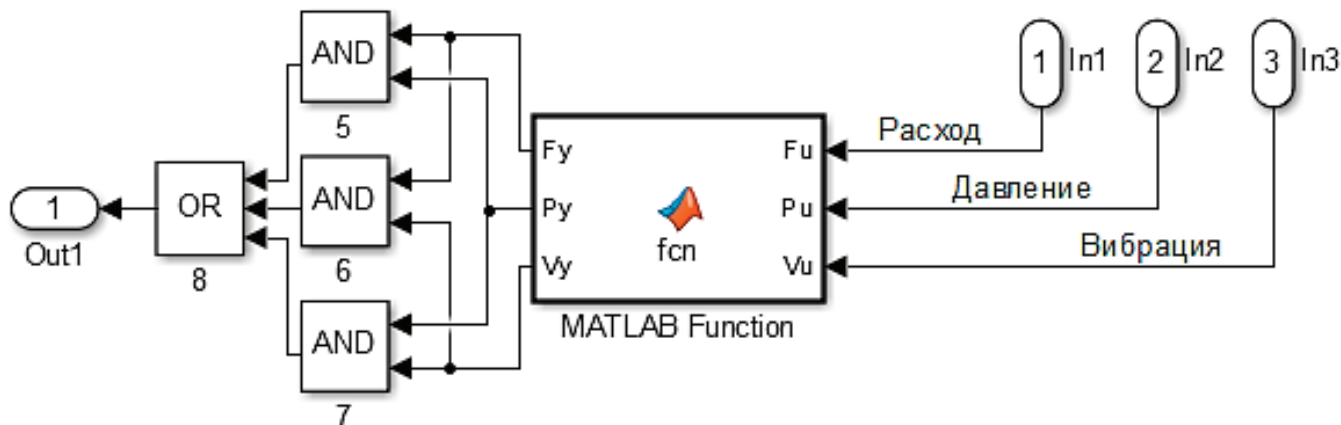


Рис. 2. Структура элемента мажоритарного голосования

Соответственно, по полученному на выходе МЭ булевому значению (0 или 1) система определяет режим откачки и согласно этому вычисляется плотность нефти.

Автоматическая стабилизация параметров подачи нефти (САР на основе ПИД регулятора) необходима для поддержания контролируемых параметров технологического процесса на СИКН в требуемом диапазоне.

Технологическим параметром, регулируемым разработанной системой автоматического регулирования, является расход нефти. На линии блока измерения качества в выполненных модельных экспериментах принята величина расхода нефти, равная 125м³/час. САР включает следующие элементы: ПИД-регулятор, асинхронный двигатель, насос, датчик расхода и участок трубопровода. При моделировании САР в пакете MATLAB Simulink, передаточная функция участка трубопровода приближенно описывалась апериодическим звеном первого порядка с чистым запаздыванием (3):

$$W_{ou}(s) = \frac{1}{0,3616s + 1} e^{-2,259s} \tag{3}$$

Передаточная функция асинхронного двигателя имела вид (4):

$$W_{ад}(s) = \frac{6,08}{2,389s + 1} \tag{4}$$

Передаточная функция насоса имела вид (5):

$$W_{н}(s) = 0,4$$

Модель алгоритма автоматического регулирования расходом нефти в СИКН, которая спроектирована в среде Simulink, представлена на рисунке 3.

При настройке ПИД-регулятора был использован метод настройки Циглера-Никольса. В результате моделирования были получены графики переходного процесса, представленные на рисунке 4.

Прямые показатели качества переходного процесса: время переходного процесса и перерегулирование составляют 10,44 сек и 2,512% соответственно, что было достаточно для обеспечения необходимой точности измерения плотности нефти с использованием ВА.

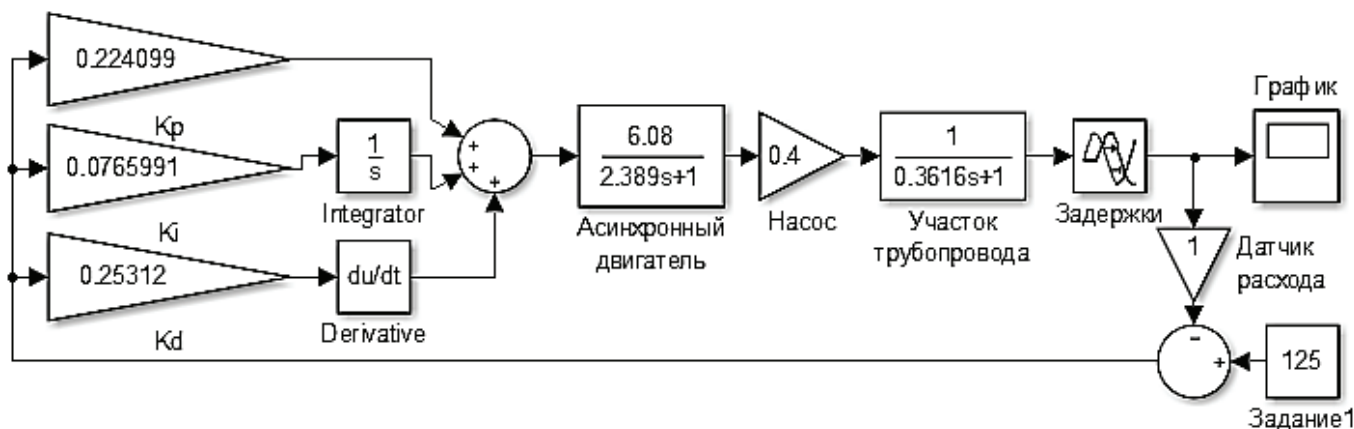


Рис. 3. Модель САР регулирования в Simulink

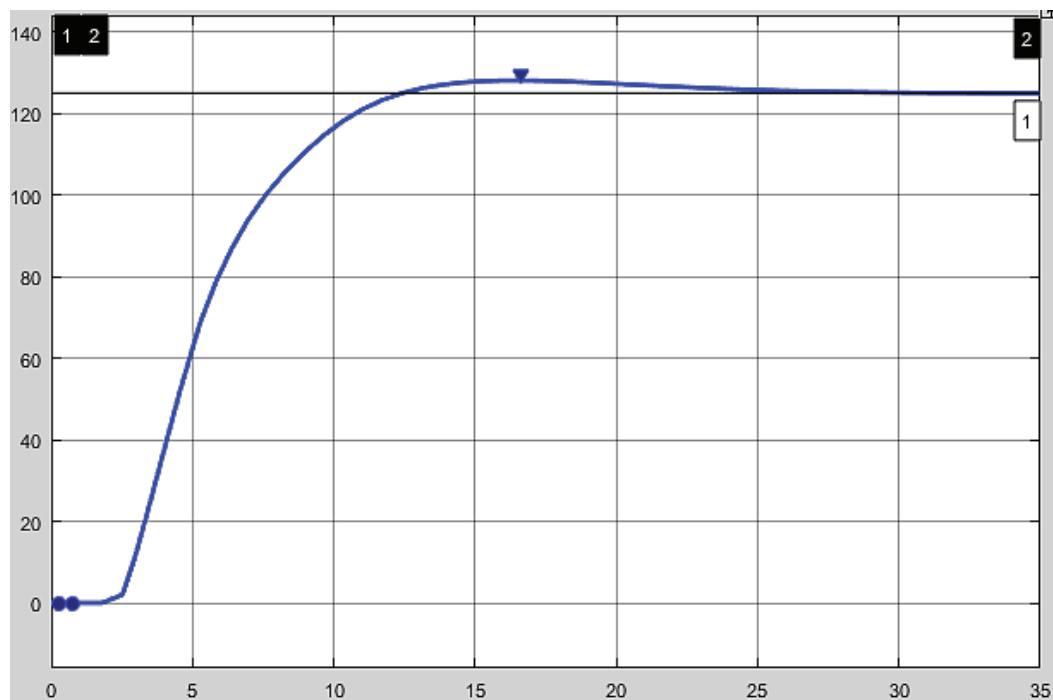


Рис. 4. Переходная характеристика

Заключение

В данной работе была разработана и исследована модель виртуального анализатора плотности нефти с системой автоматического регулирования расхода нефти на объекте СИКН. Предложенный виртуальный анализатор может рассчитывать значение плотности нефти при различных режимах прокачки нефти через СИКН.

Следует отметить, что виртуальные анализаторы являются наиболее доступным средством мониторинга состояния технологического процесса на нефтяных предприятиях. Основными их преимуществами являются доступность в применении и использовании, относительно низкие затраты на получение моделей и оперативность обновления данных.

Литература:

1. Полоцкий, Л. М. Автоматизация химических производств / Л. М. Полоцкий, Г. И. Лапшенков. — М.: Химия, 1982. — 295 с.
2. ГОСТ 8.589–2007. Ведение учетных операций на пунктах приема-сдачи нефти в нефтепроводных системах. — Москва: Стандартинформ, 2009.
3. МИ 3532–2015 Рекомендация. Государственная система обеспечения измерений. Рекомендации по определению массы нефти при учетных операциях с применением систем измерений количества и показателей качества нефти. — Казань: ФГУП «ВНИИР», 2015.

Распространение волны в клине с произвольным углом вершины

Джумаев Зокир Фатиллоевич, кандидат технических наук, доцент;

Гадоева Олмахон Пулатовна, студент;

Фатиллоев Сардор Зокирович, студент;

Фатиллоева Гулчехра Зокировна, магистр

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Упругий цилиндр с радиальной трещиной является предельным случаем клина с углом 360° [1]. Основные уравнения движения упругой среды, занимающей область V , задаются тремя группами соотношений:

$$\operatorname{div} \hat{\sigma} = \rho \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial t^2} \tag{1}$$

$$\hat{\varepsilon} = \frac{1}{2} [\operatorname{grad} \bar{u} + (\operatorname{grad} \bar{u})^T] \tag{2}$$

$$\hat{\tau} = \lambda \operatorname{div} \bar{u} \cdot \hat{E} + 2\mu \hat{\varepsilon} \tag{3}$$

Здесь тильдой обозначена операция транспонирования квадратной матрицы; \hat{E} - единичный тензор второго ранга; модули упругости, называемые постоянными Ламе. Здесь λ и μ — комплексные величины. Если $\eta = 0$, тогда λ и μ - действительные числа (постоянная Ламе). В цилиндрической системе координат уравнения (1), (2), (3) имеют вид

$$\begin{aligned} \rho \frac{\partial u_r}{\partial t^2} &= \frac{\partial \sigma_{rr}}{\partial r} + \frac{\sigma_{rr} - \sigma_{r\phi}}{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{r\phi}}{\partial \phi} + \frac{\partial \sigma_{rz}}{\partial z}; \\ \rho \frac{\partial^2 u_\phi}{\partial t^2} &= \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{\phi\phi}}{\partial \phi} + \frac{2\sigma_{r\phi}}{r} + \frac{\partial \sigma_{r\phi}}{\partial r} + \frac{\partial \sigma_{z\phi}}{\partial z}; \end{aligned} \tag{4}$$

$$\begin{aligned} \rho \frac{\partial^2 u_z}{\partial t^2} &= \frac{\partial \sigma_{zz}}{\partial z} + \frac{\partial \sigma_{rz}}{\partial r} + \frac{\sigma_{zz}}{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{z\phi}}{\partial \phi}; \\ \varepsilon_{rr} &= \frac{\partial u_r}{\partial r}; \quad \varepsilon_{zz} = \frac{\partial u_z}{\partial z}; \quad \varepsilon_{\phi\phi} = \frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \phi} + \frac{u_r}{r}; \end{aligned} \tag{5}$$

$$\varepsilon_{r\phi} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \phi} + \frac{\partial u_\phi}{\partial r} - \frac{u_\phi}{r} \right); \quad \varepsilon_{rz} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_z}{\partial r} + \frac{\partial u_r}{\partial z} \right); \quad \varepsilon_{\phi z} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_\phi}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_z}{\partial \phi} \right); \quad \sigma_{rr} = \lambda \left(\frac{\partial u_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_\phi}{\partial \phi} + \frac{u_r}{r} + \frac{\partial u_z}{\partial z} \right) + 2\mu \frac{\partial u_r}{\partial r};$$

$$\sigma_{r\phi} = 2\mu \varepsilon_{r\phi} = \mu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \phi} + \frac{\partial u_\phi}{\partial r} - \frac{u_\phi}{r} \right); \quad \sigma_{rz} = 2\mu \varepsilon_{rz} = \mu \left(\frac{\partial u_z}{\partial r} + \frac{\partial u_r}{\partial z} \right); \tag{6}$$

$$\sigma_{\phi\phi} = \lambda \left(\frac{\partial u_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_\phi}{\partial \phi} + \frac{u_r}{r} + \frac{\partial u_z}{\partial z} \right) + 2\mu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u_\phi}{\partial \phi} + \frac{u_r}{r} \right);$$

$$\sigma_{\phi z} = \mu \left(\frac{\partial u_\phi}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_z}{\partial \phi} \right);$$

$$\sigma_{zz} = \lambda \left(\frac{\partial u_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_\phi}{\partial \phi} + \frac{u_r}{r} + \frac{\partial u_z}{\partial z} \right) + 2\mu \frac{\partial u_z}{\partial z}.$$

Где $\sigma_{rr}, \sigma_{r\phi}, \sigma_{rz}, \sigma_{\phi\phi}, \sigma_{\phi z}, \sigma_{zz}$ - соответственно компоненты тензора напряжений; $\varepsilon_{rr}, \varepsilon_{r\phi}, \varepsilon_{rz}, \varepsilon_{\phi\phi}, \varepsilon_{\phi z}, \varepsilon_{zz}$ - соответственно компоненты тензора деформаций. Связь между напряжением и деформацией приведена во второй главе (6). Соотношения (4), (5), (6) после тождественных алгебраических преобразований приводятся к системе шести дифференциальных уравнений, решенных относительно первой производной по радиальной координате

$$\begin{cases} \frac{\partial u_r}{\partial r} = \frac{1}{K} \sigma_{rr} - \frac{\lambda}{K} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u_\phi}{\partial \phi} + \frac{u_r}{r} + \frac{\partial u_z}{\partial z} \right); \\ \frac{\partial u_\phi}{\partial r} = \frac{1}{\mu} \sigma_{r\phi} - \frac{1}{r} \left(\frac{\partial u_r}{\partial \phi} - u_\phi \right); \\ \frac{\partial u_z}{\partial r} = \frac{1}{\mu} \sigma_{rz} - \frac{\partial u_r}{\partial z}; \\ \frac{\partial \sigma_{rr}}{\partial r} = \rho \frac{\partial^2 u_r}{\partial t^2} - \frac{A}{r} - \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{r\phi}}{\partial \phi} - \frac{\partial \sigma_{rz}}{\partial z}; \\ \frac{\partial \sigma_{r\phi}}{\partial r} = \rho \frac{\partial^2 u_\phi}{\partial t^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \phi} [\sigma_{rr} - \tilde{A}] - \frac{2\sigma_{r\phi}}{r} - \frac{\partial \tilde{B}}{\partial z}; \\ \frac{\partial \sigma_{rz}}{\partial r} = \rho \frac{\partial^2 u_z}{\partial t^2} - \frac{\partial}{\partial z} \left[\sigma_{rr} - 2\mu \left(\frac{\partial u_r}{\partial r} - \frac{\partial u_z}{\partial z} \right) \right] - \frac{\sigma_{rz}}{r} - \frac{1}{r} \frac{\partial \tilde{B}}{\partial \phi}; \end{cases} \tag{7}$$

где введены обозначения

$$\tilde{A} = 2\mu \left[\frac{\partial u_r}{\partial r} - \frac{1}{r} \left(\frac{\partial u_\phi}{\partial \phi} + u_r \right) \right]; \quad \tilde{B} = \mu \left(\frac{\partial u_\phi}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_z}{\partial \phi} \right).$$

Краевые условия задаем в виде:

$$\phi = -\frac{\phi_0}{2}, \frac{\phi_0}{2}; \quad \sigma_{\phi\phi} = \sigma_{\phi r} = \sigma_{\phi z} = 0 \tag{8}$$

Условия периодичности позволяют исключить зависимость основных неизвестных от времени и осевой координаты z с помощью следующей замены переменных:

$$\begin{aligned}
 \sigma_{rr} &= \sigma(r, \phi) \cos(kz - \omega t); \\
 u_r &= w(r, \phi) \cos(kz - \omega t); \\
 u_\phi &= v(r, \phi) \cos(kz - \omega t); \\
 \sigma_{rz} &= \tau_z(r, \phi) \sin(kz - \omega t). \\
 \sigma_{r\phi} &= \tau_\phi(r, \phi) \cos(kz - \omega t);
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

При условии (8) разделение переменных r и ϕ невозможно. С учетом (9) система уравнений (7) принимает вид:

$$\begin{cases}
 w' = \frac{\sigma}{k} - \frac{\lambda}{k} \left(ku + \frac{1}{r} \left(w + \frac{\partial v}{\partial \phi} \right) \right) \\
 v' = \frac{\tau_\phi}{\mu} + \frac{1}{r} \left(v - \frac{\partial w}{\partial \phi} \right) \\
 u' = \frac{\tau_z}{\mu} + kw \\
 \sigma' = -\omega^2 \rho w + \frac{1}{r} \left(A - \frac{\partial \tau_\phi}{\partial \phi} \right) - k\tau_z \\
 \tau_\phi' = -\omega^2 \rho v - \frac{1}{r} \left(\frac{\partial(A + \sigma)}{\partial \phi} + 2\tau_\phi \right) - kB \\
 \tau_z' = -\omega^2 \rho u - \frac{1}{r} \left(\frac{\partial B}{\partial \phi} + \tau_z \right) + k(\sigma + 2\mu(ku - w'))
 \end{cases}
 \tag{10}$$

где $A = 2\mu \left(\frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial \phi} + w \right) - w' \right)$ $B = \mu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial \phi} - kv \right)$

Аналогично преобразуются краевые условия (8)

$$r = 0, R: \sigma = \tau_\phi = \tau_z = 0.
 \tag{11}$$

Нетрудно видеть, что компоненты тензора напряжения $\sigma_{\phi\phi}$, $\sigma_{\phi z}$ и σ_{zz} выражаются через основные неизвестные по формулам:

$$\sigma_{\phi\phi} = \sigma_{rr} + 2\mu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u_\phi}{\partial \phi} + \frac{u_r}{r} - \frac{\partial u_r}{\partial r} \right), \quad \sigma_{\phi z} = \mu \left(\frac{\partial u_z}{\partial \phi} + \frac{\partial u_\phi}{\partial z} \right)
 \tag{12}$$

$$\sigma_{zz} = \sigma_{rr} + 2\mu \left(\frac{\partial u_z}{\partial z} - \frac{\partial u_r}{\partial r} \right)$$

Тогда с учетом первого уравнения системы (12), краевые условия (11) принимают вид:

$$\sigma_\phi = A + \sigma_r = a\sigma_r + b \frac{1}{r} \left(\frac{\partial v}{\partial \phi} + w \right) + cku = 0$$

$$\phi = -\frac{\phi_0}{2}, \frac{\phi_0}{2}; \quad \tau_\phi = 0
 \tag{13}$$

$$B = \mu \left(\frac{\partial u}{r \partial \phi} - kr \right) = 0$$

где

$$a = 1 + \frac{2\mu}{k} \quad b = 2\mu \left(1 + \frac{\lambda}{k} \right) \quad c = 2\mu \frac{\lambda}{k}$$

Краевая задача для системы уравнений в частотных производных выражена в выражении (13), система дифференциальных уравнений с помощью метода прямых позволит использовать в решении программный аппарат метода ортогональной прогонки. Согласно методу прямых прямоугольная область определения функции основных неизвестных покрывается прямыми, параллельными оси r и равномерно отстоящими друг от друга (рис.1).

Решение ищется только на этих прямых, а производная по направлению ϕ заменяется приближенными конечными разностями. Используемые аппроксимирующие формулы второго порядка для первой и второй производной имеют вид:

$$y_{i,\phi} \cong \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2\Delta} \cong \frac{-3y_i + 4y_{i+1} - y_{i+2}}{2\Delta} \cong \frac{3y_i - 4y_{i-1} + y_{i-2}}{2\Delta}
 \tag{14}$$

$$y_{i,\phi}'' \cong \frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{\Delta^2}
 \tag{15}$$

y_i где i изменяется от 0 до $N+1$ ($i=0, N+1$), y_i — проекция неизвестной функции напрямую с номером i ; Δ — шаг разбиения по координате ϕ

В результате дискретизации вектор основных неизвестных общей размерности $6N$ может быть записан в виде:

$$Y = (\{\omega_i\}, \{v_i\}, \{u_i\}, \{\sigma_{ri}\}, \{\tau_{\phi i}\}, \{\tau_{zi}\})^T \quad i = \overline{1, N} \tag{16}$$

Таким образом исходная спектральная задача (10), (11) с помощью дискретизации координаты φ по методу прямых сведена к канонической задаче (16), для решения которой применим использовавшийся метод ортогональной прогонки. В таблице 1 приводятся предельные значения фазовой скорости первой кромочной моды в зависимости от угла клина в вершине (в пересчете на толщину клина в основании h_2) (колонка 1), найденные для материала с коэффициентом Пуассона $\nu = 0,25$ по теории пластинок Кирхгофа-Лява (колонка 2), Тимошенко — (колонка 3), в рамках изложенной в этой статье методики расчета трехмерного клина (колонка 4–5) и по формуле $C_0 = C_u \sin(m\phi)$ [2], $m = 1, 2, \dots, m\phi < 90^\circ$ (колонка 6). Колонка 4 соответствует варианту расчета с тремя внутренними прямыми ($N = 3$) и краевыми условиями (8), колонка 5 соответствует краевым условиям при том же количестве прямых:

$$\phi = -\frac{\phi_0}{2}; \sigma_{\phi\phi} = \sigma_{\phi\eta} = \sigma_{\phi z} = 0; \phi = 0; u_r = u_z = \sigma_{\phi\phi} = 0$$

В соответствии с численными и приведенными в таблице 1 результатами, варианты расчета по методам Кирхгофа-Лява, Тимошенко и трехмерной теории согласуются между собой в пределах 7% для углов клина с толщиной в основании h_2 , не превышающей 0,5 (угол клина $\phi_0 = 28^\circ$).

Таблица 1

h_2	ϕ_0	К/А	T	З(1)	З(2)	A
0,2	11°	0,2	0,196	-	-	0,182
0,3	17°	0,3	0,286	0,308	0,298	0,276
0,5	28°	0,5	0,442	0,475	0,462	0,433
0,7	38°	0,7	0,563	0,605	0,592	0,574
1	53°	1	0,691	0,741	0,729	0,736
2	90°	2	0,864	0,908	-	0,92

Таким образом, в отличие от волноводов с прямоугольным сечением в клиновидных волноводах с достаточно малым углом клина при анализе дисперсионных зависимостей первой моды допустимо использовать теорию пластинок Кирхгофа-Лява. Установленный факт объясняется явлением локализации формы колебаний вблизи острого угла клина, описанный в [2]. Это явление следует рассматривать как характерную особенность динамического поведения пластинки переменной толщины.

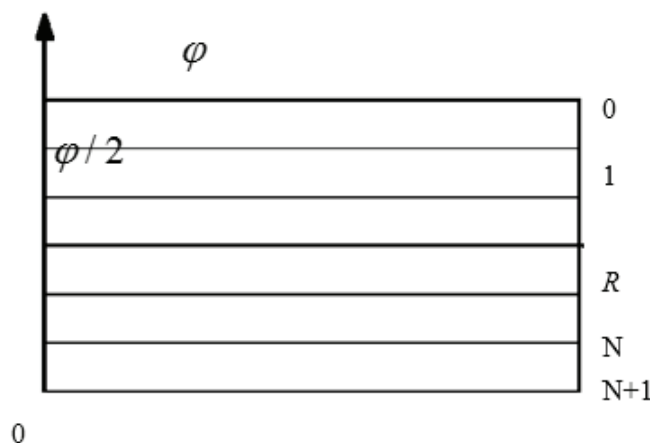


Рис. 1. Расчетная схема

На основе полученных результатов сделаны следующие выводы:

— результаты расчета предельной скорости распространения первой моды в клиновидном волноводе по теории пластинок Кирхгофа-Лява и по динамической теории упругости отличается не более, чем на 6% для углов вершины клина не превосходящих 28° . При $28^\circ < \phi < 90^\circ$ результаты расчетов отличаются до 20%.

Литература:

1. И. И. Сафаров, З. Ф. Джумаев, З. И. Болтаев. Гармонические волны в бесконечном цилиндре с радиальной трещиной с учетом демпфирующей способности материала. Проблемы механики. 2011. с. 20–25.
2. И. И. Сафаров, М.Х. Тешаев, З. И. Болтаев. Математическое моделирование волнового процесса в механическом волноводе с учетом внутреннего трения. Германия. LAP. 2013. 243с.

Дифракция упругих нестационарных волн в цилиндрическом слое

Джумаев Зокир Фатиллоевич, кандидат технических наук, доцент;
 Фатиллоев Сардор Зокирович, студент;
 Фатиллоева Гулчехра Зокировна, магистр
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В статье рассматриваются методики решения задач воздействия нестационарных волн на N-слоистых цилиндрических телах (оболочках), находящихся в безграничной линейно-упругой среде, а также их алгоритмы. Построена замкнутая система дифференциальных уравнений в соответствующих начальных и граничных условиях. Полученные аналитические результаты имеют теоретическое и прикладное значение. Разработанная методика носит универсальный характер, она справедлива при любых реологических свойствах сред.

Diffraction of elastic nonstationary waves in a cylindrical layer

The methods for solving the problems of the action of nonstationary waves on N-layered cylindrical bodies (shells) in an unbounded linearly elastic medium and their algorithms are considered in the article. A closed system of differential equations is constructed in the corresponding initial and boundary conditions. The obtained analytical results have theoretical and applied significance. The developed methodology is universal, it is valid for any rheological properties of media.

Введение. В случае достаточно протяженной полости и воздействия, направленного перпендикулярно продольной оси, окружающая полость среды и обделки находятся в условиях плоской деформации, а задачи определения напряженного состояния массива и обделок сводятся к плоской задаче динамической теории упругости [1,2,3,4]. В работах [5,6,7] решены задачи о напряженно-деформируемом состоянии цилиндрических тел (оболочка), находящихся в безграничной линейно-упругой среде при распространении продольных и поперечных волн. В отличие от других работ, в настоящей работе уделяется внимание разработке методике решения и алгоритму задачи взаимодействия нестационарных волн в слоистых цилиндрических телах. Данная методика справедлива при любых реологических свойствах сред.

Постановка задачи. На N-слойный цилиндр падают нестационарные волны напряжения $\sigma_{xx}^{(i)}$ и $\sigma_{xy}^{(i)}$, фронт которых параллелен продольной оси цилиндра [1] (рис.1). Требуется определить динамическое напряженно-деформированное состояние цилиндра и окружающей его среды, вызванное падающим импульсом напряжения. Предположим, что время t отсчитывается с момента, когда падающий импульс коснется поверхности внешнего (N-1)-го цилиндра в точке $r=r_N, \theta=0$. До этого момента сохраняется покой. В соответствии с изложенным, задача отыскания поля дифрагированных волн и напряженно-деформированного состояния, вызванного падающим импульсом, может быть записана уравнениями [1]

$$\sigma_{xxn}^{(p)} = \sigma_0 H(\hat{t}), \quad \sigma_{xyjn}^{(p)} = \sigma_0 \frac{v_n}{1-v_n} H(\hat{t}), \quad \hat{t} = t - (x + r_n) / C_{pn}, \quad (1)$$

где σ_0 — амплитуда падающих волн; $H(\hat{t})$ - единичная функция Хевисайда. Сначала найдём решение для плоской ступени частной волны. Тензор напряжения в общем виде:

$$\sigma_{ijn} = \sigma_{ijn}^{(p)} + \sigma_{ijn}^{(s)}$$

где $\sigma_{ijn}^{(p)}$ - напряжение при падающих волнах, $\sigma_{ijn}^{(s)}$ - напряжение отраженных волн.

В полярной системе координат, связанной с цилиндром, напряжение и смещение в падающей волне $r = r_n$ имеют вид:

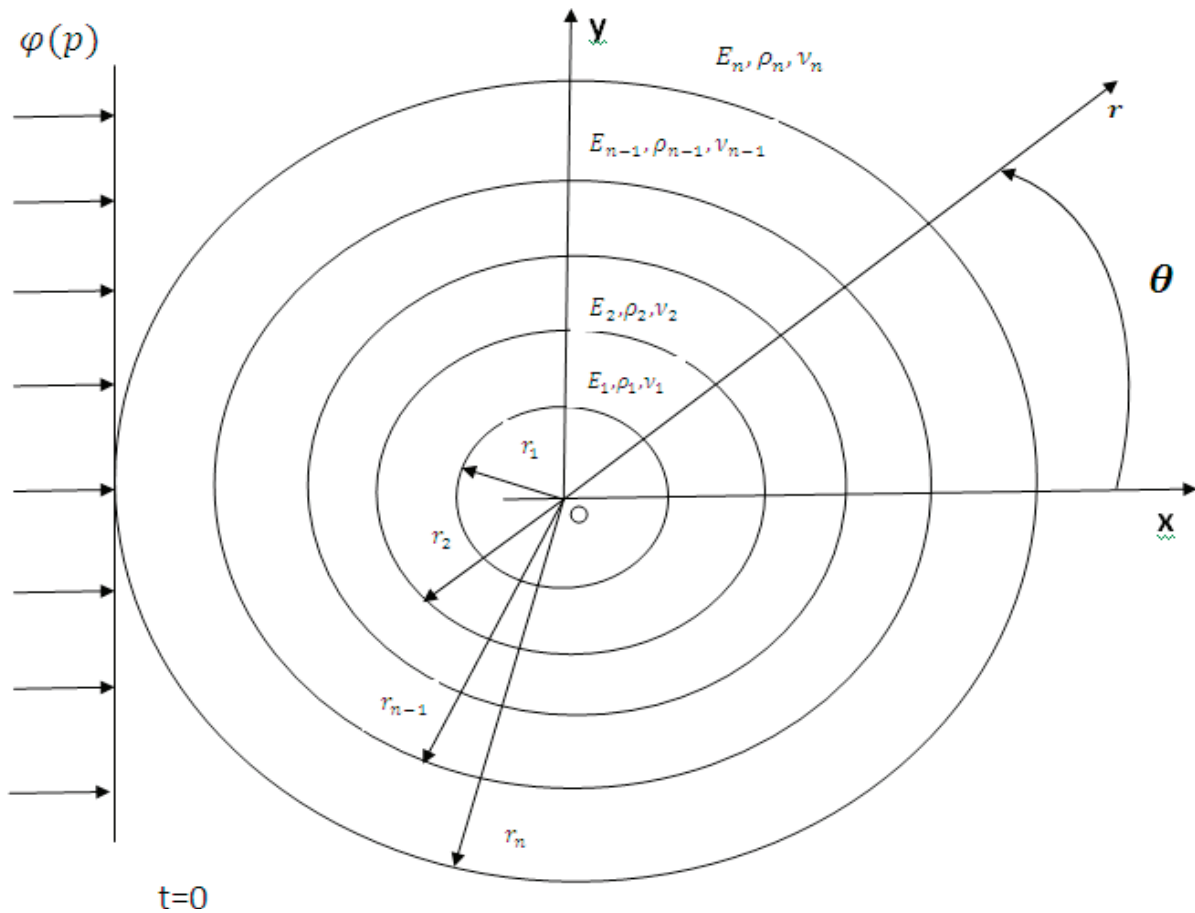


Рис. 1. Расчётная схема слоистых цилиндрических тел в упругой среде

$$\sigma_{rn}^0 = \sigma_0 [(\epsilon_n + 1) \cos 2\theta] H_0(z) / 2$$

$$\sigma_{r\theta n}^0 = \sigma_0 (\epsilon_n - 1) \sin 2\theta H_0(z) / 2;$$

$$\sigma_{\theta\theta n}^0 = \sigma_0 [\epsilon_n - (\epsilon_n + 1) \cos 2\theta] H_0(z) / 2; z = C_{rn}t - r_n + r_n \cos \theta, \epsilon_n = -\nu_n / (1 - \nu_n)$$

где $H_0(z)$ – единичная функция Хевисайда; σ_0 – напряжения на фронте волны, распространяющейся в направлении x_1 ; r_j – радиус слоистых тел ($j=1, \dots, n$); C_{rn} – скорость волны расширения, ν_j – коэффициенты Пуассона, ρ_j – плотности сред. В отсутствие статических массовых сил, вектор смещений $\vec{u}_j = [u_{rj}, u_{\theta j}, u_{zj}]^T$ в упругой среде определяется уравнением

$$(\lambda_j + 2\mu_j) \text{grad} \text{div} \vec{u}_j - \mu_j \text{rot} \text{rot} \vec{u}_j = \rho_j (\partial^2 \vec{u}_j / \partial t^2). \tag{2}$$

Вектор смещений (u_j) выражается через скалярный (ϕ_j) и векторный ($\vec{\psi}_j$) потенциалы [2]

$$\vec{u}_j = \text{grad} \phi_j + \text{rot} \vec{\psi}_j,$$

а уравнение (2) принимает вид

$$\nabla^2 \phi_j - c_{j1}^{-2} (\partial^2 \phi_j / \partial t^2) = 0, \nabla^2 \vec{\psi}_j - c_{j2}^{-2} (\partial^2 \vec{\psi}_j / \partial t^2) = 0. \tag{3}$$

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.

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

$$\lim_{r \rightarrow \infty} \phi_n = 0, \lim_{r \rightarrow \infty} (\sqrt{r})^\kappa \left(\frac{\partial \phi_n}{\partial r} + i\alpha_n \phi_n \right) = 0, \tag{4}$$

$$\lim_{r \rightarrow \infty} \vec{\psi}_n = 0, \lim_{r \rightarrow \infty} (\sqrt{r})^\kappa \left(\frac{\partial \vec{\psi}_n}{\partial r} + i\beta_n \vec{\psi}_n \right) = 0.$$

На контакте двух тел $r = r_j$ выполняется равенство смещений и напряжений (условие жесткого контакта)

$$u_{rj} = u_{r(j+1)}; \sigma_{rj} = \sigma_{r(j+1)}; u_{\theta j} = u_{\theta(j+1)}; \sigma_{r\theta j} = \sigma_{r\theta(j+1)}, \tag{5}$$

а на свободной поверхности ($r = r_1$):

$$\sigma_{rr} = 0, \sigma_{r\theta} = 0. \tag{6}$$

Задача решается при следующих начальных условиях:

$$\left. \frac{\partial \phi_j}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_j}{\partial \theta} \right|_{t=0} = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \phi_j}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_j}{\partial \theta} \right) \Big|_{t=0} = 0, \tag{7}$$

$$\left. \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_j}{\partial \theta} - \frac{\partial \phi_j}{\partial r} \right|_{t=0} = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \psi_j}{\partial \theta} - \frac{\partial \phi_j}{\partial r} \right) \Big|_{t=0} = 0,$$

Поле напряжений, вызванных усилиями (1), удовлетворяет волновому уравнению (3), т. е. ему удовлетворяет каждый цилиндрический слой. Для решения сформулированной выше задачи применим по времени t -интегральное преобразование Фурье

$$\phi_j^F(\Omega) = \int_{-\infty}^{\infty} \phi_j(\tau) \exp(-i\Omega\tau) d\tau; \phi_j(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \phi_j^F(\Omega) \exp(i\Omega\tau) d\Omega; \tag{8}$$

$$\psi_j^F(\Omega) = \int_{-\infty}^{\infty} \psi_j(\tau) \exp(-i\Omega\tau) d\tau; \psi_j(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \psi_j^F(\Omega) \exp(i\Omega\tau) d\Omega,$$

где Ω - параметр интегрального преобразования Фурье; ϕ_j^F, ψ_j^F изображение преобразования Фурье функций $\phi_j(t)$ и $\psi_j(t)$ соответственно. Используя нулевые начальные условия (7), получим изображенную задачу (3). Тогда решение уравнений изображенной задачи будет иметь вид

$$\begin{pmatrix} \phi_j^F(r, \theta, \Omega) \\ \psi_j^F(r, \theta, \Omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{\Phi}_j^F(r, \Omega) \\ \bar{\Psi}_j^F(r, \Omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{pmatrix}; \tag{9}$$

Здесь

$$\bar{\Phi}_j^F(r, \Omega) = \begin{cases} A_{mj} H_m^{(1)}(\Omega r / C_{pn}) & \text{npu } r \geq r_n, \\ A_{mj} H_m^{(1)}(\Omega r / C_{pj}) + B_{mj} H_m^{(2)}(\Omega r / C_{pj}) & \text{npu } r_1 \leq 2 \leq r_j \quad (j=1, 2, \dots, n+1), \\ A_{m1} I_n(\Omega r / C_{sn}) & \text{npu } 0 \leq r \leq r_1; \end{cases} \tag{10}$$

$$\bar{\Psi}_j^F(r, \Omega) = \begin{cases} C_{mj} H_m^{(1)}(\Omega r / C_{sj}) + L_{mj} H_m^{(2)}(\Omega r / C_{sj}) & \text{npu } r_1 \leq r \leq r_n, \\ C_{mj} H_m^{(1)}(\Omega r / C_{sn}) & \text{npu } r \geq r_n, \\ C_{m1} I_n(\Omega r / C_{s1}) & \text{npu } 0 < r \leq r_1. \end{cases}$$

Коэффициенты $A_{m1}, A_{mj}, A_{mN}, B_{mj}, C_{mj}, C_{mn}$ – определяются из граничных условий (4)-(6). Граничные условия с учетом падающих волн (1) примут вид:

$$\begin{aligned} \text{а) } \sigma_{rr}^F + \sigma_{rr}^{(i)F} &= \sigma_{rr}^{F(n-1)}, \quad \text{б) } \sigma_{r\theta n}^F + \sigma_{r\theta n}^{(i)F} = \sigma_{r\theta(n-1)}^F, \\ \text{в) } u_{rn}^F + u_{rn}^{(i)F} &= u_{r(n-1)}^F, \quad \text{г) } u_{\theta n}^F + u_{\theta n}^{(i)F} = u_{\theta(n-1)}^F, \end{aligned} \tag{11}$$

где

$$\begin{aligned} \text{а) } \sigma_{rr}^{(i)}(\Omega) &= \sigma_{01}^{(P)} \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \epsilon_k I_k(\Omega r / C_{pn}) \cos k\theta; \\ \text{б) } \sigma_{rr}^{(F)}(\Omega) &= \bar{\sigma}_{rr}^F (\cos^2 \theta + \epsilon_n \sin^2 \theta); \\ \text{в) } \sigma_{r\theta n}^{(F)} &= -\bar{\sigma}_{rr}^F [(1 - E_n) / 2] \sin 2\theta; \\ \text{г) } u_{rn}^F &= \bar{u}_{rn}^F \cos \theta; \quad \text{д) } u_{\theta n}^F = \bar{u}_{\theta n}^F \sin \theta; \quad \sigma_{01}^{(P)} = \sigma_0 e^{-n\Omega / C_{pn}} \end{aligned} \tag{12}$$

Подставив (9) и (10) в граничные условия (4), (5) и (6), получим систему комплексных алгебраических уравнений с $(4n + 3)$ неизвестными в виде

$$[Z]\{g\} = \{P\}, \tag{13}$$

$$[Z] = \begin{pmatrix} [Z_1] & & & 0 \\ & [Z_2] & & \\ & & & [Z_{(N-1)}] \\ 0 & & & [Z_N] \end{pmatrix}$$

где Z -блочная матрица; $[Z_j]$ матрица размерности 4×4 , элементы которой суть функции Бесселя и Ханкеля m -го порядка первого и второго рода; $\{g\}$ -вектор-столбцы неизвестных коэффициентов; $\{P\}$ - $\{0, 0, \dots, 0, P_{1n}, P_{2n}, P_{3n}, P_{4n}\}^T$ -

вектор-столбцы, характеризующие падающие нагрузки. Пусть ступенчатые волны взаимодействуют с цилиндрическим отверстием при $r = r_1$ и отверстием свободного от напряжения ($\sigma_{rr1} = 0, \sigma_{r\theta1} = 0$). Единственным напряжением, которое не обращается в нуль при $r = r_1$, является кольцевое напряжение $\sigma_{\theta\theta n} / \sigma_0$. Применив преобразование Фурье к уравнению движения и граничным условиям [9], получим выражение для кольцевых напряжений при

$$\sigma_{rn} = \sigma_0 H(t) \cos nt, \quad \sigma_{r\theta n} = \tau_0 H(t) \sin \theta$$

$$\sigma_{\theta\theta n}^* = \frac{\sigma_{\theta\theta n}(r_0, \theta, t)}{\sigma} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\Delta_n(r_0, \Omega) e^{i\Omega t}}{\Omega_1 [\Delta_1 \Delta_2 + \Delta_3 \Delta_4]} d\Omega,$$

$$\Delta_n(r_0, \Omega) = (\Delta_3 + \tau_0 E_n) \left[2\Omega H_{n-1}^{(1)}(\Omega) - ((2n^2 + 2n) + \Omega^2) H_n^{(1)}(\Omega) \right] +$$

$$+ [\tau_0 \Delta_2 - \Delta_4] \left[2n(n+1) H_n^{(1)}((C_{pn} / C_{sn}) \Omega) + \frac{2C_{pn} n \Omega}{C_{s1}} H_{n-1}^{(1)}\left(\frac{C_{pn}}{C_{sn}} \Omega\right) \right]. \tag{14}$$

Выражение $\Delta_k (k=1,2,3,4,5)$ приведено в работе [10]. Несобственный интеграл (14) решается численно по разработанным алгоритмам [10]. Практически вычисление (4) на ЭВМ можно провести следующим образом. Поскольку численное интегрирование в бесконечных пределах немыслимо, то интеграл (14) заменяется на

$$\sigma_{\theta\theta n}^* = \frac{1}{2\pi} \int_{\omega_a}^{\omega_b} \frac{\Delta_1(r_0, \Omega)}{\Omega_1 [\Delta_2 \Delta_3 + \Delta_4 \Delta_5]} e^{-i\Omega t} d\Omega. \tag{15}$$

Значения пределов интегрирования ω_a, ω_b подбираются в зависимости от вида падающего импульса. Численные значения спектральной плотности $\sigma_{rr}^{(i)F}(\Omega)$ из (12) конечного падающего импульса лишь в небольшом диапазоне частоты Ω существенно отличаются от нуля. Пределы интегрирования ω_a, ω_b следует подбирать в соответствии с этим диапазоном и с учетом требуемой точности. При этом остаётся открытым вопрос о том, какую погрешность внесет пренебрежение вкладом интегралов типа (14) в пределах интегрирования от $-\infty$ до ω_a и от ω_b до ∞ . Численное суммирование бесконечной суммы (12), разумеется, также невозможно. Однако в [10] показано, что при достаточно больших n (n -порядок функций Бесселя и Ханкеля) можно построить асимптотическое представление общего члена этой суммы. В результате становятся возможными либо оценка погрешности перехода от бесконечной суммы к конечной, либо приближенное суммирование бесконечной суммы. Ввиду вышесказанного сохраним в (12) бесконечную сумму. Расчет по рассматриваемому методу сводится к построению двух алгоритмов вычисления: коэффициентов $Z_{ke}(\Omega) (k, e=1,2)$ (13) и интеграла (15). Первый и второй алгоритм не зависят от вида математической модели объекта. При вычислении интеграла (15) по методу Ромберга приходится многократно вычислять подинтегральную функцию. Обратное преобразование Фурье для некоторого изображения, оригинал которого заранее известен, показало, что при длине шага интегрирования 0,01, погрешность процедуры не превышает 0,3–0,5%. В качестве примера рассмотрим дифракции нестационарных волн на цилиндрическом теле. Пусть внутренняя граница ($r = r_1$) свободна от напряжения, а на контакте с окружающей средой выполняется условие равенства перемещений и напряжений (5) [1,2,4,10]. После преобразования Фурье получим цилиндрические уравнения Бесселя, решение которых выражается (9) и (10). В нашей

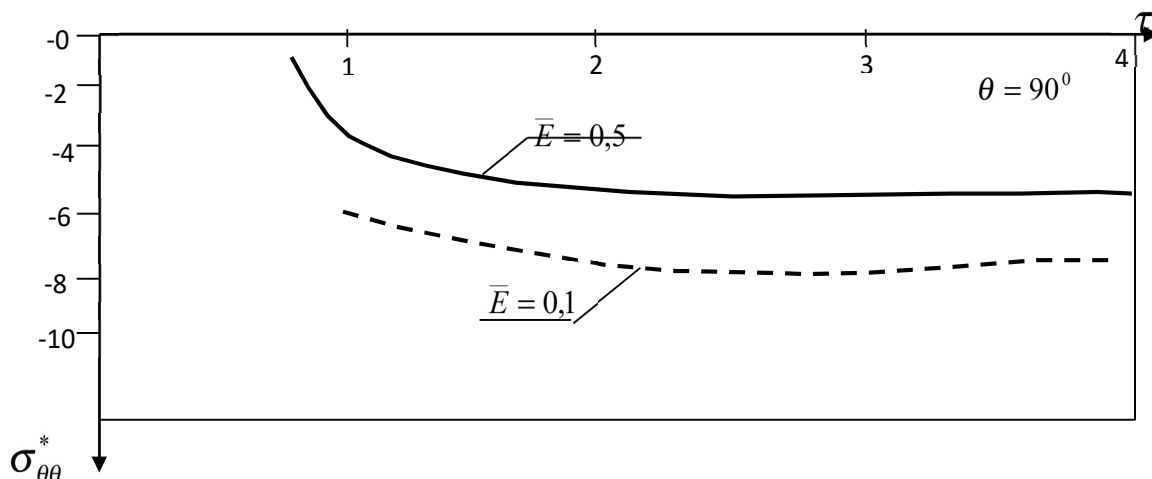


Рис. 2. Зависимость кольцевого напряжения цилиндрического слоя от времен $\sigma_{\theta\theta}^* * 10$

задаче будет шесть произвольных постоянных, которые определяются из граничных условий (6) и (11). Результаты расчетов приведены при $\theta = 90^0$ ($\nu_1 = 0,2; \nu_2 = 0,25; r_0 / r_1 = 0,5; \eta = \rho_2 / \rho_1 = 0,1$). При интегрировании предела приняты следующие значения $\omega_a = 10^{-4}, \omega_b = 4, h = 10^{-2}$. Изменение окружного напряжения $\sigma_{\theta\theta}^*(\theta = 90^0, r = r_1)$ в зависимости от τ показано на рис.2.

Различие между напряжениями на внешней и внутренней поверхностях достигает $\approx 15 - 20\%$, а различие между напряжениями на срединной и внутренней поверхностях $\approx 10\%$ ($r_0 / r_1 = 0,5$).

Выводы:

сопоставление результатов для волн сдвига с продольными волнами показывает, что в продольных волнах возникает больше напряжение, чем волны сдвига,

расчеты показывают, что при $\tau = 12\alpha / C_p$ результаты данного исследования приближаются к точному статическому значению $\alpha_{\theta\theta}^* = 8,13$. Видно, что максимальное напряжение и перемещения существенно зависят от $\bar{\eta}$ и \bar{E} .

Литература:

1. Гузь А. Н., Кубенко В. Д., Черевенко М. А. Дифракция упругих волн. «Наука», 1978. 308 с.
2. Pao Y. H., Mow C. C. Diffraction of elastic waves and dynamic stress concentration. № 4, Grane, Russak, 1973 694 p.
3. 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
4. Мубариков Я. Н., Сафаров И. И. О действии упругой волны на цилиндрическую оболочку. Изв.АНУзССР, серия технических наук, 1987. № 4. с. 34–40
5. Сафаров И.И. Оценка сеймонапряженного состояния подземных сооружений методики волновой динамики. Сборник «Сейсродинамика заданий и сооружений» Ташкент, Фан. 1988.
6. Сафаров И. И., Жумаев З. Ф. О разрушении тоннеля при сильных движениях земли. Международная конференция по сейсмостойкому строительству. С.- Петербург, 2000, с. 71–78
7. 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.

Особенности методики расчета угловых станков

Добрачев Андрей Андреевич, кандидат технических наук, доцент;
 Яковлев Дмитрий Юрьевич, студент магистратуры
 Уральский государственный лесотехнический университет

Круглопильные станки с двумя взаимно-перпендикулярными круглыми пилами для распиловки брёвен нашли своё распространение на предприятиях лесного комплекса благодаря простоте конструкции, хорошему качеству выпиливаемых материалов и высокому процентному выходу продукции, достигающему 75% от объема сырья. В связи с особым способом распиловки, когда выпиливается доска одновременно по пласти и торцу расположенными под углом 90° пилами, эти станки получили название угловых.

Процесс распиловки бревна на станке производится смещением обеих боковых горизонтальных пил при выпилке каждой последующей доски. После выпилки всех досок на плоскости распила, блок обеих пил опускается вниз на величину толщины доски и производится пропил в следующей плоскости.

В связи с такой последовательностью распиловки для каждого диаметра бревна назначается своя схема распила постав. Как правило, поставки рассчитываются на компьютерах и в виде программы устанавливаются в блок управления станков. Технические характеристики станков представлены в (таблице 1):

Таблица 1. Технические характеристики станков

	UNIVERSAL-1000	UP-700	БАРС-1А
Диаметр бревна, мм	150–1000	100–1000	100–1000
Длина бревна, мм	2500–6200	1000–6500	700–7000
Диаметр пил, мм	450–550	450–550	400–600
Количество пильных дисков, шт	2	1	2
Максимальное сечение отпиливаемой доски, мм	200 x 200	200 x 200	180 x 180

Производительность угловых станков по сырью обычно принято рассчитывать по формуле 1:

$$\Pi = \frac{3600 * Q_{бр} * c_1}{t_{ц} + t_{доп}}, \text{ м}^3 \quad (1)$$

где: $Q_{бр}$ — объем бревна, c_1 — коэффициент использования машинного времени, $t_{ц}$ — время цикла распиловки одного бревна, $t_{доп}$ — дополнительное время.

Эта основная составляющая методики расчета производительности имеет свои особенности, зависящие от устройства станков.

Для станков со скоростью надвигания, регулируемой в зависимости от максимальной нагрузки на двигатели пиления и выпиливающих доски с холостым обратным ходом.

Время цикла для распиловки одного бревна по формуле 2:

$$T_{ц} = n * (t_{п} + t_{ох} + t_{у}) + t_{п2} + t_{п3}, \text{ с} \quad (2)$$

где: $T_{ц}$ — время цикла; $t_{п2}$ — время выпилки срезок и горбыля; $t_{у}$ — время установки пил на новый рез; $t_{п3}$ — время подготовительно заключительных работ относящихся к 1 бревну; включает укладку, центрирование, закрепление, сброску недопила; $t_{п}$ — время пиления, зависит от мощности двигателя пиления.

Скорость надвигания пилы рассчитывается по формуле 3:

$$V_{н} = \frac{1000 * N * \eta}{k * b * H}, \text{ м/с} \quad (3)$$

где: $V_{н}$ — скорость надвигания, N — мощность двигателя пильного диска, η — коэффициент полезного действия, k — коэффициент удельного сопротивления реакции при пилении, b — толщина диска пилы, H — принимается по ширине пласти доски.

$t_{ох}$ — время обратного хода, принимается равным $2V_{н}$. Эта формула применяется для станков типа “БАРС 1А”, имеющих холостой ход пильного узла.

Для станков, производящих пропил при прямом и обратном ходе пильного узла, применяется следующая формула определения $T_{ц}$:

$$T_{ц} = n * t_{ср} + t_{п2} + t_{п3}, \text{ с} \quad (4)$$

где: $t_{ср}$ — среднее время надвигания при попутном $t_{поп}$ и встречном пиления $t_{встр}$:

$$t_{п} = \frac{L}{V_{н.п}}, \text{ и } t_{в} = \frac{L}{V_{н.в}}$$

вследствие небольшой разницы $V_{н.п}$ и $V_{н.в}$ можно принять одну из них за основу и $t_{ср}$ определить по формуле 5:

$$t_{ср} = \frac{t_{п} * t_{в}}{2}, \text{ с} \quad (5)$$

У станков типа “УР — 700” с одной пилой, устанавливаемой на каждый рез вертикально или горизонтально, применяется следующая формула определения $T_{ц}$:

$$T_{ц} = 2 * n * t_{п} + 2 * n * t_{п2} + t_{п3}, \text{ с} \quad (6)$$

На рис.1 представлена расчетная схема распиловки бревна диаметром 450мм и сечением доски 40мм × 120мм.

Расчетное время его распиловки для станка “UNIVERSAL — 1000” по формуле 4:

$$T_{ц} = n * t_{ср} + t_{п2} + t_{п3} = 21 * 34,2 + 227 + 55 = 1000 \text{сек} \rightarrow 17 \text{ минут } 6 \text{ сек.}$$

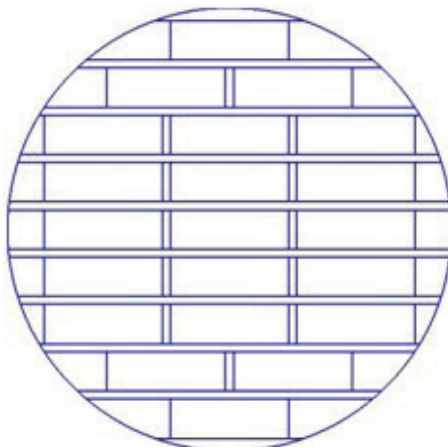


Рис. 1. Схема распиловки бревна

Расчетное время для станка типа “БАРС 1А” по формуле 2:

$$T_{ц} = n * (t_{п} + t_{ох} + t_{у}) + t_{п2} + t_{п3} = 21 * (29,3 + 14,6 + 1) + 265 + 55 = 1263 \text{сек} \rightarrow 21 \text{ минута } 5 \text{ сек.}$$

Расчетное время для станка типа “UP-700” по формуле 6:

$$T_{ц} = 2 * n * t_{п} + 2 * n * t_{п2} + t_{п3} = 2 * 21 * 29,3 + 2 * 19 * 9,2 + 55 = 1636 \text{сек} \rightarrow 27 \text{ минут } 25 \text{ сек.}$$

Рассчитаем почасовую производительность по формуле 1 и все данные занесем в (таблицу 2):

Таблица 2. Итоговые данные расчетов

Тип, марки станка	UNIVERSAL-1000	UP-700	БАРС-1А
Время цикла, с	1000	1636	1263
Производительность час, м ³	2,74	1,68	2,17

Следовательно, при расчёте угловых круглопильных станков следует учитывать особенности их конструкций и условий распиловки бревна.

Литература:

1. Гороховский К. Ф., Лившиц Н. В. Основы технологических расчетов оборудования лесосечных и лесоскладских работ: учебное пособие для вузов — М.: Лесная промышленность, 1987—256 с.

Дистанционное управление мощными электрическими цепями при помощи коммутационных аппаратов

Дягилев Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Мелехина Светлана Владиславовна, студент магистратуры
Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время дистанционное управление развивается во всех сферах промышленности. В области электроэнергетики оно занимает не последнее место. Различные методы дистанционного управления широко применяются для осветительных установок, работы трансформаторных подстанций, различных компенсирующих устройств, электрических двигателей и так далее.

В данной статье рассматриваются устройства при помощи которых осуществляется дистанционное управление электрическими цепями при помощи коммутационных аппаратов. А также описывается методика выбора контактов и магнитных пускателей.

Развитие современной техники невозможно без широкого использования электрических и электронных аппаратов.

Самое понятие электрический аппарат охватывает огромный спектр устройств.

Электрический аппарат — это устройство необходимое для осуществления операций запуска и отключения цепей электрического тока. Данное оборудование требуется для выполнения различных функций, таких как контроль, защита и управление различными установками, которые в свою очередь служащими для передачи электроэнергии, её преобразования и распределения.

По назначению электрические аппараты подразделяются на группы. Мы рассмотрим коммутационные устройства — рубильники, пакетные выключатели нагрузки, короткозамыкатели, выключатели высокого напряжения, разъединители, отделители, автоматические выключатели, предохранители, которые служат для включения и отключения электрических цепей. [1]

Коммутационные аппараты можно разделить на:

- аппараты распределения (различные выключатели, переключатели, разъединители, короткозамыкатели, отделители и т.д.);
- аппараты управления (контакторы, пускатели, сильноточные реле).

Управление выключателями может осуществляться местно или дистанционно.

Местное — это управление выключателем при помощи аппаратов, которые расположены вблизи от него.

Под дистанционным понимают управление выключателями со щита управления, при подаче на схему управления определённых команд. Его особенностью является то, что управление выключателем может осуществляться на различном расстоянии от выключателя. Это достигается при помощи различных устройств релейной защиты и автоматики, которые связаны с цепями управления ком-

мутационных аппаратов таких как контакторы, электромагнитные пускатели, высоковольтные выключатели. То есть устройства РЗА воздействуют на данные аппараты, включают их или отключают. За состоянием коммутационных аппаратов постоянно ведется контроль при помощи сигнальных приборов.

Самыми распространенными аппаратами, которые используются при дистанционном управлении являются контакторы и магнитные пускатели, опишем их основные принципы работы и строения, а также разберемся как выбрать контактор или магнитный пускателей для управления и защиты электрических двигателей.

Для начала определимся что же такое контактор?

Это электрический аппарат с дистанционным управлением, предназначенный для частых коммутаций силовых электрических цепей при нормальных токах нагрузки, также для редких отключений при токах перегрузки. [1]

Классификация контакторов разнообразна, но в основном все контакторы различаются:

- по роду тока коммутируемой цепи (контакторы постоянного и переменного тока)
- в зависимости от привода (электромагнитные и пневматические)
- по положению главных контактов (контакторы с нормально открытыми, закрытыми и смешанными контактами). [1]

Род коммутируемого тока определяет специфические конструктивные особенности контакторов. Поэтому контакторы переменного и постоянного тока обычно не взаимозаменяемы. Однако имеются и такие серии контакторов, которые могут коммутировать электрические цепи как постоянного, так и переменного тока. [1]

Контакторы постоянного тока изготавливают одно или двух с номинальными токами главных контактов от 4 до 2500 А. Основным данные контакторы применяют для управления двигателями постоянного тока. Особенностью работы контакторов переменного тока является питание катушки переменным током, что повышает ток срабатывания в несколько раз.

Более совершенными устройствами управления являются магнитные пускатели. Магнитный пускатель — электрический аппарат, предназначенный для пуска, реверса и отключения электродвигателей. Магнитный пускатель, — по существу, контактор переменного или постоянного тока для коммутации цепей двигателей (при переменном токе — асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором). [1]

Пускатели классифицируются: по роду тока главных контактов; виду схемы включения электродвигателя (неревверсивный или реверсивный); номинальному напряжению главной цепи; степени защиты; наличию кнопочного поста на корпусе; наличию дополнительных (сигнальных, блокировочных) контактов, роду тока и по напряжению втягивающей катушки. [1]

Так в соответствии с функциями пускателя в его состав может входить контактор, кнопки управления, тепловые

реле защиты, сигнальные лампы. И все эти элементы размещаются в одном корпусе. В основном пускатели различают по рабочему напряжению, степени защиты, уровням коммутируемых токов. Существуют пускатели неревверсивные и реверсивные, со встроенными тепловыми реле и кнопками управления.

Достаточно часто в состав пускателя входит тепловое реле, которое защищает его от токовых перегрузок.

Принцип работы теплового реле заключается в подборе под определенный рабочий ток при превышении предела которого происходит нагрев и разрыв контактов, которые размыкают цепь и отключают пускатель. Но важно учитывать, что тепловое реле не защищает от короткого замыкания, а обеспечивает отключение электрического двигателя.

Также важно отметить, что магнитный пускатель используется в установках мощностью до 65 Вт, при большей мощности используют контакторы

Ранее мы описали разновидности коммутационных устройств, используемых для управления. Но правильный выбор этих устройств является важным этапом работы.

Опишем методику рационального выбора пускозащитных аппаратов для цепей управления приемников электрической энергии (таких как электрических печей, электромагнитных приводов, высоковольтных выключателей, электроосветительной аппаратуры, а также электродвигателей).

Так как существует огромное количество разнообразных схем управления, то исполнительные элементы так же достаточно разнообразны.

Одними из основных показателей, которые характеризуют качество исполнительных элементов являются надёжность, экономичность, длительный срок службы, малая масса и габаритные размеры, низкие эксплуатационные затраты, маленькая стоимость и высокая технологичность.

Мы рассмотрим контактные исполнительные элементы управления — это контакторы и магнитные пускатели. Которые выбираются по таким основным техническим параметрам, как:

1. Назначение и область применения.
2. Роду тока, количеству и исполнению главных и вспомогательных контактов.
3. Номинальному напряжению и току главной цепи
4. Категории применения (обусловлены различными режимами отключения электрических цепей контакторами).
5. Режиму работы
6. Климатическому исполнению и категории размещения
7. Механической и коммутационной износостойкости
8. Номинальному напряжению и потребляемой мощности включающих катушек.

Для аппаратов управления (контакторов и пускателей) важным параметром является категория применения аппарата. Категория применения определяет область применения электрического аппарата в зависимости от ха-

рактера нагрузки и условий эксплуатации. В данных категориях указывают режим работы, то есть частоту коммутаций. [2]

Для каждой категории выделяют четыре показателя.

– Область применения аппарата (тип коммутируемой нагрузки). То есть аппарат в каждой категории работает с определенным типом нагрузки. Например, в категории АС-1 нагрузка является активной или слабо индуктивной. А работая в категории АС-4 аппарат включает пусковые токи асинхронного двигателя и отключает статорную обмотку медленно вращающегося или неподвижного двигателя. И так далее.

– Коммутируемый ток I_0 — коммутационная способность аппарата контактно дугогасительной системы.

– Напряжение U , определяемое в соотношении с номинальным рабочим напряжением.

– Характер коммутируемой нагрузки, определяемый коэффициентом мощности (для цепей переменного тока) и тау для цепей постоянного тока. [2]

Контакторы и пускатели часто разрабатывают для определенного типа объекта управления.

Последовательность выбора аппаратов:

1. Изначально выбирается двигатель, для которого будет производится выбор аппаратов. Необходимо узнать его основные технические параметры ($P_{ном}$ номинальная мощность, $\eta_{ном}$ коэффициент полезного действия, коэффициент мощности $\cos\varphi$, $U_{н.лин}$, время пуска двигателя и так далее в зависимости от типа двигателя).

2. Далее необходимо определить номинальные параметры двигателя такие как:

Номинальный ток двигателя

$$I_{н. дв} = \frac{P_{н} * 10^3}{\sqrt{3} * U_{н. лин} * \eta_{ном} * \cos\varphi}$$

Пусковой ток двигателя (его действующее значение):

$$I_{п} = K_I * I_{н. дв}$$

Ударный пусковой ток (амплитудное значение)

$$I_{уд. п} = \frac{1,2}{1,4} \sqrt{2} * I_{п}$$

3. Выбор аппаратов по основным техническим параметрам.

То есть на данном этапе происходит выбор уже конкретного пускателя или контактора. И на основании его технических параметров (номинального тока, категории применения, степени защиты, числу вспомогательных контактов, климатическому исполнению) производится проверка его работоспособности в данных конкретных условиях с данным электродвигателем.

4. Выбор аппаратов по технико-экономическим критериям. [2]

На данном этапе учитываются износостойкость выбранных аппаратов и другие экономические параметры.

Таким образом в данной работе дано определение электрическим аппаратам, приведена их классификация. Более подробно рассмотрены коммутационные аппараты. Даны определения понятиям местного и дистанционного управления, а также приведена методика выбора контакторов и магнитных пускателей.

Литература:

1. Сипайлова Н. Ю. Электрические и электронные аппараты: учебное пособие, Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. — 235с.
2. Розанов Ю.К. Электрические и электронные аппараты. 2-е изд., испр. и доп. — М.: Информэлектро, 2001. — 420 с.

Исследование промерзания грунта под фундаментом типа УФФ (утепленный финский фундамент) применительно к Московской области

Карлов Алексей Александрович, студент магистратуры;

Научный руководитель: Грязнов Михаил Витальевич, кандидат технических наук, доцент
Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

В настоящее время большое распространение под легкие каркасные дома из SIP панелей и одноэтажные дома из газобетона получил фундамент типа УФФ (утепленная финская плита). Данный фундамент широко применяется в Московской и Ленинградской областях. В связи с недавними ситуациями связанных с подъемом, перекосом и в некоторых случаях разрушения фундамента, встает необходимость анализа данной конструкции с точки зрения промерзания грунта под подошвой.

Ключевые слова: фундамент МЗЛФ, утепление фундамента, морозное пучение, промерзание.

Investigation of frost penetration under the foundation of the type uh (insulated Finnish foundation) in relation to the Moscow region

Currently, a large spread for light frame houses made of SIP panels and single-storey houses made of aerated concrete has a Foundation type UFF (insulated Finnish stove). This Foundation is widely used in the Moscow and Leningrad regions. In connection with recent situations related to the rise, skew and in some cases the destruction of the Foundation, there is a need to analyze this design in terms of freezing the soil under the sole.

Keywords: Strip foundation, insulation of Foundation, frost heave, frost penetration.

Расчет выполнен в программе Elcut 2017. Характеристики принятых материалов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Теплопроводность строительных материалов

Наименование	Теплопроводность λ , Вт/К · м
KNAUF THERM PANEL 25	0,039
ЭППС (XPS Технониколь CARBON ECO)	0,029
Газобетонные блоки D500 Согласно СТО НААГ 3.1–2013	0,12
Железобетон	1,7
Керамзитобетон	0,34
Грунт песчаный	1,75
Грунт утрамбованный	1,05
Воздух	0,03
Газобетон D200	0,048
Снег	0,3

Расчётная зимняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки — 28С согласно СП 131.13330.2012. Температура грунта на глубине 1,6м равна 3,2 град. Для Москвы и Московской области. Рассмотрим несколько возможных ситуаций промерзания грунта под подошвой фундамента. Вид фундамента представлен на рисунке 1

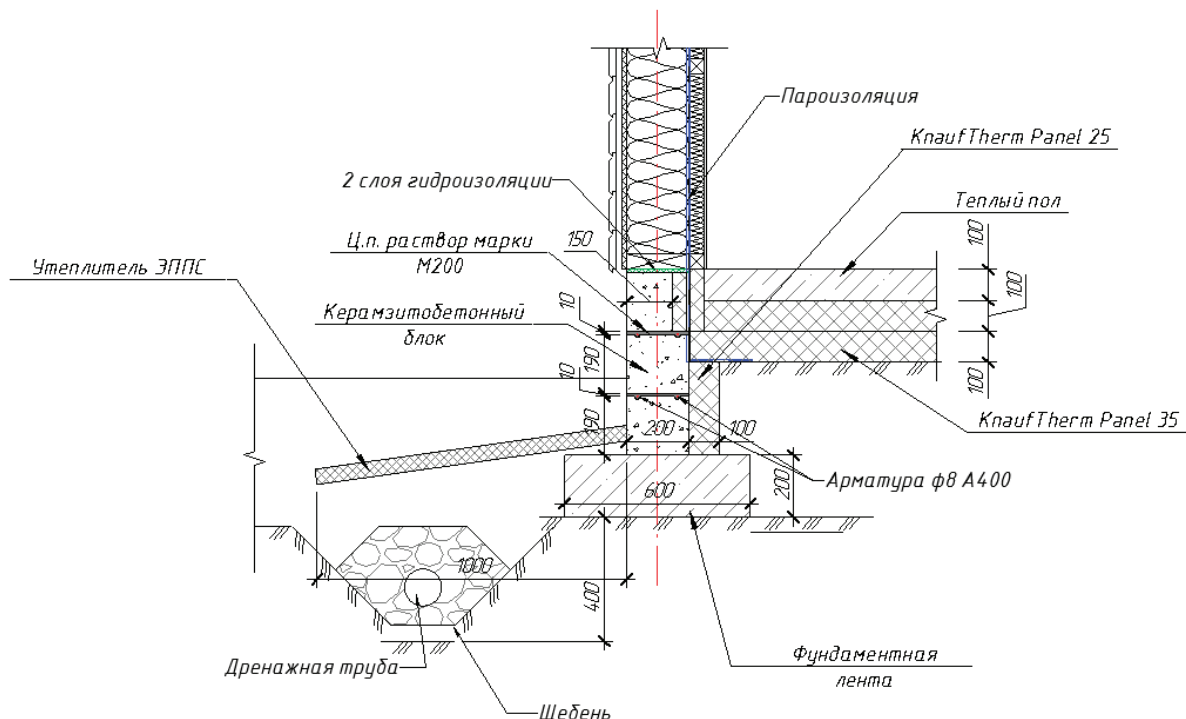


Рис. 1. Фундамент типа УФФ (Утепленный финский фундамент)

1 ситуация: Грунт под подошвой фундамента уплотненный, для расчета, температура наружного воздуха равна — 15°С. Температура внутреннего воздуха в доме равна 20°С. Температура грунта под домом равна +5°С.

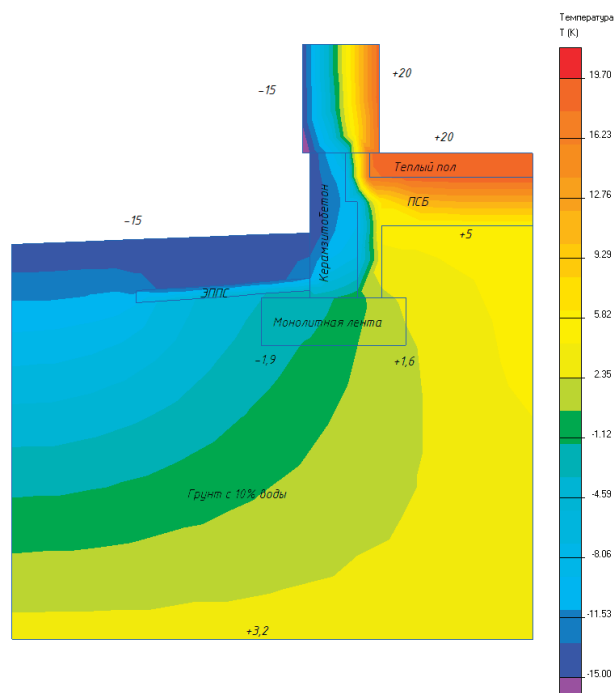


Рис. 2. Распределение тепловых полей в узле фундамента при уплотненных грунта

Из термограммы видно, что присутствует промерзание в крайней части фундаментной ленты, при таком варианте необходимо дополнительное утепление фундамента.

2 ситуация. С дополнительным утепление подошвы фундамента слоем ЭППС, толщиной 50 мм ширина утепления равна ширине подошвы (рис. 3) и с увеличенной шириной утепления под подошвой и увеличением толщины утеплителя отмостки до 100 мм (рис. 4).

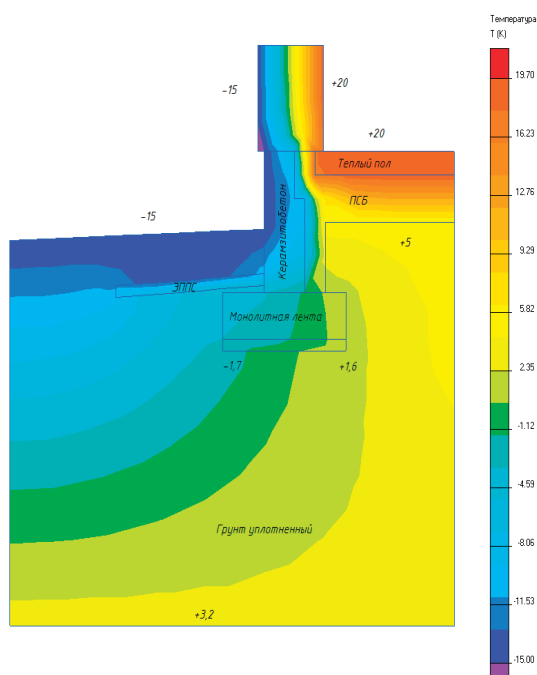


Рис. 3. Распределение тепловых полей в узле фундамента при утеплении подошвы фундамента.

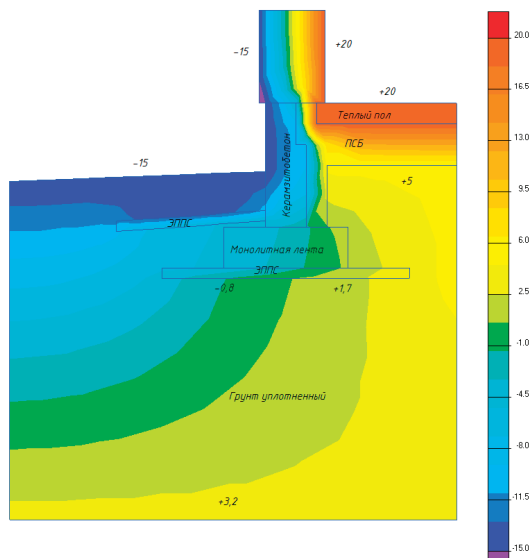


Рис. 4. Распределение тепловых полей в узле фундамента при утеплении подошвы фундамента ЭППС толщиной 100мм и шириной 1200 мм.

Из термограммы (рис. 3.) видно, что полностью исключить промерзание не удастся, необходимо увеличить ширину ЭППС до 1200 мм.

Из термограмм (рис. 4) можно сделать вывод что толщина отмостки в 100мм практически не влияет на температуру под подошвой фундамента, так как промерзание идет через керамзитобетонные блоки и монолитную ленту в обход утеплителя, но увеличение ширины утеплителя под подошвой заметно снижает промерзание у краев фундамента.

Из всего выше изложенного можно сделать вывод, что наиболее эффективным методом является утепление отмостки ЭППС толщиной 50 мм и шириной 1м и утепление подошвы фундамента, шириной равной размерам ленты и толщиной 50 мм. Т. к. при данном варианте промерзание хоть и не значительное, но присутствует, следовательно, обязательно применение дренажа и непучинистого грунта в виде песка средней крупности или ПГС (песчано-гравийной слой) толщиной не менее 250–300 мм.

Рассмотрим вариант (рис. 3) при температуре наиболее холодной пятидневки, которая равна -28°C . При этом будем учитывать толщину снегового покрова в 0,3м

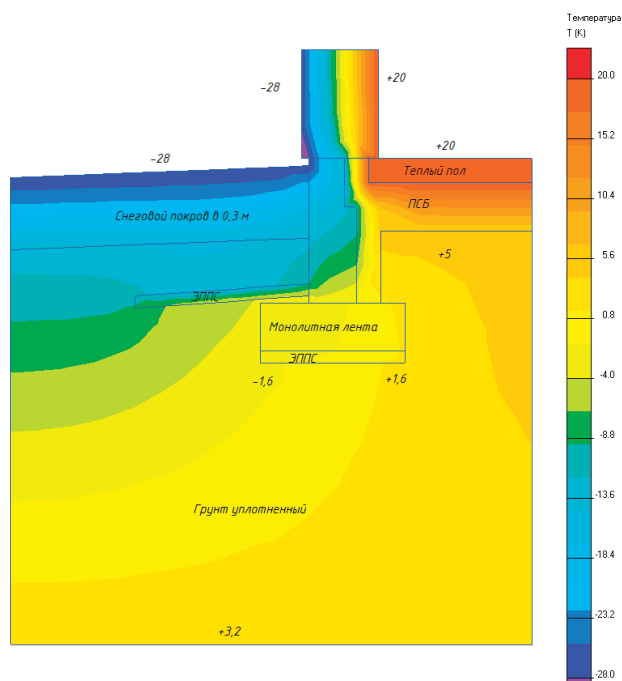


Рис. 5. Распределение тепловых полей в узле фундамента в наиболее холодную пятидневку с учетом снегового покрова

Из термограммы видно, что сильного промерзания грунта под подошвой не происходит снег выполняет функцию дополнительного утепления и защищает грунт от сильного промерзания.

Вывод: Данный тип фундаментов рекомендуется использовать на непучинистых или слабопучинистых грунтах с, а при использовании на пучинистых грунтах необходимо производить замену грунта под подошвой фундамента ниже глубины промерзания устройством, рядом с фундаментом необходимо выполнять дренаж, который должен находиться в зоне положительных температур.

Литература:

1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология, Москва, МинРегион 2012—113 с;
2. «ELCUT Моделирование электромагнитных, тепловых и упругих полей методом конечных элементов» Санкт-Петербург, ООО «Тор», 2015г — 291с;
3. Таблицы теплопроводности строительных материалов <https://termoizol.com/polnaya-tablitsa-teploprovodnosti-razlitchnh-stroitelnyh-materialov.html>

Волоконно-оптический усилитель с пониженным уровнем шума

Касимова Гулнора Исмоиловна, ассистент

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

В волоконно-оптических линиях связи (ВОЛС) оптический сигнал постепенно затухает за счет процессов поглощения и рассеяния. Соотношение сигнал-шум при этом уменьшается и верность передаваемых данных нарушается. Шумовые сигналы, действующие в оптическом звене ВОЛС, по своему происхождению могут быть связаны:

1) с шумовой составляющей, генерируемой в передатчике или передающем волокне (они приходят в фотодетектор с входным сигналом);

2) с промежуточными оптическими усилителями;

3) с фотодетектором (приемником).

Для устранения влияния шума применяются промежуточные усилительно—регенерационные узлы ВОЛС.

На сегодняшний день широко используются два технических решения промежуточных усилительно—регенерационных узлов ВОЛС:

1. Оптоэлектронные регенераторы сигнала.

В оптоэлектронных регенераторах слабый оптический сигнал, принимаемый фотоприемником после прохождения участка ВОСП, преобразуется в электрический, усиливается, затем формируется электрический цифровой сигнал, который опять преобразуется в оптический диапазон передающим лазерным диодом и вводится в следующий отрезок волоконно-оптического тракта. Длина участка без регенерации достигает 50—100 км.

К достоинствам оптоэлектронных регенераторов сигнала относится полное восстановление исходных характеристик оптического сигнала.

Оптоэлектронный регенератор позволяет ограничить величину внутренних и внешних оптических шумов допустимыми величинами, но усложняет и удорожает построение ВОЛС. Оптоэлектронный регенератор содержит приемник, электронный усилитель и передатчик, что де-

лает его сложным и дорогостоящим устройством. Сложность, сравнительно низкая надежность и высокая стоимость оптоэлектронных регенераторов препятствует широкому распространению ВОСП. Таким образом, использование оптоэлектронных регенераторов усложняет построение усилительно-регенерационных узлов и резко удорожает ВОЛС.

2. Для увеличения дальности волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) используются также оптические усилители (ОУ) сигнала (ретрансляторы). Недостатки оптоэлектронных регенераторов частично устраняются с помощью оптических квантовых усилителей на активных волокнах [1]. Обычно для этих целей используются одномодовые волокна, легированные редкоземельными элементами (в большинстве случаев эрбием) с метастабильными электронными уровнями, которые накачиваются излучением лазера накачки через направленный ответвитель с образованием активной (усиливающей) среды (erbium doped fiber amplifier — волоконный усилитель, легированный эрбием (EDFA)). В этой среде сигнал на длине волны в полосе флюоресценции не ослабляется, а усиливается вследствие известного эффекта вынужденного излучения, т.е. произойдет усиление оптического сигнала [2]. В настоящее время ОУ на легированном волокне (ВОУ) являются доминирующими. Конкурирующие с ними ОУ на лазерных диодах до сих пор уступали им дороговизной производства, чувствительностью к поляризации и высоким уровнем перекрестных помех. На рис. 1 показана функциональная схема усилителя типа EDFA.

Слабый входной сигнал проходит через оптический изолятор 1, который пропускает свет в прямом направлении — слева направо и не пропускает рассеянный свет в обратном направлении, далее сигнал поступает в блок

объединения сигнала и накачки 2. Затем сигнал попадает на вход оптического усилителя 3 (волокно, легированное эрбием), которое непрерывно подвергается оптической лазерной накачке 4. Свет от лазера накачки 4 возбуждает атомы легированного волокна 3. При подаче слабого сигнала на вход оптического усилителя 3 происходит

индуцированный переход атомов примесей легированного волокна из возбужденного состояния в основное с излучением света на длине волны входного сигнала, т.е. происходит усиление сигнала. Оптический изолятор 5 на выходе усилителя 3 предотвращает попадание обратного рассеянного сигнала в оптический усилитель.

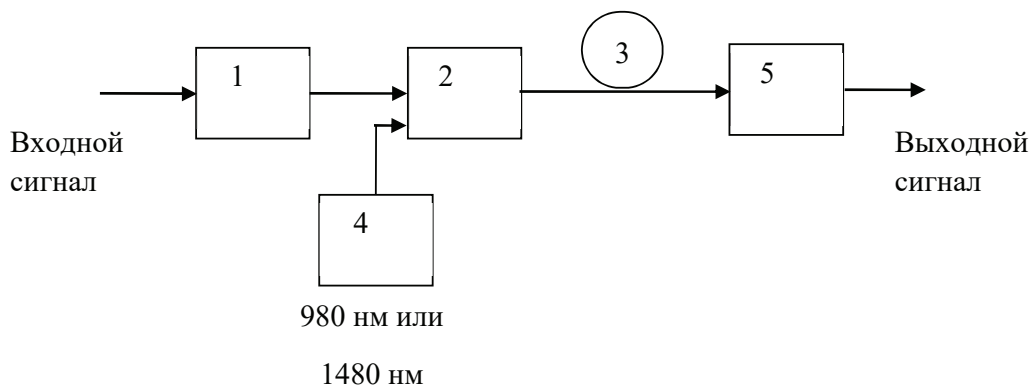


Рис. 1. Функциональная схема волоконно-оптического усилителя:

1 — оптический изолятор. 2 — блок объединения сигнала и накачки.

3 — оптический усилитель (легированное волокно). 4 — оптическая накачка. 5—оптический изолятор

Главным достоинством промежуточных волоконно-оптических усилителей является их относительно простая конструкция и, следовательно, невысокая стоимость, а также большая величина коэффициента усиления и выходная мощность.

Недостатки существующих ВОУ:

1) Основная проблема при построении волоконно-оптических усилителей — принципиально неустранимый источник шума — усиленная спонтанная эмиссия (amplified spontaneous emission (ASE)). Наличие этого процесса приводит к тому, что минимально возможный коэффициент шума ВОУ составляет не менее 3 дБ. Принципиальная неустранимость этого источника шума объясняется тем, что в волокне при наличии накачки уже возникает спонтанное излучение (шум), и этот процесс не зависит от эффекта усиления сигнала, для которого необходимы большие уровни накачки (наличие инверсной населенности), то есть шум не равен нулю при любых значениях коэффициента усиления волокна.

При малом уровне сигнала коэффициент усиления шума равен коэффициенту усиления слабого сигнала и представляет собой ненасыщенный коэффициент усиления оптического усилителя, который должен быть максимально возможным (для современных конструкций 30–50дБ) для осуществления усиления проходящего оптического сигнала. Следовательно, в период времени, когда происходит усиление оптического сигнала малой амплитуды, входной шум и шум ASE усиливается с максимальным коэффициентом усиления. Большинство предлагаемых технических решений [1,2] малощумящих ВОУ основано на оптимизации ненасыщенного коэффици-

ента усиления ВОУ в зависимости от среднего уровня или других параметров усиливаемого сигнала.

2) Кроме того, ВОУ, работая в режиме линейного усиления, усиливают и составляющие шумов, приходящие от других источников вместе с усиливаемым сигналом, например, шумы за счет остаточной модовой, поляризационной или спектральной дисперсии, шума спонтанного излучения передающего лазерного диода и другие.

3) Исходные характеристики оптического сигнала не восстанавливаются полностью оптическим усилителем-регенератором.

Тем самым принципиально отсутствует возможность полностью избавиться от шумовой составляющей, связанной с ASE шумом собственно ВОУ, а также шуми за счет остаточной модовой, поляризационной, или спектральной дисперсии, шумом спонтанного излучения передающего лазерного диода, и т.д.

Одна из важнейших характеристик любого усилителя, или регенератора для волоконно-оптических систем — приведенный ко входу коэффициент шума. При рассмотрении работы ВОЛС следует учитывать, что оптический сигнал в системах передачи данных, работающих на одной частоте, обычно является двухуровневым амплитудно-модулированным сигналом с пассивной паузой, то есть после фотодетектирования приемником фактически является двухуровневым цифровым сигналом.

Следовательно, подобный сигнал полностью аналогичен по свойствам цифровому электрическому сигналу (если не учитывать модовую структуру оптического излучения и наличия синусоидального заполнения с оптической частотой) (рис. 2).

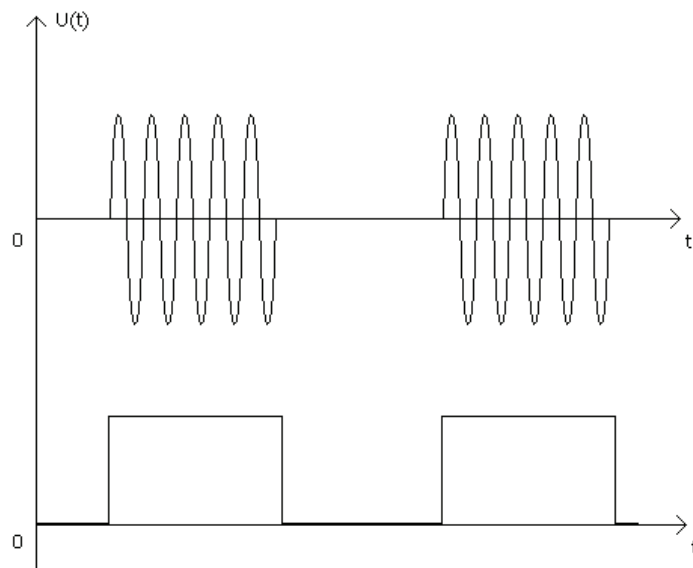


Рис. 2. Оптический сигнал в волоконно-оптических системах передачи

Литература:

1. Private communication, Pierre TaJbot, Inc., Quebec City, Canada, April 4, 2002.
2. Mears R. S., Reekie L., Jancie I. M., and Payne D. N., «High-gain rare-earth doped fiber amplifier at 1.54mm», in Optical Fiber Communication Conference, vol.3. 1987 OSA Technical Digest Series, (Optical Society of America, Washington, DC., 1987) p.167.
3. Решение по заявке на патент РФз. № IAP20090142 от 22.12.2009. Устройство для диагностики и оптимизации спектральных характеристик оптоволоконных систем передачи информации/ Раджабов Т.Д., Назаров А.М., Давронбеков Д.А., Симонов А.А., Хакимов З.Т., Пичко С.В.

Модель взаимодействия команды сопровождения и команды разработки государственной автоматизированной информационной системы

Корнюхина Анастасия Андреевна, студент магистратуры
 Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (г. Москва)

Процесс сопровождения программных средств является одним из основных этапов жизненного цикла программных средств. Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207–2010 процесс сопровождения определяет работы персонала сопровождения, то есть организации, которая предоставляет услуги по сопровождению программного продукта, состоящие в контролируемом изменении программного продукта с целью сохранения его исходного состояния и функциональных возможностей [1].

Параллельно процессу сопровождения происходит доработка системы. Зачастую устранением возникших проблем и разработкой новой функциональности занимается одна команда разработчиков. Чаще всего это происходит из-за нехватки человеческих ресурсов. Так как основной задачей команды разработчиков является создание новой функциональности системы, задачи сопро-

вождения (устранение ошибок) часто решаются в последнюю очередь. Таким образом, задачи сопровождения долгое время ожидаю решения, что приводит к срывам сроков закрытия обращения от пользователей системы. Одной из причин такой ситуации может являться отсутствие модели взаимодействия команд и методов приоритизации задач.

Проанализировав процесс сопровождения государственной автоматизированной информационной системы были определены основные проблемы.

Во-первых, отсутствие единого входа задач. Создать задачу и назначить ее на разработчиков может любой из специалистов группы сопровождения. Это приводит к тому, что по одной и той же проблеме может быть создано несколько задач. При этом никем не оценивается необходимость создания задачи.

Во-вторых, нигде не ведется общий список задач, направленных со стороны команды сопровождения команде разработке. В результате специалист не может сразу же определить, существует ли уже задача по конкретной проблеме. Также нельзя оперативно определить объем задач со стороны сопровождения.

В-третьих, отсутствует механизм приоритизации задач. После создания задачи, она назначается на главного специалиста команды разработки. При этом нет никакой оценки срочности задачи. В результате, не срочные задачи могут быть выполнены первыми, в то время как более приоритетные задачи теряются в общем списке задач разработчиков.

Отдельно стоит отметить отсутствие единой системы. У каждой из команд имеется своя система. Команда сопровождения работает с Системой управления эксплуатацией Заказчика (далее СУЭ). В данную систему приходят все заявки от пользователя, идет учет имеющихся заявок, отслеживается время ожидания и статусы заявок. Команда разработчиков работает с программой управления разработкой Jira. В ней идет планирование работы на ближайшее время, распределяются задачи между разработчиками, создаются новые задачи.

Анализ инструментальных средств управления ИТ-услугами показал, что на рынке существует достаточно большое количество систем данного класса. Системы схожи по функциональным возможностям, большинство их различий незначительны. Однако, данные системы не решают одну из проблем — отсутствие единого инструмента. Более того расстановка приоритетов заявок реализована субъективно, в большинстве случаев имеется три уровня приоритета: высокий, средний и низкий. Для повышения эффективности работы и сокращения времени передачи в разработку необходимо, чтобы приоритет рас-

считывался более объективно. Таким образом, целесообразно рассмотреть вариант создания единой системы эксплуатации, которая бы объединяла заявки из системы группы сопровождения СУЭ и задачи команды разработчиков Jira.

Предлагаемая модель взаимодействия состоит из следующих частей:

- модернизированный процесс сопровождения Государственной автоматизированной информационной системы;
- метод приоритизации задач;
- Единую систему эксплуатации.

В рамках изменения процесс добавляется новый этап — оценка приоритета задачи. На данной этапе каждая задача будет оцениваться по ряду критериев. Итоговая оценка будет определять приоритет задачи. В команде сопровождения также добавляется новая роль — Менеджер задач. В обязанности менеджера задач входит:

- централизованный сбор запросов на создание задачи по заявкам от команды сопровождения;
- создание задач и передача их в разработку;
- мониторинг состояния задач по заявкам.

Данные изменения позволят решить проблемы отсутствия единого входа задач, отсутствия механизма приоритизации задач и оценку общего объема задач.

Для определения наиболее приоритетных задач был разработан метод, основанный на выставлении экспертных оценок по ряду критериев. В рамках модели были предложены следующие критерии:

- критичность ошибки;
- признак отчетного периода;
- количество обращений по аналогичной проблеме.

Для каждого критерия были выявлены варианты значения и веса. Оценка приоритета считается как сумма произведений веса критерия на его значения.



Рис. 1. Контекстная диаграмма ЕСЭ

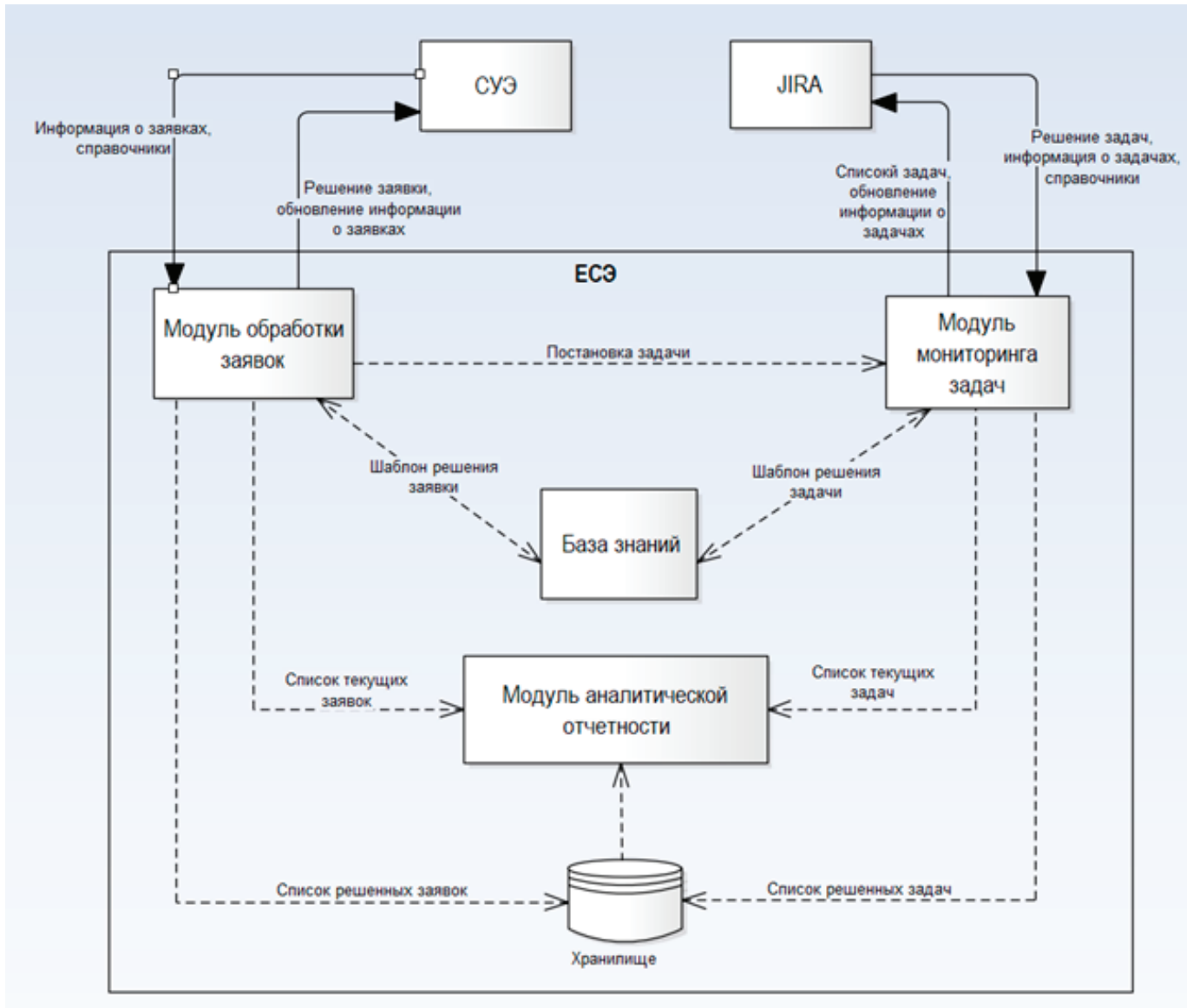


Рис. 2. Модель структуры ЕСЭ

$$P_i = \sum_{j=1}^{j=3} a_j * k_j,$$

где P_i — приоритет i -ой задачи, $i=1\dots n$, n — количество задач;

a_j — вес j -ого критерия;

k_j — оценка по j -ому критерию.

Единая система эксплуатации (далее ЕСЭ) будет получать данные из СУЭ и JIRA путем двухсторонней интеграции данных [2]. Прежде чем разрабатывать структуру системы необходимо понять, как система взаимодействует с внешней средой. Для этого была построена контекстная диаграмма ЕСЭ (Рисунок 1).

Исходя из общей структуры системы, а также входящих и выходящих данных построим контекстную диаграмму для отображения взаимодействия модулей внутри ЕСЭ (Рисунок 2)

Таким образом в рамках системы были выделены следующие модули.:

Модуль обработки заявок. Один из основных модулей системы. В рамках этого модуля формируется список заявок пользователей, происходит распределение заявок на специалистов и предоставляется решение по заявкам.

Модуль мониторинга задач. Второй основной модуль. Он отвечает за мониторинг созданных на стороне сопровождения задач. В списке задач отображаются только те задачи, которые были созданы на основе заявок.

Модуль аналитической отчетности. Предназначен для мониторинга текущего состояния очереди заявок и координировать работу команды сопровождения. В модуле предполагается наличие как уже готовых шаблонов отчетов, так и создание пользовательских отчетов.

База знаний. Содержит в себе справочную информацию по всем модулям системы, а также уже встречающиеся проблемы с их решением. Направлено на сокращений времени обработки каждого из обращения

Хранилище. Хранение архивных заявок.
По итогам апробации предложенной модели были получены следующие результаты:
— время ожидания задачи в очереди сократилось на 50%;

— время для типовых операция по заявке сократилось на 75%;
— время для составления отчетности сократилось на 80%.

Литература:

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207—2010. Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств
2. Интеграция программного обеспечения. Описание процесса от бизнес консультанта [Электронный ресурс]/Хабрахабр — URL <https://habrahabr.ru/company/trinion/blog/245615/> (дата обращения 10.03.2018)

Исследования концентрации двуокиси азота от передвижных источников в городской среде

Котов Виталий Валерьевич, студент магистратуры;
Литвинова Наталья Анатольевна, кандидат технических наук, доцент
Тюменский индустриальный университет

В данной работе исследуется закономерность изменения концентраций диоксида азота в наружном воздухе от передвижных источников на территории юга Западной Сибири. Представлены выводы о проектировании системы вентиляции зданий.

Ключевые слова: автотранспорт, загрязнение воздуха, концентрация, диоксид азота.

Studies of nitrogen dioxide concentration from mobile sources in the urban environment

In this paper we study the regularity of changes in the concentrations of nitrogen dioxide in the outside air from mobile sources in the South of Western Siberia. Conclusions about the design of the ventilation system of buildings are presented

Keywords: motor transport, air pollution, concentration, nitrogen dioxide.

Закономерность изменения концентраций загрязнителей в наружном воздухе по мере удаления от поверхности земли от передвижных источников на территории юга Западной Сибири изучена недостаточно и натурными исследованиями не проверялась.

В связи с этим было решено провести натурные исследования качества наружного воздуха от передвижных источников воздействия по высоте жилых зданий в местах возможных воздухозаборов (выше 2 м). Это позволило понять, какое количество оксида азота может поступать в помещения с приточным воздухом [1,2]

Для исследования закономерностей изменения концентрации NO_2 перед фасадом зданий по высоте от передвижных источников, выбраны девятиэтажные жилые здания (фронтальная застройка) по ул. Республики вдоль основной транспортной магистрали города с интенсивностью свыше 2000—2500 авт./час; рядом с перекрестками с интенсивностью от 1000—2000 авт./час (Республики — М. Тореза); от 600—

1000 авт./час (Волгоградская — Мира); до 500—600 авт./час (Свердлова — Даудельная). Расстояние от магистралей до жилых зданий равнялось 45—50 м.

Величина концентрации NO_2 в наружном воздухе измерялась по высоте жилых зданий. Точки отбора проб воздуха по высоте здания располагались:

1. на высоте 1,5 метра, в зоне дыхания людей;
2. в середине здания на высоте: 7,5 м — для пятиэтажного здания; 15 м — для десятиэтажного;
3. на уровне последнего этажа (15 м — для пятиэтажного здания, 30 м — для девятиэтажного и 33 м — десятиэтажного);
4. перед и за жилым зданием (с наветренной и подветренной сторон) [3].

В качестве рабочих приборов были выбраны газоанализаторы testo-340.

Величина концентрации диоксида азота в наружном воздухе по высоте жилых зданий находится в зависи-

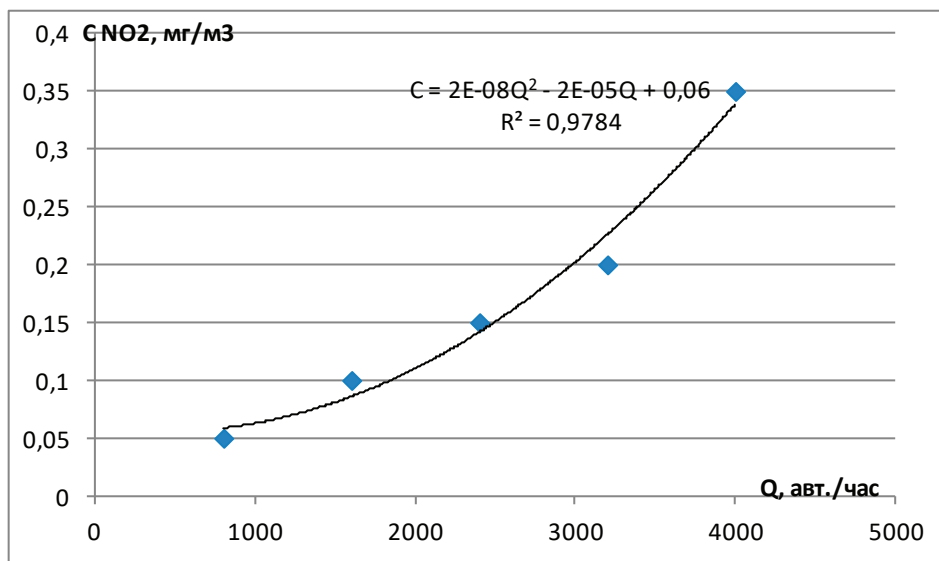


Рис. 1. Концентрация окиси азота от интенсивности движения автомобилей

мости от погодных условий: скорости и направление ветра, а также от расстояния от магистрали (от 35 до 50 м).

На рис. 1 представлена эмпирическая зависимость концентрации диоксида азота от интенсивности движения автотранспорта. При интенсивности свыше 2000 авт./час отмечены значительные превышения в 2–3 раза от нормативного значения.

На концентрацию диоксид азота большое влияние оказывают погодные условия. При слабом ветре от 1 до 2 м/с в наружном воздухе происходит скопление выбрасыва-

емых газов от передвижных источников, концентрация NO₂ превышает на уровне первого этажа 6ПДК_{сс} на расстоянии 30 м от магистрали, но с увеличением скорости ветра концентрации диоксида азота над жилой застройкой уменьшаются (рисунок 1), на уровне первого этажа составляют 2,3ПДК_{сс}.

Представлены зависимости величины концентрации NO₂ от высоты девятиэтажного здания рядом с перекрестком с интенсивностью свыше 2000 авт./час (рис. 2).

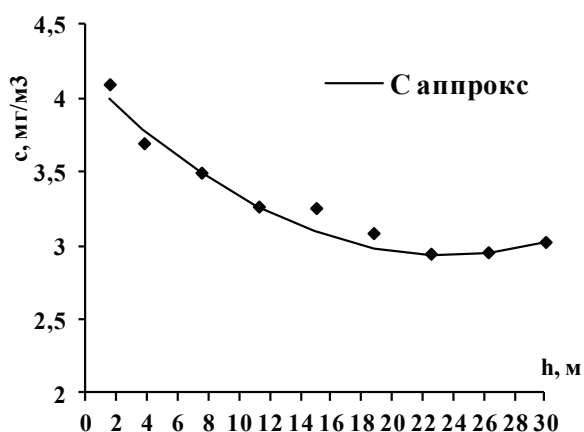


Рис. 2. Зависимость концентрации диоксида азота от высоты от поверхности земли

По графикам видно, что концентрация NO₂ от передвижных источников по высоте уменьшается. Самые высокие концентрации отмечаются со стороны наветренного фасада на уровне 1 и 2 этажа: 4ПДК_{сс}, со стороны подветренного — 3ПДК_{сс}.

Таким образом, натурные исследования показали, что самые высокие концентрации от неорганизованных источ-

ников загрязнения отмечаются на уровне 1 и 2 этажа и выше в зависимости от интенсивности транспортной магистрали. С высотой загрязнение от автотранспорта уменьшается.

Это важно на первой стадии проектирования системы вентиляции зданий, так как полученные зависимости предсказывают уровень загрязненности по всей высоте здания (выше 2 м).

Литература:

1. Сидоренко, В. Ф. О расчете концентраций окиси углерода в воздухе автомагистралей и прилегающей жилой застройке / В. Ф. Сидоренко, Ю. Г. Фельдман // Гигиена и санитария. — 1974. — № 1. — С. 7.
2. Уорк, И. Загрязнение воздуха: Источники и контроль / И. Уорк, С. Уорнер. — М: Мир, 1980. — 539 с.
3. СанПиН 2.1.6.0132–01. Гигиенические требования к атмосферному воздуху населенных мест. — Введ. 2001–10–01. — М.: Издательство стандартов, 2002. — 16 с.

Моделирование процессов создания и эксплуатации объекта морской техники класса «устройства очистки технологических выбросов в атмосферу»

Кутузова Екатерина Игоревна, студент;
Рахметова Акжаркын Ерболатовна, студент;
Биекенова Алтынай Салауатовна, студент
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

Modeling of the processes of creation and operation of the facility for marine engineering class «devices for treating industrial process emissions»

Kutuzova Ekaterina Igorevna, student;
Rakhmetova Akzharkyn Erbolatovna, student;
Biekenova Altynai Salauatovna, student
St. Petersburg State Marine Technical University

Объектом исследования данной работы является устройство очистки технологических выбросов в атмосферу.

Цель данной работы — моделирование процессов создания и эксплуатации объекта морской техники устройств очистки технологических выбросов в атмосферу — электрический пылеуловитель в части комплексного планирования и обоснования выбора экспериментальных средств проведения исследований по созданию и эксплуатации объекта морской техники.

Прогнозирование сроков и качества поэтапного выполнения исследований по моделированию процессов создания и эксплуатации ОМТ устройств очистки технологических выбросов в атмосферу — электрический пылеуловитель с использованием программного комплекса «Microsoft Project» показали возможность решения поставленных исследовательских задач в назначенные сроки и с ожидаемым высоким (достаточным) качеством.

Для разработки модели оценки конкурентной способности и перспективности развития устройств очистки технологических выбросов в атмосферу — электрический пылеуловитель на основе метода SWOT-анализа обоснован альтернативный ряд конкурентных вариантов ОМТ устройств очистки технологических выбросов в атмосферу — электрический пылеуловитель, которыми следует считать:

- Сухой пылеуловитель;
- Мокрый пылеуловитель.

В ходе числового моделирования с использованием программного комплекса (ПК) «MPRIORITY», на основе разработанной системы критериев и показателей качества (характеристик) устройств очистки технологических выбросов в атмосферу, анализ полученных результатов, прежде всего, говорит о существенном преимуществе электрического пылеуловителя в сравнении с мокрым пылеуловителем.

SWOT-анализ — метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды объекта анализа и разделении их на четыре категории:

1. Strengths (сильные стороны),
2. Weaknesses (слабые стороны),
3. Opportunities (возможности),
4. Threats (угрозы).

Сильные (S) и слабые (W) стороны являются факторами внутренней среды объекта анализа, (то есть тем, на что сам объект способен повлиять); возможности (O) и угрозы (T) являются факторами внешней среды (то есть тем, что может повлиять на объект извне и при этом не контролируется объектом).

На основе технологии SWOT-анализа выполняется квалитетический анализ свойств следующих альтернативных к устройствам очистки, результаты которого приведены в соответствующих таблицах:

- Электрический пылеуловитель (таблица 1);
- Сухой пылеуловитель (таблица 2);
- Мокрый пылеуловитель (таблица 3).

Таблица 1. SWOT-анализ электрического пылеуловителя

S. Преимущества объекта	W. Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> — возможность работы при высоких температурах до 425 °С; — работа установки в среде перенасыщенной влагой; — возможность работы электрофильтра в агрессивных средах; — возможность продолжительной работы установки за пределами технологических параметров, предусмотренными картой эксплуатации; — низкое гидравлическое сопротивление установки ~200 Па; — низкие эксплуатационные расходы; — простота в обслуживании; — высокая надежность узлов и механизмов. 	высокая чувствительность процесса электрической очистки газов к отклонениям от заданного технологического режима
O. Перспективы развития	T. Угрозы развития
	Не выявлено

Таблица 2. SWOT-анализ сухого пылеуловителя

S. Преимущества объекта	W. Слабые стороны
<ol style="list-style-type: none"> 1. простота конструкции 2. безотказность работы при обычных и высоких температурах и давлении 3. возможность улавливания абразивных материалов; 4. постоянство гидравлического сопротивление аппаратов; 5. возможность извлечения из газов чистые продукты пыли в сухом виде и жидкости в неразбавленном состоянии. 	1. невысокая эффективность улавливания пыли (60..80%), в связи с чем они часто выполняют роль аппаратов предварительной очистки газов
O. Перспективы развития	T. Угрозы развития
	Не выявлено

Таблица 3. SWOT-анализ мокрого пылеуловителя

S. Преимущества объекта	W. Слабые стороны
<ol style="list-style-type: none"> 1. простота конструкции и сравнительно невысокая стоимость; 2. более высокая эффективность по сравнению с сухими механическими пылеуловителями инерционного типа; 3. возможность использования при высокой температуре и повышенной влажности газов; 4. работы на взрывоопасных газах; 5. улавливание вместе с взвешенными твердыми частицами паров и газообразных компонентов. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. значительные затраты энергии при высоких степенях очистки; 2. получение уловленного продукта в виде шлама, что часто затрудняет и удорожает его последующее использование; 3. необходимость организации оборотного цикла водоснабжения (отстойники, перекачивающие насосы и т.п.; 4. образование отложений в оборудовании и газопроводах; 5. коррозионный износ оборудования и газопроводов при очистке газов, содержащих агрессивные компоненты.
O. Перспективы развития	T. Угрозы развития
	Не выявлено

Для разработки модели оценки конкурентной способности и перспективности развития ОМТ класса «Устройства очистки технологических выбросов в атмосферу — электрический пылеуловитель» на основе метода QSWOT-анализа обоснован альтернативный ряд конкурентных вариантов ОМТ заданного класса, которыми следует считать:

- Сухой пылеуловитель;
 - Мокрый пылеуловитель;
2. Были выделены основные фирмы-производители ОМТ заданного класса, среди которых:

- Halyard
 - Muvor
 - F.LLI Razeto & Casareto
3. Анализ показал, что основными сильными сторонами производителей ОМТ класса «Устройства очистки технологических выбросов в атмосферу» являются освоение новых технологий и освоение новых сегментов рынка. А основными угрозами для всех производителей является высокая конкуренция и экономическая нестабильность.

Литература:

1. Алексеев А. В. Моделирование процессов создания и эксплуатации морской техники (МПСЭ МТ). Курс лекций. Спб. — 2017. — 16 С.
2. Электрический пылеуловитель. [Электронный ресурс]. URL: http://studbooks.net/1701701/tovarovedenie/elektricheskie_pyleuloviteli (10.03.2018).
3. Сухой пылеуловитель. [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.su/10_160267_ochistka-gazov-v-suhih-mehanichestkih-pileulovityah.html (14.03.2018).
4. Мокрый пылеуловитель. [Электронный ресурс]. URL: <https://leksi.org/8-107629.html> (14.03.2018).

Energy Efficiency in Architecture

Miao Qiangqiang, Student

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

When considering the global population increase by another 2 billion by 2050 and with 70% of the world's population living in cities, there will be an unprecedented demand for energy across the planet. The opportunity for architects and concerned parties to create buildings which reduce energy consumption has never been more apparent. But can energy efficiency be achieved based on the architectural intent only? One of the key challenges for architects is working in any way that is inclusive to others so that energy performance can be achieved. Once they overcome this challenge, it's possible to look at the needs to be achieved in terms of design and energy performance, and then endeavor to make it happen. Energy-saving buildings are good attempts in this field, involving the importance of social, cultural and economic. The structural elements of the building (foundation, wall, roof, openings) are of special concern in this paper, with respect to climate.

Keywords: energy efficient, building structure, architectural design, global warming

Энергоэффективность в архитектуре

Мяо Цянцян, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Потребность в использовании энергии увеличилась во много раз как при эксплуатации зданий, так и в инфраструктуре.

Энергоэффективность зданий может быть достигнута путем использования изоляционных материалов, улучшения строительной техники и модификации методологии строительства. Для создания энергоэффективных и устойчивых объектов в будущем, необходимо снизить потребность зданий в энергии без ущерба для комфортности проживания и производимых услуг. Чтобы внедрить энергоэффективный проект в коммерческих, жилых и промышленных зданиях, нужно изменить их архитектуру, дизайн и планировку.

Наблюдение и эксперимент проводились для четырех существующих зданий и основывались на используемых строительных материалах, типе конструкции, архитектурных методах, а также учитывали непосредственное назначение объектов. В этой статье объясняются элементы дизайна для энергоэффективности.

Ключевые слова: энергоэффективность, структура здания, архитектурный дизайн, глобальное потепление

Introduction: We live in such busy times that facing a problem, we don't stop to think whether someone may have already solved it before us. And so when we are asked to design a building which reduces energy loss to a minimum we quickly reach for a 19th century handbook, while the problem may have already been solved way back in the 10th century{1}.

It has taken us a while, but we have finally realized at the cost of the air we breathe that in recent decades, architecture has been far from adaptation to the environment in its urge for standardization. It is not possible to use the same type of building everywhere in the world and expect it to be efficient and sustainable, and yet that is precisely what we have been doing for the last 100 years.

Perhaps we should stop for a moment, look back at traditional architecture, and ask ourselves why no climate control devices were necessary back then. Or we could perhaps even name it bioclimatic architecture to make it look more attractive.

Buildings, as they are designed and used today, contribute to serious environmental problems because of excessive consumption of energy and other natural resources. The close connection between energy use in buildings and environmental damage is because energy intensive solutions aimed at constructing a building and meet its demands for heating, cooling, ventilation & lighting cause severe depletion of invaluable environmental resources. However, buildings can be designed to meet residents' need for heat and visual comfort at reduced energy and resources consumption. Energy efficiency in new constructions can be effected by adopting an integrated approach to building design. The primary steps in this approach would be to{2}:

- Incorporate passive solar techniques in a building design to minimize load on conventional systems (heating, cooling, ventilation and lighting). Passive systems provide heat and visual comfort by using natural energy sources and sinks, e.g. solar radiation, outside air, sky, wet surfaces, vegetation, internal gains etc. Energy flows in these systems are provided by natural means such as radiation, conduction, convection with minimal or no use of mechanical means. Passive solar systems thus, vary depending on the climate, e.g. in a cold climate an architects aim would be to design a building in such a way as to maximize solar gains, but in a hot climate the primary aim would be to reduce solar gains, maximize natural ventilation, and so on.

- Design energy-efficient lighting and HVAC (heating, ventilation and air-conditioning) systems. Once the passive solar architectural concepts are applied to the design, the load on conventional systems (HVAC and lighting) reduces. Further, energy conservation is possible by rational design of the artificial lighting and HVAC system using energy efficient equipment, controls and operation strategies.

- Use renewable energy systems (solar photovoltaic systems/solar water heating systems) to support a part of building load. The load on the earth's nonrenewable resources can be alleviated by the expedient use of earth's renewable resources i.e. solar energy. Using solar energy to meet electrical needs of a building can further reduce consumption of conventional forms of energy.

- Use low energy materials and methods of construction and reduce transportation energy. An architect should also aim at efficient structural design, reduce the use of high-energy building material (glass, steel etc.) and transportation energy, and use low-energy buildings materials.

Thus, in brief, an energy efficient building balances all aspects of energy use in a building: lighting, air conditioning and ventilation, by providing an optimized mix of passive solar design strategies, energy-efficient equipment and renewable sources of energy. The use of materials with low embodied energy also provides a major component in energy-efficient building design.

bodied energy also provides a major component in energy-efficient building design.

Design elements:

- (a) landscaping
- (b) the ratio of built area to open spaces
- (c) location of water bodies
- (d) orientation
- (e) platform
- (f) building envelope and fenestration.

However, in extreme climatic conditions, one cannot achieve comfortable indoor conditions by these design considerations only. There are certain proven and established concepts which, if applied to a design in such climatic conditions, may largely satisfy the heat comfort criteria. These are classified as advanced passive solar techniques. The two broad categories of advanced concepts are:

1. Passive heating concepts (direct gain system, indirect gain system, sunspaces, etc.), and
2. Passive cooling concepts (evaporative cooling, ventilation, wind tower, earth-air tunnel, etc.) {3}.

Landscaping: Landscaping is an important element in altering the microclimate of a place. Proper landscaping reduces direct sun from striking and heating up building surfaces. It prevents reflected light carrying heat into a building from the ground or other surfaces. Landscaping creates different airflow patterns and can be used to direct or divert the wind advantageously by causing a pressure difference. Additionally, the shade created by trees and the effect of grass and shrubs reduce air temperatures adjoining the building and provide evaporative cooling. Properly designed roof gardens help to reduce heat loads in a building.

Building shape / surface-to-volume ratio: The volume of space inside a building to be heated or cooled and its relationship with the area of the envelope enclosing the volume affects the thermal performance of the building. This parameter, known as the S/V (surface-to-volume) ratio, is determined by the building shape. For any given building volume, the more compact the shape, the less wasteful it is in gaining/losing heat. Hence, in hot, dry, regions and cold climates, buildings have compact shape with a low S/V ratio to reduce heat gain and losses respectively. The building shape also determines the airflow pattern around the building, directly affecting its ventilation. The depth of a building also determines the requirements for artificial lighting — the more the depth, the higher the need for artificial lighting.

Location of water bodies: Water is a very good modifier of microclimate. It takes up a large amount of heat in evaporation and causes significant cooling especially in a hot and dry climate. On the other hand, in humid climates, water should be avoided as it facilitates to more humidity. Water has been used very effectively as a modifier of microclimate in the WALMI building complex at Bhopal {4}.

Orientation: Building orientation is a significant design consideration, mainly with regard to solar radiation and wind. In predominantly cold regions, buildings should be ori-

ented to maximize solar gain; the opposite is advisable for hot regions. In regions where seasonal changes are very pronounced, both may be the case periodically. For a cold climate, an orientation slightly east of south is favored (especially 15° east of south), as this exposes the structure to more morning than afternoon sun and enables the house to begin to heat during the day.

Building envelope and fenestration: The building envelope and its components are key determinants of the amount of heat gain and loss, and wind that enters inside. The primary elements affecting the performance of the building envelope are

- (a) Materials and construction techniques
- (b) Roof
- (c) Walls
- (d) Fenestration and shading
- (e) Finishing

Energy efficient buildings: environmental impact can be minimized with energy efficient buildings that reduce greenhouse gas emissions and are environmentally sound while selecting the materials and waste management. In addition, these energy efficient buildings contribute to a better indoor and outdoor air quality leading to healthy environment. Further, efficient buildings can improve the quality of life of millions of people because they provide better comfort and proper ventilation. Energy efficiency can expand the existing electricity resources further by providing better energy access, reliability and safety in remote areas.

References:

1. Edwards, B., Sibley, M., Hakmi, M., Land, P.: Courtyard Housing. Past, Present and Future. Abingdon: Taylor & Francis, 2006
2. Schramm, H.: Low Rise-High Density, Horizontale Verdichtungsformen im Wohnbau. Wien: Springer, 2005.
3. www.extreme-weather-impacts.net/twi/ Wehage, P., Pahl-Weber, E.: Architectural Studies in: Pahl-Weber, E., Seelig, S., Ohlenburg, H.: The Shahre Javan Community Detailed Plan — Planning for Climate Responsive and Sustainable Iranian Urban Quarter. Berlin: Young Cities Research Paper Series, Vol. 3, 2012.
4. Roaf, S.; Crichton, D.; Nicol, F. Adapting Buildings and Cities for Climate Change; Architectural Press: Oxford, UK, 2009.

Sustainable development offers us the triple benefits of social equity, environmental protection and economic progress today and the generations to come. Building efficiency is vital for sustainable development as it aligns economic, social and environmental objectives by increasing energy productivity, greening urbanization, water and materials efficiency, mitigating greenhouse gas emissions, and improving the building quality. Energy efficient buildings help in achieving sustainable development goals through the cooperation of industries and governments{5}. By adopting policies prioritizing life-cycle and performance metrics and engaging in more integrated planning processes, design and construction of buildings can contribute to national and urban sustainability goals.

Conclusions: Energy efficiency is the wave of the future. The world is quickly moving towards energy sustainability. At the same time, the mankind is trying to re-establish the connection it once had with nature. An energy efficient home is a personal step toward renewable energy, environmental protection, and sustainable living. Having such a home helps homeowners reduce their bills and provides an excellent investment. Furthermore, energy efficiency means healthier and more comfortable living in line with nature.

Building or upgrading to an energy efficient home requires an initial investment that is higher than the cost of a traditionally constructed building. However, there are government grants and incentives that can help to get you started and offset some of the cost. After living in your energy efficient home for a few years, your upfront investment will pay for itself.

Фрезерный станок с ЧПУ на основе открытого программного обеспечения

Назаров Артем Алексеевич, студент магистратуры

Мытищинский филиал Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана

Ключевые слова: фрезерный станок, фиксированный портал, числовое программное управление, CNC, станок, GPL

1. Введение

Целью данного проекта является создание трехосевого фрезерного станка с ЧПУ (Числовым Программным Управлением) на основе свободного программного обе-

спечения и с минимальными финансовыми затратами. При этом станок должен иметь возможность обрабатывать пластик, текстолит, оргстекло, мягкие и твердые породы дерева, цветные металлы, иметь рабочую область 800x400x300 мм и точность не менее 0.05 мм.

Числовое программное управление (сокр. ЧПУ; англ. computer numerical control, сокр. CNC) — компьютеризованная система управления, управляющая приводами технологического оборудования, включая станочную оснастку.

Управляющая система считывает инструкции специализированного языка программирования (например, G-кода), которые затем интерпретатором системы ЧПУ переводятся из входного языка в команды управления главным приводом, приводами подач, контроллерами управления узлов станка (например, включить/выключить подачу охлаждающей эмульсии).

Разработка управляющих программ в настоящее время выполняется с использованием специальных модулей для систем автоматизированного проектирования (САПР) или отдельных систем автоматизированного программирования (САМ), которые по электронной модели генерируют программу обработки [1].

2. Конструктивное решение

Существует два самых распространенных (среди бюджетных) варианта исполнения: с подвижным порталом и с фиксированным порталом. Рассмотрим их достоинства и недостатки:

Вариант с фиксированным порталом:

- Позволяет значительно упростить конструкцию и уменьшить количество подвижных частей, что придает станку дополнительную жесткость и, соответственно, точность.

- Простота обслуживания.

- В данном варианте используется подвижный стол, что уменьшает рабочую область оси Y на 30–40%.

Вариант с подвижным порталом:

- Позволяет получить максимальную рабочую область.

- В данном варианте подвижный портал является осью Y, на котором также установлены оси X и Z. Это означает, что шаговый двигатель оси Y должен перемещать всю оснастку станка, а не только стол, как в первом варианте. Для того, чтобы перемещать такую массу, требуется либо более мощный, либо дополнительный двигатель.

- Большое количество подвижных частей и большая нагрузка на них.

Учитывая вышесказанное, я выбрал вариант с фиксированным порталом, так как он более дешевый и удобный.

3. Программное обеспечение

В качестве САПР был выбран проект FreeCAD. Основные особенности FreeCAD:

- Полная параметрическая модель. Все объекты FreeCAD являются параметрическими, что означает, что их форма может быть основана на свойствах или зависеть от других объектов, все изменения пересчитываются

по требованию и записываются стеком отмены/повтора. Имеется возможность добавления новых типов объектов и их программирования в Python.

- Модульная архитектура, позволяющая использовать плагины (модули) для добавления новых функций в основное приложение.

- Импорт / экспорт в стандартные форматы, такие как STEP, IGES, OBJ, STL, DXF, SVG, STL, DAE, IFC или OFF, NASTRAN, VRML в дополнение к собственному файловому формату FCSTD.

- Встроенный модуль Path, предназначенный для механической обработки, такой как фрезерование (САМ), и способный генерировать, отображать и настраивать G-код [3].

В качестве интерпретатора G-кода и системы управления станком выступает LinuxCNC.

LinuxCNC (Enhanced Machine Control) — это программная система для компьютерного управления машинами, такими как фрезерные станки, токарные станки, роботы, а также другими ЧПУ-машинами с поддержкой до 9 осей. Система работает в ОС Linux с использованием расширений реального времени. LinuxCNC — бесплатное программное обеспечение с открытым исходным кодом. Текущие версии LinuxCNC полностью лицензированы по лицензии GNU General Public License и Lesser GNU General Public License (GPL и LGPL).

LinuxCNC обеспечивает:

- графический пользовательский интерфейс (на самом деле несколько интерфейсов на выбор);

- интерпретатор для G-кода (язык программирования станка RS-274);

- систему планирования движения в реальном времени с перспективой;

- функционирование низкоуровневой машинной электроники, такой как датчики и двигатели;

- простой в использовании макет для быстрого создания уникальной конфигурации для конкретной машины [2].

4. Рама

В качестве материала для создания рамы была выбрана стальная труба квадратного сечения ГОСТ 8645–68 [4] размером 60x60x3 мм и 60x60x5 мм. Конструкция сварная и для удобства транспортировки и обслуживания разделена на две части: основание и портал. Части соединяются между собой болтами. Согласно расчетам, величина прогиба этой рамы при нагрузке в 15 кгс не превышает 0,03 мм.

5. Электроника

Шаговыми двигателями управляют специальные драйверы, которые через плату коммутации получают сигнал от LinuxCNC. Сигнал представляет из себя короткие импульсы, каждый из которых означает поворот вала дви-

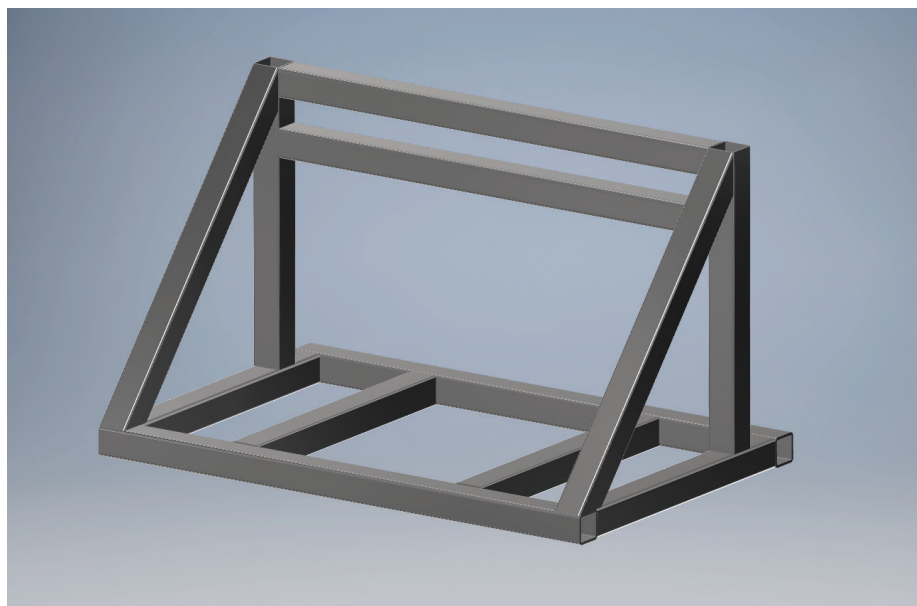


Рис 1. 3D-модель рамы

Список и стоимость компонентов:

Наименование	Количество	Цена за шт.	Цена
Труба стальная ГОСТ 8645–68 60x60x3	6	255	1530
Труба стальная ГОСТ 8645–68 60x60x5	6	410	2460
Плита алюминиевая Д16Т 20мм	35	350	12250
Итого			16240

гателя на один шаг. Контроллер также позволяет делить стандартный шаг двигателя ($1,8^\circ$) на микрошаги, что позволяет добиться большей плавности и точности. Используемый в данном проекте драйвер позволяет делить шаг до $1/256$, то есть один шаг контроллера — это $0,00703^\circ$ по-

ворота вала, что эквивалентно перемещению оси станка на $0,000141$ мм.

Вся используемая электроника и компоненты — китайского производства по причине приемлемого качества и низкой цены.

Список и стоимость используемых компонентов:

Наименование	Количество	Цена за шт.	Цена
Шаговый двигатель 86HS118–6004 85 кг*см	3	4200	12600
Драйвер шаговых двигателей DM860D2.4–7.2 A	3	3950	11850
Плата коммутации ST-V3	1	1100	1100
Рельсовая направляющая TBR20 20 мм	4	2300	9200
Опорный модуль подшипниковый TBR20UU	8	300	2400
Опорный модуль подшипниковый TBR20LUU	2	1340	2680
Винт ШВП SFU1605 16x5 мм	2	1300	2600
Муфта D30L35–12–14	3	340	1020
Подшипниковая опора BK12 12 мм	3	1000	3000
Подшипниковая опора BF12 12 мм	3	500	1500
Прямая шлифмашина Kress 1050FME	1	14000	14000
Итого			61950

6. Заключение

В данном проекте удалось создать фрезерный станок с ЧПУ, соответствующий заявленным требованиям. При этом, в сравнении с аналогичными коммерческими систе-

мами, его стоимость меньше на 40–60%, поскольку не требует затрат на программное обеспечение. Также имеется возможность установки дополнительных модулей для расширения функционала станка, например: лазерный модуль, модуль 3D-принтера, плазменный резак.

Литература:

1. Числовое программное управление // Wikipedia — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Числовое_программное_управление (дата обращения: 29.05.2018).
2. About LinuxCNC // LinuxCNC Documentation — URL: <http://linuxcnc.org/docs/2.7/html/getting-started/about-linuxcnc.html> (дата обращения: 29.05.2018).
3. FreeCAD feature list // FreeCAD wiki — URL: <https://www.freecadweb.org/wiki/> (дата обращения: 29.05.2018).
4. ГОСТ 8645–68 — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004294> (дата обращения: 29.05.2018).

Разработка Simulink-модели АЦП поразрядного взвешивания

Новиков Анатолий Викторович, кандидат технических наук, доцент;

Азизов Ардамехр Азизхонович, студент магистратуры

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Настоящая статья посвящена реализации одного из основных методов аналого-цифрового преобразования — метода поразрядного взвешивания. Разработана программная модель такого аналого-цифрового преобразователя в среде моделирования Matlab пакета расширения Simulink. Область применения разработанной модели — электронное образование с использованием вычислительной техники.

Ключевые слова: аналого-цифровое преобразование, электронные образовательные системы, компьютерное моделирование систем и устройств.

В настоящей статье представлен результат реализации аналого-цифрового преобразователя (АЦП) поразрядного взвешивания. Такие преобразователи являются базовыми при конструировании более сложных АЦП и находят широкое применение, поскольку системы управления ориентированы на передачу информации от источников (датчиков, измерительных преобразователей и т.д.) к получателям (исполнительным механизмам, регистраторам и т.д.) разной природы.

В качестве прототипа были использованы схемы из [1] и [2]. К методическим недостаткам при составлении описания к схемам прототипов можно указать недостаточно подробную схему формирующего регистра (Register на рис. 1).

В данной работе реализована Simulink-модель АЦП поразрядного взвешивания с подробной разверткой всех подсистем: в первую очередь, формирующего регистра и далее кольцевого регистра, делителя частоты на два и вспомогательного ЦАП.

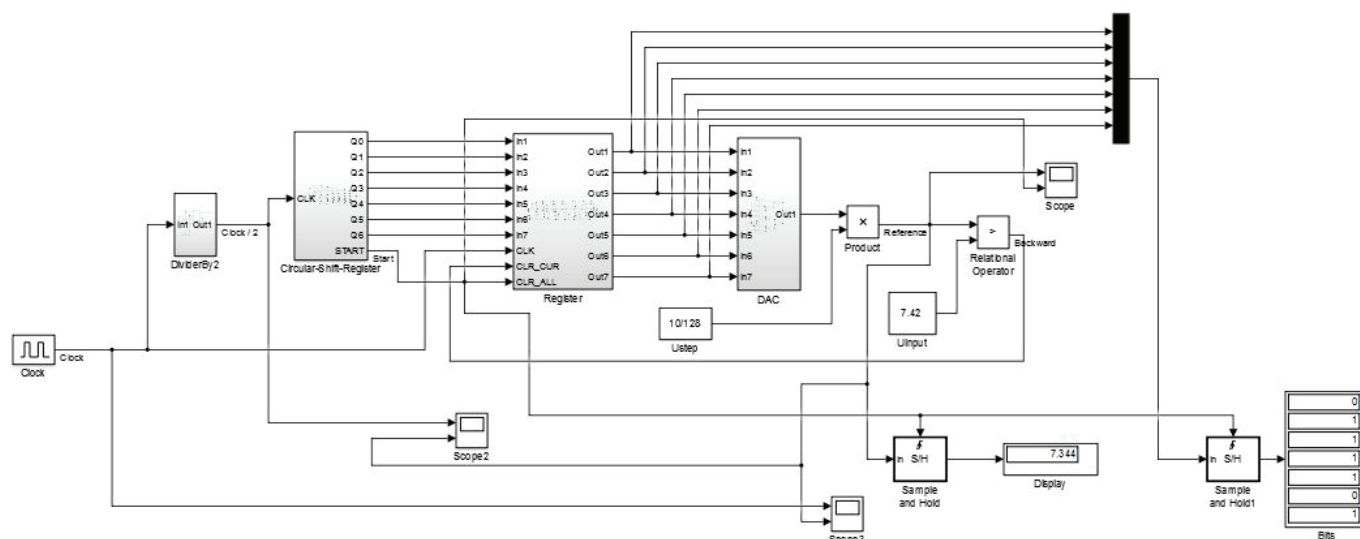


Рис. 1. Simulink-модель аналого-цифрового преобразователя поразрядного взвешивания

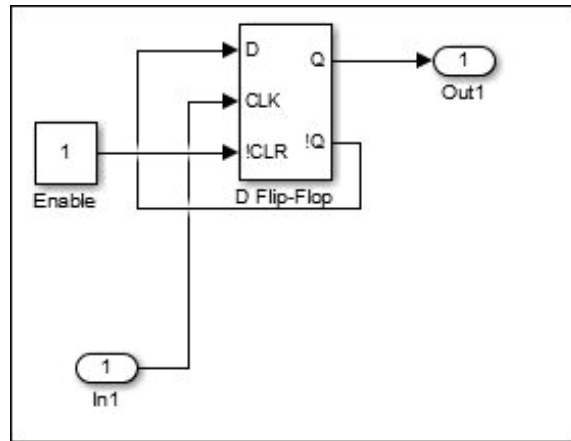


Рис. 2. Общеизвестная схема делителя частоты на два (DividerBy2 на рис. 1)

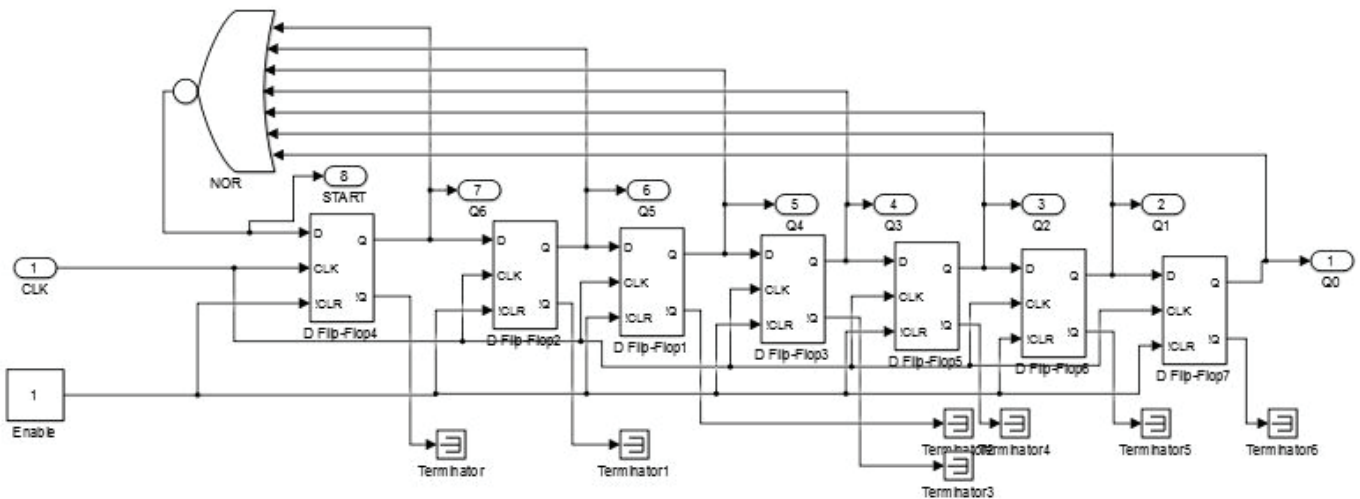


Рис. 3. Общеизвестная схема кольцевого регистра (Circular-Shift Register на рис. 1), построенная на D-триггерах

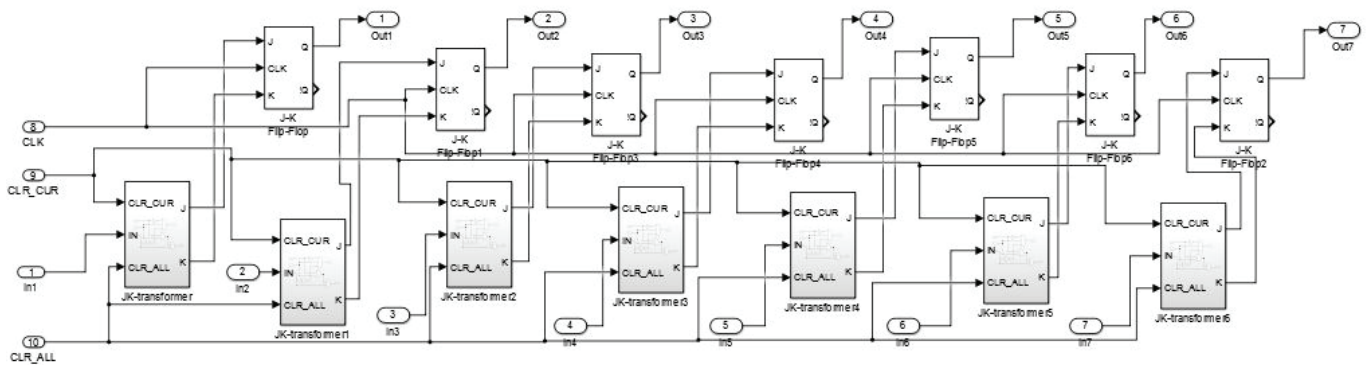


Рис. 4. Спроектированная авторами схема регистра, формирующего код согласно логике поразрядного взвешивания (Register на рис. 1)

Вход CLR_CUR предназначен для сброса в ноль текущего выхода формирующего регистра. При подаче на этот вход логической единицы на выходе J формируется логический ноль, а выход K при этом будет совпадать с входом IN. Согласно логике работы JK-триггеров такая комбинация JK-входов соответствует выходу триггера либо ноль (если $K=1$), либо предыдущему значению (если $K=0$). Таким образом, регистр либо сбрасывает текущее значение в ноль (если до сброса там была единица, т.е. $K=IN=1$), либо оставляет его неизменным (если до сброса там был ноль, т.е. $K=IN=0$).

Вход CLR_ALL предназначен для безусловного сброса всех выходов регистра.

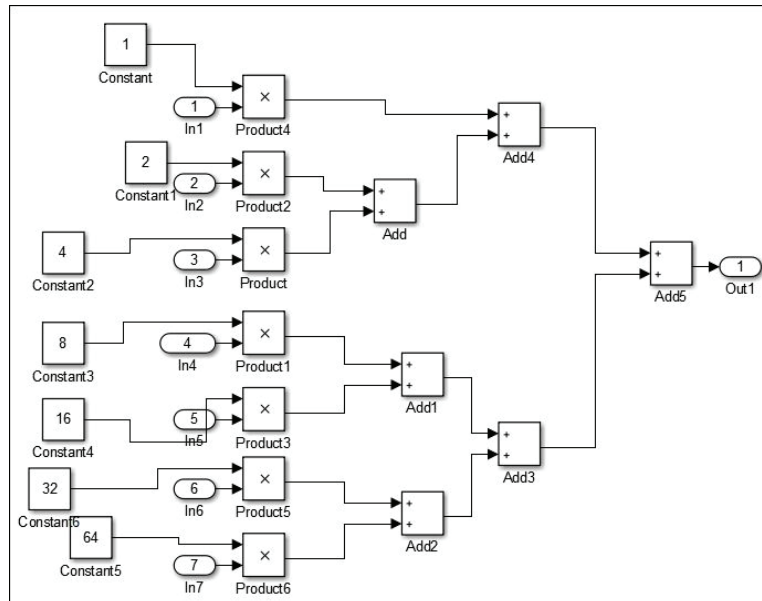


Рис. 5. Схема вспомогательного цифро-аналогового преобразователя (DAC на рис. 1)

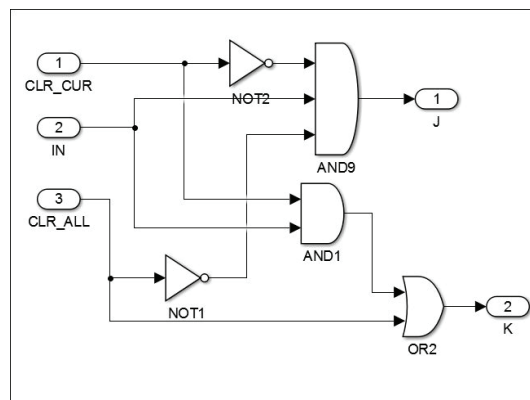


Рис. 6. Спроектированная авторами схема формирователя JK сигналов (JK-transformer, рис. 1) для JK-триггеров схемы управления формирующего регистра

На вход IN поступает текущий бит с выхода кольцевого регистра.



Рис. 7. Пример осциллограммы с выхода формирователя опорного напряжения (Reference на рис. 1), соответствующей двум циклам преобразования, а также импульса Start.

Передний фронт импульсов Start определяет момент выборки сформированного битового кода (Sample-and-Hold на рис. 1). Одновременно логический уровень 1 импульсов Start разрешает сброс формирующего регистра по заднему фронту тактовых импульсов (рис. 9, Clock).

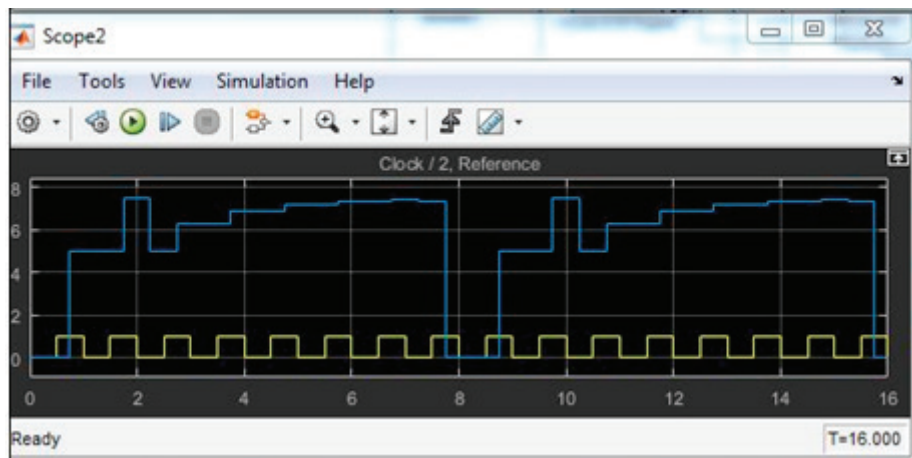


Рис. 8. Пример осциллограммы с выхода формирователя опорного напряжения (Reference на рис. 1), соответствующей двум циклам преобразования, а также импульса Clock/2.

Импульс Clock/2 соответствует тактовым импульсам Clock с частотой, поделенной на два делителем частоты (рис. 2).

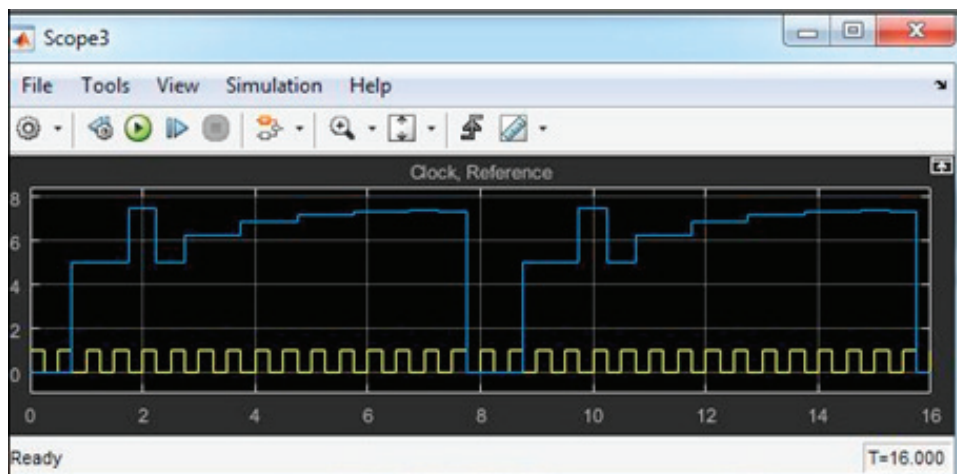


Рис. 9. Пример осциллограммы с выхода формирователя опорного напряжения (Reference на рис. 1), соответствующей двум циклам преобразования, а также тактовых импульсов Clock.

Из рис. 9 видно, что сброс формирующего регистра происходит по заднему фронту тактовых импульсов.

Результаты проделанной работы будут внедрены в комплект компьютерных лабораторных работ на кафедре радиотехнических систем ТУСУРа (г. Томск).

Литература:

1. Акулиничев Ю. П., Теория электрической связи: Учебно-методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы [Электронный ресурс] / Акулиничев Ю.П. — Томск: ТУСУР, 2015. — 124 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5860>.
2. Фрейман В. И. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В СОСТАВЕ ЭЛЕМЕНТОВ И УСТРОЙСТВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ // Современные наукоемкие технологии. — 2016. — № 8–2. — С. 270–274; URL: <http://top-technologies.ru/ru/article/view?id=36142> (дата обращения: 14.05.2018).

Перегрузатель асфальтобетонной смеси как способ устранения сегрегации

Семейшева Инесса Вячеславовна, студент магистратуры;
Лыткин Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент
Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (г. Омск)

В статье рассмотрено явление сегрегации, оказывающее неблагоприятное воздействие на качество покрытия. В результате экспериментальных исследований был найден эффективный способ устранения сегрегации, как фракционной, так и температурной — метод непрерывного устройства асфальтобетонного покрытия с применением перегружателей.

Ключевые слова: асфальтобетонное покрытие, капитальный ремонт, перегружатель, асфальтобетонная смесь, сегрегация, качество покрытия, гранулометрический состав.

Постановлением от 30 мая 2017 года № 658 межремонтные сроки эксплуатации автомобильных дорог федерального значения с усовершенствованным типом покрытия увеличены до 12 лет, по капитальному ремонту до 24 лет. Переход на новые межремонтные сроки будет осуществляться постепенно по мере проведения работ по усилению конструкций дорожных одежд в рамках реконструкции и капитального ремонта. Установлены новые нормативы финансовых затрат и утверждены Правила расчёта размера ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения. Это позволит обеспечить поэтапное решение задачи приведения в нормативное состояние сети автомобильных дорог по требуемой нагрузке при соблюдении увеличенных межремонтных сроков [1].

Одним из способов повышения межремонтных сроков является устранение сегрегации. Сегрегация — изменение гранулометрического состава минеральных материалов или температуры в первоначально однородной асфальтобетонной смеси из-за отдельных перемещений частиц крупного и мелкого заполнителя в процессе работы со смесью [2].

В процессе производства и укладки асфальтобетонной смеси, загрузке автосамосвалов, транспортировании и выгрузке в асфальтоукладчик происходит перераспределение фракций в объеме — фракционная сегрегация, которая приводит к появлению сегрегационных пятен (неоднородность по структуре асфальтобетонного покрытия) и в дальнейшем ведет к преждевременному локальному разрушению покрытия.

При появлении сегрегации в смеси происходит концентрация крупнозернистых фракций на одних участках покрытия, в то время как другие включают концентрацию мелкозернистых (создание неоднородной смеси по гранулометрическому составу).

Иное явление оказывающее неблагоприятное воздействие на качество покрытия — температурная сегрегация, возникающая при транспортировании асфальтобетонной смеси и выгрузке в бункер укладчика. Факторы, влияющие на величину разницы температур:

- температура смеси при загрузке автосамосвала;
- температура окружающего воздуха;
- размер кузова по отношению к количеству перевозимой смеси;
- дальность и скорость перевозки (время транспортирования);
- остывание в кузове асфальтобетонной смеси;
- время ожидания перед выгрузкой смеси в бункер укладчика.

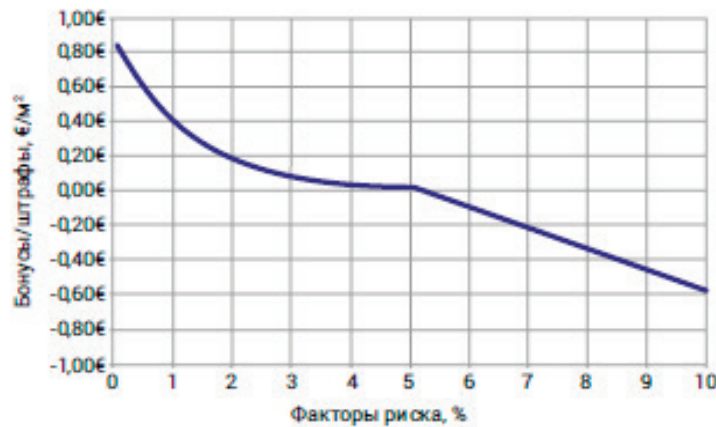
Методика непрерывного устройства асфальтобетонного покрытия с применением перегружателей возникла сравнительно недавно (примерно 30 лет назад в США). При производстве перегружателя конструкторы задались целью обеспечить высокую скорость укладки, уменьшить остановки асфальтоукладчика и исключить контакт с ним автосамосвала.

В штатах США расписаны требования по качественным показателям асфальтобетонной смеси, за превышение которых подрядчикам платят дополнительные деньги, за их снижение — взыскивают штрафы. За существенные снижения — удерживают сумму от контракта, которая идет на переделку покрытия и работы по исправлению дефектов. Также в 27 штатах запрещена укладка асфальтобетонной смеси без применения перегружателя, в некоторых штатах утвердили обязательное использование перегружателей асфальтобетонной смеси на определенных объектах. В других даже подробно описали технические характеристики используемых машин, так как не все перегружатели способны обеспечить необходимые показатели.

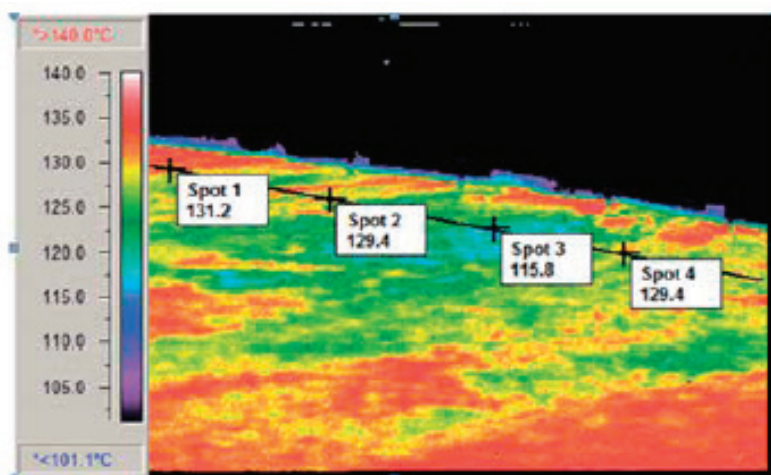
В 2005 году в Испании были испытаны перегружатели Roadtec Shuttle Buggy, доказавшие свою эффективность для устранения сегрегации, а также усталостные испытания, которые свидетельствуют о влиянии сегрегации на долговечность покрытия.

После проведения исследований Министерство Транспорта приняло решение об обязательном применении перегружателей при работе на объектах с площадью укладки более 70000 м².

Также в борьбе с сегрегацией в странах Европы далеко продвинулась Швеция. Они ввели понятие — «фактор риска», который является отношением площади свежееуложенного покрытия низкой температурой относительно общей площади укладки. Транспортной администрацией была введена система бонусов и штрафов, привязанных к этому фактору.



В 2002 года в России были проведены работы, связанные с оценкой влияния сегрегации на долговечность и качество покрытия. Было проведено исследование температуры свежееуложенного слоя с применением специальных видеокамер.



В 2013 году при строительстве автомобильной дороги А-1414 Брянск-Смоленск был выполнен анализ использования в составе отряда машин перегружателя асфальтобетонной смеси.

Результаты измерения температуры асфальтобетонной смеси в кузове автомобиля-самосвала при помощи инфракрасных пирометров

Объект	А-141 Брянск — Смоленск		А-181 «Скандинавия»	М-10 «Россия»	А-114 Вологда — Новая Ладога
	Июнь 2013 г.	Июнь 2013 г.	Июль 2013 г.	Июль 2013 г.	Июль 2013 г.
Транспортное плечо, км	120	120	20	40	15
Смесь	ЩМА-20	ЩМА-20	ЩМА-20	ЩМА-10	КРЗ
Температура воздуха, °C	26	26	23	24	23
Точка замера №1	93	91	86	104	79
Точка замера №2	86	85	99	50	89
Точка замера №3	76	88	99	87	103
Точка замера №4	94	80	104	56	74
Точка замера №5	98	110	86	107	118
Точка замера №6	99	98	106	94	122
Средняя температура, °C	91	92	95	83	98

В таблице приведены результаты измерения температуры асфальтобетонной смеси в кузове автосамосвала, которые подтверждают, что смесь подвержена сегрегации даже при малом транспортном расстоянии (15 км).

Результаты измерений температуры укладки асфальтобетонной смеси по традиционной технологии

Первое измерение температуры бровки, °С	Измерение температуры оси, °С	Второе измерение температуры бровки, °С
152	139	127
150	144	151
142	137	134
140	146	142
142	146	144
149	148	147
130	102	120
122	105	120
124	116	141
127	144	149
140	147	149
151	156	146
148	154	153
147	148	149
149	147	149
154	139	142
140	146	149
138	150	148
141	154	153

Результаты измерений температуры укладки асфальтобетонной смеси с применением перегружателя

Первое измерение температуры бровки, °С	Измерение температуры оси, °С	Второе измерение температуры бровки, °С
141	139	139
142	139	140
142	140	140
142	140	141
141	140	141
141	139	139
139	139	137
139	130	142
130	130	145
135	145	149
143	147	149
148	148	148
147	147	147
148	148	148
146	148	147
146	146	146
145	146	146
147	145	145
145	145	144

При традиционной укладке асфальтобетонной смеси разница температур в среднем достигает 22°С, при использовании перегружателя средняя величина сокращается до 2°С.

Подобные результаты получились при температурном контроле укладываемого покрытия в рамках той же программы исследований:

Трасса	Км	Температура в кузове автосамосвала	Разница температур на покрытии, устроенном с перегружателем
А-181 «Скандинавия»	110+000–128+000	95°С	не более 6°С
М-10 «Россия»	530+000–570+000	83°С	не более 3°С
А-114 Вологда — Новая Ладога	530+000–570+000	98°С	не более 2°С

На данный момент структурными подразделениями центрального аппарата Росавтодора, федеральным управлением автомобильных дорог, управлением автомобильных магистралей, межрегиональным дирекцией по строительству автомобильных дорог федерального значения, территориальным органом управления дорожным хозяйством субъектов Российской Федерации был рекомендован к применению с 06.08.2009 ОДМ 218.5.002–2009 «Методические рекомендации по устройству асфальтобетонных слоев с применением перегружателей смеси» (ОДМ 218.5.002–2009) [3].

Применение перегружателей позволяет:

- увеличить производительность по укладке дорожного покрытия, так как исключается время на разгрузку из автосамосвала в бункер укладчика, перегружатель может выгружать смесь без остановки асфальтоукладчика;
- снизить стоимость транспортирования материала, так как количество автосамосвалов снижается на 25% в связи с тем, что исключается «узкое место» — ожидание грузовика возле асфальтоукладчика, так же более эффективно используются более крупные машины.
- устранить эффект сегрегации;
- температура асфальтобетонного покрытия более стабильная, чем температура, без применения перегружателя, что значительно повышает качество дорожной одежды.
- можно добиться стабилизации температур смеси в покрытии;

Также технология существенно увеличивает межремонтный срок службы, что влечет за собой экономический эффект.

Литература:

1. Постановление Правительства от 30 мая 2017 года № 658. Об актуализации нормативов денежных затрат на содержание и ремонт автомобильных дорог федерального значения.
2. ОДМ 218.3.016–2011.
3. ОДМ 218.5.002–2009.
4. Технический документ Т-134 «Температурная сегрегация как причина разрушения асфальтового покрытия»
5. Технический документ Т-117 «Сегрегация. Причины и средства устранения»

Влияние некоторых параметров набора на насыщенность полосы

Скок Инесса Витальевна, студент;
Башмакова Анастасия Сергеевна, студент
Белорусский государственный технологический университет (г. Минск)

В настоящее время существует большой выбор носителей, с которых происходит чтение текста: бумажные издания, экран электронной книги, монитор персонального компьютера, планшеты, мобильные устройства и др. Для удобства чтения необходимо, чтобы печатные и пробельные элементы создавали нейтральный серый фон на полосе. На этот оттенок серого могут влиять различные параметры набора: гарнитура, интерлиньяж, начертание, кегль, межсловные пробелы, абзацные отступы и др.

Цель работы — оценить насыщенность полосы, оформленной различными шрифтами с изменением интерлиньяжа, начертания и кегля.

Если отвлечься от содержания текста, то он представляет собой совокупность символов и пробельных элементов, которые образуют некоторую обычно прямоугольную серую область. Она влияет на восприятие текстового блока, который имеет определенные свойства.

Например, дискретность текста означает, что он состоит из отдельных элементов — символов. Читатель воспринимает текст не по отдельным буквам, а целыми блоками (слово, словосочетание или отдельные фразы). Поэтому, когда в тексте много пробельных элементов, выделений или декоративных элементов, тогда скорость чтения снижается, т.к. внимание обращается не на смысл написанного, а на раздражитель [1]. Итак, полоса набора образует единое полотно. Поэтому важно рассмотреть, как влияет гарнитура, кегль, интерлиньяж и начертание на ее насыщенность.

В настоящее время тема определения насыщенности полосы набора в достаточной степени не раскрыта. В статье [2] описывается методика определения насыщенности набора с помощью измерения в программе Adobe Photoshop параметров L и K черно-белого размытого изображения полосы в цветовых системах Lab и CMYK. В ходе исследования было выявлено, что методика рекомендуется для оценки насыщенности полосы при изме-

нении параметров набора, существенно меняющих соотношений белого и черного на полосе набора, т.е. при изменении межстрочного расстояния, начертания очка шрифта.

Для оценки насыщенности текстового набора разработан способ определения графического образа полосы набора [3]. С помощью программы Adobe Photoshop определяется яркость L в цветовой системе Lab. Для этого текстовой полосе набора шириной 10 см и высотой 20,5 см задаются нужные параметры (гарнитура, кегль, интерлиньяж, начертание). Затем снимается копия экрана, которая копируется в новый документ программы Adobe Photoshop, обрезается все лишнее по полосе набора.

Изображение переводится в цветовую систему Lab. В меню «Фильтр» выбирается значение «Размытие» — «Среднее». В результате получается серое однотонное полотно. В панели «Инфо» системы Lab измеряется значение L наведением курсора мыши на рабочую область. В панели отображается значение в диапазоне от 0 до 100%. При значении L равном 0 полоса набора наименее яркая, а при значении L равном 100 — яркость максимальная.

Для определения влияния параметров набора на насыщенность полосы исследовались шрифты Garamond и Verdana. Для каждого из которых задавались следующие параметры: кегль 12 и 14 пунктов; интерлиньяж одинарный, полуторный и двойной; начертание нормальное, полужирное, курсивное. В результате для каждого шрифта получается по 18 значений, которые представлены в табл. 1–2.

Общий анализ результатов показал, что значения параметров зависят от вида шрифта, т.е. для каждой гарнитуры соответствуют свои значения заданных параметров.

Гарнитура Garamond относится к шрифтам с засечками. Значения нормального и курсивного начертания совпадают либо отличаются на 1% в пределах одного и того

Таблица 1. Параметры насыщенности для шрифта с засечками Garamond

Начертание	Кегль 12			Кегль 14		
	1	1,5	2,0	1	1,5	2,0
Нормальное	86	91	93	87	92	93
Полужирное	84	89	92	84	89	91
Курсивное	86	91	93	88	92	94

Таблица 2. Параметры насыщенности для шрифта без засечек Verdana

Начертание	Кегль 12			Кегль 14		
	1	1,5	2,0	1	1,5	2,0
Нормальное	86	89	89	88	91	89
Полужирное	87	88	88	86	87	88
Курсивное	88	89	89	86	89	93

же интерлиньяжа, при этом значения полужирного начертания меньше на 1–4%. Если же сравнивать результаты относительно размера кегля, то можно увидеть, что значения остаются неизменными либо увеличиваются на 1–2%. Также необходимо отметить, что в основном наблюдается увеличение значения L при увеличении интерлиньяжа на 2–5%.

Гарнитура Verdana относится к шрифтам без засечек. При анализе значений различных начертаний сложно выявить какую-либо линейную закономерность, но между собой они различаются на 1–4%. Аналогичная картина наблюдается и при анализе значений изменения размера кеглей: они остаются постоянными либо изменяются на 1–4%. При изменении интерлиньяжа значения L остаются неизменными или увеличиваются 1–4%.

При изменении начертания для гарнитуры Garamond насыщенность остается постоянной для нормального и курсивного начертания, но она уменьшается на 1–2% для полужирного начертания в кегле 12 пунктов.

С увеличением кегля для гарнитуры Garamond насыщенность увеличивается для курсивного начертания при

всех интерлиньяжах и для нормального начертания при одинарном и полуторном интерлиньяже. При увеличении кегля для гарнитуры Verdana насыщенность увеличивается для нормального начертания при одинарном и полуторном интерлиньяже.

С увеличением интерлиньяжа для гарнитуры Garamond насыщенность увеличивается на 1–5% во всех начертаниях. Для гарнитуры Verdana тенденция к увеличению заметна только в кегле 14 пунктов для полужирного и курсивного начертания.

При использовании описанного в работе метода было выявлено, что при изменении различных параметров насыщенность полосы набора изменяется в пределах от 1 до 5%. Из вышеизложенного можно сделать вывод, что значения L для гарнитуры с засечками немного больше (в среднем на 1–2%), чем для гарнитуры без засечек, что не критично. При изменении параметров, которые влияют на увеличение количества белого на полосе набора, уровень яркости черно-белого размытого изображения полосы увеличивается. Это можно использовать при регулировании удобочитаемости текста.

Литература:

1. Чебыкин, Р.И. Разработка и оформление текстового содержания сайтов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — С. 11–13.
2. Токарь О.В. Определение насыщенности полосы набора с использованием цветовой системы LAB / О.В. Токарь // Информация: передача, обработка, восприятие: материалы международной научно-практической конференции. — Екатеринбург: УрФУ, 2016. — С. 144–152.
3. Токарь О.В. Определение насыщенности набора при изменении параметров полосы / О.В. Токарь, М.А. Зильберглейт // Технологія і техніка друкарства: збірник наукових праць. — Киев: НТУУ «КПІ». — 2016. — № 1 (51). — С. 34–40.

Методы и устройства для бесконтактного импедансно-резонансного контроля; виды высокоэффективной электрохимической обработки, включая технику скоростной металлизации и получение воды из воздуха

Старостенко Игорь Владимирович (г. Ирвайн, США)

На современном уровне развития производственных процессов, характерных всемерной интеграцией в классические виды обработки исходных материалов цифровых технологий и новых композитных материалов очень важно правильно распорядиться этими дополнениями и использовать в полной мере преимущества сопутствующие этим дополнениям в процессе достижения идеального конечного результата.

Как известно из классики ТРИЗ (Теории решения изобретательских задач) и её развития — АРИЗ (Алгоритма решения изобретательских задач) при инновационном подходе к системному развитию производственных процессов имеются целый ряд инструментов, комбинируя использование которых можно приблизиться к возможности получить идеальный конечный результат, наиболее близкий к идеальному характерному для каждой из технологий или устройств.

Появление новых составляющих в схемах и принципиальных инновационных решениях позволило, конечно при правильном методе к интеграции и селективно отобранных вариантах использования, во-первых, заново сформулировать само понятие и критерии — идеального конечного результата, а во вторых — позволило уточнить критерии и характеристики самого определения идеального конечного результата.

В условиях глобализации производственных процессов и в связи с переходом экономик наиболее развитых стран мира к инновационной модели развития и функционирования, приходится признать, что для того, чтобы правильно сориентироваться в новых и не всегда позитивных процессах производства необходимо заново определиться как с правилами организации и формирования самого производственного процесса, так и с декларируемыми целями и задачами этого производственного процесса.

В некоторых странах то новое построение процесса производства, учитывающее все новейшие достижения и возможности для оказания развивающего влияния на все без исключения стадии производства и на исходные требования для развития производственного оборудования, назвали, как: NEW SMART MANUFACTURING TECHNOLOGIES.

Как показывает практика первых опытов в формировании, построении и, самое главное, в внедрении в производственные комплексы, так называемых новых умных производственных технологий, этот процесс имеет тенденцию к постепенному расширению области использования оригинальных инновационных технических решений на всё более новые комплексные производственные задачи.

Это расширение области использования носит всеобъемлющий характер и постепенно распространяется на множество смежных процессов как изготовления, так и всех вспомогательных операций и процессов, как, например, контроля.

В качестве примера можно привести постепенное распространение технологий и принципов бесконтактного контроля в режиме реального времени, которых со всей уверенностью можно отнести к умным техническим решениям, в корне меняющим технику и технологию контроля при постоянно повышающейся точности.

Процесс внедрения этой технологии начался с сельского хозяйства, где необходимость такого контроля диктовалась новыми условиями и возросшими требованиями к воде, особенно в ирригационных проектах.

Исходя из наибольшей актуальности и востребованности, процесс внедрения начался с контроля уровня кислотности.

1. Контроль уровня кислотности, — какие характерные особенности были учтены и приняты во внимание:

Диапазон контроля уровня кислотности в воде и водных растворах для бесконтактных резонансных методов контроля не ограничен;

Точность контроля может регулироваться в зависимости от необходимости, но не менее чем 0.1 единицы контроля кислотности, принятой в соответствии с стандартом.

Точность контроля не зависит от концентрации органики в воде или водном растворе, а также не зависит от уровня агрессивности водного раствора, поскольку все контрольные операции выполняются дистанционно, без какого-либо контакта с контролируемой жидкостью.

Так как наибольший расход воды имеет место в ирригационных системах, в которых в воду вводятся удобрения и другие химические реагенты, то следующим расширением области использования явились операции контроля концентрации питательных веществ и удобрений в водных растворах для полива.

В случае если заранее известны вещества, которые будут вводиться в питательный раствор, в состав интегрального сенсора включают количество селективных сенсоров, соответствующее количеству компонентов в растворе;

Каждый из этих сенсоров настраивается на один компонент;

Точность измерения в пределах 0.5 миллиграмма на литр;

Так как проводимость воды и водных растворов во многом определяет их качество, то следующим расширением стало внедрение технологии в процесс контроля проводимости воды и водных растворов.

2. Контроль проводимости воды и водных растворов.

Контроль проводимости аналогичен контролю уровня кислотности;

Точность измерения для успешного внедрения, достаточна в пределах 1 микросименс;

Логическим продолжением процесса внедрения стали методы и приёмы комплексного комбинированного контроля качества жидкостей и водных растворов.

3. Комплексный комбинированный контроль качества жидкостей и водных растворов.

Для комплексного контроля предлагается два метода.

Первый метод контроля предусматривает использование только одного сенсора, который даёт индикацию комплексного параметра качества воды или жидкости;

Второй метод предусматривает установку такого количества сенсоров, которое соответствует количеству параметров или материалов контроля и каждый из которых контролирует состояние только одного материала или его концентрацию;

Успех третьего этапа распространения технологии определил стратегию дальнейшего распространения в области контроля концентрации тяжёлых металлов в жидкостях и водных растворах.

4. Контроль концентрации тяжёлых металлов в жидкостях и водных растворах.

Контроль может осуществляться в общем виде; в этом случае сенсор даёт индикацию о наличии всех металлов в воде или водном растворе;

Контроль может осуществляться селективно, в этом случае в интегральный сенсорный модуль должны входить сенсоры настроенные на контроль концентрации каждого металла в отдельности.

В сенсорный модуль могут входить сенсоры для комплексного контроля состояния и качества воды или водного раствора, включающие контроль всех качественных параметров воды или водного раствора одновременно;

Так как в настоящее время во многих процессах применяется органика как составляющий компонент водных технологических растворов, то логическим продолжением процесса распространения технологии бесконтактных измерений стало продолжение внедрения в области контроля уровня или концентраций органики в водных технологических растворах.

5. Контроль уровня или концентраций органики в водных растворах.

Контроль концентраций органики может быть общим, пример общая концентрация всех органических материалов и соединений в воде или в водном растворе;

Контроль концентраций органики может быть селективным, и в таком случае в интегральный сенсорный модуль должны входить селективные сенсоры, настроенные на каждый органический компонент;

Методика контроля биологических компонентов в воде или водном растворе, благодаря полному отсутствию контакта при измерении, позволяет исключить искажение результата;

Несмотря на то, что для контроля температуры имеется достаточно приборов и технологий, — именно бесконтактный метод контроля позволяет иметь в любой по сложности технологической производственной линии систему активного контроля температуры, что самое главное не требующую ввода сенсора для контроля температуры внутрь, например электрохимического реактора или другого не менее сложного химического реактора.

6. Контроль температуры водных растворов.

Контроль температуры водных растворов аналогичен контролю проводимости.

Для использования воды и водных растворов в новейших производственных процессах и особенно в производственных линиях фотолитографии, в том числе и на кремниевых пластинах параметр диэлектрической проницаемости исключительно важен, особенно для автоматического мониторинга качества процессов, поэтому дальнейшее распространение эта группа технологий получила в системах и методике контроля уровня диэлектрической проницаемости воды и водных растворов.

7. Контроль уровня диэлектрической проницаемости воды и водных растворов.

Контроль уровня диэлектрической проницаемости аналогичен контролю уровня или концентрации органики в воде или водных растворах.

Все варианты контроля осуществляются селективно подобранными сенсорами или группами сенсоров, которые устанавливаются на наружном диаметре трубопровода или которые поставляются с участком трубопровода, встраиваемым в существующий трубопровод.

В процессе выполнения проектов, должно будет разработано программное обеспечение, позволяющее идентифицировать сигналы сенсоров для интерпретации концентрации подконтрольного параметра в воде или водном растворе;

В процессе выполнения проекта должен будет разработан размерный ряд сенсоров для установки на трубах в интервале диаметров от 10 до 120 миллиметров;

В процессе выполнения проекта должна будет оптимизирована технология производства сенсоров, которая позволит установить приемлемый уровень цены на системы комплексного контроля качества воды и водных растворов в сельском хозяйстве;

Дальнейшее развитие конструкции сенсоров и методик контроля позволило говорить о создании приложений специального прибора для бесконтактного контроля соответствия питьевой воды требованиям экологических стандартов и стандартов здравоохранения.

8. Приложения прибора для бесконтактного контроля соответствия питьевой воды требованиям стандартов.

Прибор имеет два основных исполнения; первое исполнение, — для установки непосредственно на трубопроводе перед краном, в пределах жилых помещений; второе исполнение, — переносное, предназначенное для отбора из крана пробы воды в отрезок трубопровода, на котором установлен сенсор;

Оба исполнения продукта имеют лаконичный дизайн, изготовлены из пластика, как правило поливинилхлорида, компактны и просты в использовании;

Принцип работы для обоих исполнений прибора основан на сравнении эталонных сигналов резонансного сенсора с сигналом, полученным от пробного измерения; эталонный сигнал получен на полностью соответствующей требованиям стандартов воде; сенсор приборов фиксирует малейшие отклонения от эталонного сигнала; порог чувствительности составляет для металлов 0.000000005 грамма; для радиоактивных изотопов, — 0.00000000001 грамма; для солей жёсткости и силикатов, — 0.000001 грамма; для органических кислот и соединений, включая фенолы и следы поверхностно активных веществ, моющих средств и минеральных удобрений, — 0.0000001 грамма; все указанные концентрации в расчёте на один литр воды;

Прибор не разделяет и не фиксирует селективно каждый компонент загрязнений или примесей, но благодаря своей чувствительности, определяет 50% порог опасных для здоровья концентраций загрязнений в питьевой воде; такая высокая точность бытового прибора, позволяет постоянно контролировать качество воды, используемой в бытовых целях и ещё до достижения концентрации загрязнений опасного уровня, принять меры по устранению загрязнений;

Стандарты здравоохранения большинства развитых стран рекомендуют постоянный мониторинг качества воды, и реализация этого требования наталкивается на отсутствие на рынке надёжного, простого в использовании и точного прибора, цена которого позволит его массовое приобретение и использование;

Предлагаемые исполнения прибора полностью соответствуют требованиям стандартов, как по безопасности применяемых материалов, так и по эффекту применения;

Оба исполнения прибора технологичны в изготовлении, не требуют при изготовлении применения каких-либо специальных технологий и могут изготавливаться практически в условиях небольших предприятий, при оптимальном уровне цены;

Это позволяет районирование при изготовлении прибора, — то есть сборку в местах реализации, что снижает транспортные расходы и позволяет вести реализацию с колёс, что исключает издержки на содержание складов;

Вышеизложенное показывает, что внедрение так называемых умных элементов производственных технологий в одном месте и в одной группе технологий немедленно провоцирует их потребность в другом месте и в другой группе технологий.

Для продолжения иллюстрирования этого явления, предлагается пример применения инновационной умной технологии скоростной металлизации — как базовой технологии обессоливания морской воды, вместо общепринятой технологии с применением мембран обратного осмоса.

Блок схема модуля для обессоливания морской воды с использованием метода скоростного электроосаждения соли на подвижный проницаемый катод, изготовленный из композитной, углерод-углеродной ткани.

Как видно из трёхмерной модели модуля для обессоливания морской воды, вода подаётся на три вращающихся анода через которые она подаётся на подвижный катод, изготовленный из углерод-углеродной ткани.

Модуль осуществляет полный цикл скоростного электроосаждения соли из морской воды (природного электролита) на катод-конвейер.

При подходе ленты конвейера к барабанам, соль падает с катода в сборник соли.

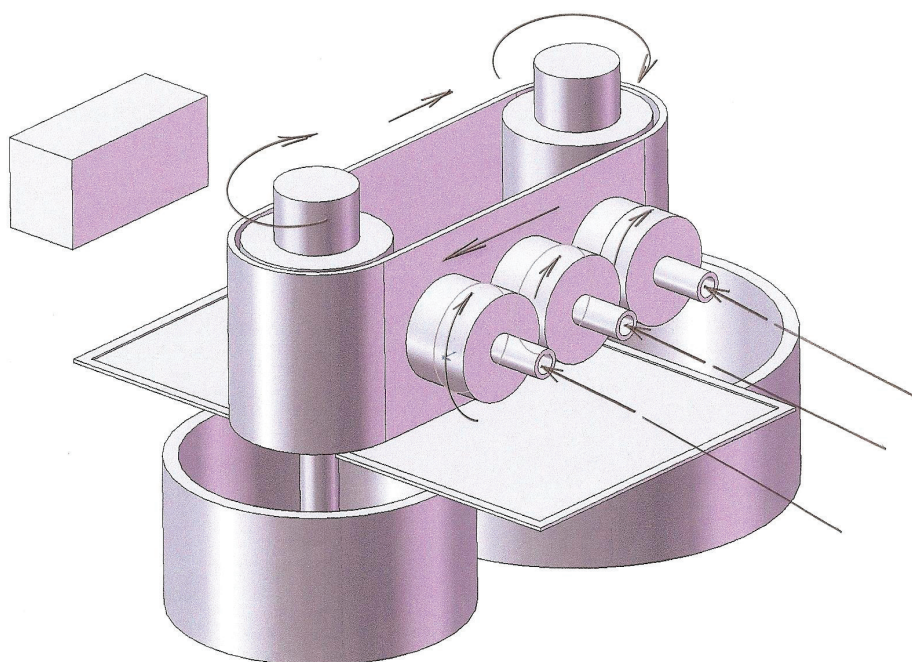


Рис. 1

В этой технологии решается один из важных проблемных вопросов обессоливания при помощи обратного осмоса, когда обратно в море сбрасывается вода с очень высокой концентрацией соли, извлечённой из обессоленной воды.

Кроме того, такая технология позволяет в отличие от мембранной технологии обратного осмоса построить эффективную и автономную установку-модуль обессоливания с производительностью, например в всего 50 кубических метра обессоленной воды в час.

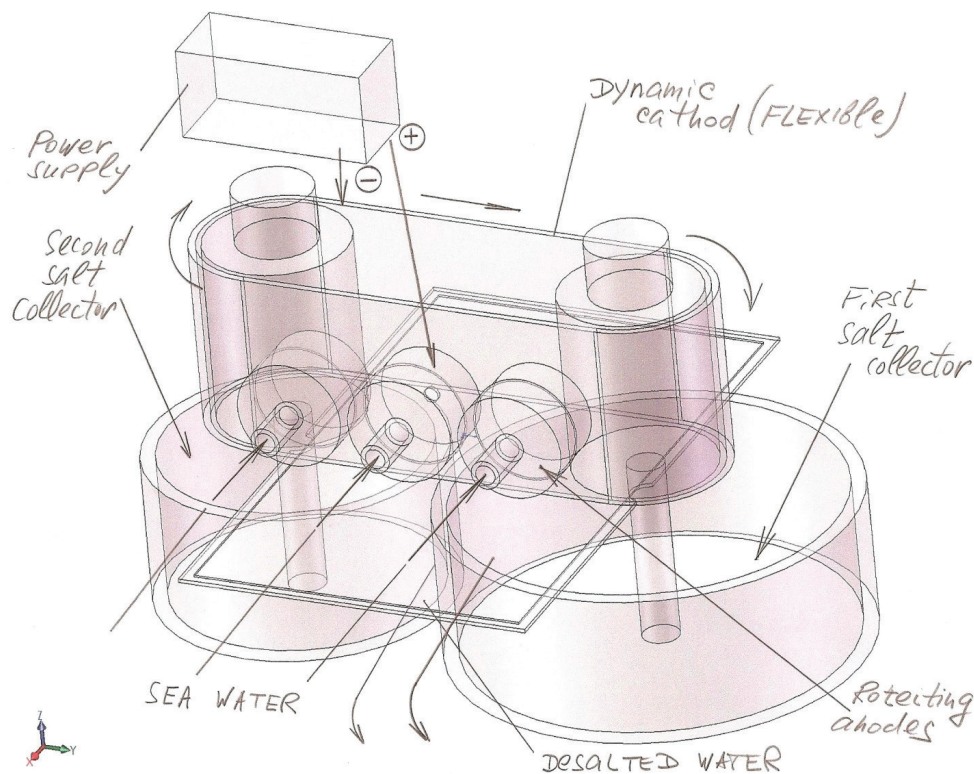


Рис. 2

На рисунке 2 представлена модель модуля для обессоливания морской воды с применением метода скоростного электроосаждения и полной утилизацией содержащейся в морской воде соли в сухом виде.

Как было сказано выше, применение инновационной технологии скоростных электролитических покрытий (характерных для производственных автоматических линий и гибких автоматических производственных модулей в микроэлектронике) позволяет получить новую группу инновационных изделий в новом для рынка масштабном и размерном факторе, что в принципе подтверждает правоту тезиса о желательности повсеместного внедрения принципов построения производственных систем по методам Новой умной производственной технологии.

Рассмотрим, для иллюстрации, цепочку действий в развитии технологии производства воды из воздуха для придания ей характерных особенностей, присущих NEW SMART MANUFACTURING TECHNOLOGIES.

На рисунке 3 представлена трёхмерная модель инновационного модуля дизель генератора, содержащего несколько инновационных компонентов, создающих абсолютно новые условия и результаты эксплуатации в производственных линиях получения воды при её конденсации из воздуха.

Модуль дизель — генератора также приспособлен к использованию системы автоматической эмульсификации и онлайн-гомогенизации топлива, что в представленном сочетании позволяет дополнительно получить несколько важных результатов, — таких как — снижение уровня окислов азота в выхлопных газах; Снижение расхода топлива; повышение величины крутящего момента; Повышение уровня вибрационной стабильности агрегата и снижение уровня аэродинамического шума.

На рисунке 4 представлена трёхмерная модель дизель генератора в которой интегрированы ряд отмеченных выше эффективных инновационных технологий, в том числе планарный генератор и роторный усилитель электромагнитных импульсов.

Дизельный двигатель такого модуля приспособлен для работы с эмульсифицированным топливом, причём эмульсия формируется с добавлением воды, полученной в установке, энергию к которой производит и поставляет этот модуль.

Новизна этого комплексного технического решения имеет несколько конструктивных и компоновочных аспектов.

Свойства так называемой умной технологии придают этому решению сочетания совершенно разноплановых

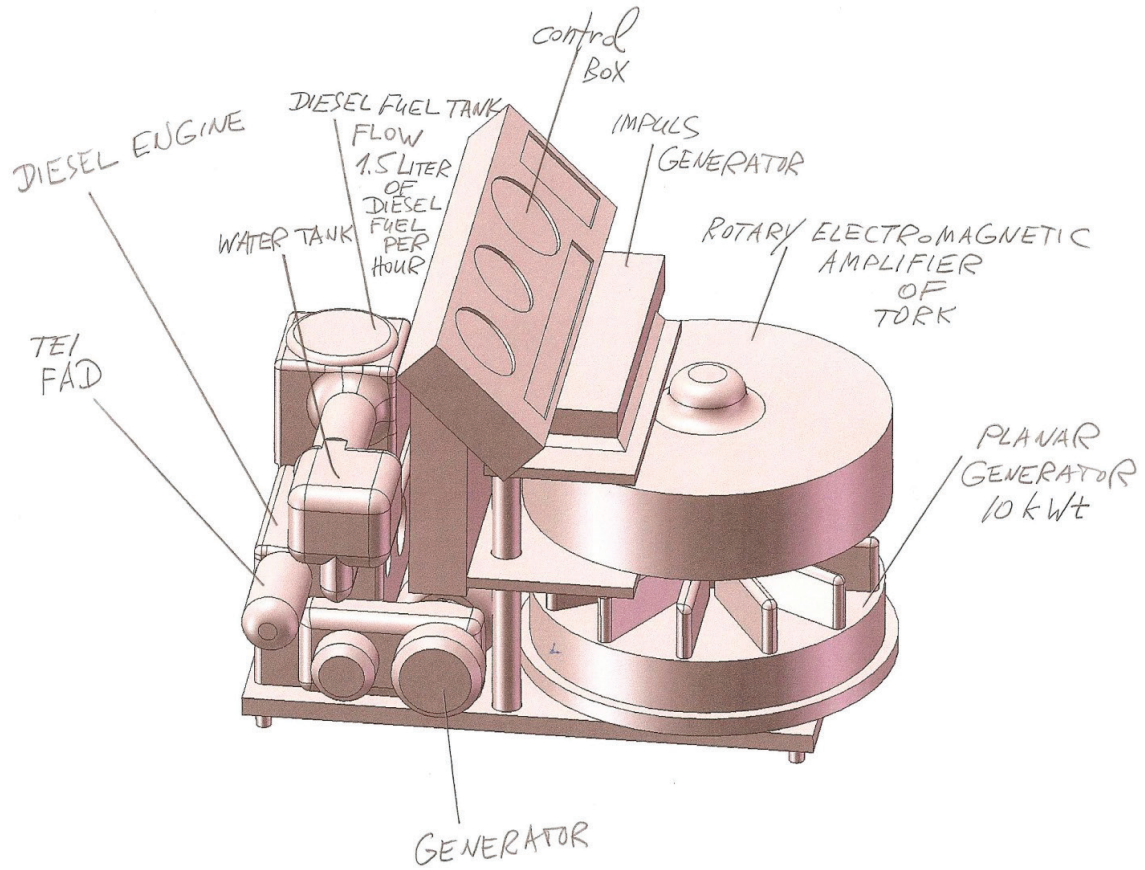


Рис. 3

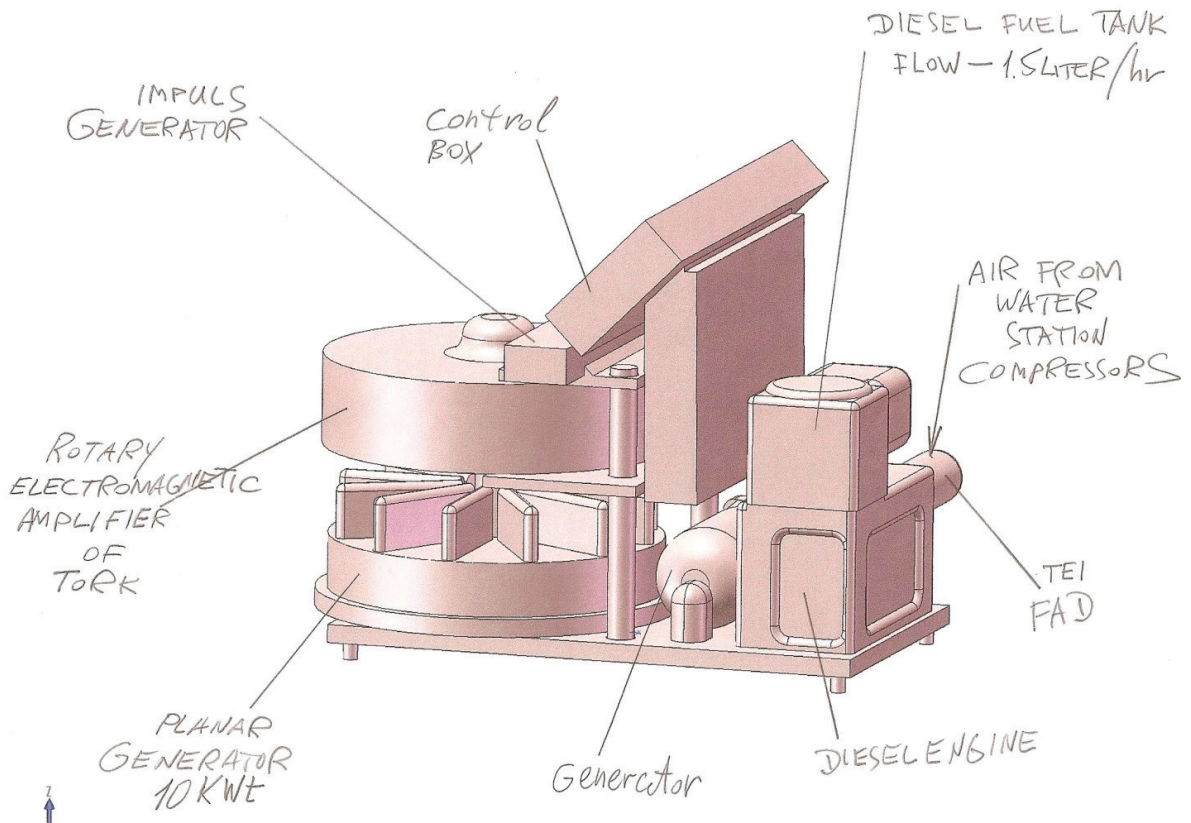


Рис. 4

инновационных элементов, новизна которых выражается в применении целого ряда изобретений каждое из которых в отдельности и все в совокупности формируют пакет инновационных преимуществ перед традиционными технологиями.

Например применение роторного усилителя крутящих моментов, работающего по принципу Отто в сочетании с планарным генератором, обеспечивающим эффективность даже при небольшой частоте вращения, позволяют как минимум на 10% увеличить производимую мощ-

ность, а применение топливной эмульсии для дизельного двигателя позволяет существенно снизить токсичность выхлопных газов и при этом снизить расход топлива также на, как минимум — 10%.

В развитие этой системы возможно использовать подачу в устройство эмульсификации дополнительного воздуха и трансформировать обычную несжимаемую эмульсию в сжимаемую эмульсию, что даёт дополнительную экономию топлива при существенном снижении концентрации окислов азота в выхлопных газах.

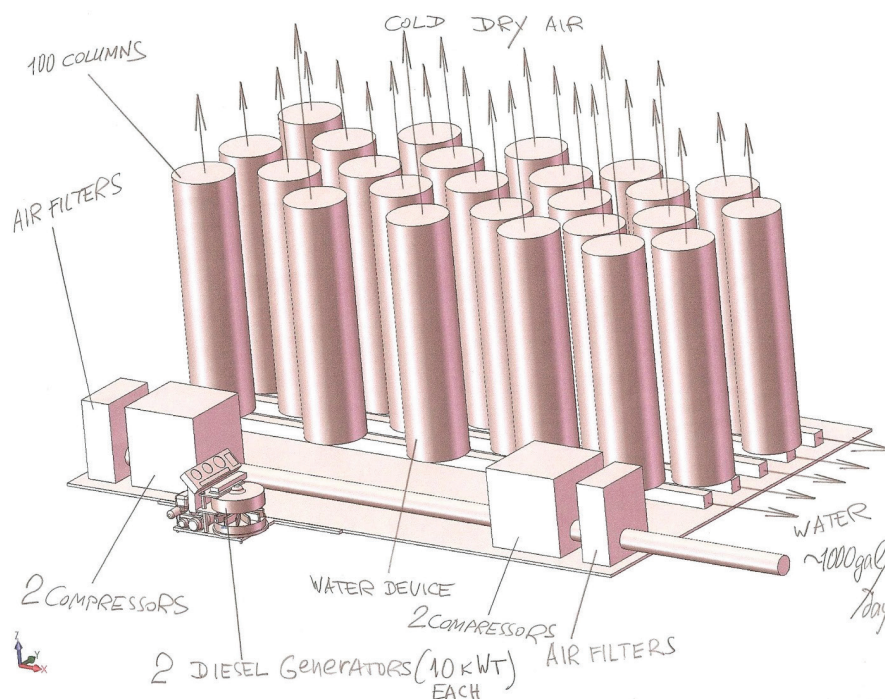


Рис. 5

На рисунке 5 представлена трёхмерная модель промышленной модульной установки для производства воды, методом конденсации из воздуха.

На рисунке 6 представлена промышленная модульная установка для производства воды, методом конденсации из воздуха, вид в плане.

Представленная установка должна применять универсальные дизель-генераторы, принцип действия которых и описание преимуществ при использовании представлен выше.

Как видно из моделей системы, применение так называемых умных производственных технологий позволяет получить возможности для построения, например, промышленной системы для производства воды из воздуха с минимальными удельными затратами энергии и с минимальным вредом для окружающей среды.

Такая система, благодаря возможности сквозного компьютерного моделирования, может иметь оптимальные используемые параметры технической характеристики и при необходимости, опять же оптимально привязывать используемые параметры технической характеристики

к существующим внешним факторам, таким как атмосферное давление в месте установки системы, влажность воздуха в месте установки системы, температура воздуха в зоне расположения системы и т.п.

В перечень моделируемых параметров и сочетаний объектов моделирования могут войти ещё многие параметры и показатели технических характеристик компонентов системы.

Кроме основных рабочих параметров системы моделирование может дать возможность предельно точно составить реальные планы и графики планово-предупредительных ремонтов и технического обслуживания, замены сменных частей и механизмов, а также графики контроля качества производимой воды.

На рисунке 7 представлена новая компоновочная возможность для вертикального агрегатирования и существенного сокращения производственной площади, необходимой для установки этого комплектного оборудования, входящего в производственный комплекс производства воды и имеющий резервы для поставок излишков электроэнергии другим потребителям.

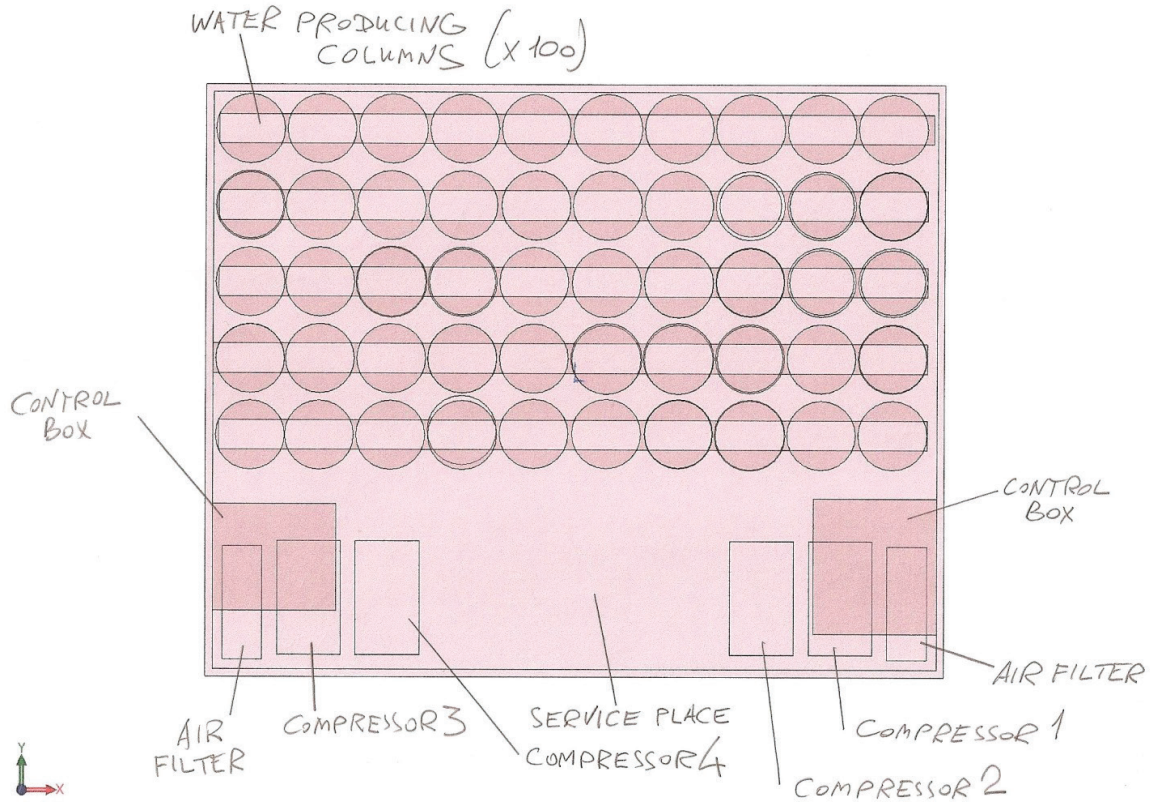


Рис. 6

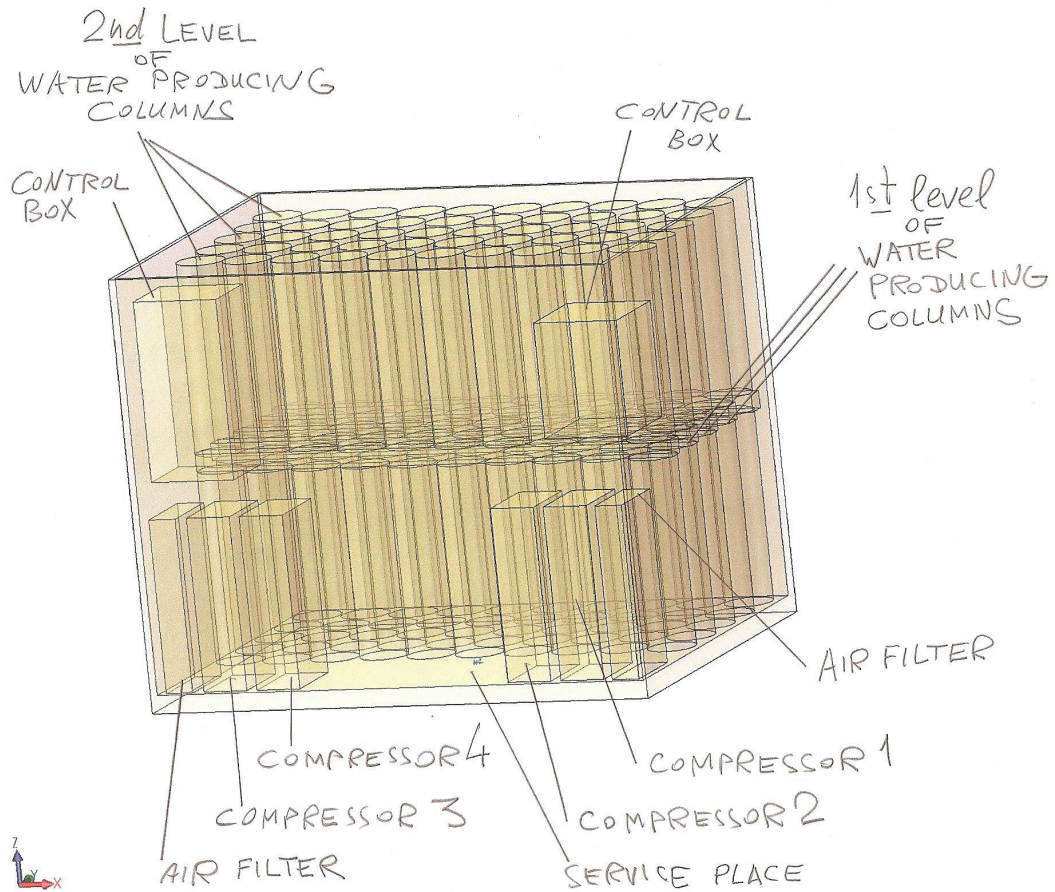


Рис. 7

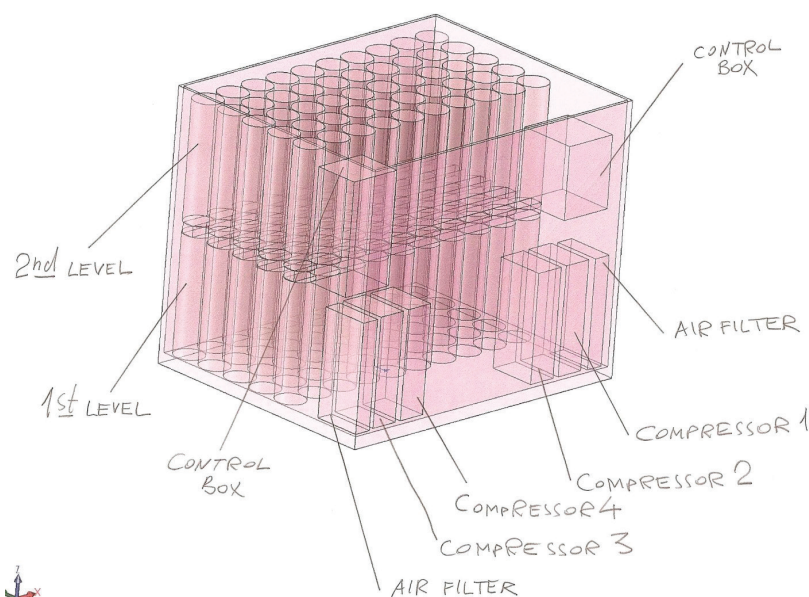


Рис. 8

На рисунке 8 показана структура двухуровневой системы для производства воды из воздуха с обозначением входящих компонентов.

В заключение всего вышеизложенного можно и необходимо отметить факт положительного влияния Новых

умных производственных технологий на комплексное развитие практически любых производственных систем и аппаратов, а также их развитых при помощи вертикальной и горизонтальной интеграции сочетаний и соединений.

Литература:

Приложение 1

United States Patent Application

20100224497

Kind Code

A1

September 9, 2010

DEVICE AND METHOD FOR THE EXTRACTION OF METALS FROM LIQUIDS.

Abstract.

A volume-porous electrode is provided which increases effectiveness and production of electrochemical processes. The electrode is formed of a carbon, graphitic cotton wool, or from carbon composites configured to permit fluid flow through a volume of the electrode in three orthogonal directions. The electrode conducts an electrical charge directly from a power source, and also includes a conductive band connected to a surface of the electrode volume, whereby a high charge density is applied uniformly across the electrode volume. Apparatus and methods which employ the volume-porous electrode are disclosed for removal of metals from liquid solutions using electroextraction and electro-coagulation techniques, and for electrochemical modification of the pH level of a liquid.

Приложение 2

United States Patent

6,188,151

February 13, 2001

Magnet assembly with reciprocating core member and associated method of operation.

Abstract.

An electromagnetic assembly includes a casing, a solenoid disposed inside the casing, a stationary magnetic core, and a movable magnetic core. The stationary magnetic core is disposed at least partially inside the solenoid and is fixed relative to

the solenoid and the casing, while the movable magnetic core is disposed for reciprocation partially inside the solenoid along an axis. The stationary magnetic core, the movable magnetic core, the solenoid, and the casing have rectangular or square cross-sections in planes oriented essentially perpendicularly to the axis.

Приложение 3

United States Patent

9,951,685

April 24, 2018

ROTARY VALVE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Abstract.

A *rotary* valve internal combustion *engine* has a piston (1) connected to a crankshaft (3) and reciprocable in a cylinder (2), a combustion chamber 4 being defined in part by the piston. The *engine has a rotary* valve (5) rotatable with a close sliding fit in a valve housing (8) fixed relative to the cylinder (2), the *rotary* valve having a valve body containing a volume (9) defining, in part, the combustion chamber 4 and further having in a wall part (11) thereof a port (1)2 giving, during rotation of the valve, fluid communication successively to and from the combustion chamber via inlet and exhaust ports (13), (14) in the valve housing. The *rotary* valve and the valve housing are both formed of aluminum.

Приложение 4

United States Patent

9,926,842

March 27, 2018

ROTARY INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH EXHAUST PURGE

Abstract.

In one aspect, described is a *rotary engine* having a purge port located rearwardly of the inlet port and forwardly of the exhaust port along a direction of the revolutions of the rotor, the purge port being in communication with the exhaust port through each of the chambers along a respective portion of each revolution, and the inlet and outlet ports being relatively located such that a volumetric compression ratio of the *engine* is lower than a volumetric expansion ratio of the *engine*.

Приложение 5

United States Patent

9,915,329

March 13, 2018

POWER TRANSMISSION DEVICE AND LOCK-UP DEVICE FOR TORQUE CONVERTER

Abstract.

The power transmission device transmits power from an *engine* to a transmission and includes an input-side *rotary* member, an output-side *rotary* member, a first elastic member, a float member and a damper device. The input-side *rotary* member receives the power inputted thereto from the *engine*. The output-side *rotary* member outputs the power to the transmission. The first elastic member couples the input-side *rotary* member and the output-side *rotary* member to enable relative rotation therebetween. The float member is rotatable relative to the input-side *rotary* member, the output-side *rotary* member and the first elastic member and is configured to slide against the first elastic member when rotated. The damper device is mounted to the float member and includes an inertia member that is rotatable relative to the float member.

Приложение 6

United States Patent

9,945,288

Naruoka, et al.

April 17, 2018

ROTARY UNIT OF SUPERCHARGER FOR ENGINE AND BALANCE ADJUSTMENT METHOD THEREOF

Abstract.

A *rotary* unit is rotatably accommodated within a supercharger casing of a supercharger for pressurizing an intake air of an *engine*. The *rotary* unit includes a supercharger *rotary* shaft, an impeller fixed to a tip end portion of the supercharger *rotary* shaft, a rotating component rotatable together with the supercharger *rotary* shaft independently of the impeller, and a nut member for pressing the impeller and the rotating component in a direction axially of the supercharger *rotary* shaft to thereby fix them to the supercharger *rotary* shaft. The nut member is formed with an adjustment portion for the rotational balance adjustment.

Приложение 7

United States Patent

9,932,939

April 3, 2018

DEDICATED EXHAUST GAS RECIRCULATION SYSTEM

Abstract.

A dedicated exhaust gas recirculation («D-EGR») system of an internal combustion *engine* can include an exhaust recirculation passage, and a *rotary* valve. The recirculation passage can be coupled for fluid communication with an outlet of a D-EGR combustion chamber. The *rotary* valve can have a housing and a rotor. The housing can have a valve inlet coupled to the recirculation passage to receive exhaust gases from the recirculation passage, and a valve outlet coupled to an intake passage of the ICE to deliver exhaust gases from the *rotary* valve to the intake passage. The rotor can be disposed within the housing and rotatable relative to the housing. The rotor and housing can define a plurality of valve chambers.

Проведение входного контроля материалов и культура производства на предприятиях

Татаров Александр Валерьевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье пошагово описан и показан процесс входного контроля изделий и оборудования, а также даны основные определения и термины. Рассмотрена культура производства бетонных заводов.

Ключевые слова: входной контроль, изделие, оборудование.

Для начала рассмотрим, что вообще такое входной контроль и для чего он нужен. Имея двухлетний опыт работы в службе СТН и СК (служба технического надзора и строительного контроля) сталкиваюсь с этим постоянно.

Входным контролем согласно п. 7.1.3 СП 48.13330.2011 проверяют соответствие показателей качества покупаемых (получаемых) материалов, изделий и оборудования требованиям стандартов, технических условий или технических свидетельств на них, указанных в проектной документации и (или) договоре подряда.

К входному контролю допускается продукция, принятая ОТК, представительством заказчика, Государственной приемкой предприятия-поставщика и поступившая с сопроводительной документацией, оформленной в установленном порядке

При этом проверяются наличие и содержание сопроводительных документов поставщика (производителя), подтверждающих качество указанных материалов, изделий и оборудования.

Входной контроль может быть проведен в два этапа:

- 1) на первом этапе осуществляется внешний осмотр продукции, в том числе ее комплектности, и проверка наличия сопроводительных документов;
- 2) на втором этапе инструментальными методами проверяются качественные характеристики продукции.

Внешний осмотр продукции включает проверку наличия и правильности:

- 1) маркировки;
- 2) состояния упаковки;
- 3) внешнего вида.

Наличие и правильность маркировки проверяют на соответствие требованиям, указанным в соответствующих стандартах на продукцию.

Проще говоря, приехав, например, на бетонный завод по выпуску готовых изделий необходимо сразу же попросить предъявить паспорт о качестве на готовое изделие, а также как описано выше должен стоять штамп о приемке инженером ОТК. Если же штамп отсутствует, то мы

имеем полное право приостановить приемку. По моей практике всегда все было и у каждого хорошего бетонного завода был свой инженер ОТК. Конечно же проверяются чертежи на продукцию и их соответствие факту.

Теперь поговорим о культуре производства и честности самих производителей опять же на примере бетонных заводов выпускающих готовую продукцию. В прошлом году по приказу начальства необходимо было проверить три завода и выбрать один из них как основной для нашей организации. Обьехав все три завода, я сделал для себя следующие выводы:

1) все производители нарушают *ГОСТ 25912–2015 «Плиты железобетонные предварительно напряженные для аэродромных покрытий»*, а именно:

- п. 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 (Маркировка)
- п. 9.2, 9.8, 9.6 (Транспортирование и хранение)
- п. 5.8.1 (Требования к точности изготовления плит)
- п. 5.9.1 (Требования к качеству и внешнему виду плит)

По всем нарушениям создается фотоотчет и к каждой фотографии делается ссылка на определенный пункт к ГОСТу. Это еще один повод отказаться от приобретения продукции в конкретном заводе.

2) во всех трех заводах присутствовали свои лаборатории и воезде было современное немецкое и швейцарское оборудование для испытания образцов и т.д.

3) ведутся журналы по испытанию образцов на 7 и 28 сутки

4) своевременно заполняются журналы по использованию специальных химических добавок

5) один завод меня поразил больше всех: сам для себя сделал ТУ (технические условия) и по ним же производил бетонные изделия.

Рассмотрим 5 пункт вывода чуточку подробнее. Есть ГОСТ, которого придерживаются добросовестные производители и по которому они работают. К сожалению, все чаще встречаются производители, которые придерживаются так называемых ТУ. Технические условия по требованиям к готовой продукции значительно уступают ГОСТам, но как сказано выше, что этот завод создал для себя ТУ и по нему работал. Я сделал сравнительную характеристику требований по ГОСТу и по их ТУ: допущения увеличены в разы! Где не должно быть дефектов по ГОСТу в ТУ они прописаны и т.д. Конечно, они это объясняют тем, что этим ГОСТам уже 30 лет и тогда все было по-другому: дешевле, доступнее и прочее. Самая основная причина — это банальная экономия и от этого иногда становится страшно. В погоне за большей прибылью они готовы буквально на все, и даже уменьшать качество своей продукции.

Вернемся снова к входному контролю.

В нашей компании он организован следующим образом

В ходе освидетельствования изделий (материалов), составляется комиссионный акт входного контроля (промежуточной приёмки) с участие ИТР, инженером СТН и СК, перевозчиком (представителем поставщика) о соответствии (несоответствии) продукции (материалов).

Копию акта входного контроля (промежуточной приёмки) необходимо направить посредством электронной

почты в ОМТО и Руководителю СТН и СК или лицу замещающего его.

Акт входного контроля (промежуточной приёмки) содержит следующую информацию:

- Дата проведения освидетельствования;*
- Наименование объекта;*
- Адрес склада продукции;*
- Время начала и окончания приемки;*
- Наименование и адрес поставщика продукции;*
- Номенклатура и объем продукции;*
- Условия хранения продукции;*
- Визуальная (измерительная) оценка;*
- Заключение о пригодности к использованию;*
- Состав комиссии.*

При проведении оценки производственных мощностей составляется комиссионный акт с участие ИТР, инженером СТН и СК, перевозчиком (представителем поставщика)

Так же ознакамливаются с учредительными документами, лицензией

Проверяют соответствие юридического адреса фактическому

Акт оценки производства содержит следующую информацию:

- Дата проведения оценки производства;*
- Наименование и адрес оцениваемого производства;*
- Объемы производства;*
- Наименование рабочей и типовой программы производства;*
- Дополнительные материалы, использованные при анализе состояния производства;*
- Состояние объектов;*
- Оценка производства (сделать вывод)*
- Состав комиссии.*

А теперь рассмотрим тот случай, когда изделие не проходит входной контроль.

В случае отказа в приемке партии продукции вследствие ее несоответствующего качества об этом составляют акт

В СП 48.13330.2011 регламентированы следующие возможные действия:

- 1) поставщик выполняет замену несоответствующих материалов, изделий, оборудования соответствующими;
- 2) несоответствующие изделия дорабатываются;
- 3) несоответствующие материалы, изделия могут быть применены после обязательного согласования с застройщиком (техническим заказчиком), проектировщиком и органом государственного контроля (надзора) по его компетенции.

Выводы:

1) Многие производители стараются всеми возможными способами обойти старые ГОСТы, создавая при этом свои ТУ, чтобы прилично сэкономить.

2) Культура производства на большинстве заводов сильно страдает из-за сплошных нарушений и погоней за прибылью

3) В статье полностью описан алгоритм входного контроля

Литература:

1. СП 48.13330.2011 «Организация строительства»
2. ГОСТ 25912–2015 «Плиты железобетонные предварительно напряженные для аэродромных покрытий»
3. ГОСТ 24297–87 «Входной контроль продукции. Основные положения»
4. Р 50–601–40–93 «Рекомендации. Входной контроль. Основные положения»
5. СТО 028 НП СРО «ГС СКФО» 10–2013 «Требования по входному контролю за качеством поступающих строительных материалов, изделий и конструкций»

Прогноз удобочитаемости шрифта на основе его геометрических параметров

Урбан Карина Николаевна, студент;
Лебедик Анастасия Игоревна, студент

Белорусский государственный технологический университет (г. Минск)

Основное назначение шрифта — передача информации в печатной или электронной форме. Качество шрифта определяется его удобочитаемостью, так как от нее зависит скорость восприятия отдельных знаков и текста в целом. В последние несколько лет наблюдался высокий рост интереса к электронному контенту. А с внедрением средств для чтения электронных книг (например, технология «электронных чернил») усилился и интерес специалистов к этому качеству шрифта, поскольку в данном случае разрешение репрезентации текста ниже по сравнению с его полиграфическим воспроизведением [1].

На основе уже известного качества шрифтов регрессионные уравнения позволяют прогнозировать удобочитаемость новых шрифтов с высокой степенью достоверности. Используя показатели удобочитаемости [2], можно предложить формулу, по которой с наибольшей достоверностью (90%) определяются параметры и ранг удобочитаемости:

$$y = 1,79 \times A - 1,79 \times B + 19,21 \times C + 3,80 \times D - 1,21 \times E + 2,29 \times F - 1,00 \times G - 16,37 \times H - 1,10 \times I - 0,95 \times J,$$

где А — кегль/высота «а»; В — штрих/просвет «а»; С — пропорциональность «н»; D — контрастность «н»; E — засечки «н»; F — кегль/высота «н»; G — штрих/просвет «н»; H — пропорциональность «а»; I — контрастность «а»; J — макс/мин «а».

Перечисленные в формуле геометрические параметры достаточно полно характеризуют рисунок шрифта. Для букв «н» и «а» были измерены следующие параметры [2]: 1. Отношение величины кегля к высоте буквы. 2. Отношение основного штриха к внутрибуквенному просвету. 3. Пропорциональность — отношение высоты буквы к ее ширине. 4. Контрастность — отношение ширины основного штриха к ширине дополнительного штриха. 5. Размер засечки — отношение ширины засечки к ширине основного штриха. 6. Отношение максимальной толщины штриха к минимальной толщине.

Для определения удобочитаемости на основе регрессионного уравнения были выбраны следующие свободно распространяемые в интернете шрифты: Benguiat, Bauhaus-Heavy, GazetaTitul, GaramondCTT, Liter, LazurskiCTT, NewsGothic, MinionCyrillic, Nimrod, NewsCondensed, Oliver, Opium, OfficinaSerifCTT, Pravda, PetersburgTT, Rodeo, Syntax, Encyclopaedia, Europe, Gals. Выборка была случайной.

После подстановки значений геометрических параметров в регрессионное уравнение получен список ранжированных по удобочитаемости шрифтов, причем увеличение полученного по формуле значения указывает на снижение удобочитаемости (см. табл. 1).

Также существуют некоторые ассоциативные правила, регламентирующие степень удобочитаемости [3]:

— если отношение кегельной площадки на высоту буквы «а» имеет небольшое значение (от 1,74 до 2,08), то контрастность «а» тоже имеет небольшое значение (от 0,84 до 2,56);

— если отношение кегельной площадки к высоте буквы «а» имеет небольшое значение (от 1,74 до 2,08), то отношение основного штриха к внутрибуквенному просвету «а» также маленькое (от 0,19 до 0,64);

— если пропорциональность «н» большая (от 1,17 до 1,5), то шрифт без засечек;

— если пропорциональность «н» маленькая (от 0,81 до 1,16), то контрастность «н» средняя (от 2,34 до 3,86).

Первое правило верно для 10 шрифтов из 12 (тем не менее, под него не подпадают шрифты, стоящие на первом и втором месте по удобочитаемости). Отношение кегельной площадки к высоте буквы «а» еще 7 шрифтов имеет значение 2,15 (из них правилу бы соответствовали 4) и 1 — значение 2,4 (правилу не соответствовал бы).

Второе правило верно для 12 шрифтов из 12, однако отношение основного штриха к внутрибуквенному просвету «а» имеет значения за пределами промежутка 0,19–0,64 лишь у 2 шрифтов.

Таблица 1. Ранг шрифтов по удобочитаемости

Шрифт	Удобочитаемость	Ранг	Шрифт	Удобочитаемость	Ранг
PetersburgTT	-1,35	1	Gals	9,81	8
GaramondCTT	-0,72	2	Europe	10,43	9
Pravda	4,51	3	Liter	10,51	9
OfficinaSerifCTT	5,69	4	NewsCondensed	10,78	9
Rodeo	6,77	5	Encyclopaedia	12,02	10
Oliver	6,88	5	Opium	13,06	11
MinionCyrillic	7,43	6	Bauhaus-Heavy	13,47	12
Benguiat	9,00	7	LazurskiCTT	14,00	13
GazetaTitul	9,06	7	Nimrod	14,15	13
NewsGothic	9,66	8	Syntax	19,81	14

Третье правило верно в 5 случаях из 9, причем еще один шрифт имеет едва наметившиеся засечки. За верхний предел промежутка для пропорциональности (больше 1,5) вышло два шрифта, и оба не имеют засечек.

Четвертое правило верно лишь в 1 случае из 9 (и в 4 случаях из 9, если взять промежуток контрастности «н» от 2 до 4). Если оценивать все шрифты, то лишь 8 из них имеют контрастность «н» выше 2, остальные имеют низкую контрастность. Причем низкую контрастность имеют как самые удобочитаемые, так и самые неудобочитаемые шрифты.

В данных правилах отражены определенные соотношения геометрических параметров, способствующих удобочитаемости шрифта, установленного экспериментально. Прогнозирование сравнительной удобочитаемости с помощью регрессионного уравнения позволило получить результаты, подтверждающие, по большей части, правильность данных соотношений. Это говорит о том, что для определения сравнительной удобочитаемости шрифтов можно задействовать не только экспериментальные измерения, но и методы прогнозирования.

Литература:

1. Тарасов Д. А. Интерлиньяж как фактор скорости чтения на примере бумажных и веб-текстов / Д. А. Тарасов, А. П. Сергеев, Ю. И. Корнилов // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. — 2013. — № 2. — С. 81–88.
2. Токарь О. В. Комплексная оценка удобочитаемости современных типографских шрифтов на допечатной стадии полиграфического производства: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.02.13 / О. В. Токарь. — М., 2006. — 22 с.
3. Токарь О. В. Методика ассоциативных правил для анализа качества шрифтов / О. В. Токарь, М. А. Зильберштейн // Полиграфия: технология, оборудование, материалы: материалы конференции. — Омск: ОмГТУ. — 2015. — С. 86–90.

Использование ПЛК для мониторинга и управления в режиме реального времени, определение параллельных процессов и контроль времени выполнения каждого процесса склада

Шарафутдинов Айрат Рамилович, студент магистратуры;
Ковалёва Елизавета Сергеевна, студент
Московский государственный технологический университет «Станкин»

Программируемый логический контроллер используется очень широко в производстве. С помощью них автоматизируют технологические процессы. Основным режимом ПЛК является автономная работа, а та же в неблагоприятных условиях, почти без вмешательства человека. ПЛК рассчитан для использования в системах реального времени. Для ПЛК существует пять основных языков программирования, такие как:

графические

- LD (Ladder Diagram) — Язык релейных схем
- FBD (Function Block Diagram) — Язык функциональных блоков
- SFC (Sequential Function Chart) — Язык диаграмм состояний

текстовые

- IL (Instruction List) — Ассемблеро-подобный язык
- ST (Structured Text) — Паскале-подобный язык

На самом распространенном (LD) языке я создал программу для ПЛК Fatek Fbe-28MA.

На данном рисунке № 1 показан фрагмент программы для автоматизированной конвейерной линии. Каждому входу подаются сигналы с пульта управления, после чего срабатывают датчики в определенном моменте.

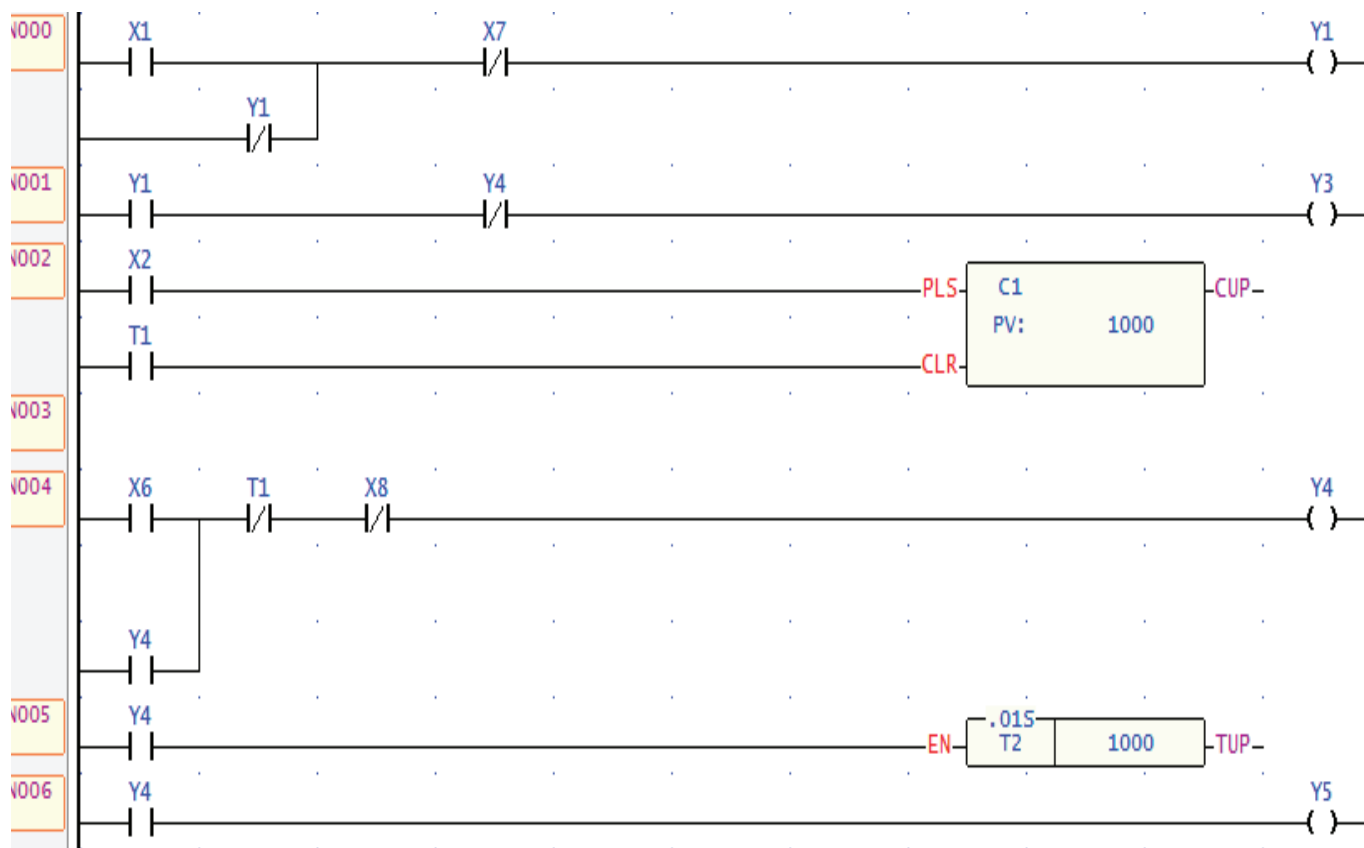
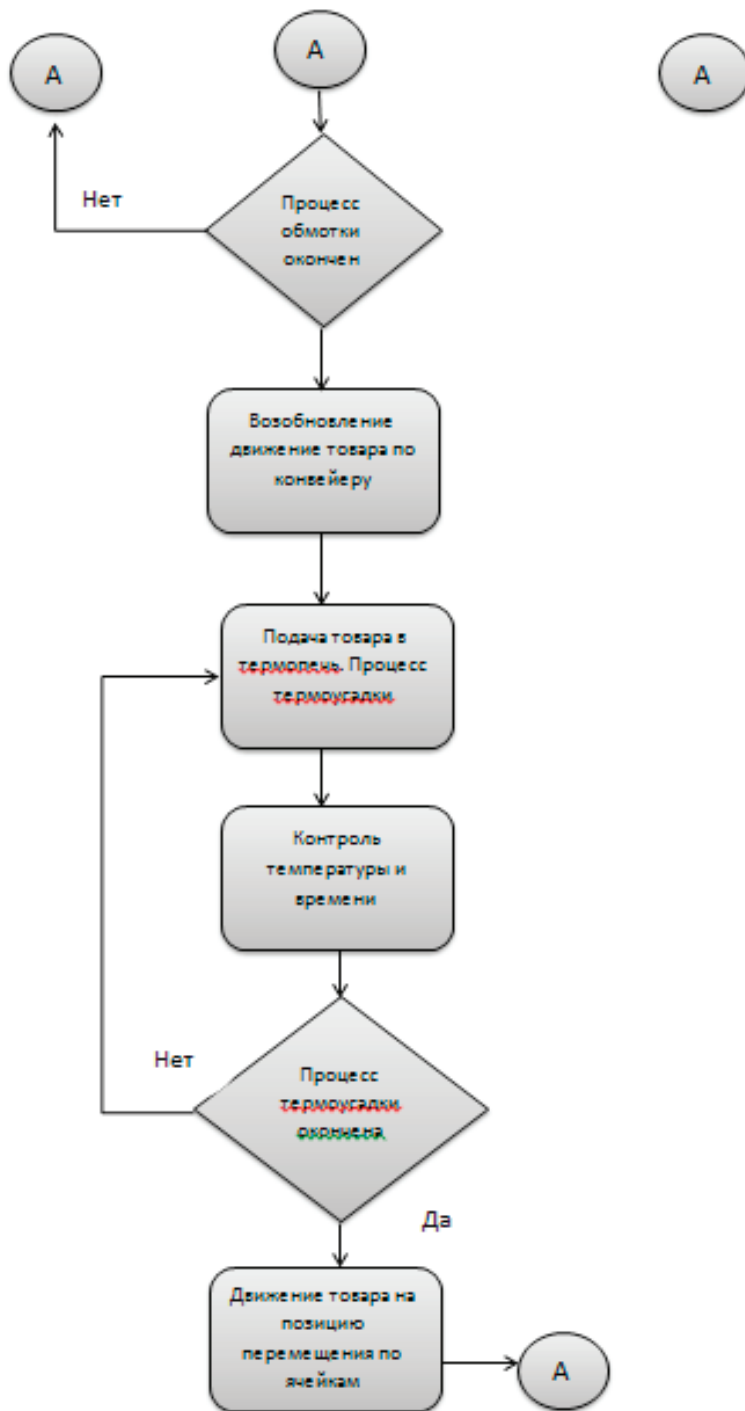


Рис. 1 Программа реализации на языке LD

А также для программы выше был разработан алгоритм по которому выполняется наша задача. Часть алгоритма показан на рисунке № 2, в нем указана последовательность выполнения программы, срабатывание датчиков и действия после них. Более того описаны аварийные ситуации и их решения.



Еще хотелось бы сказать, что данным способом можно не только контролировать и управлять процессами, а именно автоматизировать, что в нашем 21 веке уже не потеряет актуальность.

Литература:

1. Суханова, Н.В. Технология реализации автоматизированных систем управления на базе больших искусственных нейронных сетей МОДУС-НС [Текст] /И. С. Кабак, Н.В. Суханова//Межотраслевая информационная служба. — 2012. — № 4. — с. 43–47.
2. Никищечкин А.П. Теория дискретных систем управления. Учебное пособие. — М.: ИЦ ГОУ МГТУ «Станкин».

Анализ проектирования железобетонных конструкций зданий для строительства

Шейх Нагия, студент магистратуры

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье поднимается вопрос о необходимости анализа проектирования железобетонных конструкций зданий для строительства. Материалы статьи содержат краткую информацию изучения проектирования железобетонных конструкций, и использования сборно-монолитных железобетонных конструкций.

Ключевые слова: проектирования железобетонных конструкций, инновационные разработки, сборно-монолитные железобетонные конструкции.

Analysis design of concrete structures of buildings for construction of buildings for construction

The article raises the question of the need to analyze the design of concrete structures of buildings for construction. The materials of the article contain a brief study of the design of concrete structures, and the use of precast-monolithic concrete structures.

Keywords: design of concrete structures, innovative development, precast-monolithic concrete structures.

Железобетонные конструкции являются одними из самых распространенных конструкций во всех областях строительства. Их применяют в промышленной, гражданской, сельскохозяйственной, транспортной и других областях строительства. Из железобетонных конструкций возводят заводы и жилые дома, больницы и школы, мосты и туннели, гидроэлектростанции и атомные реакторы, ирригационные системы и плотины, стадионы и манежи, надшахтные сооружения и крепления подземных выработок, метрополитены, стартовые площадки для запуска космических ракет и аэродромные покрытия.

На сегодня трудно назвать ту отрасль строительства, где бы не нашел применение железобетон. Железобетонные конструкции также используют в машиностроении (опорные станины металлорежущих станков), в судостроении (грузоперевозочные баржи), ракетостроении (элементы космических кораблей), медицине (армированные модифицированные элементы позвоночника) и других областях.

Железобетон получил популярность в строительном деле и распространение по всему миру по целому ряду положительных причин и качеств:

- длительный жизненный цикл — долговечность;
- сопротивление огню — огнестойкость;
- сопротивление коррозионным воздействиям;
- высокое сопротивление статическим и динамическим нагрузкам;
- малые эксплуатационные расходы на содержание зданий и сооружений;
- низкий ценовой фактор — относительная дешевизна изготовления. [8, с.51]

Наличие распространенного крупного и мелкого заполнителя, который идет на изготовление железобетона,

делает его применимым во всех уголках земного шара и даже за его пределами.

Возникновение и развитие строительных конструкций, в том числе железобетонных, неразрывно связано с условиями материальной жизни общества, развитием производительных сил. Появление железобетона совпадает с периодом ускоренного развития промышленности, транспорта и торговли во второй половине XIX века.

На сегодня основным нормативным документом является СП 63.13330.2012 «СНиП 52–01–2003. Актуализированная редакция. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения

Это пособие базируется пока что на указанном нормативном документе и освещает основные принципиальные положения расчета простейших железобетонных конструкций.

Проектирование железобетонных конструкций важнейший этап в строительстве, цель которого получить точные данные армирования. От вычислений и конструирования сегментов зависит неизбежность будущего строения, сроки выполнения проекта и инвестиционная привлекательность предприятия.

Процесс состоит из нескольких этапов:

- разработка опалубочных чертежей;
- расчет конструкции на действующие нагрузки;
- раскладка арматуры и деталей;
- спецификация.

Популярность железобетонных конструкций легко объяснить, ведь с их помощью стало возможным существенно сокращать сроки строительства и оптимизировать производственные затраты при значительных объемах застроек. На этой основе были созданы типовые проекты и каталоги железобетонных конструкций, получила завершенность типология железобетонных кон-

струкций для строительства жилья и объектов общественного и промышленного назначения.

Эффективные инновационные разработки в области железобетона позволили создавать железобетонные конструкции изящными в каждой детали. Строительство жилых домов, различных объектов культурно — бытового или иного назначения сейчас немислимы без применения железобетонных конструкций. Особенно востребованными и популярными являются железобетонные конструкции в промышленном строительстве. Здесь они используются не только для того, чтобы свести конструктивные части зданий, такие как фундамент, каркас, перекрытия, покрытия, но и применяются для изготовления уникальных частей атомных электростанций, плотин, эстакад, мостов, тоннелей и многих других объектов. Стало очевидным, что применение железобетонных конструкций безгранично. Любое строительство нельзя представить без их применения. Железобетонные конструкции есть и будут основными составляющими строительства. По способу изготовления железобетонные конструкции в практике их проектирования разделяются на монолитные, сборные и сборно-монолитные. [5, с. 58]

В последние годы наблюдается тенденция к увеличению применения монолитных железобетонных конструкций с широким использованием скользящей, переставной и несъемной опалубки. Также расширилось применение сборно-монолитных железобетонных конструкций. Особенно это характерно для строительства жилых зданий. Практика проектирования зданий и сооружений из железобетона обогатилась большим количеством результатов исследований, которые позволяют возводить их надежными и долговечными. Расчеты систематизированы по предельным состояниям, что является значительным достижением ученых в этой области.

Чтобы выполнить конструктивный расчет железобетонных конструкций, то есть установить размеры их сечений, площадь сечения арматуры или проверить несущую

способность, необходимо знать значения внутренних усилий M , T , V и N , возникающие в расчетных сечениях этих конструкций от действия внешних нагрузок или воздействий. Значения усилий получают в результате статического расчета. [9, с. 22]

Статический расчет железобетонных конструкций можно осуществлять по теоретическим положениям строительной механики как для упругих тел. Но, вследствие проявлений специфических особенностей поведения железобетона под нагрузкой (ползучесть и неупругая деформация бетона, образование и раскрытие в нем трещин, возможность нарушения сцепления арматуры с бетоном, текучесть арматуры и т. п.) применение в статических расчетах железобетонных конструкций методов строительной механики во многих случаях не дает возможность получить результаты, которые с достаточной точностью соответствуют действительным значениям усилий, возникающих в сечениях железобетонных конструкций.

Особенно это касается статически неопределенных железобетонных конструкций, в которых наличие неупругих деформаций приводит к явлению образования пластических шарниров и, как следствие, перераспределения усилий между отдельными сечениями.

Данное явление перераспределения усилий нарушает соотношение их значений, вычисленных для условий упругой работы конструкции, а потому нуждается в более конкретизированных способах их определения.

Прочность и устойчивоость железобетонных конструкций зданий и сооружений в обязательном порядке должны быть проверены на этапе проектирования:

- для стадии эксплуатации;
- для стадии транспортировки и монтажа

Применение усовершенствованных способов расчета значений внутренних усилий, действующих в сечениях железобетонных конструкций, способствует рациональному их армированию, поскольку процесс перераспределения усилий можно регулировать.

индустриализация и экономичность строительства

Прочность и устойчивоость конструкций зданий и сооружений должны быть проверены при проектировании:

- для стадии эксплуатации,
- для стадии транспортирования и монтажа.

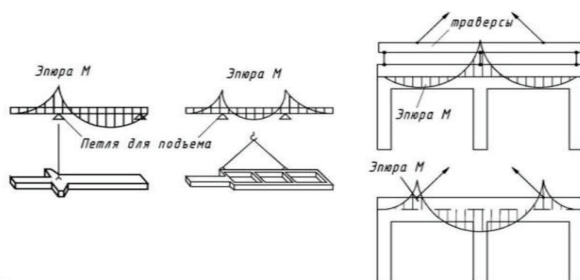


Рис. 1. Транспортировка, монтаж ж/б конструкций

В расчетах статически неопределенных железобетонных конструкций это достигается применением метода предельного равновесия с реализацией статических, кинематических способов и способом дополнительных эпюр моментов. [3, с. 74]

Сущность метода предельного равновесия заключается в том, что в расчетах несущей способности статически неопределимой железобетонной конструкции за предельное ее состояние принимается такое, при котором она в результате образования на ее участках пластических шарниров превращается в механизм с одной

степенью свободы. Иначе говоря, если несущая способность статически неопределимой железобетонной конструкции исчерпывается за счет чрезмерного роста на ее участках местных пластических деформаций без полного разрушения какой-либо ее части, то расчет несущей способности такой конструкции может быть выполнен методом предельного равновесия. При этом на всех этапах загрузки конструкции для любого ее сечения в пролете не нарушается условие: сумма прольотного и соответствующих частей опорных моментов равна моменту свободно опертой балки.

Литература:

1. СП 52–103–2007. Железобетонные монолитные конструкции зданий / ФГУП «НИЦ»Строительство». — М. ФГУПНИИЖБ, 2007 г. — 18с.
2. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85*. — М., 2011 г. — 88с.
3. Голдобина Л. А., Старцева А. Е., Савельев А. А. Особенности проектирования несущих железобетонных конструкций зданий в сейсмических районах // В сборнике: Молодежный научный потенциал XXI века: ступени познания сборник материалов IV Молодежной международной научно-практической конференции. 2018. С. 74–80.
4. Забавина В. В. Особенности расчета и проектирования монолитных железобетонных конструкций при изменении функционального назначения здания // В сборнике: Актуальные вопросы современной науки Сборник статей по материалам VIII международной научно-практической конференции. В 4-х частях. 2017. С. 37–42.
5. Кузеванов Д. В., Беляев А. В. Информационное моделирование железобетонных конструкций // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 1. С. 58–63.
6. Родина А. Ю., Домарова Е. В. Проектирование железобетонных конструкций многоэтажного здания // Раздаточный материал для курсового проектирования по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции» для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство по профилю «Промышленное и гражданское строительство» / Москва, 2017. С. 32–35
7. Талантова К. В., Григорьева А. Г. Проектирование монолитных железобетонных конструкций многоэтажного промышленного здания // Санкт-Петербург, 2017. С. 14–17
8. Тамразян А. Г. Бетон и железобетон: проблемы и перспективы // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 7. С. 51–54.
9. Тихонов И. Н., Козелков М. М., Расторгуев Б. С. Основы проектирования железобетонных конструкций с учетом защиты зданий от прогрессирующего обрушения // Бетон и железобетон. 2014. № 6. С. 22–29.

Анализ и расчет рациональности разработки универсального твердотопливного котла

Щепелина Юлия Владимировна, студент магистратуры
Вологодский государственный университет

В России энергоснабжение отдаленных районов осуществляется посредством завоза жидкого топлива, поставки угля и различного вида древесины. В связи с увеличением стоимости жидкого топлива, растет спрос на дешевое местное топливо. К данной категории можно отнести и вторичные энергоресурсы деревообрабатывающей промышленности.

Замена основного топлива на альтернативные ВЭР позволит реализовать государственные программы по нескольким направлениям: увеличить спрос на остаточные энергоресурсы, что служит для предприятий дополнительной материальной выгодой, так и сократить экологическое загрязнение биосферы не утилизируемыми отходами. Для получения тепловой энергии необходимы устройства и установки с соответствующими параметрами и характеристиками.

В соответствии с Федеральным законом от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ (ред. от 28.12.2016) «Об отходах производства и потребления» производители обязаны внедрять в производство наилучшие доступные малоотходные технологии.

Принцип данной программы включает в себя также использование вторичных энергоресурсов с перерасчетом понижающего коэффициента по отношению к нормативу утилизации [1].

Для генерирования твердых видов топлива в тепловую энергию разработаны специализированные устройства. Твердотопливные котлы непосредственно относятся к категории теплогенераторов. Такие котлы имеют относительно упрощенную конструкцию и хорошую ремонтпригодность. Универсальные твердотопливные котлы характеризуются способностью сжигания нескольких видов твердого топлива, включая вторичные энергоресурсы. Такие установки можно использовать основным или резервным источником тепловой энергии, например, в районах с предприятиями по переработке древесины, в соответствии с требованием № 261 ФЗ «Об энергосбережении» [2, ст. 14].

Физические процессы, происходящие в камере сгорания котлов на различном топливе во многом схожи. Математическую модель работы твердотопливных котлов можно описать по методу Р.Г. Заха. Однако, применение данной методики возможно только при условии уточнения определенных параметров для разных видов топлива (брикеты, пеллеты, опилки, щепа и другие виды древесного происхождения).

Разработка математической модели универсального твердотопливного котла включает в себя разработку схемы работы котлоагрегата для достижения максимального обеспечения тепловой энергией потребителя.

Процесс горения представляет собой быстрое и полное окисление горючего вещества. Данный процесс сопровождается выделением тепла. В процессе горения участвуют два вещества: окисляемое вещество и окислитель. При этом процентное соотношение данных компонентов варьируется и относится к каждому конкретному виду топлива. Не малую роль играют значения зольности, влажности, спекаемости.

В топках котельных агрегатов распространенным и доступным окислителем выступает воздух. Характер подвода кислорода к топливу описывает особенности процесса горения: кинетическое, диффузионное или промежуточное горение осуществляется в топке котла.

Важным моментом в правильности выбора математической модели является определение химических и механических параметров топлива. Зольность, влажность и выход летучих веществ определяет параметр теоретически необходимого объема воздуха для горения. Так как содержание кислорода в атмосферном воздухе по объему равно примерно 21 %, то данный параметр составляет:

$$V_{\text{В}}^0 = \frac{V_{\text{O}_2}^0}{0,21} = \frac{1}{1,428 \cdot 21} \cdot (2,67C^{\text{P}} + 8H^{\text{P}} + S_{\text{Л}}^{\text{P}} - O^{\text{P}}), \text{ м}^3/\text{кг},$$

где, $V_{\text{O}_2}^0$ — теоретическое объемное количество кислорода, необходимое для сгорания, $\text{м}^3/\text{кг}$,

$C^{\text{P}}, H^{\text{P}}, S_{\text{Л}}^{\text{P}}, O^{\text{P}}$ — рабочая масса углерода, водорода, серы, кислорода в топливе.

При разработке математической модели необходимо рассчитывать объемное количество углекислоты, сернистого ангидрида в дымовых газах. Азот, входящий в состав дымовых газов, поступает из воздуха, затраченного на горение, и топлива. Водяные пары в дымовых газах образуются в результате сгорания водорода топлива и испарения влаги, а также вносятся воздухом, поступающим для горения, так как в нем содержится некоторое количество влаги. Количество водяных паров, попадающих в дымовые газы с теоретически необходимым воздухом для горения, определяется из того условия, что в 1 кг сухого воздуха содержится приблизительно 10 грамм водяных паров, то есть, что влагосодержание воздуха 0,01 г/кг.

Необходимость расчетов параметров избыточного объема водяных паров и воздуха, соотношение теоретических объемов продуктов сгорания к действительным объемам позволяет оценить рациональность применения ресурса в виде топлива. Избыточный воздух, подаваемый в топку, в процессе горения не участвует, но увеличивает количество дымовых газов, образующихся на 1 кг сожженного топлива. При этом объем углекислоты остается неизменным, а объем двухатомных газов (включая кислород) увеличивается.

Литература:

1. Федеральный закон 24 июня 1998 г. (ред. от 28.12.2016) № 89 ФЗ «Об отходах производства и потребления» // Российская газета от 30 июня 1998 г.
2. Энергосбережение за рубежом [Электронный ресурс] // GISEE.RU: Государственная инновационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. URL: https://gisee.ru/articles/foreign_experience/20020/ (дата обращения 17.10.2017).

Выбор оптимального варианта при разработке универсального водогрейного котла для различных видов твердого топлива

Щепелина Юлия Владимировна, студент магистратуры
Вологодский государственный университет

На сегодняшний день в условиях современной экологии и программ государственной поддержки вторичного использования энергетических ресурсов возникает необходимость в котлах для получения тепловой энергии из древесных отходов, таких как пеллеты, опилки, брикеты, крупнокусковые остатки. Конструкция таких агрегатов должна быть максимально упрощенной для эксплуатации, но максимально энергоэффективной. Необходимо учитывать особенности сгорания мелкодисперсного и крупнокускового топлива.

Ключевые слова: твердотопливный котел, энергоэффективность.

В современности массово распространено использование газовых и электрических котлов. Однако связанные с их эксплуатацией ограничения, такие как отдаленность района от мест проложения газовых трубопроводов, дорогостоящее обслуживание и оборудование, требуют поиска альтернативных источников для выработки тепловой энергии. Одним из таких вариантов являются твердотопливные котлы. Такие котлы имеют относительно простую конструкцию и хорошую ремонтпригодность. Универсальные твердотопливные котлы характеризуются способностью сжигания нескольких видов твердого топлива. Такие установки можно использовать основным или резервным источником тепловой энергии, например, в районах с предприятиями по переработке древесины, в соответствии с требованием № 261 ФЗ «Об энергосбережении» [1].

Существуют различные варианты внутреннего устройства топочного пространства котлоагрегатов. Топки твердотопливного котла по типу сгорания топлива могут быть со слоевым, факельным или вихревым сжиганием (являются разновидностью факельных топок) [2]. Котлы

также различаются по способу подачи и регулированию топлива. Различные конструкции устройства топочного пространства твердотопливных котлов представлены на рисунке 1.

Топочные пространства с механической регулировкой подачи топлива отличаются сложностью конструкций, однако повышается общая эффективность котла за счет большего прогорания топлива. В камерах с шурующими планками и переталкивающими решетками слои топлива перемешиваются. Работа реторта заключает в регулируемой подаче топлива в нижнюю часть топки на колосниковые решетки для его сгорания [3]. Сложность механической регулировки также заключается в необходимости расширения топочного пространства для размещения устройств, что приводит к увеличению габаритов котлоагрегата.

Второй проблемой является повышение эффективности теплопередачи в котле. Для увеличения коэффициента теплопередачи от дымовых газов жидкости в водяной «рубашке» применяются различные сопротивления. На рисунке 2 представлены способы увеличения коэффициента теплопередачи.

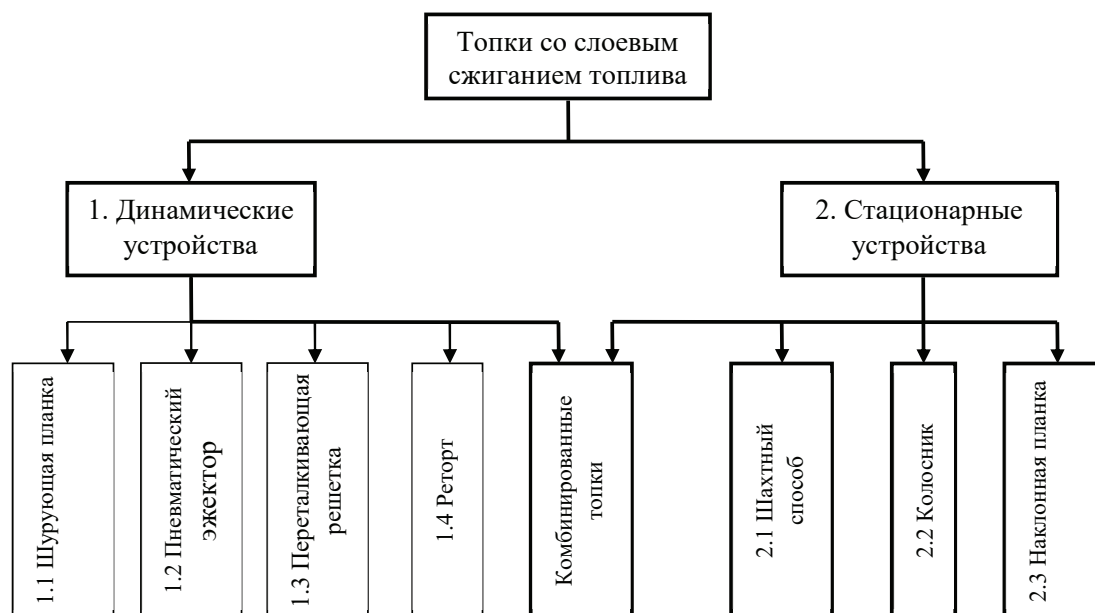


Рис. 1. Конструкции устройства топок со слоевым сжиганием по способу регулирования и подачи топлива

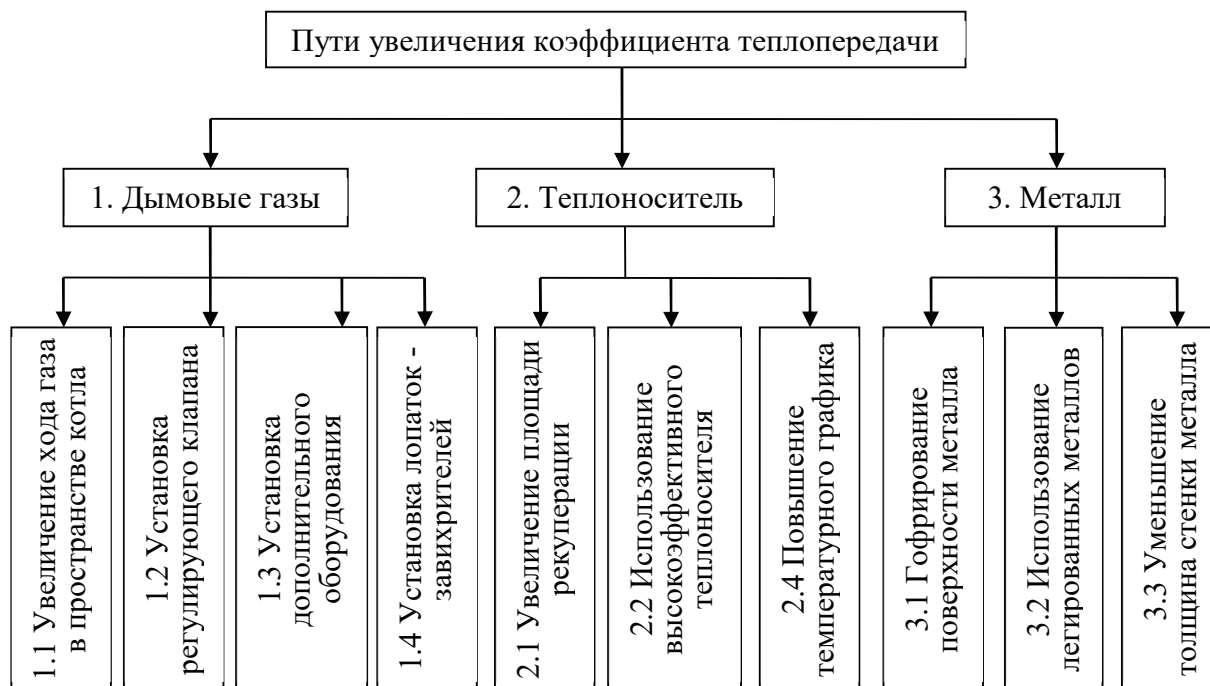


Рис. 2. Классификация способов увеличения теплопередачи котла

Повысить коэффициент теплопередачи возможно путем изменения характеристик газа, металла или жидкости. При создании гофрированной поверхности стенки котла произойдет повышение внутренней площади поверхности металла. Данный факт приведет к дополнительному сопротивлению газа, его увеличенному ходу, также к увеличению площади соприкосновения жидкости с металлом. Установка регулирующего клапана на дымовую трубу позволит сокращать расход топлива и давление газа в котле. При проектировании котлов зачастую предусматривается установка местных сопротивлений, например, металлических пластин. В большинстве используют два вида металла для изготовления стенок твердотопливного котла — сталь или чугун [4]. Стальной котел хорошо переносит подверженность при транспортировке, имеет достаточно высокий КПД в сравнении с чугунным. Температура подпитывающей воды и воды на входе непосредственно влияют на работу и эффективность котла.

Целью работы является выбор оптимальной конструкции устройства котла, при проведении исследования

выявить недочеты для их устранения. На примере имеющегося универсального твердотопливного котла в качестве оптимальной конструкции принимаем стальной корпус. Топочное пространство примем шахтного типа с наклонными колосниковыми решетками для динамичного поступления мелкозернистого топлива и прямым колосником для сгорания топлива. Для увеличения коэффициента сопротивления дымовых газов используем встраиваемые во внутреннее пространство котлоагрегата металлические пластины в шахматном порядке и регулирующий клапан на дымовой трубе. При дальнейшем исследовании стоят такие задачи, как: доработать конструкцию сопротивлений для хода дымовых газов и систему подачи мелкого топлива через отдельный отсек; оценить необходимость создания ребристой поверхности внутренней стенки котла; в дальнейшем при достижении оптимальных параметров работы котла составить техническую документацию и изготовить опытно-промышленный образец.

Литература:

1. Федеральный закон № 261-ФЗ: Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: принят Президентом РФ 23.11.2009. — Москва: «Российская газета», 2009.
2. Топливный котел с вихревой топкой: пат. 2202068 Рос. Федерация: МПК⁵¹ А F23В30/00 / Е.М. Пузырев, В.А. Голубев, М.Е. Пузырев; заявитель и патентообладатель Е.М. Пузырев. — № 2014131658/06; заявл. 30.07.2014; опубл. 20.02.2016, Бюл. № 5. — 5 с.
3. Баскаков А. П., Мацнев В. В., Распопов В. И. Котлы и топки с кипящим слоем — М.: ЭАИ, 1995. — 285 с.
4. Сеницын А. А., Заворохин И. Л., Игонин В. И., Поляков М. И. К выбору автономного источника теплоты. // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. — Великий Устюг, 2003 — с. 31–33

Способ очистки целлюлозной изоляции силового масляного трансформатора от механических примесей

Юсупов Дилмурод Турдалиевич, старший научный сотрудник
ООО «Научно-технический центр» АО «Узбекэнерго» (г. Ташкент, Узбекистан)

Предлагается способ очистки целлюлозной изоляции силового масляного трансформатора от механических примесей. Разработана схема очистки масла и целлюлозной изоляции трансформатора с использованием регенерируемого керамического фильтра.

Ключевые слова: *силовой масляный трансформатор, очистка, трансформаторное масло, целлюлозная изоляция, керамический фильтр.*

Анализ отказов силовых масляных трансформаторов за длительный период показывает, что среди причин повреждений — увлажнение, загрязнение трансформаторного масла и целлюлозной изоляции, в том числе продуктами старения [1–3]. Основным фактором, определяющим реальный срок службы силовых трансформаторов, является целлюлозная изоляция, состояние которой существенно зависит от качества залитого эксплуатационного трансформаторного масла и процессов, протекающих в нем [4–5].

Регенерация отработанного трансформаторного масла — один из наиболее эффективных способов организации его повторного использования. Поэтому широкое развитие и внедрение эффективных технологий регенерации отработанного трансформаторного масла является важным элементом программы ресурсосбережения и повышения энергоэффективности предприятий топливно-энергетического комплекса. Технология предполагает слив отработанного масла и отправку его на регенерацию или утилизацию. В бак трансформатора заливается свежее заводское или регенерированное масло. Как правило, после заливки регенерированного или свежего масла в силовой трансформатор класс чистоты масла резко ухудшается на 1–2 класса. Например, масло 9 класса чистоты приобретает 11 класс чистоты. Это связано с попаданием в масло различных загрязнений, переходящих от целлюлозной изоляции [6].

В настоящее время начинает преобладать новый подход к продлению срока службы трансформаторов, который помимо регенерации масла включает циркуляцию чистого масла с непрерывной его регенерацией. Циркуляция чистого масла обеспечивает очистку целлюлозной изоляции и продлевает рабочий ресурс трансформатора. По данным ООО «ТРИДЭКС ЦЕНТР», однократная обработка трансформатора, отработавшего гарантированный срок эксплуатации (25 лет), замедляет деструкцию целлюлозы до скорости естественного старения и продлевает срок жизни целлюлозы и трансформатора в целом ориентировочно на 3–5 лет. Учитывая общий срок службы трансформаторов это даёт экономический эффект от 10 до 15% стоимости нового трансформатора [7]. После 20 лет эксплуатации трансформатора старение целлюлозной изоляции резко ускоряется под воздействием различных факторов и требует пристального внимания.

В процессе длительной эксплуатации силовых масляных трансформаторов в целлюлозную изоляцию прилипает загрязнение, так называемые «механические примеси». Они являются нерастворенными веществами, содержащиеся в масле в виде осадка или во взвешенном состоянии. Это — волокна, пыль, частицы металла и другие виды примесей.

Механические примеси, оказывая существенное воздействие на эксплуатационные характеристики (особенно на электрическую прочность и цвет) трансформаторного масла, определяют его качество. Они могут появиться при эксплуатации трансформаторного масла в результате растворения красок, лаков и изоляции. Механические примеси оказывают неблагоприятное влияние на работу силовых трансформаторов. Они могут вызвать перекрытие между изолированными друг от друга элементами, а также понизить электрическую прочность масла и загрязнять целлюлозную изоляцию. В связи с этим своевременная очистка целлюлозной изоляции силового масляного трансформатора от механических примесей является актуальной задачей энергетики.

Для очистки целлюлозной изоляции силового масляного трансформатора от механических примесей был разработан керамический фильтр [8]. При разработке керамического фильтра была использована хорошо зарекомендовавшая себя патронная конструкция. Она позволяет производить подготовку и формирование фильтра вне аппарата, быстро и оперативно производить его замену и подбором соответствующего количества керамических элементов получать фильтры требуемой производительности.

На рисунке 1 приведена схема очистки целлюлозной изоляции силового трансформатора с использованием керамического фильтра. Установка работает следующим образом. Все вентили (5–8) закрыты. Открывается вентиль 5 и отработанное масло из трансформатора 1 перекачивается циркуляционным насосом 2 и при открытии вентилей 6 и 7 попадает в керамический фильтр 3, где очищается от механических примесей. Потом очищенное масло подается в расширительный бак трансформатора 4. Далее масло направляется на второй цикл очистки. Многократная циркуляция масла позволяет добиться необходимого уровня очистки. По необходимости приоткрывается

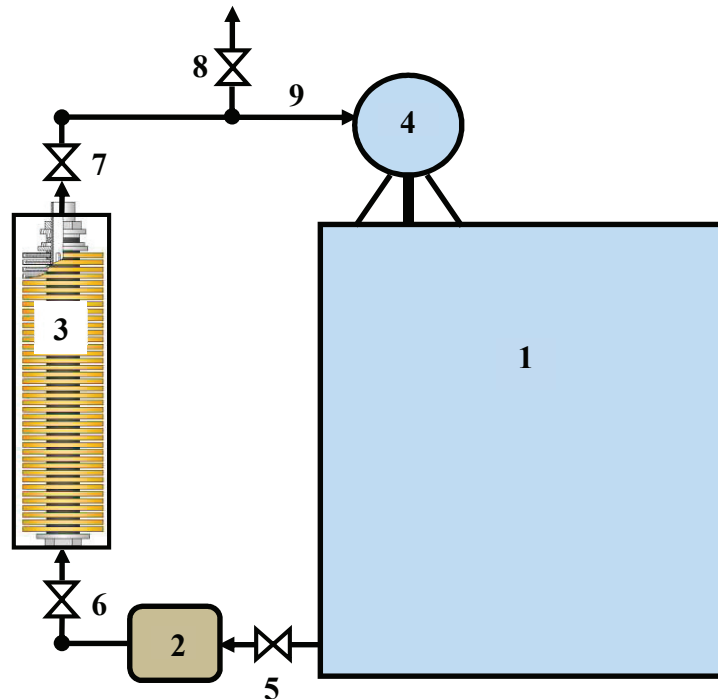


Рис. 1. Схема очистки масла и целлюлозной изоляции трансформатора:

1 — силовой трансформатор; 2 — циркуляционный маслонасос; 3 — керамический фильтр; 4 — расширительный бак трансформатора; 5, 6, 7, 8 — запорные вентили; 9 — соединительные трубопроводы

вентиль 8 для выхода воздуха на внешнюю среду и ускорения процесса циркуляции масла.

В схеме на рис. 1 используется регенерируемый керамический фильтр [9], позволяющий провести очистку целлюлозной изоляции силового масляного трансформатора от механических примесей до 1 мкм. Регенерация керамического фильтра проводится путем подачи сжатого воздуха с давлением до 5 атм. сверху вниз во внутреннюю полость фильтрующего элемента.

Очищенное масло возвращается в бак силового трансформатора, обеспечивая непрерывную промывку целлюлозной изоляции, которая восстанавливает свои электрофизические свойства. Создание циркулирующего потока масла через бак силового трансформатора, из ко-

торого непрерывно выводятся различные загрязнения, позволит на определённом этапе осуществить комплексное восстановление жидкой и целлюлозной изоляции трансформатора.

Выводы:

1. Предложенный способ очистки целлюлозной изоляции силового масляного трансформатора с использованием керамического фильтра от механических примесей может применяться в энергетике в качестве новой технологии.

2. Своевременная очистка целлюлозной изоляции силового трансформатора повышает надежность эксплуатации электрооборудования, и в свою очередь, работу электростанции и электрических сетей.

Литература:

1. Петухов Р. А., Пилюгин Г.А. Эффективная программа диагностических испытаний силовых трансформаторов при проведении экспертизы промышленной безопасности объектов энергетики. Сборник трудов XIX международной научно-практической конференции молодых ученых «Современные техника и технологии». — г.Томск. 2013 г. № 3. С. 156–157.
2. Васин В. П., Долин А.П. Ресурс изоляции силовых маслاناполненных трансформаторов // ЭЛЕКТРО. Электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность. 2008 г. № 3. С. 12–17.
3. Бондаренко В. Е., Аулова Н.В. Анализ традиционной системы оценки состояния трансформаторных масел в баках трансформаторов и автотрансформаторов напряжением 330 кВ. Вестник «ХПИ». 2010 г. № 45. С. 38–47.
4. Высокорец с. П., Васильев А.П. Оценка качества эксплуатационных масел силовых трансформаторов напряжением 35–110 кВ. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2003 г. № 1. С. 84–92.

5. Черкашина В. В. Анализ эффективности методов оценки механической прочности целлюлозной изоляции высоковольтных трансформаторов. Интегрированные технологии и энергосбережение. 2006 г. № 4. С. 32–36.
6. Кан В. В., Юсупов Д. Т. Очистка масляных трансформаторов с использованием мобильных установок на базе керамических мембран // Узбекский журнал Проблемы информатики и энергетики. 2014 г. № 6. С. 85–89.
7. ООО «ТРИДЭКС ЦЕНТР» — <http://www.tridexcenter.com>
8. Салихов Т. П., Кан В. В., Юсупов Д. Т. Применение керамического фильтра для циркуляционной очистки масла и целлюлозной изоляции силового трансформатора // Промышленная энергетика. 2017 г. № 8. С. 52–57.
9. Юсупов Д. Т. Преимущества применения керамических мембранных фильтров для очистки отработанных трансформаторных масел от механических примесей // Энергетика и ТЭК. 2018 г. № 4. С. 23–24.

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.
 Искаков Р. М.
 Калдыбай К. К.
 Кенесов А. А.
 Коварда В. В.
 Комогорцев М. Г.
 Котляров А. В.
 Кошербаева А. Н.
 Кузьмина В. М.
 Курпаяниди К. И.
 Кучерявенко С. А.
 Лескова Е. В.
 Макеева И. А.
 Матвиенко Е. В.
 Матроскина Т. В.
 Матусевич М. С.
 Мусаева У. А.
 Насимов М. О.
 Паридинова Б. Ж.
 Прончев Г. Б.
 Семахин А. М.
 Сенцов А. Э.
 Сеньюшкин Н. С.
 Титова Е. И.
 Ткаченко И. Г.
 Федорова М. С.
 Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
 Арошидзе П. Л. (Грузия)
 Атаев З. В. (Россия)
 Ахмеденов К. М. (Казахстан)
 Бидова Б. Б. (Россия)
 Борисов В. В. (Украина)
 Велковска Г. Ц. (Болгария)
 Гайич Т. (Сербия)
 Данатаров А. (Туркменистан)
 Данилов А. М. (Россия)
 Демидов А. А. (Россия)
 Досманбетова З. Р. (Казахстан)
 Ешиев А. М. (Кыргызстан)
 Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
 Игиснинов Н. С. (Казахстан)
 Искаков Р. М. (Казахстан)
 Кадыров К. Б. (Узбекистан)
 Кайгородов И. Б. (Бразилия)
 Каленский А. В. (Россия)
 Козырева О. А. (Россия)
 Колпак Е. П. (Россия)
 Кошербаева А. Н. (Казахстан)
 Курпаяниди К. И. (Узбекистан)
 Куташов В. А. (Россия)
 Кыят Эмине Лейла (Турция)
 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)
 Федорова М. С. (Россия)
 Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
 Хоссейни А. (Иран)
 Шарипов А. К. (Казахстан)
 Шуклина З. Н. (Россия)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.**Ответственный редактор:** Осянина Е. И.**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 13.06.2018. Тираж 500 экз.

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