



СИБАК
www.sibac.info

ISSN 2310-4066

**XXV СТУДЕНЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

№ 10 (24)



**НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО
СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ.
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

г. НОВОСИБИРСК, 2014



НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Электронный сборник статей по материалам XXV студенческой
международной заочной научно-практической конференции*

№ 10 (24)
Октябрь 2014 г.

Издается с Октября 2012 года

Новосибирск
2014

УДК 62
ББК 30
Н 34

Председатель редколлегии:

Дмитриева Наталья Витальевна — д-р психол. наук, канд. мед. наук, проф., академик Международной академии наук педагогического образования, врач-психотерапевт, член профессиональной психотерапевтической лиги.

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович — канд. техн. наук, доц. Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка.

Н 34 «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»:
Электронный сборник статей по материалам XVI студенческой международной научно-практической конференции. — Новосибирск: Изд. «СибАК». — 2014. — № 1 (16)/ [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://www.sibac.info/archive/Technic/1\(16\).pdf](http://www.sibac.info/archive/Technic/1(16).pdf).

Электронный сборник статей по материалам XVI студенческой международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Секция 1. Архитектура, Строительство	5
ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕЖЕСТКОЙ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНОЙ ПОЛОСЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБЪЕМНОЙ ГЕОРЕШЕТКИ	5
Козырев Николай Эрикович Буланов Павел Ефимович Вдовин Евгений Анатольевич	
КОНЦЕПЦИЯ УМНОГО ДОМА	10
Татарина Мария Витальевна Попелло Егор Сергеевич Глуховская Марина Юрьевна	
Секция 2. Информационные технологии	18
ПРОЦЕССОРЫ INTEL ЧЕРЕЗ 10 ЛЕТ. КАКИЕ ОНИ?	18
Зубкова Валерия Владимировна Митрошин Павел Алексеевич	
ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ ДЛЯ ВЕЛОТРЕНАЖЕРА — SVBIKE	26
Шарыпов Сергей Андреевич Сироткин Андрей Вячеславович	
Секция 3. Лазерные технологии	34
ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН	34
Шалаев Александр Сергеевич Гордиенко Александр Викторович	
Секция 4. Материаловедение	41
ТОВАРОВЕДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВИНИЛОВЫХ ОБОЕВ НА БУМАЖНОЙ ОСНОВЕ	41
Никонорова Ксения Владимировна Майдан Дмитрий Александрович	
Секция 5. Машиностроение	46
МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЛИТЫХ ДЕТАЛЯХ ТЕЛЕЖЕК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ	46
Корнеев Сергей Николаевич Штефанов Михаил Иванович	
ОСОБЕННОСТИ И ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОДШИПНИКОВ В ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ	53
Кужанбаев Рустам Тауфихович Киселев Денис Юрьевич	
Секция 6. Моделирование	58
ПРОЦЕСС ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ТВЁРДЫХ ТЕЛАХ.	58

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОЛЯ
Джамалов Адиль Чубанович
Пирмагомедов Олег Владимирович
Ткаченко Роман Михайлович

Секция 7. Пищевая промышленность **66**

РАЗРАБОТКА СПОСОБА АВТОМАТИЧЕСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО
КОПЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ С РАЗВИТОЙ СТРУКТУРОЙ
В РЕГУЛИРУЕМОЙ СРЕДЕ С ИНДУКТИВНЫМ ПОДВОДОМ
ЭНЕРГИИ ПРИ ДЫМОГЕНЕРАЦИИ **66**
Попова Виктория Николаевна
Сухарев Игорь Николаевич
Шахов Сергей Васильевич

Секция 8. Технологии **78**

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОТКЛОНЕНИЯ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ РАСХОДА **78**
Марактаева Татьяна Афанасьевна
Половнева Светлана Ивановна

Секция 9. Электротехника **85**

МУЗЫКА ТРАНСФОРМАТОРОВ **85**
Лесков Иван Алексеевич
Троценко Владислав Михайлович
Беспалов Никита Валерьевич
Калимуллин Алик Талгатович

Секция 10. Энергетика **93**

МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ТЯГОВОЙ
ПОДСТАНЦИИ М. ГОРЬКИЙ НА БАЗЕ
МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ **93**
Кузьмин Анатолий Дмитриевич
Сизикова Лариса Васильевна
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ И АКУСТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ
НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПЛАМЕНИ **99**
Лесков Иван Алексеевич
Троценко Владислав Михайлович
Беспалов Никита Валерьевич
Калимуллин Алик Талгатович

Секция 11. Математика **106**

НЕМНОГО ИЗ ИСТОРИИ МАТЕМАТИКИ **106**
Курсова Элеонора Юрьевна
Полянских Ольга Васильевна

СЕКЦИЯ 1.

АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕЖЕСТКОЙ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНОЙ ПОЛОСЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБЪЕМНОЙ ГЕОРЕШЕТКИ

Козырев Николай Эрикович

*студент 6 курса кафедры автомобильных дорог КГАСУ,
РФ, г. Казань
E-mail: vdovin@kgasu.ru*

Буланов Павел Ефимович

*аспирант кафедры автомобильных дорог КГАСУ,
РФ, г. Казань*

Вдовин Евгений Анатольевич

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент КГАСУ,
РФ, г. Казань*

В Республике Татарстан как и большинстве регионов Российской Федерации наибольшее распространение имеют глинистых грунтов. Грунты под дорожной одеждой автомобильных дорог и аэродромов подвержены погодно-климатическим факторам, которые вызывают процессы попеременного увлажнения-высыхания и замерзания-оттаивания. В связи с этими процессами изменяются физико-механические характеристики грунта, такие как, прочность, сцепление, сдвигоустойчивость, модуль упругости. Снижение прочности и возникающие при оттаивании просадочные деформации зависят от скорости оттаивания. Чем быстрее происходит оттаивание, тем сильнее снижается прочность глинистых грунтов.

Одним из наиболее эффективных способов решения данной проблемы может быть использование геосинтетических решеток, которые в свою очередь могут быть применены в увеличении несущей способности грунтов, оснований, откосов насыпи, покрытий и т. д.

В связи с этим, целью данной работы являлось проектирование нежесткой дорожной одежды взлетно-посадочной полосы в населенном пункте Куюки Республики Татарстан с применением объемной георешетки.

Аэродром проектировался в III дорожно-климатической зоне, в первом типе местности по увлажнению. Проектный срок службы покрытия — 10 лет. За расчетное принят самолет типа Л-410 с нормативной нагрузкой на опору $F_n=80$ кН, у которого внутреннее давление воздуха в пневматиках $P_a=0,60$ МПа, главная опора шасси выполнена по схеме одиночного колеса, число осей в расчетной опоре $n_0=1$. Среднесуточное число вылетов самолета Л-410 на последнем году проектного срока службы покрытия составило 10.

Все расчеты нежесткого аэродромного покрытия проводились по СНиП 2.05.08-85.

В основе расчета нежесткого аэродромного покрытия была принята расчетная модель в виде слоистого линейно деформируемого полупространства, на поверхность которого действует нагрузка от одиночного колеса, расположенная равномерно по площади круга. Воздействие на покрытие реальных многоколесных опор воздушных судов при расчете заменяют воздействием условной эквивалентной нагрузки F_e от одиночного колеса.

Для расчета были приняты, коэффициент динамичности $K_d=1,1$ и коэффициент разгрузки $\gamma_f=1,0$. Коэффициент условий работы при расчете по предельному относительному прогибу $\gamma_c=1,0$ и при расчете асфальтобетона на растяжение при изгибе $\gamma_f=1,0$.

Для расчета запроектированы следующие слои:

1. Асфальтобетонная смесь плотная, марки III — 0,04 м;
2. Асфальтобетонная смесь пористая — 0,05 м;
3. Щебень из природного камня, уложенный по принципу расклинцовки — 0,20 м;
4. Песок средней крупности — 0,30 м.

Определение одноколенной эквивалентной нагрузки составило $F_e = F_n = 80 \text{ кН}$ т.к. опора самолета одноколенная. Диаметр круга, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколенной эквивалентной нагрузки, по формуле (4)

$D_c = 0,41 \text{ м}$. Приведенной повторяемости приложения нагрузок по формуле (6) $N_r = 10$. Условие прочности покрытия по прогибу имеет вид:

$$\lambda_d = 0,0459 < \gamma_c \cdot \lambda_u = 1 \cdot 0,0043 = 0,0043$$

Таким образом, данное не обеспечено, следовательно необходимо увеличить толщину слоев либо использовать материалы более высокой прочности.

Для решения данной задачи применим геосинтетический материал в основание конструкции. Пространственные георешетки поместим на естественное основание, с засыпкой местным непучинистым грунтом. В результате коэффициент армирования естественного основания составил 1.48 [3]. Это приведет к увеличению несущей способности естественного основания на 48 %.

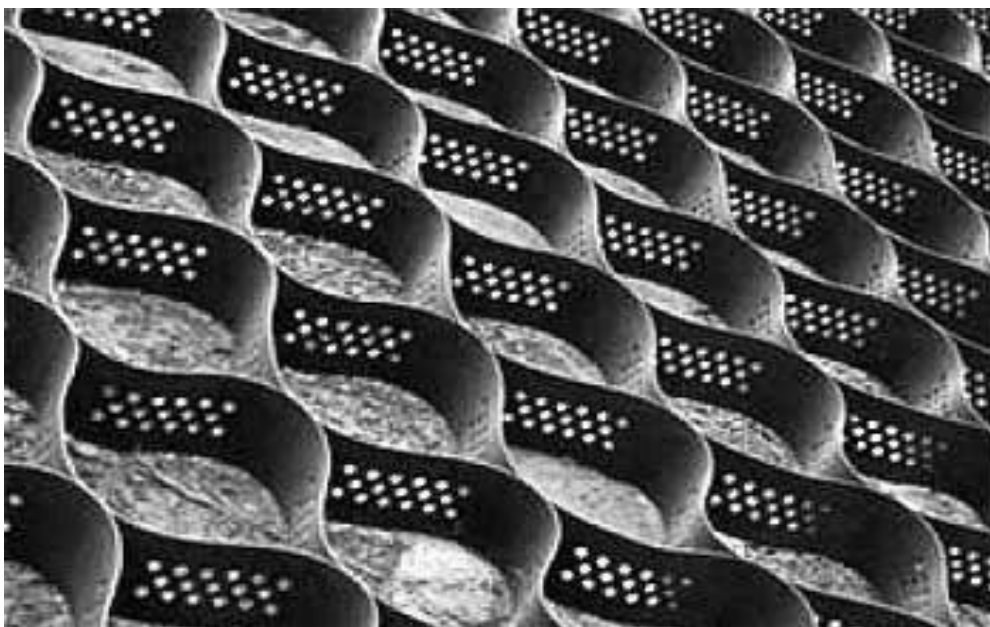


Рисунок 1. Георешетка при строительстве оснований

Проверка условия прочности при $\gamma_c=1,0$ использованием георешетки имеет вид:

$$\lambda_d = 0,00395 < \gamma_c \cdot \lambda_u = 1 \cdot 0,0043 = 0,0043$$

Анализ показал что, что введение в конструкцию георешетки выполняет условие прочности

Далее проверили условие прочности (10) для нижнего слоя из пористого асфальтобетона при $N_r < 50$, $R_d = 1,6$ МПа и $\gamma_f=1,0$, имеет $\sigma_r 1,08$ МПа $< \gamma_c \cdot R_d = 1,6$.

Расчет показал, что прочность асфальтобетона на растяжение при изгибе соответствует нормативным требованиям.

Проверка конструкции на морозоустойчивость $S_f = 0,0158 < S_u = 0,04$, показало выполнение данного условия.

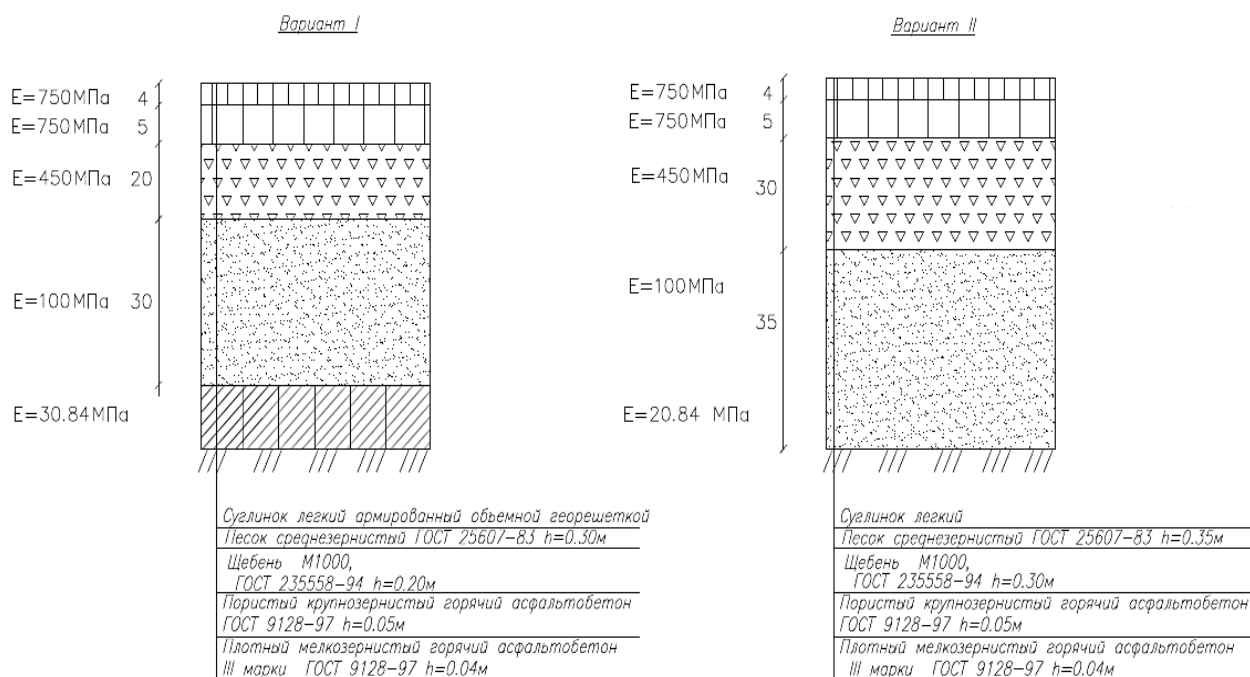


Рисунок 2. Конструкции дорожных одежд нежесткого типа, взлетно-посадочной полосы

В результате расчетов установлено что применение объемной георешетки в конструкции дорожных одежд позволило:

- повысить модуль упругости на поверхности грунта с 20,84 МПа до 30,84 МПа;
- снизить толщину основания из щебня с 30 см до 20 см и толщину дополнительного слоя основания из песка с 35 см до 30 см;
- снизить стоимость дорожной одежды с 1624,69 руб/м² до 1523,82 руб/м².

Анализ данных показал, что применение объемных георешеток в конструкциях дорожных одежд взлетно-посадочной полосы аэродрома, является перспективным направлением в повышении технико-экономической эффективности строительства.

Список литературы:

1. Методические указания по проектированию искусственных покрытий аэродромов, МАДИ 1992.
2. Руководство по проектированию аэродромов. Часть 1. Взлетно-посадочные полосы. ICAO doc 9157 AN/901 2005 г.
3. Руководство по проектированию водоотвода на летном поле, М., 1995 г — 128 с.
4. СНиП 2.05.08-85. Аэродромы/Госстрой СССР.-М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1985. — 59 с.

КОНЦЕПЦИЯ УМНОГО ДОМА

Татарина Мария Витальевна

Попелло Егор Сергеевич

студенты 3 курса Оренбургского государственного университета,

РФ, г. Оренбург

E-mail: mouse-ka001@mail.ru

Глуховская Марина Юрьевна

научный руководитель, доцент

Оренбургского государственного университета,

РФ, г. Оренбург

Взрыв технологий, импульс, который задало им человечество, уже никогда не остановить. Технологии будут все глубже проникать в нашу жизнь, упрощая ее, создавая новые возможности для удобства или реализации самых сокровенных и самых безумных желаний людей. Технологии — наше будущее.

В наши дни они проникают в жизни людей не только в качестве «игрушек», но и в качестве жизненно необходимых вещей. Примером послужат современные протезы, которые соединяются с нервными окончаниями людей, потерявших руку или ногу. Эти высокотехнологичные протезы позволяют людям с искусственной рукой вновь обрести осязание. Они позволяют людям чувствовать. Такого не было никогда раньше, но это реальность. И далеко не ее предел [1].

Сама идея создания домов, понимающих желания своих хозяев и успешно их реализующих зародилась в США в 50-х годах прошлого века. Тогда состоятельные американцы начали оборудовать свои дома электроникой. Именно тогда и зародилась концепция умного дома. Однако этого было недостаточно. Уровень технологий в те годы был существенно ниже существующего ныне уровня. Реализация данной концепции считалась весьма дорогостоящей вещью и практически не окупалось. Однако время не стоит на месте, и сегодня такое понятие, как Умный Дом, прочно вошло в нашу жизнь [2].

Что же стоит за завесой этой самой системы умного дома? Функциональность, стиль, комфорт, безопасность, и это далеко не полный список того, чем нас может порадовать умный дом. Современные инженерные технологии могут мгновенно подстраиваться под потребителя, предоставляя массу возможностей. В этом и заключается суть системы умный дом [4].

Представьте ситуацию: в восемь утра зазвонил будильник. На улице уже рассвело и вам пора вставать на работу. Не хочется? Но шторы уже распахнулись, и в вашу комнату проник солнечный свет, заиграла музыка. На кухне уже готов кофе, и его сварила отнюдь не ваша жена. Вы встаете и идете на кухню, а музыка следует за вами по пятам. Согласитесь, просыпаться так намного проще.

А вот еще один пример: вы с детьми собрались смотреть мультики. Уселись на диване и запустили нужный файл на компьютере или планшете. Дальше происходит следующее: шторы автоматически закрываются, свет плавно гаснет, включается телевизор и начинает показывать мультик, который вы только что запустили со своего планшета. Разве это не вершина удобства?

Конечно, реализация концепции системы умного дома в полном объеме достаточно дорогостоящее удовольствие, так как умный дом подразумевает множество различного оборудования, которое можно условно разделить на шесть классов.

1. Освещение и электропитание.

Наверное, вы часто в фильмах о будущем видели, как человек приходит домой, и тут же включается свет. Человек разувается, идет в комнату, свет следует за ним по пятам, включаясь там, куда он заходит и выключаясь там, где человека уже нет. Мы привыкли делать это сами, но ведь эту непыльную работу можно доверить машине. Центр управления — маленькая коробочка, установленная в доме, будет контролировать все системы.

К примеру, ложась спать, родители могут выключить свет в комнатах уже уснувших детей, не поднимаясь с кровати. Достаточно лишь нескольких

касаний рабочей поверхности вашего планшета или смартфона. Датчик движения, установленный в коридоре, осветит ваш ночной поход в уборную.

Система контроля освещения играет одну из важнейших ролей в доме. Автоматическое управление проносит в дом уют, комфорт, а также существенную экономию бюджета. Система учитывает множество факторов, такие как: время суток, местоположение человека, уровень естественного освещения. Присутствует возможность дизайнерского освещения, создания неповторимой атмосферы с помощью игры света и теней. Система позволяет программировать режимы. Например, выбрав режим «вечер» на вашем планшете, верхний свет в комнате установится на 20 %, торшеры на 30 %, бра на 50 %. Шторы или жалюзи автоматически закроются. Систему можно запрограммировать так, чтобы она отслеживала и регулировала интенсивность освещения в зависимости от естественного освещения или от времени суток. Хотите сказать, что это XXI век? Да, но это лишь его малая часть [3].

Контроль электроэнергии позволяет в разы сократить статью семейного бюджета, отвечающую за расход энергии. Вы можете обесточить все системы вашего дома в Москве, находясь в Рио-де-Жанейро. А можете сделать то же самое, но с какой-то определенной розеткой, чтобы не обесточить важные элементы, такие как холодильник. Также вы можете оперативно получать информацию о расходе электроэнергии на определенный день, неделю, месяц.

К этому классу также относится и естественное освещение. Это шторы или жалюзи, управлять которыми можно дистанционно с помощью пульта, планшета или кнопки, расположенной рядом с окном. Они также поддаются программированию. Например, во время полуденного зноя, жалюзи автоматически перейдут в полузакрытое состояние, обеспечив прохладу в доме. Варианты использования этих возможностей очень разнообразны. Плюс ко всему, это престиж и максимальное удобство.

2. Безопасность и контроль доступа.

Не менее важный класс оборудования, обеспечивающий безопасность вашего жилища. Он включает системы видеонаблюдения, сигнализацию, датчики закрытия окон и дверей, автоматические дверные замки.

Теперь легко запереть дверь лишь нажатием кнопки. Также легко проверить, все ли окна и двери в доме закрыты, и при необходимости их запереть, не вставая с дивана. В случае если на вашей лужайке будет замечено движение или сработают датчики проникновения, на экраны устройств в доме мгновенно поступит видео тревожного участка. Возможны варианты мгновенного вызова правоохранительных органов или световой и звуковой сигнализации [1].

Система умный дом может оградить ваше жилище даже от попыток проникновения, когда вы, например, находитесь в отъезде. Система с разными промежутками времени будет включать свет в доме, имитируя ваше присутствие. Таким образом, злоумышленники решат, что хозяева дома и воздержатся от своих умыслов.

3. Управление климатом.

К системе умный дом можно подключить кондиционер, чтобы контролировать температуру воздуха в соответствии со своими желаниями. Можно настроить систему так, чтобы она включала подогрев бассейна к тому моменту, когда вы возвращаетесь с работы. У системы управления климатом очень много возможностей и она серьезно облегчает нашу жизнь.

Например, датчики влажности, установленные на вашем газоне (вернее внутри него), посылают информацию на центральный контроллер. Он, руководствуясь полученными данными, решает, пришло время полить газон или нет. Если же время пришло, он автоматически включает автоматический полив.

Вы можете настраивать температуру воздуха во всем доме, или в его отдельных частях. Регулировать влажность воздуха. Включать вытяжку и вентиляторы. Получать оперативную информацию о температуре

воздуха в помещении и за окном, о влажности воздуха, о силе ветра и температуре воды в вашем бассейне.

4. Аудио-видео системы.

Этот класс систем позволяет настраивать и регулировать подачу видео и звука на устройствах в доме. Притом, что вся эта система может быть расположена у вас в шкафу, не нарушая дизайнерские решения вашего жилища и не ударяя вас по кошельку, ведь вам не придется покупать масштабные системы для каждой комнаты. Достаточно лишь колонок, которые висят под потолком.

Суть системы заключается в установке контроллера, отвечающего за подачу аудио- и видеосигнала по вашему дому. Он может быть установлен в одной части дома и спрятан от глаз других людей. Акустические системы настенного или потолочного размещения подключаются к соответствующим каналам усилителя. Также можно озвучить площадку вне стен вашего дома. Например, веранду. Но для этого потребуются специальные всепогодные колонки.

Находясь в одной комнате, вы можете контролировать подачу звука и видео на устройства вашего дома, расположенных в других комнатах. Установив источник памяти, подключенный к контроллеру, вы сможете оперировать тысячами композиций сотен любимых групп в десятках разных жанров без особых затрат памяти рабочего устройства (планшета, находящегося в ваших руках).

Программирование системы обычно осуществляется в соответствии с пожеланиями заказчика. Например, во время поступления звонка на телефон, музыка или фильм автоматически встанут на паузу и продолжатся после окончания разговора.

Многозональное распределение звука — это возможность слушать любимые композиции на кухне, в ванной, сауне, на улице. Везде, где пожелает ваша душа. И не нужно бегать к источнику, чтобы переключать музыку. Достаточно касания рабочей поверхности вашего смартфона.

Умные мультимедиа системы прекрасно интегрируются с другими классами систем умного дома, такими как освещение, охрана, климат и т. д.

5. Связь.

Одна из ключевых составляющих в инфраструктуре вашего жилища. В большинстве случаев, контроллеры (центры управления умного дома) оснащены системами раздачи wifi, что обеспечивает доступ в интернет из самого дома, а также управления системами вашего дома удаленно, с помощью сети интернет. С этой системой вы никогда не будете обеспокоены, выключен ли утюг. Достаточно отключить розетку с вашего смартфона и проблема будет решена.

Вы также можете отслеживать местонахождение устройств управления, подключенных к системе умный дом. Вы можете просто посмотреть на карте, где находится ваш ребенок в данный момент.

В случае прихода гостей, изображение с видеодомофона будет передано на экраны той комнаты, где вы находитесь. Голосовыми командами вы сможете впустить к себе гостей.

6. Прочие инженерные системы.

Концепция системы умный дом подразумевает под собой тотальный контроль всех систем, установленных в доме, и управление ими с одного или нескольких устройств.

С системой умный дом вам не нужно будет беспокоиться о многих вещах. Датчик утечки, установленный в подвале, сообщит о протечке на главную консоль. Находясь в отъезде, вы сможете дистанционно перекрыть воду в доме. Также остановить подачу газа.

С устройства управления умным домом можно регулировать температуру в сауне. Работу теплого пола и системы отопления в целом.

Графический интерфейс управления умным домом — его главная часть, и, возможно, может являться темой для отдельной статьи. Ни какая система не будет корректно работать без настоящего центра управления системой. В случае с умным домом это маленькая коробочка, похожая на роутер (по своей

сути им и являющаяся, но имеющая существенные отличия от стандартного роутера). Планшет, с которого вы управляете домом — это передатчик информации.

Все же главная задача умного дома — не экономия ресурсов, а упрощение управления и повышения уровня комфорта хозяев. Система управления умным домом проста и не требует специальных навыков владения компьютерной техникой или изучения компьютерных программ. Все интуитивно понятно. Компании, предоставляющие и устанавливающие оборудование систем умный дом, также предоставляют гарантийное обслуживание на неопределенный срок, что позволяет избежать казусов с поломкой оборудования.

Технологии созданы, чтобы упрощать жизнь людям.

Умный дом способен контролировать все до мелочей. И это прекрасно! Ведь в мелочах кроется истинное счастье [3].

Таблица 1.

Мировые лидеры технологий домашних систем автоматизации

Логотип компании	Описание компании
	AMX — оборудование для систем домашней автоматизации
	Belkin WeMo — оборудование для систем домашней автоматизации
	Clipsal — протокол связи C-Bus стандарта IEEE802.3
	CommandFusion — оборудование для систем домашней автоматизации
	Crestron — оборудование для систем домашней автоматизации
	Homo Sapiens — производитель программного обеспечения для домашней автоматизации с голосовым управлением на базе ПК
	KNX — стандарт связи для домашней автоматизации

	<p>Lutron — компания-лидер в сфере интеллектуальных средств управления освещением</p>
	<p>Mi Casa Verde — компания, производящая контроллеры для домашней автоматизации</p>
	<p>Universal Powerline Bus (UPB) — протокол для коммуникации устройств, используемых в домашней автоматизации</p>
	<p>Zipato — компания, производящая контроллеры для домашней автоматизации</p>
	<p>Z-Wave — самая популярная на сегодняшний день беспроводная технология домашней автоматизации</p>

Список литературы:

1. Автоматизированная система управления освещением дома — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: http://nazarov-gallery.ru/smart_home/lighting/ (дата обращения 16.10.2014).
2. Концепция системы «Умный Дом» — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.ascentis.ru/smart/smtheory/39-smtheorycon> (дата обращения 14.10.2014).
3. Мультирум системы распределение звука и видео — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: http://nazarov-gallery.ru/smart_home/multiroom/ (дата обращения 14.10.2014).
4. Система умный Дом: дом XXI века — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: http://nazarov-gallery.ru/smart_home/ (дата обращения 15.10.2014).

СЕКЦИЯ 2.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПРОЦЕССОРЫ INTEL ЧЕРЕЗ 10 ЛЕТ. КАКИЕ ОНИ?

Зубкова Валерия Владимировна

*студент 2 курса, кафедра Менеджмента
и Государственного и Муниципального Управления,
филиал государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования Московской области
«Международный университет природы, общества и человека «Дубна» —
Дмитровский Институт,
РФ, г. Дмитров
E-mail: zubskova.valeriya@yandex.ru*

Митрошин Павел Алексеевич

*старший преподаватель, кафедра Математики и Прикладной Информатики,
филиал государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования Московской области
«Международный университет природы, общества и человека «Дубна» —
Дмитровский Институт,
РФ, г. Дмитров*

Современные информационные технологии и системы развиваются стремительными темпами и создавать прогнозы, довольно непросто, относительно того, как сформируется положение дел, к примеру, лет через 10. Поэтому, чтобы решить такие задачи информируются у так называемых ЗРИТ — законов развития информационных технологий, которые могут предоставить возможность довольно буквально представить прогноз на ближайшее время. Закон Гордона Мура является одним из наиболее известным в этой области. Анализ данного закона представлен в данном исследовании за последние 13 лет.

Наблюдение эмпирического характера, изначально сделанное Гордоном Муром именуется законом Мура, при котором численность транзисторов, которые находятся на кристалле интегральной схемы, умножаются каждые 24 месяца в 2 раза. Также существует интервал в 18 месяцев, который,

по предположению многих учёных, связан с прогнозом Давида Хауса из Intel, высказывающий такую мысль, что производительность процессоров должна удваиваться каждые 18 месяцев вследствие роста количества транзисторов и быстродействия каждого из них.

1959 год ряд учёных создал интегральную схему, а уже в 1965 году Гордон Мур, приходившийся одним из соавторов по созданию компании Intel, пришёл к закономерности по которой возникновение новых моделей микросхем наблюдалось спустя примерно год после предшественников, при этом количество транзисторов в них увеличивалось каждый раз примерно в два раза. В связи с этим, Мур обобщил все сведения и сделал вывод, что мощность вычислительных приборов имеет возможность быстро вырасти за относительно маленький интервал времени при сохранении данной тенденции. В дальнейшем это явление получило название Закон Мура.

«Удвоение числа транзисторов будет происходить примерно каждые два года» — такие поправки внёс в свой закон Гордон Мур в 1975 году.

В одном из научных изданий некогда было приведено такое удивительное сопоставление, что объяснило эффекты, названные законом Мура:

«Если бы авиапромышленность за последние 25 лет развилась настолько же быстро, как индустрия средств ВТ, то в наше время бы самолёт Boeing 767 стоил бы 500 долларов и смог бы облететь вокруг всего земного шара за какие-то 20 минут, при этом затрачивая всего лишь пять галлонов (-18,9 л) горючего. Данные цифры очень буквально отражают увеличение быстродействия и экономичности ЭВМ, но в то же время и понижение цены».

«В скором времени закон перестанет действовать из-за атомной природы вещества и лимитирования скорости света», такие предположения Мур высказал в 2002 году.

Совершенствование технологий производства.

Чтобы улучшить многие операции, применяемые при изготовлении микросхем, нужно осуществлять переходы к технологиям нового поколения, на пример от 0,25—к 0,18-мкм.

Процесс, когда свет с маленькой длиной волны фокусируется с поддержкой комплекта прецизионных линз и протекает через фотошаблоны, соответствующие рисунку схемы, получил название фотолитографический. Именно он играет особую роль. В этот процесс входят: экспонирование фоторезиста, нанесенного на плоскость пластинки после проявки, травление и хим.удаление на пластинке. После этого складываются микроскопические детали схемы.

Директор Intel по производственным технологиям, Клейм Бор, считал, что в соответствии с этими процессами к совершенствованию должны стремиться информаторы света и оптика. В конце 1999 года компания Intel выпускает микропроцессоры под названием Pentium III, сделанные по 0,18-мкм технологии с использованием 248-нм источника света в глубочайшей ультрафиолетовой области диапазона, как и при производстве передовых 0,25-мкм кристаллов на процессоры Pentium II и Pentium III. Примерно через 3—4 года при переходе к 0,13-мкм процессу стало применяться излучение с длиной волны 193 нм от эксимерного лазера. «Вдогон за 0,13-мкм может последовать 0,09-мкм процессор, в котором будут применены эксимерные лазеры с длиной волны в 157 нм», предполагал Бор. Следующий шаг после порога 0,09 мкм был связан с преодолением нешуточного технологического и производственного барьера с освоением 0,07-мкм технологии.

На данном этапе развития фотолитографического процесса, по всей вероятности, понадобится излучение от источников, работающих в чрезвычайно далёкой области УФ-спектра. Длина волны должна составить всего 13 нм, что в перспективе технологов тает надежда о составление более маленьких транзистеров. В данной ситуации, трудность заключается в том, что в реальное время нет готовых материалов для приготовления фотошаблона, который бы смог пропустить свет с подобно короткой длиной волны. Решения этого очень простое — нужно создать новые процессы отражательной литографии и оптика, применимая для работы в далекой области УФ-спектра.

Соединительные проводники меж транзистерами будут становиться тоньше и располагаться ближе друг к другу, их сопротивление и взаимная емкость вырастет по мере роста числа транзистеров, и в следствии чего возрастут задержки при распространении сигналов. Использование для напыления проводников меди за место алюминия будет для того, чтобы сократить противодействие и уменьшить ширину соединительных проводников в узких местах. Это уже произошло с кристаллами Power PC G3 компании IBM.

«AMD начало использовать медь в новых микросхемах», подтверждала главный технолог фирмы AMD Атик Раза уже в 1999 году.

Бор же гласил, что медные станут использоваться в грядущих микропроцессорах Intel, выполненных с тех.мерками 0,13 мкм и меньше.

Параллелизм и закон Мура.

Свойство систем в компьютерной науке, при которой несколько вычислений выполняются в одно и тоже время, и при этом, вполне вероятно, взаимодействуют друг с другом получило название параллелизм. Данные вычисления могут выполняться на отдельно физических процессорах или на нескольких ядрах одного чипа с разделением времени потоков вычислений на одном процессоре. Разработаны ряды математических моделей, в том числе сети Петри, для выполнения параллельных вычислений, исчисление процессов, модели параллельных случайных доступов к вычислениям и модели акторов.

Необходимость использования параллельных вычислений связано с тем, чтобы получить возможность задействовать на практике ту дополнительную вычислительную мощность, которую предвещает закон Мура. Чтобы на новеньких процессорах старые однопоточные приложения работали быстрее без каких-либо изменений в программном коде, на протяжении нескольких долгих лет, производители процессоров каждодневно старались увеличить тактовую частоту и параллелизм на уровне инструкций. В данный момент по различным причинам, к использованию многоядерной архитектуры склонны многие производители. Чтобы получить всю выгоду от увеличившейся

производительности ЦП, программы обязаны переписываться в соответствующем стиле.

Тактовая частота процессора определяется:

1. числом вероятных обращений процессора к оперативной памяти в единицу времени;
2. числом двоичных операций, совершаемых процессором в единицу времени;
3. количеством тактов, производимых процессором в единицу времени;
4. скоростью обмена информацией между процессором и ПЗУ.

Технологии в массы.

Парадоксальная ситуация образовалась, благодаря головокружительным темпам развития микропроцессоров и двуликостью рынка компьютерных технологий (hard & soft). В это время к смене технологий физического производства микрочипов не готовы не только большинство конечных пользователей, но и производители ПО. В настоящее время ЦП обладают необычайно большой вычислительной мощностью, которой будет достаточно для выполнения любых персональных задач, кроме 3D игр и узко-специализированных приложений. Постоянная смена компьютерных комплектующих, вызванной не их физическим устареванием или неспособностью выполнять задачи пользователя, а лишь как следствием закона Гордона Мура, обернулась обычным пользователям ПК.

Таблица 1.

Перспективные планы выпуска процессоров с 1999 года по 2011 год

Изг-ль ЦП	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2011 г.
AMD	K7	K7+				
CYRIX	Jalapeno, MXi+	Jalapeno+				
IDT	C7	C7				
INTEL	PIII 667 (0,18-мкм)	Willamette (>1ГГц), Merced (IA-64)	McKinlee (Merced II >1ГГц)	Madison (Merced III)	0,13-мкм медь	10 ГГц, 100 млрд. операций в сек.

Закон Мура в действии

Вычислительная мощность компьютеров увеличивается с поразительно высочайшей и потрясающе неизменной скоростью.

Новые технологии обеспечат стабильность этой тенденции и в будущем. Главный управляющий и председатель правления Intel, в прошлом, Энди Гроув предвестил на осенней конференции “Comdex'96”, что к 2011 году компания станет выпускать микропроцессор с количеством в 1 млрд. транзисторов и тактовой частотой 10 ГГц, которая будет изготовлена по 0,07-мкм полупроводниковой технологии, а также он будет способен выполнять 100 млрд. операций в секунду. На самом деле, этого не случилось, если изучить текущее состояние дел. То есть, тактовая частота и технология производства еще не достигнута, но процессоры уже имеют 1 млрд. транзисторов.

«В будущем при внесении серьезных перемен в конструкцию процессора или смене технологии на более безупречную для увеличения числа транзисторов понадобится более 18 месяцев», так считает основоположник и главный редактор журнала “Microprocessor Report” Майкл Слейтер. Это будет вызвано как усложнением логики микросхем, что в итоге может привести к увеличению времени для проектирования и отладки, а также и потребностью преодолевать все более серьезные технологические барьеры при изготовлении ИС.

Таблица 2.

Сравнительный анализ процессоров Entel за 2000—2014 гг.

	Год выпуска	ядро	Техпроцесс, нм	Кол-во транзисторов, млн
Pentium 4 1,5	Ноябрь 2000	Willamete	180	42
Pentium 4 2,0	Август 2001	Willamete	180	42
Pentium 4 3,06	Ноябрь 2002	Northwood	130	55
Pentium 4 3,2	Июнь 2003	Northwood	130	55

Pentium 4 505	Апрель 2004	Prescott	90	125
Pentium 4 670	Апрель 2005	Prescott 2M	90	169
Core 2 Duo E6300	Январь 2006	Allendale	65	167
Core 2 Duo E6400	Январь 2006	Allendale	65	167
Core 2 Duo E6600	Июль 2006	Conroe	65	291
Core 2 Duo E7600	Январь 2008	Yorkfiel	45	420
Core 2 Duo E8600	Январь 2008	Woldale	45	420
Core 2 Quad 9400	Март 2008	Yorkfiel	45	456
Core 2 Quad Qx9775	Август 2008	Yorkfiel	45	820
Core i7 860	Сентябрь 2009	Nehelem	45	774
Core i7 980	Март 2010	Westmere	32	1170
Core i7 2700	Январь 2011	Sandy Bridge	32	995
Core i7 3770	Апрель 2012	Sandy Bridge	22	1400
Core i7 4770	Апрель 2013	Haswell	22	1400

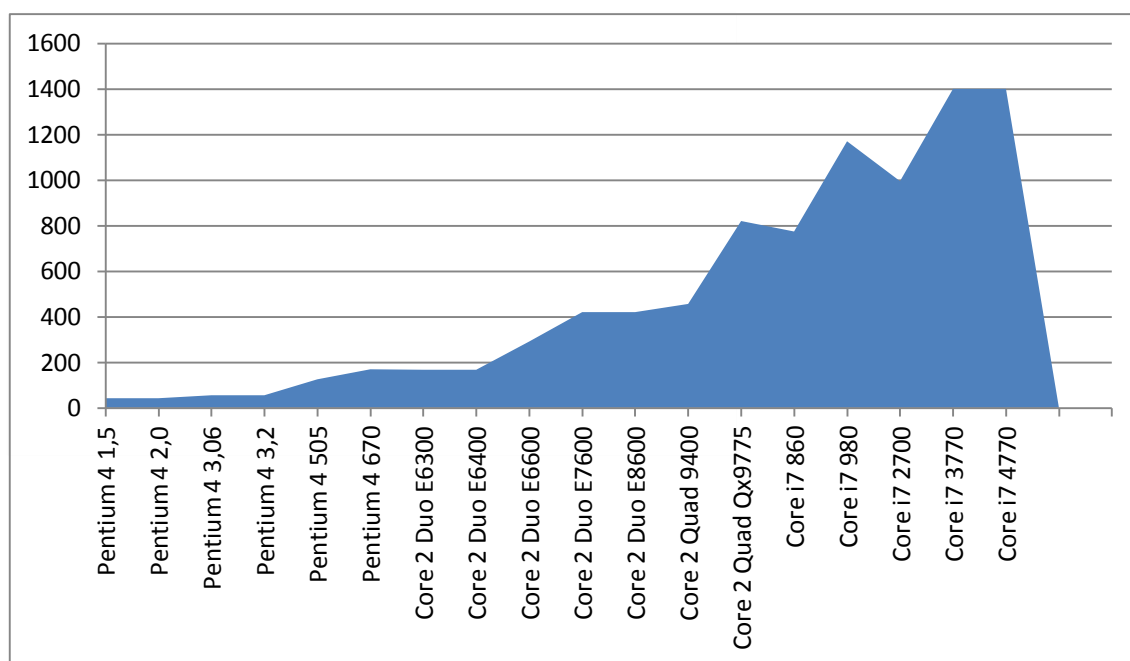


Диаграмма 2. Развитие процессоров Intel за последние 13 лет

Можно предположить, что закон Мура соблюдается и в наше время, если все-таки делать выводы, которые будут касаться развития процессоров за последние 14 лет, Основная заслуга — это переход к многоядерной структуре процессоров. Это позволит приостановить темп развития данной отрасли в рамках закона Мура. В итоге, можно сказать, что, в ближайшие 5—10 лет закон всё ещё будет актуален.

Список литературы:

1. Барыбин А.А., В.А. Бахтина, В.И. Томилин, Н.П. Томилина. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур: Учеб. пособие / Красноярск : СФУ, 2011. — 236 с.
2. Гагарина Л.Г. Технические средства информатизации: учеб. пособие / М.: ИД ФОРУМ, 2010. — 256 с.
3. Гвоздева В.А. Информатика, автоматизированные информационные технологии и системы: Учебник / М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. — 544 с.
4. Розин В.М. Социальное проектирование в эпоху культурных трансформаций .М. : ИФРАН, 2008. — 272 с.
5. Соломенчук В.Г. Железо ПК 2011 СПб.: БХВ- Петербург, 2011. — 373 с.
6. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: учеб. пособие для вузов3-е изд., перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 809 с.

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ ДЛЯ ВЕЛОТРЕНАЖЕРА — SVBIKE

Шарыпов Сергей Андреевич

студент 1 курса, факультет ЕНУМ СВГУ,

РФ, г. Магадан

E-mail: chibisi84@gmail.com

Сироткин Андрей Вячеславович

научный руководитель, канд. тех. наук, доцент СВГУ,

РФ, г. Магадан

В настоящее время широкая популярность и доступность велотренажеров позволяет использовать их многим слоям общества. Велотренажер как спортивный снаряд имеет ряд полезных свойств: тренировки на велотренажере способствуют развитию сердечнососудистой и дыхательной систем, тренировке мускулатуры ног, улучшению подвижности суставов, увеличению прочности связок и их устойчивости к повреждениям. Однако однообразность занятий, а также их продолжительность негативно сказывается на популярности данного вида спортивных тренировок, что отмечается как ведущими тренерами (например [1]), так и производителями тренажёров, которые разрабатывают различные технические решения для её разрешения.

Необходимость виртуализации занятий на велотренажёре настолько очевидна, что ведущие производители спортивного оборудования разрабатывают и встраивают в спортивные снаряды компьютеры, виртуальные карты, игровые симуляторы и пр. Как пример можно упомянуть производителя Kettler, выпускающего спортивные наряды с виртуальными картами [4]. Однако Kettler предусматривает определенное количество карт и их видов, в то время как предложенное техническое решение предполагает разработку любых виртуальных реальностей и пространств.

В качестве другого примера можно упомянуть экспериментальную разработку CyberVike [2], имеющую все необходимые органы управления, осуществляющие трёхмерное движение. Эта разработка оснащена игровыми полями и персонажами, но имеет слабую тренировочную базу, поскольку

акцентируется на управлении, а не на долговременных тренировках. Также не является сетевой и не имеет средств, стимулирующих тренировки.

Можно сделать вывод, что идея морального стимулирования ещё не нашла своего исчерпывающего воплощения, доступность подобных средств очень низка, в силу чего эффективность воплощения и применения данной идеи оставляет возможности к дальнейшим разработкам.

Целью технического решения является повышение мотивации спортсменов на выполнение тренировочных занятий с помощью специальных средств. Такими средствами являются.

- Стимулирующие награды за достижение определённых результатов.
- Многопользовательское участие спортсменов в виртуальных соревнованиях через Интернет.
- Эффект присутствия в виртуальном мире с разнообразными ландшафтами.

Новизна технического решения заключается в использовании бытового компьютера (ноутбука), несложного робототехнического комплекта и созданного программного продукта для построения малобюджетного спортивного аппаратно-программного комплекса, соответствующего, а по некоторым параметрам превосходящего, дорогостоящие аналоги лучших производителей.

В настоящее время практически у каждого взрослого человека дома есть персональный компьютер, на котором возможно воспроизведение несложной виртуальной реальности. Привязать симуляцию велогонок к реальному велотренажёру можно с использованием контроллера, преобразующего сигнал вращения педалей, в формат данных, доступных компьютеру. Далее эти данные преобразуются и предоставляются программе, создающей виртуальную реальность движения.

Для реализации технического решения были определены следующие классы компонентов:

- контроллер на базе Arduino Uno [3], для сопряжения велотренажёра и аппаратно-программного комплекса визуализатора (АПКв);
- ноутбук в качестве аппаратно-программной платформы АПКв;
- управляющий модуль – программа менеджер, получающая данные от контроллера, преобразующая их в показания скорости и записывающая в текстовый файл, осуществляющая контроль над программой карты;
- модуль интерфейса, формирующий для пользователя динамическое изображение движения по велосипедному маршруту с меняющейся скоростью, считываемой из файла.

Блочно-функциональная схема велотренажёра-симулятора приведена на рис. 1.

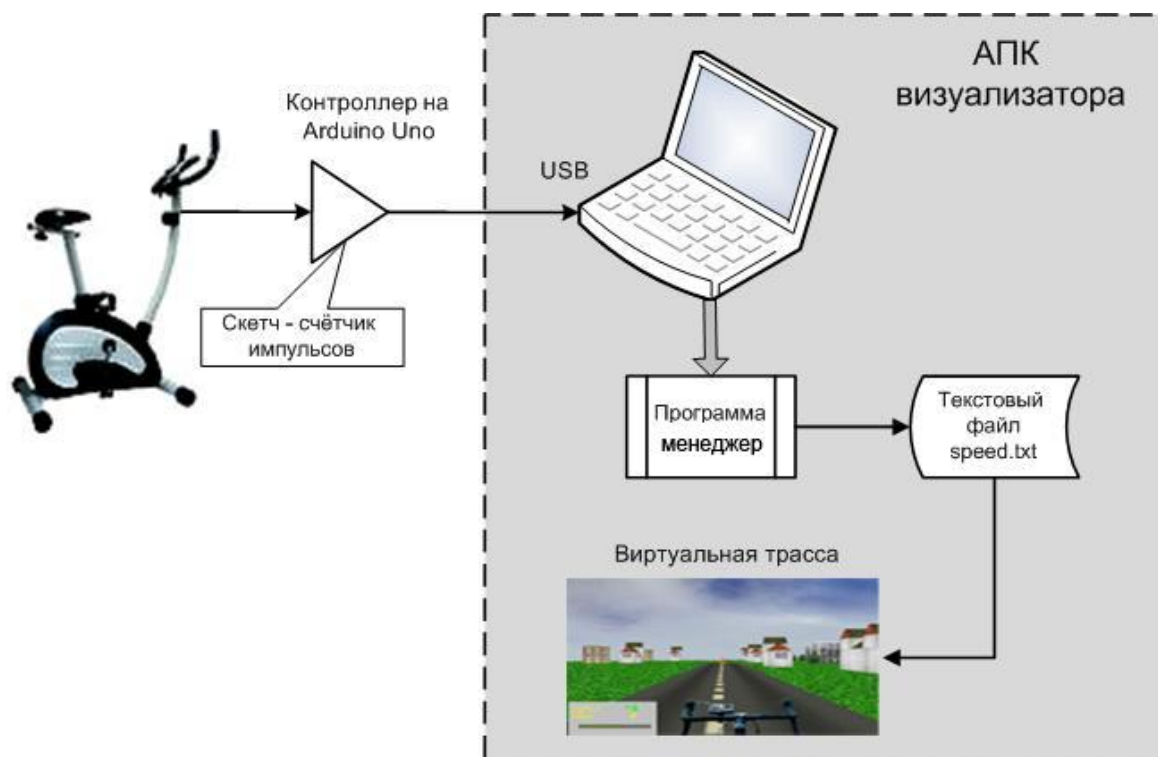


Рисунок 1. Блочно-функциональная схема велотренажёра-симулятора

Сначала пользователь выставляет нужные ему настройки в программе менеджере (настройки наград, сетевые настройки, обнаружение контроллера,

параметры инерции и файловые настройки). Затем пользователь выбирает из каталога карт нужные карты и начинает тренировку.

Во время тренировки смонтированная система начинает выдавать сведения о скорости вращения педалей тренажёра в течение каждые 3000 мс. Данные передаются в компьютер, поступают на вход программы-менеджера, которая обрабатывает их и записывает их в файл "speed.txt". Виртуальная трасса, скомпилированная в исполняемый файл, постоянно считывает значение из файла "speed.txt" и преобразует его во внутреннее значение скорости. В зависимости от настроек, указанных в программе-менеджере, которые затем записываются в файл "moneys.cfg", программа определяет, с какой частотой должны появляться «монетки» и в каких диапазонах скорости они должны появляться. Пользователь сам выставляет настройки в программе-менеджере таким образом, как быстро он может ехать по трассе, потому что каждый человек обладает различными физическими и спортивными данными. Затем, при движении по трассе на ней создаются награды, исходя из настроек и скорости движения пользователя (рис. 2). Награды разделяются на различные уровни ценности и чем выше скорость, тем дороже бонус будет появляться. Собирая их, пользователь пополняет свой бонусный счет, по которому он может определять свои рекорды. Предполагается, что такой подход будет стимулировать спортсмена на движение с максимально высокой скоростью для достижения наивысшего результата. Внешний вид экрана карты одного из виртуальных маршрутов приведён на рис. 3.

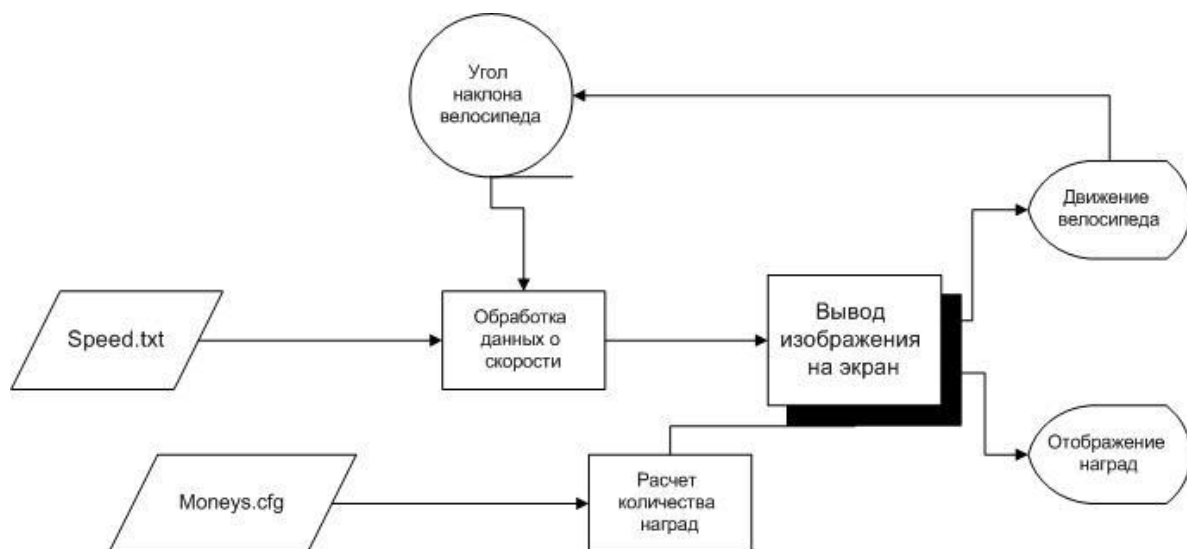


Рисунок 2. Блочнo-функциональная схема программы карты



Рисунок 3. Внешний вид карты маршрута

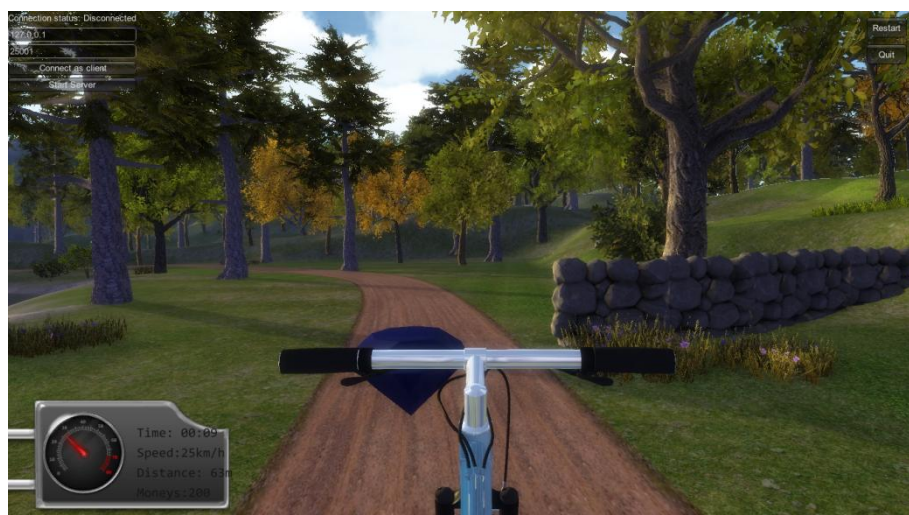


Рисунок 4. Внешний вид карты маршрута с наградами

Программа оснащена индикатором, который отображает скорость, дистанцию, среднее значение скорости и достижения пользователя. На рис. 4. можно увидеть мотивирующие награды, расположенные на трассе.

Для увеличения реалистичности движения в программе реализован принцип инерции, отсутствующий в реальном велотренажёре. Когда спортсмен перестает крутить педали, велосипед ещё «проезжает» некоторое расстояние, останавливается по мере снижения скорости, что зависит от величины силы сопротивления среды. При этом у велосипедиста есть возможность отдохнуть, и проехать некоторое расстояние, не вращая педали. Также реалистичность добавляет система ускорения и замедления на неровностях маршрута. То есть при движении в гору, скорость игрока замедляется, в зависимости от наклона поверхности под велосипедом, а с горы наоборот скорость велосипеда увеличивается, также от наклона горы.

При прекращении вращения педалей нулевое значение скорости поступает в компьютер, но не выдаётся сразу на трассу, а плавно снижается в зависимости от предустановок. Этими же предустановками инерция отключается. По инерции, спортсмен еще некоторое время «движется» по маршруту, снижая свою скорость, а потом «останавливается». Если во время инерционного движения возобновить вращение педалей, то скорость снова возрастет, правда с задержкой в 3 секунды, установленных в контроллере.

На рис. 5 можно увидеть, как выглядит переоборудованный тренажер, с прикрепленным к нему ноутбуком и контроллером на базе Arduino. Для реализации использован широко распространённый спортивный снаряд от производителя «HouseFit».



Рисунок 5. Внешний вид модифицированного велотренажера

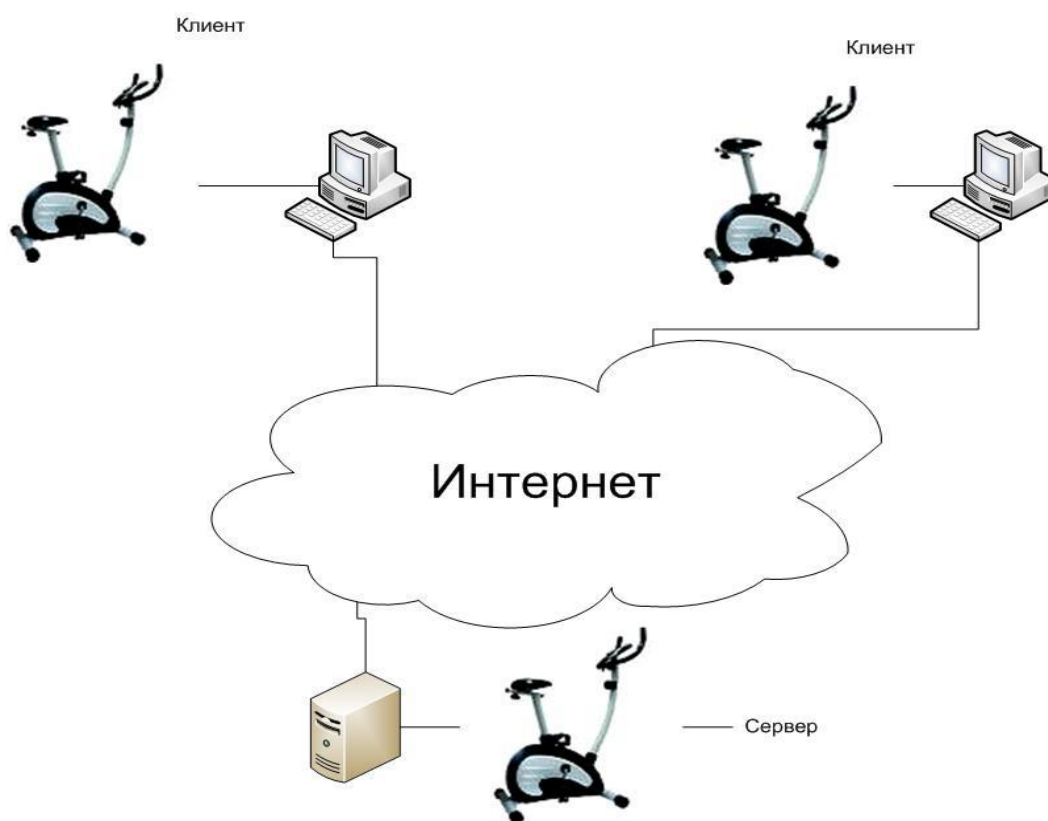


Рисунок 6. Блок-схема сетевого соединения велотренажёров

На рис. 6 представлено сетевое соединение велотренажеров. Несколько компьютеров клиентов с подключенными к ним велотренажерами, подключаются к серверу через интернет или локальную сеть. Сервером

является один компьютер, тоже с подключенным велотренажером. Стоит заметить выгодную особенность: для сервера и для клиента используется одна и та же программа, тип подключения указывается в настройках. Во время игры, спортсмен может видеть своего противника через мини карту в углу экрана, или непосредственно на трассе, если он находится от него на небольшом расстоянии. В сетевом варианте есть 2 режима игры: «Прогулка» — где пользователь может поехать по карте вместе со своими друзьями, и «Турнир» — где пользователь может устроить настоящую гонку с любым количеством пользователей с велотренажерами. Соревнования можно проводить как и по локальной сети, так и по интернету.

Конечным результатом технического решения является аппаратно-программный комплекс, создающий иллюзию велопробега в виртуальном мире за счёт передачи показаний скорости от велотренажера к компьютеру, преобразования её в движение по виртуальной трассе, отображения и сбора мотивирующих наград, зависящих от скорости и качества движения, организации виртуального велосоревнования с другими участниками. Данное техническое решение можно применить для любого спортивного тренажера.

Список литературы:

1. Сайт фитнес центра FITBURG [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://fitburg.ru/trenirovki/velotrenazhery.html> (Дата обращения 17.03.2014). — Яз. рус.
2. Сайт Cyberbike [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.cyberbike.ru>. (Дата обращения 17.03.2014). — Загл. с экрана. — Яз. рус.
3. Сайт поставщика Arduino [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno>. (Дата обращения 17.03.2014). — Яз. рус.
4. «Kettler World Tours 2.0» [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.kettler.ru/about/tech/show_336/ (Дата обращения 17.03.2014). — Яз. рус.

СЕКЦИЯ 3.

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Шалаев Александр Сергеевич

*студент 4 курса, специальность Техническая эксплуатация
подвижного состава железных дорог ВТЖТ-филиал РГУПС,
РФ, г. Волгоград
E-mail: radvtgt@mail.ru*

Гордиенко Александр Викторович

*заведующий отделением ВТЖТ-филиал РГУПС,
РФ, г. Волгоград*

Состояние локомотивного парка железнодорожного транспорта характеризуется удельным количеством отказов оборудования различных систем и узлов электровозов, которое варьируется в широких пределах как по ТПС в целом, так и по видам оборудования систем и узлов.

В период эксплуатации электрических машин тягового подвижного состава (ТПС), как показал длительный опыт, встречается ряд характерных неисправностей. Прежде всего это понижение сопротивления изоляции, возникающее обычно при попадании в электрическую машину влаги, масла и грязи. Для устранения неисправности электрическую машину очищают и сушат. Значительное понижение сопротивления изоляции может привести к ее пробое. Пробои изоляции могут также возникнуть из-за ее механических повреждений или из-за перебросов (перекрытий) внутри машины [1, с. 153].

Перекрытие по коллектору часто сопровождается круговым огнем с перебросом на корпус и выгоранием деталей машины, попавших в область горения дуги. Причиной перебросов обычно является загрязнение и замасливание коллектора, скопление угольной пыли в межламельных канавках. Следует помнить, что коллектор — один из главнейших узлов машины постоянного тока, определяющий ее общее состояние. На поверхности

коллектора отражается как нарушение режима эксплуатации, так и наличие скрытых дефектов в самой машине. Своевременный осмотр поверхности коллектора может помочь обнаружить и определить неисправность. Для устранения последствий пробоя и перебросов вышедшую из строя катушку или секцию заменяют, изоляцию восстанавливают.

При нарушениях нормальной эксплуатации или появлении какой-либо неисправности в машине (в обмотке якоря, магнитопроводе или в щеточном аппарате) цвет коллекторных пластин изменяется. Таким образом, по состоянию поверхности коллектора можно судить о состоянии электрической машины.

Разные цвета коллекторных пластин, без подгара, могут быть следствием временной перегрузки в результате нарушения коммутации. При дальнейшей нормальной эксплуатации это явление может исчезнуть, и в таких случаях проведение каких-либо профилактических мероприятий не требуется. Однако в случае устойчивого изменения цвета отдельных пластин или всего коллектора, исчезновения глянца, появления подгара с соответствующей закономерностью или без нее, неравномерной выработки и т. д. необходимо принятие определенных мер.

Подгар каждой третьей коллекторной пластины. Возможны два случая такой неисправности: подгар пластины, подсоединенной к крайнему витку паза; подгар пластины, соединенной с уравнивателем. В первом случае причиной подгара является неудовлетворительная коммутация из-за плохой отладки на ремонтном заводе или нарушения в процессе эксплуатации. Электрические машины с таким подгаром некоторое время могут находиться в эксплуатации. Однако длительная работа их без шлифовки коллектора из-за различных коэффициентов трения чистых и подгоревших пластин может привести к прогрессирующему подгару всего коллектора и выходу его из строя. Такие машины при первой возможности необходимо снять с ТПС для отладки коммутации.

Подгорание каждой третьей пластины, соединенной с уравниателем, обычно происходит при использовании щеток различных марок и длительной эксплуатации тяговых электродвигателей, имеющих щетки со значительными сколами.

Подгар каждой второй пластины. На некоторых электрических машинах при общем подгаре коллектора имел место явно выраженный подгар каждой второй пластины. Причиной этого дефекта может быть неустойчивый контакт щетки с отдельными коллекторными пластинами из-за вибрации щеток при петлевой двухходовой обмотке. Необходимо проверить нажатие щеток и при необходимости установить требуемое нажатие.

Подгар пластин коллектора без закономерности. В отдельных случаях наблюдается подгар большого количества пластин коллектора, расположенных без какой-либо закономерности. Степень подгара пластин при этом может быть различной. Причина подгара — повышенная вибрация ТЭД, вызывающая отрыв щеток от коллектора, искрение щетки и повышенный нагрев коллектора. Необходимо устранить вибрацию, а коллектор проточить [2, с. 129—134].

Перегрев коллектора. При перегреве коллектор приобретает фиолетовый оттенок с цветами побежалости. Перегрев якоря выше допустимой температуры приводит к полной или частичной распайке коллектора. Чаще всего перегрев происходит из-за неисправности системы охлаждения коллекторного люка тяговых электродвигателей.

Причиной перегрева может быть также неправильное распределение охлаждающего воздуха между тяговыми электродвигателями. При технических обслуживаниях тяговых электродвигателей необходимо обращать внимание на состояние пружин крышек коллекторного люка, а также проверять прочность закрепления бобышек и при необходимости закреплять их подваркой. Перегрев коллектора может также произойти из-за электрощёток, имеющих повышенный коэффициент трения (более твердые щетки), а также из-за несимметричной нагрузки якоря или перегрузки тягового электродвигателя. Причиной несимметричной нагрузки якоря может быть обрыв соединения одной из цепей магнитной системы или неисправность

одной из катушек. Перегрузка одного или двух тяговых электродвигателей при нормальном нагрузочном режиме может произойти из-за несоответствия их скоростных характеристик характеристикам остальных электродвигателей. Такие двигатели снимают с ТПС и эксплуатируют с тяговыми двигателями, имеющими подобную характеристику. Причины искрения, кругового огня и меры их предупреждения. Для электрической машины в условиях тяги при длительной эксплуатации искрение и круговой огонь не являются редким исключением. При этом искрение может не наносить ей заметного ущерба, но может привести к выходу из строя. Искрение (возникновение дуг) может быть между коллекторной пластиной и задней кромкой щетки из-за неудачной отладки коммутации, между одной или несколькими парами соседних коллекторных пластин из-за наличия токопроводящей пыли между ними; высокого межламельного напряжения от искажения поля, вызываемого толчковой нагрузкой; от утечки тока по поверхности изоляции между коллектором или обмоткой и корпусом машины — из-за загрязнения или увлажнения машин и т. д. Это искрение при определенных, условиях может перейти в круговой огонь. Круговым огнем называется мгновенный переброс с силой взрыва тока с одного щеткодержателя на другой. При этом всегда происходит обгар коллекторных пластин и щеткодержателей. Понижение сопротивления изоляции из-за загрязнения может также вызвать круговой огонь. Наиболее опасно скопление грязи вблизи коллектора на изоляторах щеткодержателей, миканитовом конусе коллектора, петушках. Если здесь сопротивление изоляции понижается настолько, что не выдерживает напряжение, то происходит пробой, цепь замыкается накоротко и ток течет поперек коллекторных пластин вместо того, чтобы течь по обмотке якоря. Возникает круговой огонь. Таким образом, для нормальной работы электрической машины части, прилегающие к коллектору, должны иметь хорошую изоляцию, чистую глянцевую поверхность, не задерживающую пыль. Коллекторный бандаж должен плотно прилегать к миканитовому конусу, под него не должна проникать токопроводящая пыль.

Понижение сопротивления изоляции машины вызывается также наличием токопроводящей пыли и на обмотке якоря. В процессе эксплуатации, вследствие старения изоляции и температурных перемещений в изоляции катушек якорей возникают трещины.

И еще что необходимо сделать в первую очередь — это повысить стабильность качества электрощеток. Данная марка — лучшая из отечественных для тяговых двигателей магистральных электровозов. По своим техническим параметрам допустимой плотности тока, окружной скорости коллектора, коэффициенту трения, механической прочности — она не уступает, а по некоторым параметрам превосходит щетки ведущих зарубежных фирм. Однако в последние годы наблюдается нестабильность технических характеристик щеток серийного производства.

Определенные резервы повышения надежности щеточно-коллекторного узла заложены в дальнейшем совершенствовании его конструкции и технологии изготовления. Прежде всего, необходимо повысить поверхностную электрическую прочность и трекинговость изоляционных деталей — пальцев кронштейнов щеткодержателей, изоляционного вылета манжеты конуса коллектора.

На современном ТПС внедряется регулируемая система вентиляции, и тяговые двигатели большую часть времени работают при сниженном расходе обдуваемого воздуха до $1/3$ номинальной величины. К сожалению, это приводит к недостаточно интенсивному выносу электропроводящих продуктов износа щеток, их осаждению на изоляционных деталях и при сопутствующем увлажнении — к поверхностному электрическому перекрытию.

В связи с этим в качестве первоначальных мер можно предложить:

Переход на конструкцию изоляционных пальцев из дугостойкого и трекинговостойкого прессовочного материала аминопласт МФЕ-2 вместо серийного материала АГ-4В при изготовлении новых и капитальном ремонте эксплуатируемых двигателей;

Нанесение на изоляционный вылет конуса коллектора фторопластового трекингостойкого покрытия.

В настоящее время изоляционные системы обеспечивают ресурс работы без замены изоляции на пробег 5 млн. км. Среди них можно отметить четыре основных.

Одна из них — система «Монолит» класса нагревостойкости F. Она используется для якорей, главных и добавочных полюсов моноблочного исполнения на основе непропитанных или предварительно пропитанных стеклослюдинитовых с вакуум-нагревательной пропиткой в эпоксидном компаунде. Система отличается наивысшей из используемых систем влагостойкостью, теплопроводностью и механической прочностью. Может быть рекомендована также для модернизации тяговых двигателей НБ-418, ТЛ2К при капитальных ремонтах с заменой изоляции. Соответствующие конструктивные проработки для тяговых двигателей НБ-418К6 имеются и внедряются, например, на Улан-Уденском локомотивном заводе.

Положительный эффект от замены ранее использованной системы изоляции якоря ВЭС-2 с пропиткой в лаке ФЛ-98 позволяет одновременно с конструктивным решением по открытию головок якорных катушек в задней лобовой части, системы изоляции катушек главных полюсов класса нагревостойкости Н на основе миканитовых лент ЛМК-ТТ с послойной промазкой лаком КО-919 в 2 раза повысить расчетный ресурс изоляции. Также при этом в 1,5 раза можно снизить номинальный расход вентилирующего воздуха и в 3 раза затраты на вентиляцию. Следующая изоляционная система — класса нагревостойкости F. Она предназначена для компенсационных обмоток на основе предварительно пропитанных в эпоксидном составе стеклослюдинитовых лент с прохождением пазовой части промазочным компаундом К-110 и токовой термообработкой после укладки проводов в пазы. Система обладает высокой влагостойкостью, теплопроводностью и обеспечивает надежное закрепление обмотки в пазах.

Изоляционная система класса нагревостойкости Н основана на полиамидных пленках с пропиткой в кремнийорганическом лаке КО-916 (обмотка якоря) или с промазкой и токовой выпечкой (компенсационные обмотки). Система из-за малой толщины корпусной изоляции имеет достаточно высокую теплопроводность и позволяет повысить токовую нагрузку обмотки благодаря увеличению сечения меди в пазу.

И, наконец, система класса нагревостойкости С на основе непропитанных стеклослюдинитовых лент с пропиткой в кремнийорганическом компаунде. Единственным опытом ее применения являются статоры асинхронных тяговых двигателей НТА-1200 электровоза ЭП10. Здесь использованы изоляционные материалы фирмы «Фон-Рол-Изола», и система имеет наименование «Веридур». В коллекторных тяговых двигателях данная система может быть успешно применена в якорях и, возможно в моноблоках главных и дополнительных полюсов [3, с. 22—29].

Обладая наилучшим набором технических характеристик (высокой электрической прочностью, теплопроводностью, влагостойкостью), она должна стать альтернативой трем перечисленным системам при проектировании перспективных электрических машин. Отечественные аналоги данной изоляции в настоящее время активно предлагаются ЗАО «Электроизолит» и ОАО ХК «Элинар».

Список литературы:

1. Золкин А.Л. Исследование процессов износа коллекторов тяговых электродвигателей // Наука, инновации и образование: актуальные проблемы развития транспортного комплекса России: материалы международной научно-технической конференции. Екатеринбург: УрГУПС, 2006. — С. 153—154.
2. Шантаренко С.Г., Белан Д.Ю., Лаптев А.А., Пономарев Е.В. // Термодинамические процессы в тяговом электродвигателе. Вестник РГУПС. Ростов-на-Дону, 2009. — С. 129—134.
3. Харламов В.В., С.Г. Шантаренко, Ю.Я. Безбородов. Повышение качества изготовления и ремонта коллекторов тяговых электродвигателей подвижного состава // Вестник РГУПС. № 2. Ростов-н/Д., 2005. — С. 22—29.

СЕКЦИЯ 4. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ТОВАРОВЕДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВИНИЛОВЫХ ОБОЕВ НА БУМАЖНОЙ ОСНОВЕ

Никонорова Ксения Владимировна
студент, заочного факультета СамГТУ,
РФ, г. Самара
E-mail: Ksunichka163@yandex.ru

Майдан Дмитрий Александрович
научный руководитель, канд. техн. наук,
доцент кафедры «Материаловедения и товарной экспертизы» СамГТУ,
РФ, г. Самара

Целью данной статьи является рассмотрение и изучение потребительских свойств и показателей качества рулонно-стеновых покрытий на примере виниловых обоев.

Обои — рулонно-стеновое покрытие, изготовленное на бумаге и предназначенное для наклеивания на стены и потолки.

Виниловые обои — это вид обоев, верхняя сторона которых покрыта поливинилхлоридом или другим полимером, образующим самостоятельный непрерывный слой при его удалении [1].

Обои должны изготавливаться в соответствии с требованиями ГОСТ 6810-2002 «Обои. Технические условия» по техническим регламентам и образцам-эталонам, утвержденным в установленном порядке.

Качество и функциональные свойства отделочных материалов определяется следующими показателями: прочность, светостойкость, водопоглощение, влагонепроницаемость, линейная деформация, паропроницаемость, эластичность, экологичность, износостойкость, огнестойкость, грязеустойчивость [2].

Прочность — способность материала сопротивляться разрушению, а так же необратимому изменению формы при воздействии внешних нагрузок.

Светостойкость — способность материала сохранять внешний вид и его свойства при воздействии солнечного и искусственного света.

Водопоглощение — способность материала впитывать и удерживать влагу.

Влагопрочность — способность материала долговременно сопротивляться разрушающему воздействию влаги.

Паропроницаемость — способность материала пропускать через поры водяной пар (воздух).

Эластичность — свойство материала при приложении нагрузки, ведущей к деформации, возвращаться в исходное состояние после снятия нагрузки.

Экологичность — способность изделия не наносить вреда окружающей среде на всех этапах технологического жизненного цикла товаров.

Линейной деформация — способность материала противостоять деформации при воздействии агрессивных сред.

Износостойкость — свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения.

Огнестойкость — способность материала выдерживать высокие температуры без разрушения.

Грязеустойчивость — способность материала противостоять загрязнению, воздействию из внешней среды.

Были проведены экспериментальные исследования следующих свойств виниловых обоев: влагопрочность, износостойкость, эластичность на образцах обоев компаний производителей «A. S. CREATION» и «Палитра»

Влагопрочность — сопротивление разрушающим усилиям во влажном состоянии, определяют по ГОСТ 13525.7-68 «Бумага и картон. Методы определения влагопрочности».

Сущность метода заключается в определении механической прочности на разрывной машине полосок обоев длиной не менее 250 мм, и шириной $(15,0 \pm 0,1)$ мм во влажном состоянии после выдерживания в течение (300 ± 5) секунд в ванночке с дистиллированной водой. Температура воды в ванночке должна быть $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

При испытании виниловых обоев за результат измерения принимают значение, полученное в момент разрыва бумаги-основы. Показатель рассчитывают, как среднеарифметическое значение результатов измерения на 10 полосках и округляют до 1 Н.

Для эксперимента потребовалось следующее оборудование: измерительная металлическая линейка, разрывная машина, ванночка с дистиллированной водой.

Испытаниям на влагопрочность подвергали образцы во влажном состоянии на разрывной машине. Все образцы рвались в месте крепления. Согласно ГОСТ 6810-2002 норма разрушающего усилия во влажном состоянии не менее 6 Н. При испытании двух типов обоев таких результатов не получилось.

Влагопрочность обоев «A. S. CREATION» — 2 Н, удлинение — 16 мм;

Влагопрочность обоев «Палитра» — 1 Н, удлинение — 11 мм.

Так же были подвергнуты воздушно-сухие образцы:

Прочность обоев «A. S. CREATION» — 14 Н, удлинение — 9 мм;

Прочность обоев «Палитра» — 6 Н, удлинение — 7 мм.

Относительная влагопрочность составляет:

Обои «A. S. CREATION» — 14,3 %;

Обои «Палитра» — 16,7 %.

Износостойкость — способность материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения.

Обои испытывают не менее чем через 5 суток хранения в естественных условиях после изготовления.

Образцы вырезают из разных мест по ширине полотна, охватывая участки с различными фрагментами печатного рисунка.

Испытания проводят на аппарате типа ИКБ-4, обеспечивающий возвратно-поступательное движение столика со скоростью $(0,10 \pm 0,01)$ м/с; площадь истирающего элемента $(1450,0 \pm 0,5)$ мм² при длине его рабочего хода (100 ± 2) мм.

Для испытаний потребуется 6 образцов размером $(100 \pm 1) \times (205 \pm 1)$ мм. Испытаниям подвергаются 5 образцов, шестой образец оставляют для сравнения при оценке результатов. Предварительную оценку образцов проводят во влажном состоянии. Окончательную оценку проводят после высушивания испытанных образцов в сушильном шкафу.

Оценку устойчивости к истиранию проводят визуальным сравнением испытанных образцов с контрольным, не подвергавшимся испытаниям.

Осмотр образцов должен проводиться на расстоянии не более 1 м от глаз наблюдателя [4].

Для эксперимента потребовалось следующее оборудование: аппарат ИКБ-4, сушильный шкаф.

В результате испытаний было выявлено, что обои «A. S. CREATION» и «Палитра» обладают высокой износоустойчивостью, так как после испытаний никаких видимых повреждений на лицевой стороне обоев не обнаружено.

Линейная деформация. Сущность метода заключается в измерении изменений размеров листа бумаги в результате воздействия воздуха, воды и растворов. Деформацию бумаги определяют после обработок водой, водой с последующим высушиванием на воздухе, растворами солей с последующим высушиванием на воздухе. Испытаниям подвергается по три образца размером $(220 \pm 1) \times (220 \pm 1)$ мм.

За результат принимают среднее арифметическое всех измерений линейной деформации округленное до 0,1 %. Увеличение линейных размеров записывают со знаком «плюс», уменьшение со знаком «минус».

В процессе эксперимента образцы размером 220×200 мм выдержали в ванночке с водой в течении 30 минут и зафиксировали изменения размеров образцов.

Линейная деформация бумаги для обоев «A. S. CREATION» после обработки водой равна плюс 1,9 %, для обоев «Палитра» — плюс 1,7 %.

Линейная деформация по ГОСТ не должна быть более 2,5 %.

Линейная деформация после высушивания в течение 6 часов для обоев «А. S. CREATION» равна минус 0,96 %, для обоев «Палитра» — минус 0,62 %.

Согласно ГОСТ 6749-2005 линейная деформация должна быть не более 2,5 % [3].

Виниловые обои обладают высокими показателями прочности, влагостойкости и износостойкости. Однако при наклеивании следует помнить, что виниловые обои имеют большой коэффициент линейного растяжения при нанесении клея сильно растягиваются, а при высыхании сжимаются. Если нарушить технологию работ с виниловыми обоями, то в результате швы между полотнищами могут разойтись.

Список литературы:

1. ГОСТ 30834-2002 «Обои. Определения и графические символы», введен в действие Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 7 от 3 сентября 2002 г., по переписке), — 13 с.
2. ГОСТ 6810-2002 «Обои. Технические условия», введен в действие Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 7 от 3 сентября 2002 г., по переписке), — 15 с.
3. ГОСТ 12057-81 «Бумага и картон. Методы определения линейной деформации», введен в действие постановлением государственного комитета СССР по стандартам от 27.07.81 № 3522, — 6 с.
4. ГОСТ 9733.27-83 «Материалы текстильные. Метод определения устойчивости окраски к трению», введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 17 февраля 1983 г. № 845, — 6 с.

СЕКЦИЯ 5. МАШИНОСТРОЕНИЕ

МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЛИТЫХ ДЕТАЛЯХ ТЕЛЕЖЕК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Корнеев Сергей Николаевич

*студент 4 курса, специальность Техническая эксплуатация
подвижного состава ВТЖТ-филиал РГУПС,
РФ, г. Волгоград
E-mail: radvtgt@mail.ru*

Штефанов Михаил Иванович

*заведующий производственной практикой, ВТЖТ-филиал РГУПС,
РФ, г. Волгоград*

За последнее время на сети железных дорог РФ происходит более двадцати изломов боковых рам и надрессорных балок тележек грузовых вагонов ежегодно.

«Каждый случай — это потенциальный источник аварии или крушения. Кроме того, при проведении плановых видов ремонта грузовых вагонов отбраковываются тысячи боковых рам и надрессорных балок» [1, с. 1].

Литые детали тележек грузовых вагонов (боковые рамы и надрессорные балки) являются основными деталями грузовых вагонов, которые при эксплуатации воспринимают существенные нагрузки. Неудовлетворительное качество литых деталей тележек, выпускаемые заводами-изготовителями — проблема, которая сказывается на безопасности движения поездов.

Причины низкого качества литья тележек грузовых вагонов:

- устаревшая конструкция отливок и ГОСТы на сталь;
- рост требований к нагрузкам на ось колесной пары с увеличением объемов перевозок;

- грубейшее нарушение технологии изготовления боковых рам заводами-изготовителями, приведшее к образованию литейных дефектов;
- не обнаружение дефектов литья при проведении неразрушающего контроля на заводе-изготовителе при входном контроле.

Проведя сравнительный анализ случаев излома боковых рам (рисунок 1) на сети железных дорог Российской Федерации за последние 8 лет (с 2006 по сентябрь 2014 года) произошло уже 142 излома боковых рам тележек.

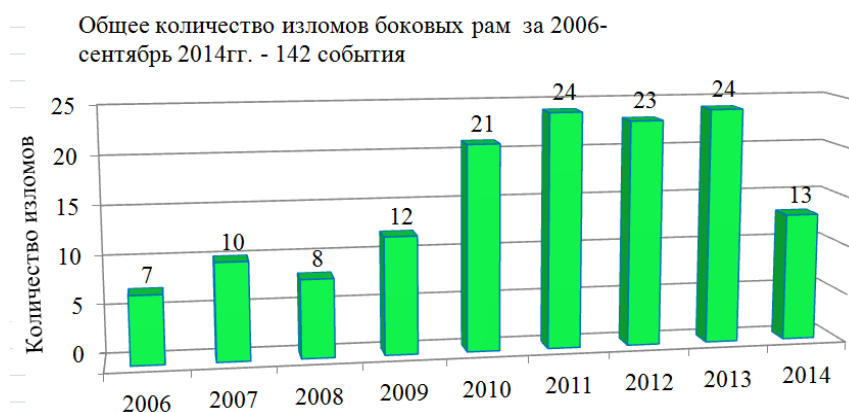


Рисунок 1. Анализ изломов литых деталей тележек с 2006 —сентябрь 2014 гг.

Распределение количества изломов боковых рам тележек грузовых вагонов по заводам-изготовителям представлено на рисунке 2.

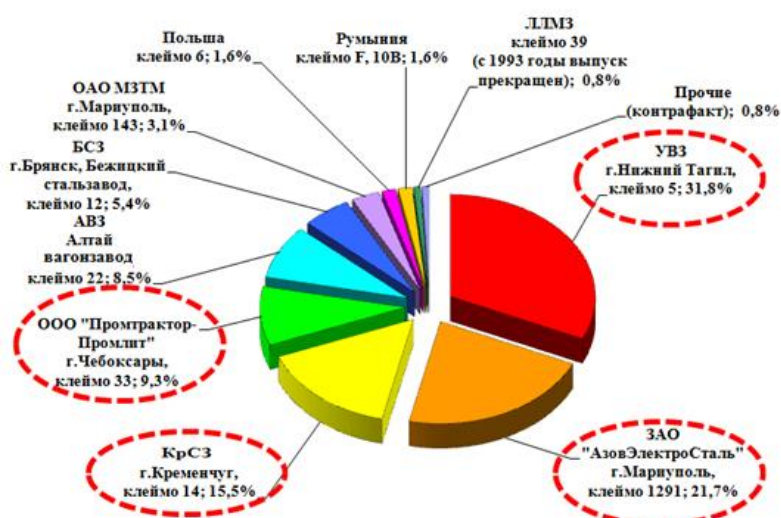


Рисунок 2. Распределение количества изломов боковых рам тележек

Происшедшие случаи в период с 2006 года по сентябрь 2014 года повлекли за собой многочисленные сходы подвижного состава и неоднократные крушения подвижного состава, что привело к огромным убыткам компании ОАО «РЖД».

Чаще других случаев причиной схода подвижного состава является излом боковой рамы тележки грузовых вагонов.

В среднем за период с 2006 года по 2013 год средствами неразрушающего контроля выявлено наличие дефектов в 11 тысяч боковых рамах и 6 тысяч надрессорных балках.

За этот же период более 35 тысяч дефектов в боковых рамах тележек и 16 тысяч в надрессорных балках выявлено и подтверждено осмотрщиками-ремонтниками вагонов на пунктах технического обслуживания, тем самым предотвращено более 50 тысяч случаев транспортных происшествий, которые могли повлечь за собой сходы и крушения.

Причиной большинства отказов боковых рам и надрессорных балок при эксплуатации — возникновение в местах расположения литейных дефектов усталостных трещин.

«Литые несущие элементы тележек грузовых вагонов — боковые рамы и надрессорные балки в процессе эксплуатации воспринимают статические и динамические вертикальные нагрузки, продольные нагрузки, а также испытывают воздействие крутящего момента при вписывании вагонов в кривые участки пути. При этом основная часть динамических вертикальных нагрузок носит циклический характер, и усталостная прочность боковых рам является основной характеристикой их эксплуатационной надежности, то есть напрямую влияет на безопасность движения» [2, с. 1].

Учитывая тяжелую обстановку с литыми деталями тележек грузовых вагонов на сети железных дорог Российской Федерации, рассматриваются варианты снижения рисков схода подвижного состава и решаются вопросы по обеспечению заводами-изготовителями поставки качественных литых деталей тележек. Одним из наиболее важных решений, которые могут снизить

случаи схода подвижного состава — это усиленный контроль подвижного состава, как в пути следования, так и на пунктах технического обслуживания грузовых вагонов (ПТО).

Не первый год силами вагонного хозяйства рассматриваются и внедряются методы выявления неисправностей в литых деталях тележек грузовых вагонов, используемые опытными осмотрщиками-ремонтниками вагонов. За это время был проанализирован и собран материал, способный повысить процент выявляемости неисправных литых деталей тележек грузовых вагонов.

К таким методам можно отнести:

1. неразрушающий контроль, как при выпуске продукции на заводах-изготовителях, так и на ремонтных предприятиях;
2. выявление неисправностей в литых деталях на пунктах технического обслуживания грузовых вагонов.

Так, в эксплуатационном вагонном депо Максим Горький, был собран и обобщен материал «Передовые методы выявления дефектов в литых деталях тележек грузовых вагонов», который распространяется среди работников данного депо.

Метод выявления дефектов в литых деталях тележек грузовых вагонов на пункте технического обслуживания заключается в следующем. При производстве технического обслуживания грузовых вагонов на пункте технического обслуживания осмотрщик-ремонтник вагонов, производивший осмотр вагонов на наличие неисправностей и выявления дефектных литых деталей (боковой рамы и надрессорной балки) в первую очередь должен обращать внимание на:

- состояние колесной пары — наличие неисправностей (ползунов, выщербин, навара);
- состояние фрикционных клиньев — завышение фрикционных клиньев относительно опорной поверхности надрессорной балки, свидетельствует о неравномерном распределении нагрузок.

Неисправности ходовых частей грузового вагона (состояние надбуксовой пластины, наличие или отсутствие коробки скользуна, изломы пружин и другие) указывают на то, что вагон работал неправильно, нагрузки на ходовые части вагона были увеличены, а это — повышенные динамические удары; неравномерные нагрузки (т. е. боковая рама и надрессорная рама тележки грузового вагона испытывали большие нагрузки и в процессе эксплуатации могли возникнуть дефекты, угрожающие безопасности движения).

Осмотрщик-ремонтник вагонов так же руководствуется последними событиями, происшедшими на сети железных дорог (телеграммы, указания), в которых представляется вся информация о допущенных изломах боковых рам и надрессорных балок тележек грузовых вагонов. В первую очередь осмотрщик обращает внимание на клейма заводов-изготовителей, допустивших наибольшее количество дефектов при изготовлении литья, повлекших за собой излом литых деталей (рисунок 3).



Рисунок 3. Клейма заводов-изготовителей, допустивших дефекты при изготовлении литья

Таким боковым рамам необходимо производить более тщательный осмотр, обращая внимание на внешние признаки неисправностей.

В боковых рамах трещины наиболее часто образуются в зоне надбуксового проема и его наружных углах. Появлению трещин в этой зоне способствует изгиб боковой рамы в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Наиболее реже трещины образуются в зонах внутреннего угла буксового проема, наклонного пояса и технологического окна. Однако трещины в этих зонах значительно чаще приводят к разрушению боковой рамы на ходу поезда. Поэтому при осмотре таким зонам уделяется особое внимание.

Осмотр тележки начинается с наружной стороны в следующей последовательности:

- буксовый проем и опорная поверхность буксового узла;
- места переходов радиусов R55 поперек всей боковой рамы;
- место перехода R55 с внутренней стороны боковины (используя зеркало);
- технологическое отверстие и видимая часть опорной поверхности внутренней стороны боковой рамы;
- технологический проем под рессорный комплект (обращая внимание на углы сочленения горизонтальных и вертикальных поясов).

Признаками появления трещин является скопление валика пыли летом и инея зимой. В месте образования свежей трещины всегда тень, что хорошо видно при освещении места осмотра фонарем в темное время суток.

Зоны, в которых наиболее часто выявляются неисправности боковой рамы и надрессорной балки, представлены на рисунках 4 и 5.



Рисунок 4. Боковая рама, зоны возможного возникновения дефектов

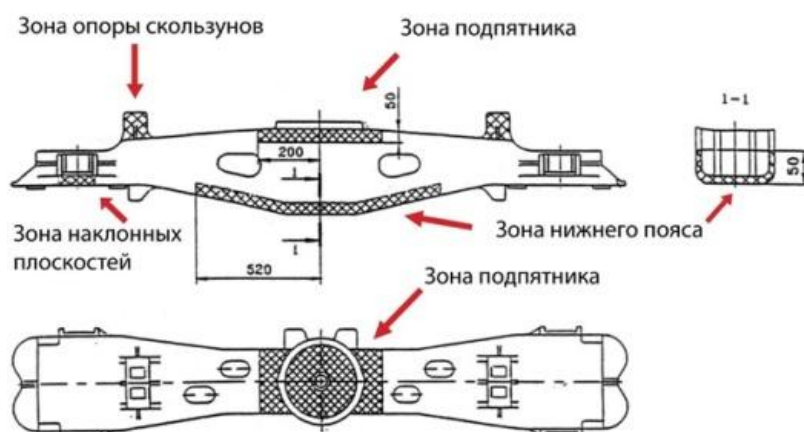


Рисунок 5. Наддресорная балка, зоны возможного возникновения дефектов

При осмотре боковых рам и наддресорных тележек грузовых вагонов применяются инструменты и приспособления, позволяющие выявить дефекты, угрожающие безопасности движения:

- досмотровая штанга с зеркалами и фонариком;
- фонарик «Экотон 10», с тремя режимами и цветами
- подручные инструменты (щеточка, шило, нож).

Широкое использование «методов выявления неисправностей тележек грузовых вагонов» на сети железных дорог, совершенствование и распространение знания выявления дефектов в литых деталях тележек грузовых вагонов от более опытных осмотрщиков-ремонтников вагонов к менее опытным осмотрщикам-ремонтникам вагонов, относясь к своим должностным обязанностям с большой ответственностью и отдачей — все это позволит снизить риски возникновению событий (сходов, крушений), тем самым значительно улучшить безаварийность проследование грузовых поездов по Российской Федерации.

Список литературы:

1. «РЖД Партнер. Комментарии и интервью: информационный портал. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.rzd_partner.ru, 2013 — 1 с.
2. DV-Brand. Статьи: информационный портал. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.dv-reclama.ru>, 2011 — 1 с.

ОСОБЕННОСТИ И ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОДШИПНИКОВ В ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Кужанбаев Рустам Тауфилович

*студент 5 курса, эксплуатации авиационной техники СГАУ,
РФ, г. Самара
E-mail: Rustam_Zvuk@mail.ru*

Киселев Денис Юрьевич

*научный руководитель, канд. тех. наук, доцент СГАУ,
РФ, г. Самара*

Обосновывается целесообразность использования ЭМП вместо традиционных подшипниковых узлов в газотранспортном секторе. Рассматриваются вопросы, связанные с особенностями проектирования конструкции, испытаний и опытом внедрения электромагнитных подшипников (ЭМП) в газовые компрессоры. Предложена унифицированная конструкция электромагнитных опор для газовых компрессоров.

Введение

Основным элементом многих машин является ротор, вращающийся в подшипниковых опорах. Рост скоростей вращения и мощностей роторных машин при одновременной тенденции к уменьшению массовых и габаритных показателей выдвигает проблему повышения долговечности подшипниковых узлов как первоочередную. Кроме того, в целом ряде областей современной техники требуются подшипники, способные надежно работать в экстремальных условиях: в вакууме, при высоких и низких температурах, сверхчистых технологиях, в агрессивных средах и т. п. Создание таких подшипников также является актуальной технической проблемой.

Решение указанных проблем может осуществляться как совершенствованием традиционных подшипников качения и скольжения, так и созданием нетрадиционных подшипников, в которых используются иные физические принципы действия. Традиционные подшипники качения и скольжения (жидкостные и газовые) к настоящему времени достигли высокого технического уровня. Однако природа протекающих в них процессов ограничивает,

а иногда делает принципиально невозможным применение этих подшипников для достижения указанных выше целей. Так, существенными недостатками подшипников качения являются наличие механического контакта между подвижными и неподвижными частями и необходимость в смазке дорожек качения. В подшипниках скольжения механический контакт отсутствует, но необходимы система подачи смазочного материала для создания смазочного слоя и герметизация этого слоя. Очевидно, что совершенствование узлов герметизации может лишь уменьшить, но не полностью устранить взаимное проникновение смазочного материала и внешней среды. От указанных недостатков свободны подшипники, в которых для создания опорных реакций используются магнитные и электрические поля. Среди них наибольший практический интерес представляют электромагнитные подшипники (ЭМП). Работа ЭМП основана на известном принципе активного магнитного подвеса ферромагнитного тела: стабилизация тела в заданном положении осуществляется силами магнитного притяжения, действующими на тело со стороны управляемых электромагнитов. Токи в обмотках электромагнитов формируются при помощи системы автоматического управления, состоящей из датчиков перемещений тела, электронного регулятора и усилителей мощности, питающихся от внешнего источника электрической энергии.

Особенности создания ЭМП для серии компрессоров ГПА

НПП ВНИИЭМ начал разработку машин с электромагнитным подвесом ротора [3] в 60-х годах прошлого века для нужд космической техники. Для обеспечения длительной высокоточной ориентации космических аппаратов в условиях многолетней эксплуатации орбитальных объектов, а также из-за трудностей и высокой стоимости доставки реактивного топлива для традиционных двигателей ориентации, были созданы уникальные электромеханические исполнительные устройства с электромагнитными подшипниками.

Первой роторной машиной стал шаровой двигатель-маховик с магнитным подвесом ротора, предназначенный для управления трёхосной ориентацией спутников серии «Алмаз». Ротор двигателя представлял собой шар,

вращающийся в магнитном поле в трёх плоскостях и с различной скоростью, в зависимости от программы управления ориентацией. Позднее, для ориентации и стабилизации орбитального комплекса «Мир» был создан высокоскоростной силовой гироскоп-гиродин с ротором на электромагнитных подшипниках. Система, состоявшая из 12-ти гиродинов, проработала на ОК «Мир» около 15-ти лет. Общая наработка машин с магнитным подвесом для космических аппаратов составила около 3-х млн. часов.

С середины 80-х годов в НПП ВНИИЭМ в рамках конверсии были разработаны и изготовлены электромагнитные подшипники для химической и газовой промышленности и машиностроения. В это время был получен богатый опыт создания магнитных подшипников для роторных машин различной мощности с различными массами и скоростями вращения ротора, а также для турбодетандеров.

Опыт разработки, испытаний и эксплуатации первого отечественного компрессора с ЭМП для агрегата ГПА-Ц-16, а также расчеты, проведенные для ЭМП компрессоров мощностью 2,5—25 МВт, показали, что [1]:

- изгибные формы колебаний ротора компрессора оказывают сильное влияние на работоспособность системы подвеса и могут приводить к возбуждению системы управления ЭМП;
- конструкция узлов ЭМП должна давать возможность снижать влияние изгибных форм на работу подвеса;
- конструкция узлов ЭМП должна допускать быструю и многократную сборку, разборку и замену узлов ЭМП в условиях компрессорной станции (КС).

Для уменьшения влияния изгибных форм ротора на работу компрессора было предложено в сочетании с электронным демпфированием применить механический способ, создав новую конструкцию магнитной опоры.

При этом способе:

- при установке радиальных датчиков положения ротора магнитного подвеса в узлах или вблизи узлов изгибных форм ротора амплитуда колебаний этих форм либо равна нулю, либо имеет малую величину;

- при работе регулятора блока управления ЭМП в области частот изгибных форм колебаний ротора различное взаимное расположение радиальных датчиков подвеса и электромагнитов относительно узлов изгибных форм по-разному сказывается на устойчивости подвеса.

Чем ближе радиальный датчик к узлу, тем меньше коэффициент возбудимости конкретной формы под датчиком, и естественно, смещение ротора в магнитном подвесе от этой изгибной формы.

В предлагаемой новой конструкции электромагнитной опоры для уменьшения влияния изгибных форм вводятся дополнительные радиальные датчики, каждый из которых устанавливается в узле или вблизи первых трех форм изгибных колебаний ротора.

Радиальные датчики положения ротора ЭМП размещают не рядом друг с другом, а чередуя их между осевым и радиальным электромагнитом для возможности создания различного взаимного расположения между радиальным электромагнитом и датчиками ЭМП вдоль узлов изгибных форм. Конструкция такой опоры [2] со стороны свободного конца вала компрессора представлена на рис. 1. На валу ротора компрессора устанавливаются три ротора 1 для датчиков положения. Осевые датчики, установленные во втулке 2, работают с поверхностями выступов 3, а радиальные с поверхностями 4. Выполнение магнитной опоры с двумя или тремя роторами датчиков и различным взаимным расположением относительно электромагнитов подвеса позволяет обеспечить сопряжение радиальных датчиков с тем из роторов, в месте расположения которого автоколебания в подвесе меньше, чем в местах установки других датчиков. Блок радиальных датчиков устанавливается в необходимое место, что сохраняет унификацию радиальных каналов ЭМП и блоки управления в целом, и является важным требованием для аппаратуры газовых КС. Расположение подвижных осевых датчиков в независимой втулке на доступном для работы краю опоры позволяет производить регулировку осевых датчиков даже при взвешенном роторе.

Предлагаемая конструкция для серии компрессоров ГПА является унифицированной для компрессоров различной мощности и допускает быструю и многократную сборку и разборку ЭМП.

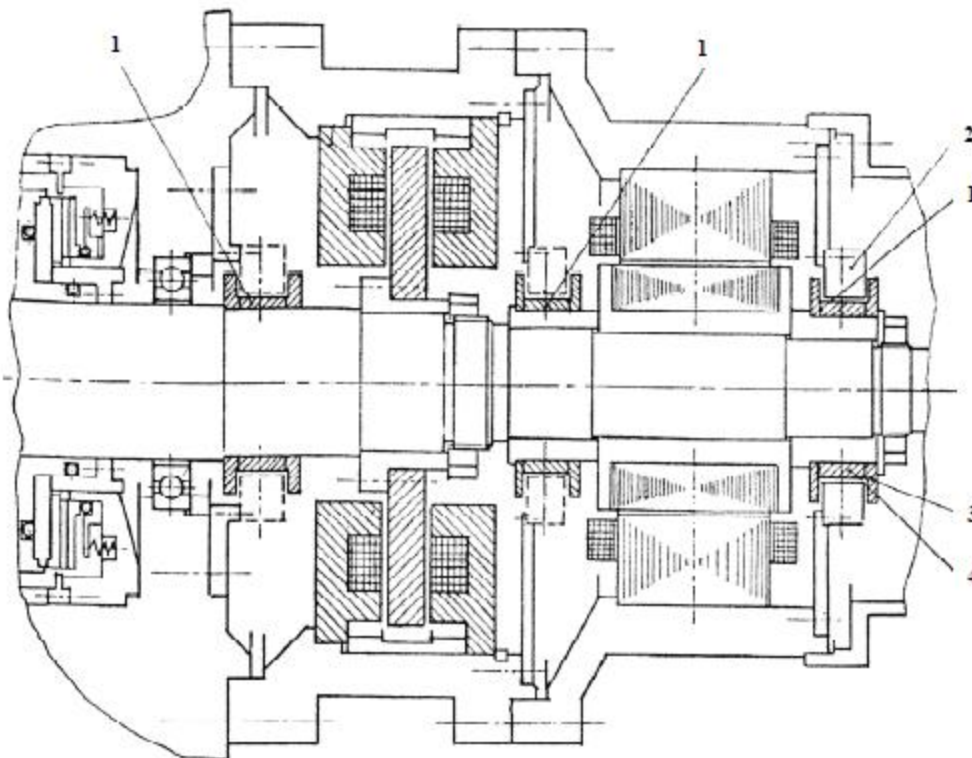


Рисунок 1. Магнитная опора для агрегата

Список литературы:

1. Магнитный подвес для гибких роторов компрессоров /В.П. Верещагин, А.П. Сарычев // Газовая промышленность. М., — 2000. — № 2. — С. 5—53.
2. Магнитная опора компрессора: пат. 2251033 Рос. Федерация: МПК7 F 16 C 32/04 / Будзуляк Б.В., Вейнберг Д.М., Верещагин В.П. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГУП «НПП ВНИИЭМ». № 2003119193/11; заявл. 30.06.2003; опубл. 27.04.2005.
3. Устройство и принцип действия электромагнитных подшипников. Журин А.Г. СПб.: ФГУП «НПП ВНИИЭМ», 2007. —С. 5—6, 12—14.

СЕКЦИЯ 6. МОДЕЛИРОВАНИЕ

ПРОЦЕСС ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ТВЁРДЫХ ТЕЛАХ. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОЛЯ

Джамалов Адиль Чубанович

*студент 3 курса, кафедра управления в технических
и биомедицинских системах, СКФУ, филиал,
РФ, г. Пятигорск
E-mail: poreye125544@mail.ru*

Пирмагомедов Олег Владимирович

*студент 3 курса, кафедра управления в технических
и биомедицинских системах, СКФУ, филиал,
РФ, г. Пятигорск
E-mail: poreye125544@mail.ru*

Ткаченко Роман Михайлович

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, СКФУ, филиал,
РФ, г. Пятигорск*

Известно, что тела могут проводить тепло. Если один из концов длинного стержня поместить в костер, а стержень сделан не из горючего или легко плавящегося материала, то другой конец через некоторое время тоже нагреется, насколько быстро и на какую температуру — зависит от материала, размеров стержня и других факторов. Процесс теплопроводности — один из таких, которую называют процессом тепломассопереноса, играющую огромную роль в природе и в технике. Другие процессы такого рода — диффузия, благодаря которой смешиваются разные жидкости или газы, процессы гидро- и аэродинамики (т. е. переноса (движения) жидкостей и газов).

Между ними много общего, несмотря на то, что каждый из таких процессов имеет собственные закономерности. Эти процессы происходят в сплошной среде. При их математическом моделировании используется один и тот же математический аппарат — дифференциальные уравнения в частных производных. Параметры многих технологических процессов изменяются

не только во времени, но и в пространстве, в качестве примера могут служить процессы, связанные с термической обработкой, диффузией и т. п. (в теории управления этот класс процессов назван системами с распределенными параметрами (СРП)). К числу СРП относится широкий круг типичных управляемых объектов, охватывающих, в частности, как традиционные, так и новейшие технологии в самых различных областях техники, зачастую практически не реализуемые с требуемыми качественными показателями без построения соответствующих систем автоматического управления, что и явилось главным стимулом к созданию теории и методов управления СРП. В наше время, очень часто внедряется разработка различных приложений при расчетах математических задач численными методами. Это связано с простотой обработки информации вводимых данных и экономии времени. При этом как правило программы становятся универсальными для всех дальнейших задач того же типа. Компьютеры делают основные операции над числами, не затрачивая больших временных ресурсов. Поэтому сегодня все больше времени уделяется средам разработок таких программ и самое важное они дают, куда большую точность, нежели решение таких задач аналитическим способом.

В данной работе рассмотрено построение математической модели теплопроводности пластины с конечными размерами [1, с. 127]. Параметры пластины приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Начальные параметры пластины

Плоскость	Граничные условия
S_1	T
S_2	0
S_3	1
S_4	0
S_5	1
S_6	0

где: T — входное воздействие в виде заданной температуры;
 1 — температура поверхности равна 0 ;
 0 — поверхность теплоизолированная.

Задана прямоугольная пластина с линейными размерами и величиной входного воздействия, вычисляемым по формулам:

$$L_x = 0,01 \cdot N ;$$

$$L_y = 0,4 \cdot L_x ;$$

$$L_z = 0,2 \cdot L_x ;$$

$$\dot{O} = 10 \cdot N , \text{ где } N = 2.$$

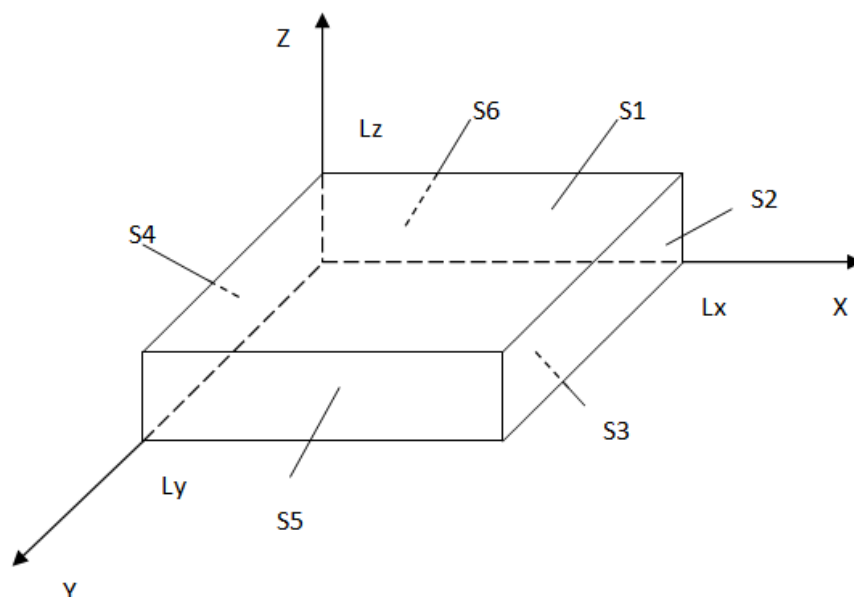


Рисунок 1. Начальные параметры пластины

Математической моделью технологического процесса (объекта управления) называют систему математических отношений между входными и выходными параметрами процесса и конструктивными величинами, показателями качества, а также ограничения, накладываемые на параметры.

При изучении любого физического или другого какого-либо явления сначала получают качественное описание проблемы. На этапе моделирования качественное представление переходит в количественное. Одновременно определяют функциональные зависимости между переменными, и для каждого варианта входных данных находят выходные данные системы.

Для перехода от содержательного описания к математической модели необходимо:

1. провести декомпозицию объекта, разделив его на элементарные блоки, узлы, контуры, процессы, элементы и составить структурную схему объекта;
2. для каждого блока, элемента, контура составить уравнения, описывающие его поведение и определить математические соотношения между параметрами и показателями процесса;
3. записать все математические соотношения между элементами системы управления.

Для математического описания процессов, происходящих в объекте необходимо использовать:

- уравнения материального, теплового и энергетического баланса с учетом гидродинамики потоков и физических свойств жидкостей;
- ограничения на параметры процесса.

При построении математической модели используются:

1. алгебраические уравнения для описания статических, стационарных, режимов работы;
2. обыкновенные дифференциальные уравнения для описания динамических объектов с сосредоточенными параметрами или с распределенными параметрами;
3. дифференциальные уравнения в частных производных в случае описания статических моделей объектов с распределенными параметрами по нескольким координатам или для описания динамических нестационарных процессов объектов с распределенными параметрами [2, с.63].

Уравнение, описывающее процесс распространения температуры в пластине запишем в виде

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \Delta T \text{ — Общий вид уравнения теплопроводности}$$

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \cdot \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right)$$

— уравнение теплопроводности для

прямоугольной системы координат (1)

где: $0 < x < L_x$, $0 < y < L_y$, $0 < z < L_z$; a — коэффициент температуропроводности;

$T(x, y, z, \tau)$ — температурное поле пластины;

τ — время.

Запишем граничные условия:

$$S_1 := T(x, y, z = L_z, \tau) = T$$

$$S_2 := T(x = L_x, y, z, \tau) = const$$

$$S_3 := T(x, y, z = 0, \tau) = 0$$

$$S_4 := T(x = 0, y, z, \tau) = 0$$

$$S_5 := T(x, y = L_y, z, \tau) = const$$

$$S_6 := T(x, y = 0, z, \tau) = 0$$

Пластина изготовлена из стали, поэтому для неё принимаем следующие значения: коэффициент температуропроводности $a = 0,000019 \text{ м}^2/\text{с}$.

Для реализации модели проведем дискретизацию (рис. 2). Разобьём пластину на зоны по всем трём пространственным координатам:

по оси $X \eta = \overline{1,10}$ с шагом дискретизации Δx ;

по оси $Y \gamma = \overline{1,10}$ с шагом дискретизации Δy ;

по оси $Z \xi = \overline{1,10}$ с шагом дискретизации Δz .

Шаг дискретизации по времени возьмём $\Delta \tau = 0,01 \text{ с}$.

Определим линейные размеры пластины:

$$L_x = 0,01 * 2 = 0,02 \text{ м},$$

$$L_y = 0,02 * 0,4 = 0,008 \text{ м},$$

$$L_z = 0,02 * 0,2 = 0,004 \text{ м}.$$

Шаги дискретизаций высчитаем по формулам:

$$\Delta x = \frac{L_x}{\eta - 1} = \frac{0,02}{9} \approx 0,0086 \text{ м,}$$

$$\Delta y = \frac{L_y}{\gamma - 1} = \frac{0,008}{9} \approx 0,0027 \text{ м,}$$

$$\Delta z = \frac{L_z}{\xi - 1} = \frac{0,004}{9} \approx 0,0013 \text{ м.}$$

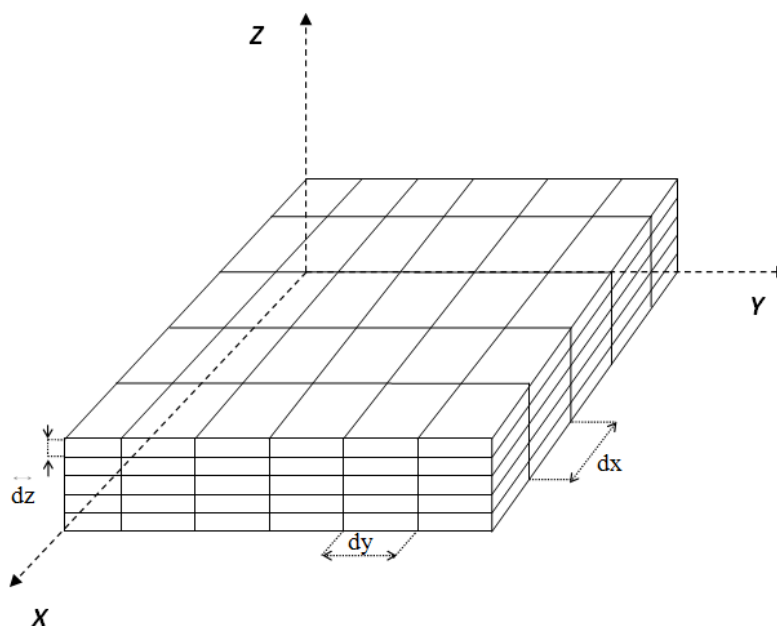


Рисунок 2. Дискретная модель пластины

Входное воздействие в виде заданной температуры $T = 40^\circ\text{C}$. Тогда получим

$$\begin{aligned} \Delta T_{\eta,\gamma,\xi} = \Delta \tau \cdot a & \left(\frac{T_{\eta-1,\gamma,\xi,\tau} - 2 \cdot T_{\eta,\gamma,\xi,\tau} + T_{\eta+1,\gamma,\xi,\tau}}{\Delta x^2} + \right. \\ & + \frac{T_{\eta,\gamma-1,\xi,\tau} - 2 \cdot T_{\eta,\gamma,\xi,\tau} + T_{\eta,\gamma+1,\xi,\tau}}{\Delta y^2} + \\ & \left. + \frac{T_{\eta,\gamma,\xi-1,\tau} - 2 \cdot T_{\eta,\gamma,\xi,\tau} + T_{\eta,\gamma,\xi+1,\tau}}{\Delta z^2} \right) \end{aligned} \quad (2)$$

где $\Delta T_{\eta,\gamma,\xi,\tau}$ — разность температур в соседних точках через промежуток времени τ .

Температура в заданной точке вычисляется по формуле:

$$T_{\eta,\gamma,2,\tau} = T_{\eta,\gamma,1,\tau} + \Delta T_{\eta,\gamma,2,\tau} .$$

Учитывая граничные условия, циклы для вычисления температуры по всем трём пространственным координатам будут иметь вид:

по оси $X^{\eta} = \overline{2,9}$;

по оси $Y^{\gamma} = \overline{2,9}$;

по оси $Z^{\xi} = \overline{2,9}$.

График изменения температуры для точки с течением времени имеет вид (рис. 3):

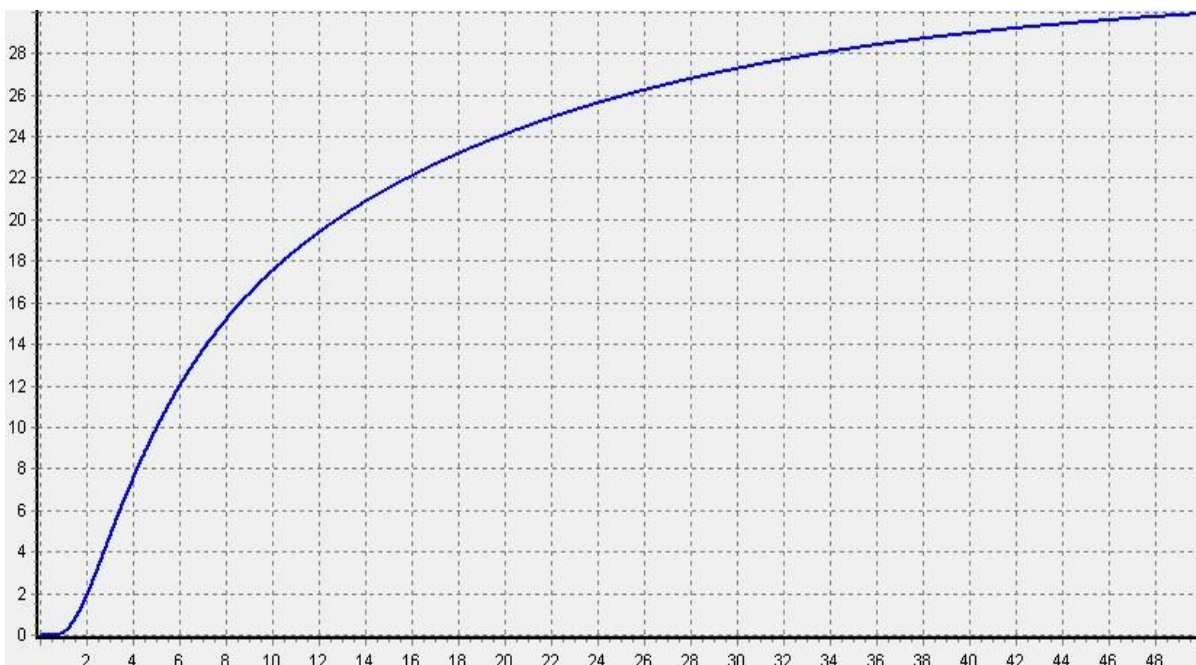


Рисунок 3. График изменения температуры пластины

В ходе работы была построена математическая модель нестационарного температурного поля внутри пластины заданных размеров. Для вычисления

температурных полей можно выбрать императивный, структурированный, объектно-ориентированный язык Delphi, и среду разработки Embarcadero.

Список литературы

1. Базаров И.П. Термодинамика / М.: Высшая школа, 1983. — 344 с.
2. Боглаев Ю.П. Вычислительная математика и программирование / М.: Высш. Шк., 1990. — 544 с.
3. Першин И.М. Системы с распределенными параметрами. Анализ и синтез.; М.: Научный мир, 2012. — 476 с.
4. Сухарев М.В. Основы Delphi. Профессиональный подход; М.: Наука и техника, 2004. — 600 с.

СЕКЦИЯ 7.

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

РАЗРАБОТКА СПОСОБА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО КОПЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ С РАЗВИТОЙ СТРУКТУРОЙ В РЕГУЛИРУЕМОЙ СРЕДЕ С ИНДУКТИВНЫМ ПОДВОДОМ ЭНЕРГИИ ПРИ ДЫМОГЕНЕРАЦИИ

Попова Виктория Николаевна

*студент 2 курса, кафедра машин и аппаратов пищевых производств ВГУИТ,
РФ, г. Воронеж*

E-mail: popova.qwerty13@yandex.ru

Сухарев Игорь Николаевич

*студент 5 курса, кафедра технологии продуктов животного происхождения
ВГУИТ,*

РФ, г. Воронеж

E-mail: luckyshax@mail.ru

Шахов Сергей Васильевич

*научный руководитель, д-р техн. наук, профессор ВГУИТ,
РФ, г. Воронеж*

E-mail: s_shahov@mail.ru

Недостатком известных способов автоматического управления процессами копчения является отсутствие контроля и регулирования начальной влажности опилок, основных технологических параметров их пиролиза в процессе дымогенерации, что может приводить к появлению в составе получаемого дыма опасных канцерогенных веществ, не производится стабилизация температуры коптильного дыма, подаваемого в камеру, что может привести к нарушению технологического режима и снижению качества продукции, а также к недостаткам можно отнести и тот факт, что момент окончания процесса копчения определяется только по времени без учёта концентрации дымовоздушной смеси в ходе процесса. Кроме этого известные способы не обеспечивают высокую эффективность коптильного оборудования, из-за малой скорости свободного осаждения коптильных компонентов

на поверхность продукта и поэтому не могут быть реализованы для технологии электростатического копчения.

Поэтому для устранения вышеназванных недостатков и с целью повышения качества готовой продукции, в результате получения дыма с заданными свойствами предложена схема (рис. 1) способа автоматического управления, которая включает установку для осуществления процесса копчения в электростатическом поле содержащую компрессор 1, нагреватель 2, баромембранный аппарат 3, дымогенератор 4 имеющий барабан 5, с размещенными внутри него теплопередающими элементами в виде ферромагнитных металлических стержней 6 (или в виде тепловых труб), центральной трубой 7, запирающей заслонки 8 и питателя 9.

Барабан 5 в зоне дымогенерации (сухой перегонки опилок) имеет индуктор 10. Дымогенератор 4 имеет регулируемый привод 11 вращения барабана 5, заслонку-диафрагму 12 с приводом 13, разгрузочную камеру 14 с заслонкой на входе холодного воздуха 15. Установка для осуществления процесса копчения в электростатическом поле также включает циклон 16 с насосом 17, фильтр 18 с насосом 19 успокоительную камеру 20, эжектор 21, камеру ионизации дыма 22, снабженную коронирующими электродами 23, подключенными к высоковольтному генератору 24, а также коптильную камеру 25. На коптильной камере 25 вертикально расположен коэкструдер 26 для подачи в нее продукта, который имеет центральный канал, где соосно установлен нагнетающий шнек 27 с возможностью вращения от привода 28. При этом ниже нагнетающего шнека 27 в центральном канале соосно ему размещены вставка 28 и проходящий через нее патрубок 29 подачи дымовоздушной смеси. При этом центральный канал, ограниченный корпусом экструдера 26 и вставкой 28 образуют выходное кольцевое отверстие. В коптильной камере 25 вокруг выходного кольцевого отверстия, вертикально расположенного устройства подачи продукта в коптильную камеру в виде коэкструдера 26 установлена насадка 30 в форме сопла Лавалья, обеспечивающая создание парового затвора, разделяющего зоны подачи

продукта в вакуум и его копчение. Коптильная камера 25 снабжена конденсатором 31 с вакуум-насосом 32. Непосредственно за насадкой 30 у нижней части коптильной камеры 25 установлено делительно-упаковочное устройство 33.

Схема (рис. 1), реализующая предлагаемый способ автоматического управления также включает линию 34 подачи свежего воздуха в компрессор 1, линию 35 нагнетания подогретого воздуха в баромембранный аппарат 2, линию 36 подачи обедненной кислородом смеси в дымогенератор 4, линию 37 подачи древесных опилок в дымогенератор 4, линию 38 удаления влажной воздушной смеси из зоны подсушки древесных опилок, линию 39 подачи воды для предотвращения возгорания, линию 40 удаления дымовоздушной смеси из дымогенератора 4, линию 41 подачи дымовоздушной смеси в коптильную камеру 25, линию 42 подачи исходной смеси продукта в коптильную камеру 25, линию 43 рециркуляции дымовоздушной смеси, линию 44 подачи хладагента в конденсатор 31, линию 45 удаления готового продукта из установки, датчики температуры 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53 соответственно свежего подогретого воздуха на входе в баромембранный аппарат 3, обедненной кислородом смеси, подаваемой в дымогенератор 4, древесных опилок в зоне их подсушки, ферромагнитных металлических стержней 6, продукта в коэкструдере 26, продукта перед делительно-упаковочным устройством 33, охлаждающей поверхности конденсатора 31, датчики влажности 54, 55, 56, 57 соответственно, обедненной кислородом смеси, подаваемой в дымогенератор 4, древесных опилок в зоне их подсушки, исходной смеси продукта, готового продукта, датчик концентрации 58 кислорода в воздушной смеси, подаваемой в дымогенератор 4, датчик плотности 59 дымовоздушной смеси, подаваемой в коптильную камеру 25, датчики давления 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, соответственно, в баромембранном аппарате 3, в линии 43 рециркуляции дымовоздушной смеси перед камерой смешения эжектора 21, в нагнетающем центральном канале коэкструдера 26, во внутренней полости продукта и у его внешней поверхности, в камере копчения 25, датчики расхода 67, 68, 69, 70, 71,

72, 73, 74, 75, 76 соответственно, обедненной кислородом смеси, подаваемой в дымогенератор 4, древесных опилок в линии 25 подачи их в дымогенератор 4, дымовоздушной смеси, удаляемой из дымогенератора 4, воды подаваемой в зону пиролиза, воздуха, подаваемого в оптический датчик 59, дымовоздушной смеси, подаваемой в коптильную камеру 25, исходной смеси подаваемой в коэкструдер 26, готового продукта, удаляемого из коптильной камеры 25, готового упакованного продукта, хладагента подаваемого в конденсатор 31, датчик высокого напряжения 77, подаваемого на коронирующие электроды 23, датчик 78 заряда частиц дымовоздушной смеси, датчики уровня 79, 80, соответственно, древесных опилок в дымогенераторе, толщины продукта на выходе из коптильной камеры 25, вторичные приборы 81-102, программируемый технологический контроллер (ПМК) 103, локальные регуляторы 104—125, исполнительные механизмы 126—145. Датчик влажности опилок 55 конструктивно представляет собой две пластины измерительного конденсатора, укрепленные на запирающей заслонке 8, разделяющей зоны подсушки древесных опилок и зоны дымогенерации (сухой перегонки опилок). Для определения плотности дымовоздушной смеси подаваемой в коптильную камеру используют датчик 59 либо оптического, либо пневмоакустического принципа действия.

Способ автоматического управления процессом электростатического копчения продуктов с развитой структурой в регулируемой среде с индуктивным подводом энергии при дымогенерации осуществляется следующим образом.

Управление ведётся в супервизорном режиме. При этом стабилизация значений технологических параметров производится локальными регуляторами, задание которым устанавливает программируемый микроконтроллер. Это позволяет существенно повысить надёжность работы системы управления, т. к. в случае возникновения сбоя в программе или аппаратного отказа самого контроллера локальные регуляторы будут продолжать работать с последними установленными настройками. Применение микроконтроллера позволяет

производить анализ поведения объектов управления и выбирать оптимальные настроечные параметры регуляторов исходя из определённых критериев, таких как минимизация затрат энергоресурсов, скорость регулирования (время переходных процессов в системе) и др.

Древесные опилки по линии 42 направляются в дымогенератор 4, после чего включают компрессор 1, нагреватель 2, баромембранный аппарат 3, дымогенератор 4, насос в линии 40 удаления дымовоздушной смеси из дымогенератора 4 и подачи ее в коптильную камеру 25 через фильтр 18, в котором одновременно происходит ее охлаждение и очистка от канцерогенных компонентов и камеру ионизации 22, в которой дымовоздушная смесь, проходя через зазоры между коронирующими электродами 23, под действием электростатического поля интенсивно ионизируется и получает заряд со знаком «-», измеряемый датчиком 78. С помощью датчиков 60 и 61 измеряют в баромембранном аппарате 3 давление, разность которого стабилизируют путем воздействия на исполнительный механизм 128 компрессора 1 с учетом значения концентрации кислорода в воздушной смеси, подаваемой в дымогенератор, измеряемого датчиком 58. С помощью датчиков 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53 измеряют температуры, соответственно, свежего подогретого воздуха на входе в баромембранный аппарат 3, обедненной кислородом смеси, подаваемой в дымогенератор 4, древесных опилок в зоне их подсушки, ферромагнитных металлических стержней 6, продукта в коэкструдере 26, продукта перед делительно-упаковочным устройством 33, охлаждающей поверхности конденсатора 31.

Стабилизация температур осуществляется с помощью локальных регуляторов, задание которым выдает ПМК 55 исходя из технологического регламента. Локальный регулятор 106 стабилизирует температуру воздуха на входе в баромембранный аппарат 3, воздействуя на исполнительный механизм 126, изменяющий силу тока в ТЭН нагревателя 2. Локальный регулятор 58 стабилизирует температуру древесных опилок в зоне их подсушки, воздействуя на исполнительный механизм 68, изменяющий силу

тока в ТЭН. Локальный регулятор 113 стабилизирует температуру теплопередающих элементов в виде ферромагнитных стержней 6 в зоне дымогенерации (сухой перегонки опилок), воздействуя на исполнительный механизм 132, изменяющий мощность индуктора 10. Локальный регулятор 114 в случае возгорания и резкого повышения температуры в зоне дымогенерации (сухой перегонки опилок) по информации с датчика температуры 49, воздействуя на исполнительный механизм 133 обеспечивает подачу воды в линии 39, подавая ее в зону перегонки, останавливая тем самым воспламенение древесных опилок. Стабилизация температуры продукта коптильной камере 25, измеряемой с помощью датчика 52 осуществляется путем выработки локальным регулятором 118 управляющего воздействия, поступающего на исполнительный механизм 136 изменяющий степень открытия заслонки на входе холодного воздуха 15. Необходимость такого регулирования вызвано тем, что дымовоздушная смесь на выходе из дымогенератора 4 имеет температуру, превышающую требуемую для холодного копчения. Поэтому наиболее экономичным и эффективным является способ снижения температуры коптильного дыма, получаемого на выходе из дымогенератора 4, путем его смешивания с охлажденным воздухом из системы кондиционирования предприятия. С помощью датчиков 54, 55, 56, 57 измеряют влажность, соответственно, обедненной кислородом смеси, подаваемой в дымогенератор 4, древесных опилок в зоне их подсушки, исходной смеси продукта, готового продукта, датчик концентрации 58 кислорода в воздушной смеси, подаваемой в дымогенератор 4, датчик плотности 59 дымовоздушной смеси, подаваемой в коптильную камеру 25. Локальный регулятор 112 стабилизирует влажность древесных опилок в зоне их подсушки, воздействуя на исполнительный механизм 131 регулируемого привода 11, изменяющий частоту вращения барабана 5 дымогенератора 4. Датчики 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76 соответственно измеряют расходы обедненной кислородом смеси, подаваемой в дымогенератор 4, древесных опилок в линии 25 подачи их в дымогенератор 4, дымовоздушной смеси,

удаляемой из дымогенератора 4, воды подаваемой в зону пиролиза, воздуха, подаваемого в оптический датчик 59, дымовоздушной смеси, подаваемой в коптильную камеру 25, исходной смеси подаваемой в коэкструдер 26, готового продукта, удаляемого из коптильной камеры 25, готового упакованного продукта, хладагента подаваемого в конденсатор 31. Локальный регулятор 110 стабилизирует значение расхода обедненной кислородом воздушной смеси, поступающей в дымогенератор 4, воздействием на исполнительный механизм 128. Расход дымовоздушной смеси направляемой в коптильную камеру 25 стабилизируют с помощью локального регулятора 104, воздействуя на исполнительный механизм 135, изменяющий производительность насоса, установленного в линии 40 удаления дымовоздушной смеси из дымогенератора 4, а также путем воздействия на исполнительный механизм 137. Одновременно по линии 42 в коэкструдер 26 направляют смесь продукта, расход которого стабилизируют с помощью локального регулятора 124 путем воздействия на исполнительный механизм 137. В коэкструдере 26 контролируются температура и давление уровень которых поддерживается с помощью локального регулятора 125 путем воздействия на исполнительный механизм 140. Остаточное давление 0,06-0,05 атм в коптильной камере 25 обеспечивается с помощью локального регулятора 123 воздействуя на исполнительный механизм 144 вакуум-насоса 31. С помощью нагнетающего шнека 27 исходный продукт по центральному каналу подается в периферийный коаксиальный канал, в котором под действием усилия витков шнека 27 он перемещается к выходному кольцевому отверстию, образованному корпусом экструдера 26 и вставкой 28 При поступлении по коаксиальному периферийному каналу и выходе через кольцевое отверстие в вакуумное пространство коптильной камеры 25 продукта из него начинает интенсивно испаряться влага, происходит быстрое его обезвоживание и формируется высокопористая структура с образованием трубчатого подсушенного каркаса. Одновременно дым, находящийся под давлением в камере 22, подается во внутреннюю полость трубчатого каркаса продукта, интенсивно заполняет

вакууммированные полости и поры в продукте, предназначенном для копчения, тем самым достигается эффект направленного движения дыма, при совместном использовании электропотенциалов. При этом как во внутренней полости, так и на поверхности трубчатого каркаса продукта измеряется давление с помощью датчиков 64, 65. Численное значение напряжения подаваемого на коронирующие электроды 23 измеряется электростатическим вольтметром 77, сигнал с которого подаётся на локальный регулятор 119, вырабатывающий управляющее воздействие, поступающее на вход установки величины напряжения высоковольтного генератора 24. Величина задания (минимальное напряжение на коронирующих электродах 23, способное обеспечить качественное протекание процесса электрокопчения) для данного регулятора формируется микроконтроллером 103 на основании значения, полученного от датчика плотности дымовоздушной среды 59. В качестве косвенного метода измерения концентрации дымовоздушной смеси, подаваемой в коптильную камеру используется фотометрический метод, который основан на определении оптической плотности дыма, проходящего между источником и приёмником светового излучения. Для обеспечения надёжности (исключения загрязнения коптильными компонентами) работы фотометрического датчика в его защитный корпус предусмотрена подача по трубке малого диаметра чистого воздуха с небольшим расходом. При этом в корпусе создаётся некоторое избыточное давление, его величину можно регулируют с помощью локального регулятора 117 путем воздействия на исполнительный механизм 145. Выходя из отверстия, сквозь которое поступает свет от источника, воздух препятствует проникновению дыма внутрь защитного корпуса и осаждению коптильных веществ на фокусирующей линзе. Таким образом, загрязнения датчика не происходит, а значит, отпадает необходимость в его частой очистке.

Предварительно в микропроцессор ПМК 103 в соответствие с алгоритмом (рис. 2) вводится определяемое технологией пороговое значение интегральной суммы концентрации коптильных компонентов в дымовоздушной смеси.

В процессе копчения с помощью датчика 39, установленного в успокоительной камере 20, измеряется концентрация коптильных компонентов в дымовоздушной смеси и производится интегрирование получаемого значения:

$$S = \int_0^{t_K} c(t) dt$$

где: t_K — конечное время процесса, с;

$c(t)$ — функция концентрации, мг/м³.

Принимая скорость осаждения частиц дыма на продукт постоянной, момент окончания процесса копчения определяется по достижению интегралом заданного значения. Система управления через равные промежутки времени опрашивает датчик 59. Далее, с использованием численного метода трапеций (рис. 3) вычисляется очередное текущее значение интегральной суммы S_i :

$$S_i = S_{i-1} + \frac{c_{i-1} + c_i}{2} \cdot t_0$$

где: S_{i-1} — предыдущее значение интегральной суммы; c_{i-1} ,

c_i — предыдущее и текущее значения плотности дымовоздушной смеси, ед. шкалы фотометра;

t_0 — период опроса датчика, с;

i — номер очередного цикла опроса.

Сигнал об окончании процесса копчения выдаётся при равенстве очередной интегральной суммы некоторому конкретному значению, определяемому технологией. Таким образом, при малой плотности дыма, а, следовательно, низкой концентрации коптильных компонентов, для достижения интегральной суммой заданного значения потребуется большее время,

и процесс копчения будет проходить дольше. И наоборот — если плотность дыма, а значит и концентрация коптильных компонентов высокая, то интегральная сумма скорее станет равной требуемой и процесс копчения закончится раньше. Это позволяет обеспечить стабильно высокое качество продукции (в первом случае) и повысить производительность оборудования (во втором случае).

За счет электростатики коптильные компоненты дыма осаждаются на поверхности пор продукта, а за счет вакуума они фильтруются через продукт, что обеспечивает равномерное их распределение по толще продукта и интенсивное копчение.

При достижении трубчатого подсохшего каркаса узкой части сопла Лавалья окончательно формируется высокоразвитая равномерно распределенная пористая структура. Сформированный жгут продукта, впитавший в себя аромат дыма перемещается в делительно-упаковочное устройство 33, частоту вращения которого регулируют с помощью локального регулятора 120, воздействуя на исполнительный механизм 142 в зависимости от скорости движения измеряемой датчиком 73 продукта в виде полого жгута. Готовый поделенный на порции и упакованный продукт выгружается из установки по линии 45 с помощью локального регулятора 123 посредством шлюзового затвора воздействием на исполнительный механизм 128. Отработанный дым, прошедший через каркас продукта отделяется от влаги, удаленной из продукта при формировании его пористой структуры с помощью конденсатора 31 и перемещается через рециркулирующий трубопровод 43 в пассивное сопло эжектора 21 для повторного его использования в процессе копчения.

При достижении интегральной суммой порогового значения принимается решение об окончании процесса копчения.

Предлагаемый способ автоматического управления процессом электростатического копчения продуктов с развитой структурой в регулируемой среде с индуктивным подводом энергии при дымогенерации имеет следующие преимущества:

- обеспечивает повышение производительности оборудования благодаря обеспечению согласованной работы дымогенератора и аппарата для электростатического копчения продуктов с развитой структурой в регулируемой среде с индуктивным подводом энергии при дымогенерации;
- обеспечивает снижение удельных энергозатрат за счет поддержания наиболее рациональных условий дымогенерации с индуктивным подводом энергии и использованием обедненной кислородом воздушной смеси, а также за счет точного регулирования высокого напряжения на коронирующих электродах в зависимости от плотности дымовоздушной смеси, благодаря введению оперативной коррекции на случайные возмущения;
- позволяет получить готовый продукт стабильно высокого качества за счет получения дыма с заданными свойствами благодаря контролю и регулированию процесса дымогенерации в среде инертного газа с индуктивным подводом энергии, а также за счет влияния концентрации компонентов дыма на продолжительность процесса копчения.

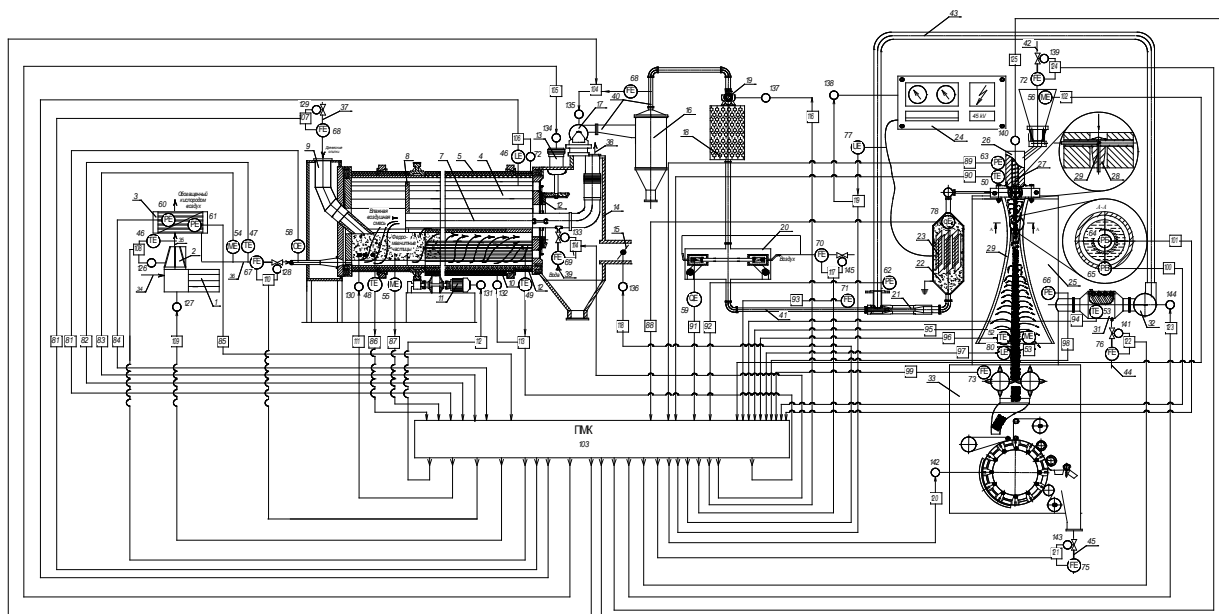


Рисунок 1. Схема способа автоматического управления процессом электростатического копчения продуктов с развитой структурой в регулируемой среде с индуктивным подводом энергии при дымогенерации

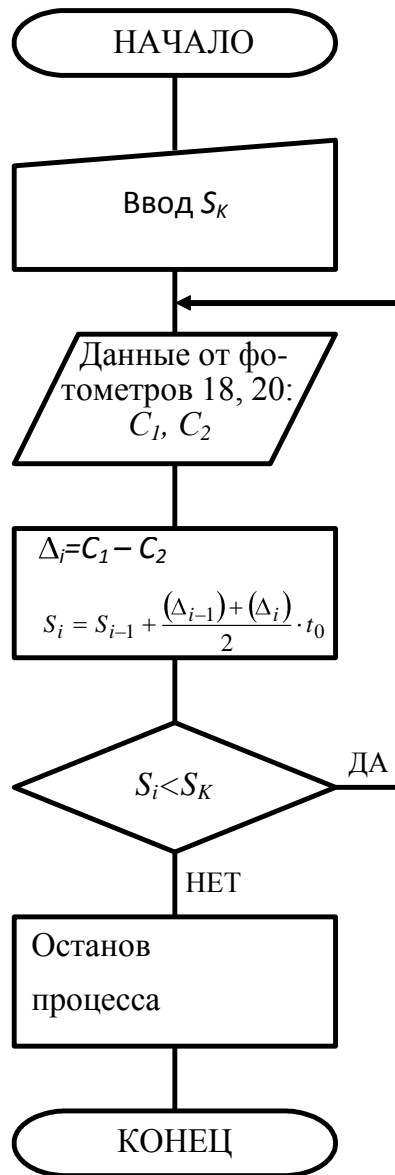


Рисунок 2. алгоритм определения момента окончания процесса электрокоагуляции по фотометрическим показателям дымовоздушной смеси

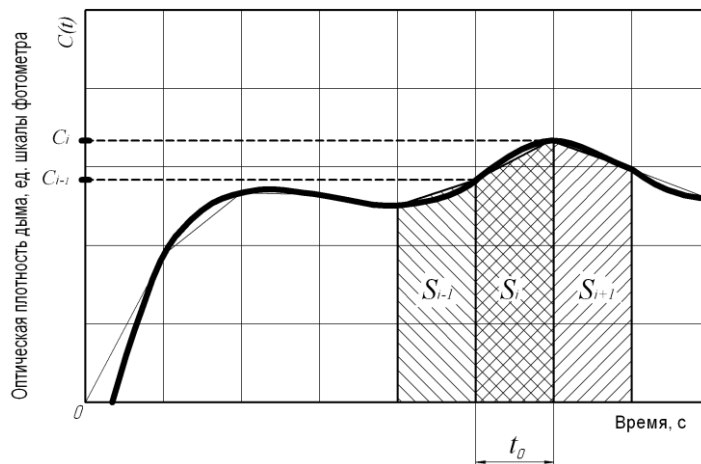


Рисунок 3. Методика численного интегрирования величины разности концентраций

СЕКЦИЯ 8. ТЕХНОЛОГИИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОТКЛОНЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ РАСХОДА

Марактаева Татьяна Афанасьевна

*студент Иркутского государственного технического университета,
РФ, г. Иркутск*

Половнева Светлана Ивановна

*научный руководитель, доцент
Иркутского государственного технического университета,
РФ, г. Иркутск*

Преобразователь расхода — это технический прибор измерения, который характеризует расход вещества, проходящего через данное сечение трубопровода в единицу времени.

Серия вихреакустических преобразователей расхода определена для измерения объемного расхода и объема водопроводной, теплофикационной, технической воды, водных растворов и пластовых вод, в том числе в составе АСУ ТП «Цитата» [3, с. 5].

Вихреакустические преобразователи расхода являются существенными элементами систем учёта потребления энергоресурсов и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности, а также жилищно-коммунальном хозяйстве.

Поверка всех вихреакустических преобразователей расхода производится двумя методами, которые утверждены государственным стандартом Российской Федерации: первый — проливной и второй — беспроливной (имитационным). Поверка имитационным методом, более сложна и производится в 2 этапа:

Первый этап это измерение размера тела обтекания (ТО) и сравнение его с номинальным значением данного размера;

Второй этап это определение периода выходного сигнала преобразователя и сравнение его с образцовым значением.

На первом этапе поверки тело обтекания (ТО) извлекается из проточной части расходомера. Тело обтекания можно извлекать непосредственно на трубопроводе без демонтажа преобразователя. Далее преобразователь расхода поверяется с помощью комплекта аппаратуры, имеющегося в каждом региональном центре государственного стандарта (генератор сигналов, частотомер, осциллограф, вольтметр цифровой, магазин сопротивлений, секундомер) или с помощью имитатора расхода «Метран550ИР» (по импульсным выходным сигналам) непосредственно на месте проведения или эксплуатации.

Проведение поверки вторым проливным методом, который оценивает прибор с меньшей точностью, производится на образцовой расходомерной установке, которая обеспечивает пределы относительной погрешности измерений объема не более $\pm 0,3$ %.

Достоинства вихреакустических преобразователей расхода.

Долговременная стабильность всех метрологических характеристик в условиях высокого содержания ферромагнитных примесей и механических загрязнений измеряемой среды, в результате:

- принципом действия, не использующим магнитные поля;
- эффектом «самоочищения» проточной части преобразователя, выполненной из специальной стали 12Х18Н10Т;
- Широкий диапазон динамических значений
- Надежная работа в области маленьких значений расходов, благодаря температурной коррекции расходной характеристики
- утвержденные государственным стандартом методики поверки:

Вихреакустические расходомеры имеют множество достоинств и преимуществ. Продолжительная стабильность практически всех метрологических характеристик в условиях высокого содержания ферромагнитных примесей и механических загрязнений измеряемой среды, обусловлена:

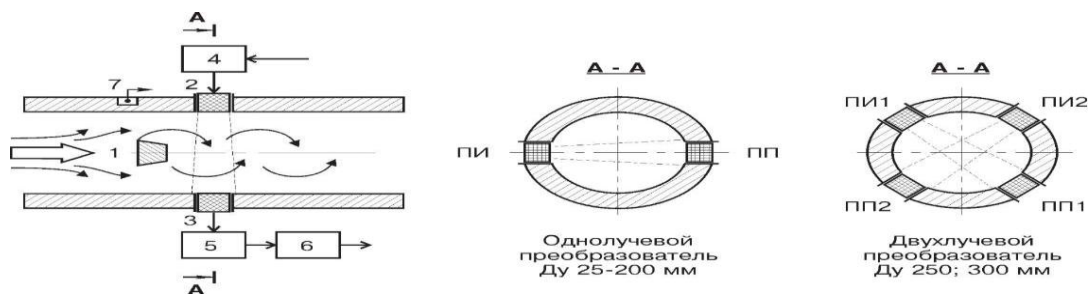
- принципом действия работы устройства, не использующим магнитные поля;
- эффектом «самоочищения» проточной части преобразователя, выполненной из специальной стали 12Х18Н10Т;
- отсутствием футеровки проточной части материалами, подверженными деформациям в процессе монтажа и эксплуатации
- Широкий динамический диапазон
- Надежная работа в области малых значений расходов, благодаря температурной коррекции расходной характеристики
- утвержденные государственным стандартом РФ методики поверки: проливная и имитационная
- Оперативная диагностика и возможность поверки непосредственно на трубопроводе
- 100 %ное обеспечение соосности при монтаже, благодаря конструктивным решениям КМЧ
- Самодиагностика расходомера
- Широкая гамма стандартных выходных сигналов для связи с вторичными устройствами

Принцип измерения расхода состоит в зависимости частоты образования вихрей за телом обтекания, установленным в проточной части преобразователя от скорости и расхода.

Преобразователь (Рис. 1). В корпусе проточной части расходомера расположены: тело обтекания — призма трапецеидального сечения (1), пьезоизлучатели ПИ (2), пьезоприемники ПП (3) и термодатчик (7). Электронный блок включает в себя генератор (4), фазовый детектор (5), микропроцессорный адаптивный фильтр с блоком формирования выходных сигналов (6), смонтированные на печатной плате.

Тело обтекания (ТО) установлено на входе жидкости в проточную часть расходомера. При обтекании ТО потоком жидкости за ним образуется вихревая дорожка Кармана, частота следования вихрей в которой с высокой точностью

пропорциональна скорости потока, а, следовательно, и самому расходу. За ТО в корпусе проточной части диаметрально противоположно друг другу установлены стаканчики, в которых соответственно собраны ультразвуковой пьезоизлучатель (ПИ) и пьезоприемник (ПП). От генератора на ПИ подается переменное напряжение, которое преобразуется в ультразвуковые колебания. При прохождении через поток, в результате взаимодействия с вихрями, ультразвуковые колебания модулируются по фазе. На ПП модулированные ультразвуковые колебания вновь преобразуются в напряжение, которое подается на фазовый детектор [3, с. 9].



**Рисунок 1. Принципиальная схема ВАР: а) Продольный разрез расходомера
б) Поперечный разрез расходомера**

Зависимость частоты образования вихрей за телом обтекания в потоке жидкости, газа или пара (вихревые) от объемного расхода описывается уравнением Кармана:

$$f = \frac{St}{d} \times v \quad (1)$$

$$F_0 = S \times v \quad (2),$$

Откуда

$$F_0 = \frac{d \times S \times f}{St} \quad (3)$$

где: f — частота образования вихрей,

St — коэффициент Струхаля, зависит от режима течения,

v — скорость ;

S — площадь сечения проточной части расходомера;

F_0 = объемный расход

Неопределенность измерения — параметр, связанный с результатом измерения, который характеризует дисперсию так называемый разброс значений или дисперсию, которые могли бы быть приписаны измеряемой величине.

Неопределенность результата измерения отражает отсутствие точного знания значения измеряемой величины. Такое значение даже после внесения поправки на известные систематические погрешности будет являться только оценкой измеряемой величины в результате возникновения неопределенности.

В данной работе были рассчитаны три типа неопределенностей расходомера: суммарная, стандартная и расширенная.

Стандартная неопределенность — неопределенность, которая определяется по результатам многократных измерений, где, исходными данными для ее вычисления являются результаты этих же многократных измерений.

Суммарная стандартная неопределенность $u_c(y)$ — это стандартная неопределенность результата измерения, когда результат получают из значений ряда других величин. Суммарная стандартная неопределенность представляет собой оцененное стандартное отклонение и определяет разброс значений, которые могут быть с достаточным основанием приписаны измеряемой величине.

Расширенная неопределенность — *величина, задающая интервал вокруг результата измерения, в пределах которого, как ожидается, находится большая часть распределения значений, которые с достаточным основанием могут быть приписаны измеряемой величине.*

Для определения неопределенностей вихреакустических расходомеров были произведены измерения на стенде НИЛ кафедры АПП. Далее были

рассчитаны стандартная, расширенная и суммарная неопределенности по формулам:

Стандартная неопределенность:

$$U_A = \frac{\overline{(F_i - M)^2}}{n \times (n - 1)} \quad (4),$$

$$M = \frac{F_i}{n} \quad (5)$$

Суммарная неопределенность:

$$U_{\text{сум}} = \sqrt{\left(\frac{\partial F_0}{\partial x_i}\right)^2 \times \Delta x_i^2} \quad (6),$$

$$\text{где: } \frac{\partial F_0}{\partial d}^2 = \frac{s \times f}{st}^2 \times \Delta d^2 \quad (7)$$

$$\frac{\partial F_0}{\partial f}^2 = \frac{d \times s}{st}^2 \times \Delta d f^2 \quad (8)$$

Расширенная неопределенность:

$$U = 2 \times U_{\text{сум}} \quad (9)$$

Результаты расчетов и исходные данные приведены в таблице 1

Таблица 1.

Расчет неопределенностей и промежуточные расчеты

n	F _i	Сумма квадратов разностей	N	F _i	Сумма квадратов разностей	M	U _A
1	1,47	0,00115	9	1,456	0,002	1, 5039	8,14E-05
2	1,52	0,00026	10	1,593	0,008		
3	1,488	0,00025	11	1,502	3,61E-05		
4	1,541	0,00138	12	1,505	1,21E-06		
5	1,458	0,00211	13	1,509	2,6E-05		
6	1,484	0,0004	14	1,514	1E-04		
7	1,473	0,00095	15	1,567	0,004		
8	1,478	0,00067	Σ	22,5	0,022		

Продолжение таблицы 1.

Us — стандартная неопределенность	$\frac{\partial F_0^2}{\partial x_i}$	$\frac{\partial F_0^2}{\partial f}$	UΣ-суммарная неопределенность	U – расширенная неопределенность
8,14829E-05	0,03	0,0036	0,00052	0,001037

В ходе расчетов в предлагаемом исследовании были получены значения суммарной и расширенной неопределенностей вихреакустических расходомеров, которые необходимо учитывать наряду с относительной погрешностью при поверке расходомеров. При проведении данного исследования все неопределенности находятся в пределах нормы. Так как «погрешность» и «неопределенность» совершенно разные понятия и каждое из них играет крайне важную роль в поверке, работе, длительном использовании всех приборов.

Список литературы:

1. Кремлёвский П.П. Расходомеры. М.: Машиностроение, 1990. — 400 с.
2. Мишин В.М. Метрология. Стандартизация. Сертификация. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. — 128 с.
3. Половнева С.И., Ёлшин В.В., Толстой М.Ю. Измерение расхода газов и жидкостей. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2010. — 89 с.

СЕКЦИЯ 9. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

МУЗЫКА ТРАНСФОРМАТОРОВ

Лесков Иван Алексеевич

Троценко Владислав Михайлович

Беспалов Никита Валерьевич

*студенты 3 курса, энергетического факультета,
Омского государственного технического университета,
РФ, г. Омск
E-mail: leskov.ivan@mail.ru*

Калимуллин Алик Талгатович

*научный руководитель, ассистент, каф. ЭСПП,
Омский государственный технический университет,
РФ, г. Омск
E-mail: kat-190391@mail.ru*

Какие ассоциации вызывает звук работающего трансформатора у вас? Монотонный раздражающий гул — ответите вы и будете правы, но лишь отчасти, поскольку таковым он является только для невооруженного слуха. Специалисту же этот пятидесяти герцевый звук способен рассказать о многом. Чувствительный прибор без труда фиксирует постоянные колебания проходящей частоты тока в розетке. В России по ГОСТу допускаются частотные колебания в сети в диапазоне 0,1—0,2 Гц.

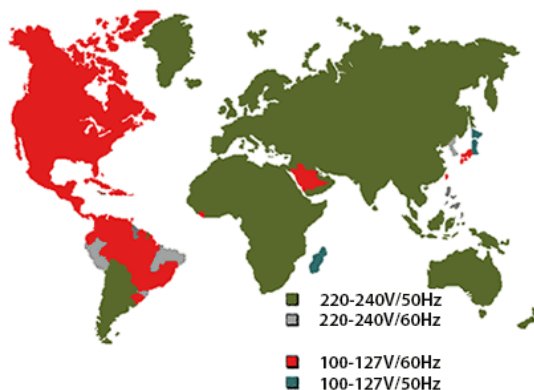


Рисунок 1. Карта сетевого напряжения и частоты тока в мире

Все компоненты современных энергетических систем работают синхронно. Словно хор, все трансформаторы одновременно звучат на одной ноте.

Вы считаете, что электричество - это скучно? Напрасно.

Знаете ли вы?

- что в энергетических сетях нашей страны протекает 3-фазный ток. Мы привыкли видеть в наших домах розетки с двумя разъемами, так как для работы бытовых электроприборов вполне достаточно 1 фазы. В то же время на промышленные объекты подаются все три фазы, угол между ними составляет 120 градусов.

- у синхронного генератора, статор состоит из трех обмоток, расположенных под углом 120 градусов относительно друг друга, причем на каждую обмотку подается переменный ток. Обмотки статора вращаются, тем самым создавая электромагнитное поле, с промышленной частотой 50 Гц.



Рисунок 2. Синхронная машина в разрезе

- ротор — это обмотка, концы которой замкнуты накоротко. При холостом ходе ротор вращается со скоростью равной скорости магнитного поля. Если не учитывать силы сопротивления, то в данном режиме двигатель

не потребляет энергию и больше напоминает трансформатор, т. е. отсутствует электродвижущая сила (ЭДС).

- ротор может быть, как потребителем, так и генератором энергии: если скорость ротора меньше скорости вращающегося поля, то в нем возникнет ЭДС, величина которой будет тем больше, чем больше угол отклонения, машина станет потребителем, то есть становится двигателем, если же ротор движется быстрее вращающегося поля, возникнет ЭДС самоиндукции, препятствующая вращению, машина в данном режиме делится энергией и становится генератором. То есть ход синхронной машины всегда стремится к соответствию с частотой тока в сети, и чем больше отклонение, тем сильнее это стремление.

Электрические провода окружают нас повсеместно. Проходя по ним, электрический ток образует магнитное поле или электромагнитные наводки. Иными словами, высоковольтные линии, дроссели, крупные электродвигатели и электроприборы выполняют роль антенн и как бы транслируют в эфир свою «песню».

Аналоговые аудиоприборы, а точнее их электрические компоненты, также принимают эти наводки. Природа этого шума объясняется работой электрических сетей. Любая цифровая запись, сделанная вблизи передающих линий (ЛЭП, провода, розетки) оставит в себе след этого шума в аудиозаписи. Однако, его частота не всегда равна точно 50 герцам, на протяжении времени частота незначительно отклоняется на величины порядка нескольких тысячных герца. Это вызвано тем, что режим работы электросети определяет прежде всего потребитель, а предсказать действия миллионов людей невозможно [2].

В цепях переменного тока происходят синусоидальные колебания, в каждый отдельный момент времени значение величины напряжения меняются. Ток в цепи тоже изменяется по синусоидальному закону. На практике часто применяют понятие «мгновенного значения» напряжения и тока. Рассчитать величину напряжения или тока можно по формуле:

$$U = U_m \times \sin(2\pi f \pm \Psi), \quad (1)$$

где: U_m — амплитуда напряжения, В.

Но гораздо чаще применяется «эффективное» значение напряжения или тока. Так как действующее напряжение или ток равно 0,707 соответственно. Расчетные соотношения выглядят следующим образом:

$$U = 0,707 \times U_m; \quad (2)$$

$$I = 0,707 \times I_m. \quad (3)$$

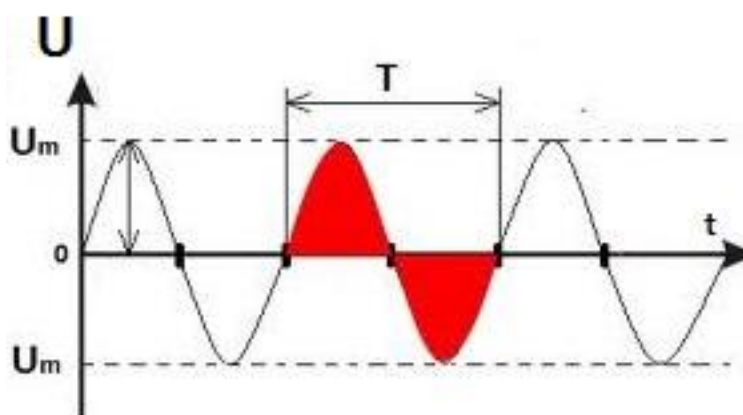


Рисунок 3. График синусоидальных колебаний переменного тока

Наводки можно обнаружить практически на любой записи, которая была сделана на аналоговом оборудовании, например, с помощью кассетного диктофона. Зафиксировать их позволяет цифровой диктофон, микрофон которого преобразует звук в аналоговый электрический сигнал после чего оцифровывает его.

Чтобы понимать суть процесса, нужно знать, что наводки — это не звук, а электромагнитные волны, диапазон этих волн можно рассмотреть в таблице 1 [3]. Также важно учитывать, что они взаимодействуют с полезным сигналом, образуя гармоники кратные 50 Гц, что позволяет отыскать их даже в диапазоне человеческого голоса. То есть, диктофону не обязательно иметь показатели, дающие возможность ему записывать пятидесяти герцевый сигнал, чтобы зафиксировать значение частоты в сети.

Таблица 1.

Диапазон электромагнитных волн

Длина волн, м	Наименование волн
10^6-10^4	Радиоволны: сверхдлинные
10^4-10^3	длинные
10^3-10^2	средние
10^2-10^1	короткие
10^1-10^{-1}	ультракороткие
$10^{-1}-10^{-2}$	СВЧ: телевидение
$10^{-2}-10^{-3}$	радиолокация
$10^{-3}-10^{-8}$	Инфракрасное излучение
$10^{-6}-10^{-7}$	Видимый свет
$10^{-7}-10^{-9}$	Ультрафиолетовое излучение
$10^{-9}-10^{-12}$	Рентгеновское излучение (мягкое)
$10^{-12}-10^{-14}$	Гамма-излучение (жесткое)
$<10^{-14}$	Космические лучи

Наводки и их гармоники значительно слабее полезного сигнала. Однако экспертам не составляет труда оцифровать все, даже самые слабые компоненты входного сигнала и подвергнуть их компьютерному анализу.

Современные технологии позволяют не только услышать наводки, но и как бы увидеть их на видеозаписи. Находящиеся в кадре люминесцентные лампы мерцают с частотой, соответствующей частоте тока в сети. Изменения яркости кадра, незаметны человеческому глазу, но поддаются компьютерному анализу.

Существованием теории о том, что колебания частоты тока в сети в определенный момент времени уникальны как отпечаток пальца человека, мы обязаны румынскому специалисту Каталину Григорашу. Данное предположение сделано им около 10 лет назад и вполне обоснованно, ведь частота в единой энергетической сети зависит от нагрузки, а именно от действий огромного количества потребителей энергии, которые нельзя предугадать. Общеизвестно, что частота падает, если нагрузка растет и наоборот (естественно колебания в тысячные доли герца).

Не стоит понимать это буквально: конечно, включения одной электрической лампочки не отразится на частоте тока. Но если в каком-нибудь городе вечером на многотысячном стадионе будет проходить шоу, неподалеку откроется крупное предприятие, а все телевизоры транслируют Чемпионат

мира по футболу, то мы сможем зафиксировать эти колебания. Чем сложнее структура сети, чем больше населенных пунктов, электростанций и крупных предприятий объединяет она в себе, тем более яркий след она оставляет.

Впервые метод определения даты и времени фонограммы по анализу наводок был применен в судебной практике в Англии, что закономерно. Ведь в Великобритании на всей её территории действует единая национальная энергетическая сеть. То есть для анализа записей из любого уголка страны можно использовать единую базу данных частоты тока в сети.

Для обеспечения потребности сети требуется работа целого ряда различных электростанций, отличающихся по типу, размеру и мощности, и, не смотря на это в электрических сетях любого прибора в стране колебания будут одинаково. И это — заслуга Николы Теслы и Михаила Доливо-Добровольского, создателей трехфазного синхронного электродвигателя или генератора. Главное свойство синхронной машины — стремление к соответствию частоты вращения вала частоте тока в сети.

Если частота синхронного генератора электростанции отстает от сети, образуется крутящий момент, который заставляет машину ускориться. Генератор в данном случае становится электродвигателем. При этом, чем сильнее его отставание, тем больший момент развивается. Напротив, при опережении частоты сети в генераторе, возникает тормозной момент, машина при этом отдает энергию в сеть. Этот очень сильный эффект называется синхронизмом или самосинхронизацией.

Нельзя переоценить важность синхронной работы генераторов для стабильности сети. Даже небольшая рассинхронизация за счет того самого реактивного момента повышает износ и даже может привести к гибели силовых машин. Значительная рассинхронизация может иметь куда более опасные последствия — скачки напряжения в сети, чреватые выходом из строя не бытовых электроприборов, но даже целых электростанций. Наглядное тому подтверждение — каскадная авария энергосистемы, произошедшая в Москве в 2005 году, когда отказ одной крупной электростанции и следующее

за ним падение напряжения привели к последовательному вынужденному выходу из строя других станций и, как следствие, вся система сломалась.

Энергетическая сеть нашей страны масштабна. Она покрывает восемь часовых поясов и включает в себя 69 объединенных между собой региональных энергосистем, работающих в синхронном режиме. Значительный масштаб сети имеет свои особенности. Для функционирования такой обширной сети необходимы протяженные и дорогостоящие высоковольтные линии. Вместе с тем, имеются и безусловные преимущества: к примеру, возможность перенаправлять энергию в места её дефицита, вести и хранить базу данных частот по регионам и конечно же строить более крупные и эффективные электростанции.

Безусловно, Россия превышает размерами Англию. И, например, изучив запись телефонного разговора между Калининградом и Владивостоком, можно обнаружить сразу несколько наводок с различными частотами. Именно благодаря этой разнице в частотах существует возможность перенаправлять мощность между регионами. Каждая из 69 региональных энергосистем синхронна и стабильна, что позволяет этому методу надежно работать в каждой из них.

Такая перспективная для криминалистики технология имеет русские корни. Еще с начала девяностых метод анализа электромагнитных наводок применялся компанией «Центр речевых технологий» для определения подлинности фонограмм. Сигнал с вышеуказанными допущениями — это синусоида, и в случае монтажа записи возможно зафиксировать разрыв синусоиды в месте склейки. Если же разные фрагменты записи сделаны в различных условиях, то изменение можно заметить изменения по всем показателям: фазе, амплитуде и частоте.

Однако время не стоит на месте и накладывает все больше ограничений на данный метод экспертизы. Например, данным способом нельзя проанализировать разговор, записанный по мобильному телефону. Дело в том, что стандарт GSM устанавливает очень плотное сжатие звукового сигнала,

сохраняющее лишь приблизительную информацию о тембральной структуре голоса, к тому же полностью уничтожаются слабые гармоники.

В случае, когда разговор записывается с помощью встроенного диктофона телефона, исключается прохождение сигнала через аналоговые цепи. Соответственно сигнал не включает в себя электромагнитные наводки.

Нельзя также не принимать во внимание, что алгоритмы сжатия постоянно совершенствуются и более качественно различают и сохраняют полезный сигнал от посторонних шумов, подлежащих удалению. Формат MP3 обладает переменным разрешением и уже не дает возможности полностью воспроизвести картину колебаний частоты в сети.

На помощь следственным органам приходят диктофоны со специальными функциями: «водяных знаков» и цифровой подписи. При записи в фонограмму умышленно вставляется специальный кодирующий сигнал, неразличимый на слух, который позволяет с высочайшей точностью установить точное время записи, а также отсутствие монтажа [1].

Список литературы:

1. О чем гудит трансформатор. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.popmech.ru/technologies/14203-o-chem-gudit-transformator/#main> (дата обращения: 10.09.2014).
2. Частотный анализ наводок электрической сети в криминалистике. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2012/chastotnyi-analiz-navodok-elektricheskoi-seti-v-kriminalistike> (дата обращения: 10.09.2014).
3. Шкала электромагнитных волн. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://koi.tspu.ru/waves/ch5_4.htm (дата обращения: 10.09.2014).

СЕКЦИЯ 10. ЭНЕРГЕТИКА

МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ М. ГОРЬКИЙ НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ

Кузьмин Анатолий Дмитриевич
студент 4 курса, специальность Электроснабжение (по отраслям)
ВТЖТ-филиал РГУПС,
РФ, г. Волгоград
E-mail: radvtgt@mail.ru

Сизикова Лариса Васильевна
заведующий отделением ВТЖТ- филиал РГУПС,
РФ, г. Волгоград

Главной задачей комплекса тягового электроснабжения является обеспечение нормальной работы железной дороги. Для этого нужно, чтобы мощность всех частей системы электроснабжения была достаточной для обеспечения каждому локомотиву мощности при всех возможных условиях работы железнодорожной линии.

Эта проблема может быть решена только при грамотно подобранных параметрах устройства системы электроснабжения, которые обеспечивают качество работы электрооборудования в допустимых для него пределах не только по нагрузке, но и необходимое качество электроэнергии, и в первую очередь, уровень напряжения.

Итак, понятно, что увеличение нагрузки для данного элемента электрической установки может привести к прекращению его работы.

Соответственно, параметры устройств системы электроснабжения обязаны выбираться таким образом, чтобы они непрерывно работали в течение времени, в соответствии с их сроком службы.

К началу 30-х годов относится появление высокочастотных защит ЛЭП с электронными лампами. С конца 40-х годов зародилась тенденция конструирования реле с использованием полупроводниковых диодов и транзисторов.

Уже в 60-х годах такие реле стали получать все большее распространение и в настоящее время, например, вместо индукционных реле направления сопротивления и мощности выпускаются полупроводниковые.

В 80-х годах начали производиться отдельные реле и комплекты защит, сделанные с применением элементов микроэлектроники (цифровых и аналоговых микросхем). Дальнейшая цепочка развития техники релейной защиты связана с использованием микропроцессорных комплексов. Такие комплекты устройств осуществляют как функции релейной защиты, так и ряд сервисных и дополнительных функций (автоматическое повторное включение, определение места повреждения, фиксация параметров аварийного режима и тому подобное) с отображением на встроенном экране.

Автоматизированная система управления электроснабжением предприятий, в том числе железнодорожного транспорта, обязана обеспечить наилучшие условия распределения и передачи электрической энергии потребителям в рабочих и аварийных режимах. При этом она должна учитывать все особенности функционирования системы электроснабжения, а именно, быстротечность электромагнитных и электромеханических процессов во время аварийной ситуации, в результате чего оперативный или диспетчерский персонал может не успеть вмешаться в эти процессы для устранения их развития.

Определяют устройства системной, а также технологической автоматики. Назначение технологической автоматики — управлять локальными процессами рабочего режима на отдельных видах объекта. Системная автоматика осуществляет управление режимами работы системы электроснабжения и, далее, подразделяется на автоматику управления в нормальных и рабочих режимах, которая в состоянии обеспечить соответствующий и необходимый уровень напряжения и повышение экономичности работы системы электроснабжения. И вторая классификация — автоматика управления в ненормальных, аварийных режимах. К этой автоматике относятся устройства релейной защиты, и в том числе сетевая автоматика, которая включает в себя

автоматическое включение резерва, автоматическое повторное включение, а также установление места короткого замыкания.

Релейная защита является неременной составляющей всех энергетических установок, объектов и систем напряжением 1 кВ и выше, вследствие чего, представляет собой непростую информационную систему, которая состоит из комплекса взаимосвязанных электромагнитных, электронных, микроэлектронных устройств и источников питания.

Для защиты устройств оборудования тяговых подстанций электрифицированных железных дорог применяются чаще всего такие же защиты, как и на понизительных подстанциях энергосистем, однако защиты тяговых сетей обладают своей особой исключительностью. В тяговых сетях постоянного и переменного тока максимальные токи нагрузки являются сопоставимыми с минимальными токами короткого замыкания, в результате чего возникают значительные трудности для защиты, которая обязана точно разграничивать эти режимы. Поэтому защиту стараются разработать таким образом, чтобы она смогла среагировать на другие дополнительные показатели, характерные для нормальных рабочих и аварийных режимов, а именно, тяговых сетей.

Развитие релейной защиты тяговых сетей переменного тока прошло несколько этапов. Сейчас наступил новый этап, связанный с освоением цифровых защит электротяговых сетей переменного тока на основе интеллектуальных терминалов, таких как микропроцессорные и многофункциональные комплексы. Такой терминал осуществляет не только функции связанные с релейной защитой, но и функции автоматики, сигнализации, управления, регистрации событий, контроля параметров нагрузки, и аварийных процессов, связи, самодиагностики, а также сервисные функции.

Релейная защита, которая контролирует состояние лишь одного данного объекта и которая отключается при аварийных режимах, называется индивидуальной. В других ситуациях основные свойства защиты, такие как — чувствительность, селективность и быстродействие — улучшаются, если

индивидуальные устройства взаимосвязаны между собой. К релейной защите в соответствии с ее главным назначением предъявляют следующие требования: избирательность, надежность, резервирование, быстродействие и чувствительность. Кроме перечисленного, релейная защита обязана быть по возможности недорогой и наименее безопасной при ее обслуживании.

Входя в составную часть комплекса устройств автоматики, релейная защита имеет основную специфику, выделяющую ее в независимые научные и научно-технические направления, основы которых опираются на углубленных положениях теории стационарных и нестационарных электромагнитных и электромеханических процессов, математической логики, теории надежности, электрических аппаратов, электроники и микроэлектроники.

Функциональным назначением релейной защиты представляется купирование повреждения, предотвращение или, по возможности, сокращение убытка при внезапном возникновении повреждения или ненормальных, аварийных режимов работы электрических и энергетических устройств выработки, преобразования, передачи и перераспределения электрической энергии, предоставление устойчивости и надежности систем электроснабжения. Одновременно с устройствами автоматического повторного включения (АПВ) и автоматического включения резерва (АВР) релейная защита основывает систему противоаварийной автоматики, то есть автоматики управления в ненормальных аварийных режимах.

Целью дипломного проекта является модернизация релейной защиты на тяговой подстанции М. Горький на базе микропроцессорной технике, замена действующего устройства на устройство ЦЗА-27,5-ФКС. Устройство ЦЗА-27,5-ФКС как интеллектуальный терминал выполняет следующие функции защит — защита автоматики и управления, сигнализация, контроль параметров нагрузки, регистрация событий и аварийных процессов, самодиагностика, связь и сервисное обслуживание.

Конструктивно устройство ЦЗА-27,5-ФКС представляет собой два отдельных блока: блока защиты и автоматики (БЗА) и блока управления (БУ). Связь между этими блоками осуществляется с помощью интерфейсного кабеля.

Перспективным и приоритетным направлением в практике и теории релейной защиты служит применение микропроцессоров (МП), а также микроэлектронно вычислительных машин (микро-ЭВМ), разработка на их базе защиты, которые получили название микропроцессорные защиты или программные защиты.

Микропроцессор — программно-управляемое устройство, с помощью которого возможно обрабатывать цифровую информацию и управлять в соответствии с хранимой в памяти микропроцессора программой. Микро-ЭВМ это цифровая ЭВМ с интерфейсом ввода-вывода, в состав которой входят микропроцессор, память программ, память данных, пульт управления и несколько источников питания.

Микропроцессоры и микро-ЭВМ входят в состав вычислительной системы (ВС), которая является основной частью микропроцессорных релейных защит. Вычислительные системы состоят из одного или несколько МП или микро-ЭВМ, и таким образом образуют однопроцессорную, многопроцессорную, одномашинную или многомашинную вычислительные системы релейной защиты.

При переработке полученной информации в многопроцессорных и многомашинных вычислительных системах возможно осуществление обработки информации одновременно как только по независимым программам, так и по независимым на отдельных участках ветвям программы.

Использование полупроводниковой электроники дает возможность изготовить и разработать релейную защиту одновременно с другими устройствами автоматики и телемеханики в варианте одной системы или комплекса.

Применение и использование микропроцессорных систем и микроэлектроники в большей степени повышает оперативность релейной защиты

и автоматики. Раскрывает перспективы для передачи и распределения функций релейной защиты. Возможность управлять вычислительными машинами, управляющими устройствами электроснабжения в рабочих и аварийных режимах.

В связи с этим важное значение обретает исследование алгоритма программ, которым обязана подчиняться релейная защита вне зависимости от той элементной базы, на основании которой она изготовлена.

Применение МП и микро-ЭВМ для выполнения функций релейной защиты обусловлено их большими функциональными возможностями, обеспечивающими создание защиты нового поколения любой сложности и высокой надежности.

Список литературы:

1. Почаевец В.С. Электрические подстанции: учебник. Мн.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012. — 491 с.
2. Фигурнов Е.П., Жарков Ю.И., Петрова Т.Е. Релейная защита сетей тягового электроснабжения переменного тока: учеб. пособие. Мн.: Маршрут, 2011. — 272 с.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ И АКУСТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПЛАМЕНИ

Лесков Иван Алексеевич

Троценко Владислав Михайлович

Беспалов Никита Валерьевич

*студенты 3 курса, энергетического факультета,
Омского государственного технического университета,
РФ, г. Омск
E-mail: leskov.ivan@mail.ru*

Калимуллин Алик Талгатovich

*научный руководитель, ассистент, каф. ЭСПП,
Омский государственный технический университет,
РФ, г. Омск
E-mail: kat-190391@mail.ru*

Пожары — страшное бедствие, трудно переоценить ущерб, наносимый ими. Огонь не только уничтожает имущество, но и уносит человеческие жизни.

На вооружение пожарных служб приходит все более новое вооружение. Методы обновляются, но суть борьбы остается прежней.

Вода охлаждает горящие материалы до температуры ниже точки горения. Действие пены основано на изоляции очагов огня от доступа кислорода, без которого горение невозможно. Газ также вытесняет воздух и соответственно кислород, горение прекращается. Практически по такому же принципу действует и порошок, который нагреваясь, выделяет негорючий газ. Все эти методы стары, но довольно эффективны, к тому же недороги, однако могут быть применимы далеко не во всех случаях.

Вопрос о поиске новых методов борьбы со стихией огня стал как никогда актуален, при этом были выделены два основных направления исследования способов воздействия на огонь:

- электромагнитный;
- акустический.

Стационарное гомогенное пламя представляет собой систему, обладающую в целом нейтральным зарядом. Но, в самом ламинарном пламени

заряженные частицы распределены неравномерно: зона реакции и наружный конус характеризуются положительным зарядом, а внутренний конус — отрицательным. Такое разделение разноимённых зарядов вызвано разной подвижностью положительных ионов и отрицательных частиц — электронов и косвенно подтверждает, что источником заряженных частиц является химическая реакция, развивающаяся во фронте пламени [1].



Рисунок 1. Ионная структура пламени

Так как, в пламене есть заряженные частицы, это наталкивает на мысль изменения процесса горения магнитным, электрическим полями, напряжением и т. п.

Для оценки воздействия на процесс горения применяется дифференциальный метод, т. е. определяется изменение каких-либо характеристик горения в зависимости от напряжённости приложенного поля. В пример таких характеристик горения относятся:

- температура пламени;
- нормальная скорость горения и распространения пламени;
- концентрация ионов, электронов в пламени;
- критические расходы срыва.

Изменение характеристик процесса горения в электрическом поле могут быть объяснены следующими причинами [2]:

1. «Ионный ветер», т. е. возникновение при включении поля направленного движения ионов и увлекаемых ими нейтральных частиц вдоль силовых линий поля. Ионный ветер, таким образом, изменяет режим течения газа, в результате чего могут измениться форма и скорость распространения пламени, а также массовая скорость горения;

2. За счет превращения в объёме пламени энергии электрического поля в тепловую, в результате чего повышается температура и, в соответствии

с законом Аррениуса $k = k_0 \exp(-\frac{E}{RT})$, увеличивается скорость химических реакций;

3. Прямое воздействие электрического поля на скорость химических реакций, например, вследствие поляризации реагирующих частиц и их активации, осуществляемой посредством соударений с электронами, которые в поле приобретают некоторую дополнительную энергию.

Результаты исследования воздействия электрического поля на процесс горения пламени, проведенные в 60-х годах такими учеными, как А.Ф. Гаранин, П.К. Третьяков, А.В. Тупикин и другими, приведены в таблице 1 [2].

Таблица 1.

Воздействие электрического поля на пламя газовой горелки

		Варианты схем наложения электрических полей и заряда и характеристики распространения пламени							
механизм влияния электрического поля и заряда на распространение пламени									
	скорость горения горючей смеси	пределы устойчивости по срыву	скорость горения горючей смеси	пределы устойчивости по срыву	скорость горения горючей смеси	пределы устойчивости по срыву	скорость горения горючей смеси	пределы устойчивости по срыву	
ионный ветер	+	+	-	-	+	+	-	-	

превращение энергии поля в тепловую	+	+	+	+	0	0	0	0
прямое воздействие поля, поля и заряда на кинетику процесса горения через неупругие соударения с электронами	0	0	+	+	0	0	+	+
условные обозначения:	+ увеличивает («расширяет»); - уменьшает («сужает»); 0 — не изменяет							

Изменяя частоту и амплитуду поля, можно воздействовать на разные очаги пламени и изменять процесс горения. Мощное электрическое поле влияет на ионы и электроны внутри пламени, «выдергивая» как бы их из очага горения, и тем самым не давая огню, распространяться далее.

Группа американских ученых, возглавляемых профессором химии Гарварда Джорджем Уайтсайдсом, наглядно продемонстрировали как при поднесении электрода, подключенному к переменному высокому напряжению, пламя отклоняется, а затем погасло, лишенное пищи благодаря возникающему сильного осциллирующего поля. Метод заключается в том, что огонь является плазмой или иначе ионизованным газом и содержит в себе заряженные частицы. Американские ученые смогли погасить горящий метан площадью около 10 см², для чего был использован бытовой источник напряжения мощностью около 600 Вт, с рабочим напряжением 40 кВ, который достаточно компактен.

В опытах, произведенных учеными-химиками Гарвардского университета, между парой электродов, экранированных и изолированных с помощью стекла, была помещена метановая горелка. На оба электрода подано электрическое напряжение, образующее электрическое поле напряженностью 75 кВ/м в пространстве.

При воздействии переменного напряжения в 800 Гц «ионный» ветер сдувает пламя с горящих материалов, как бы разрывая пламя.



Рисунок 2. Поведение пламени при воздействии напряжением на электродах

Акустический метод борьбы с пожарами основан на том, что акустические волны в некоторой степени могут влиять на процесс горения. Хотя и волны не способны повлиять на химический процесс горения, однако его режим они изменить могут. Всем известно, что акустические волны влияют на горящий «язык» свечи, изменяя его форму и поведение в пространстве.

Акустические колебания влияют на газодинамические характеристики потока смеси горючего вещества, увеличивая теплообмен, что тем самым изменяет сам процесс горения. Это влияние происходит практически на всем диапазоне чисел Рейнольдса, характеризующим поток смеси для горения.

$$\text{Re} = \frac{\rho v D_{\Gamma}}{\eta} = \frac{v D_{\Gamma}}{\nu} = \frac{Q D_{\Gamma}}{\nu A}, \quad (1)$$

где: ρ — плотность среды, кг/м³;

v — характерная скорость, м/с;

D_{Γ} — гидравлический диаметр, м;

η — динамическая вязкость среды, Н·с/м²;

ν — кинематическая вязкость среды, м²/с;

Q — объёмная скорость потока;

A — площадь сечения трубы.

На практике было положена способность акустических волн, излучаемых динамиками, потушить пламя в емкости, наполненной жидким горящим топливом. Как показали проведенные научные исследования, этот эффект объясняется двумя основными причинами:

1. Увеличение скорости потоков воздуха за счет акустических колебаний и, как следствие, уменьшение толщины поверхностного слоя, в котором проходит горение.

2. Воздействие акустических волн непосредственно на поверхность жидкого топлива, в результате которого увеличивается скорость испарения, что, с одной стороны, расширяет площадь огня, но при этом температура пламени значительно понижается. Благодаря этому при воздействии определенных акустических частот, возможно, погасить пламя.

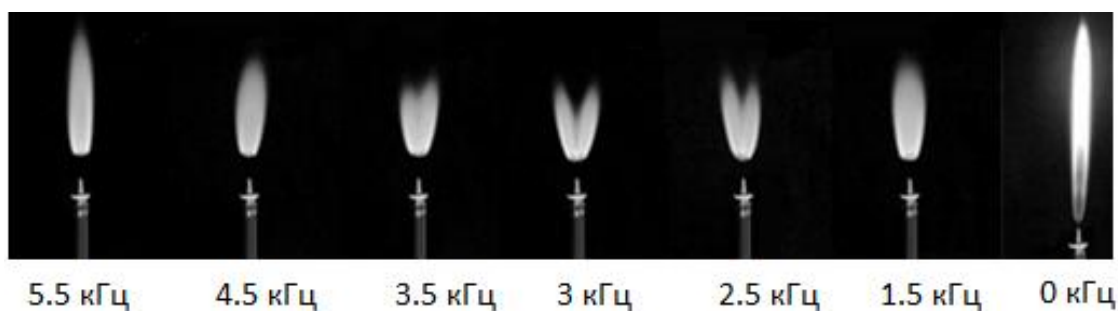


Рисунок 3. Пламя под действием акустического поля. Уровень звукового давления 100 дБ

За счет акустического поля наблюдается изменение в поведении пламени. Во-первых, стоит отметить отсоединение пламени. Во-вторых, наблюдается бифуркация пламени, т. е. разделение факела перпендикулярно излучателю звука. Это явление становится более заметным в частотном диапазоне 1,5—4,5 кГц (рис. 3). При уровне звукового давления больше 70 дБ явление незаметно, увеличение звукового давления приводит к увеличению угла между ветвями раздвоенного факела, что в дальнейшем приводит к тому, что факел гаснет [3].

Безусловно, пока все эти научные разработки, но возможность в будущем тушить разгоревшийся пожар всего лишь одним нажатием электрического выключателя довольно заманчивая перспектива.

Список литературы:

1. Степанов К.М. Ионизация в пламени и электрическое поле / Степанов К.М./Дьячков Б.Г. 1968 г. — С. 208.
2. Механизм воздействия электрического поля на процесс горения. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=17046> (дата обращения: 27.09.2014).
3. Кривокорытов М.С. Влияние акустических колебаний на диффузионное горение метана / Кривокорытов М.С./ Голуб В.В./ Володин В.В. 2012 г. — С. 59.

СЕКЦИЯ 11.

МАТЕМАТИКА

НЕМНОГО ИЗ ИСТОРИИ МАТЕМАТИКИ

Курсова Элеонора Юрьевна
студент 2 курса, ГБОУ СПО «БМУ»,
РФ, Самарская область, с. Борское
E-mail: olg-poly@yandex.ru

Полянских Ольга Васильевна
научный руководитель, преподаватель I квалификационной категории
ГБОУ СПО «БМУ»,
РФ, Самарская область, с. Борское

*«Кто хочет ограничиться настоящим,
без знания прошлого, тот никогда его не поймет».*

Г.В. Лейбниц

Большинство моих однокурсников тяготились изучением математики, наверно потому, что им трудно давалась математика, не хватало упорства и труда в решении задач. Куда интереснее литература, история и другие предметы. Решение задач — это всегда поиск, догадка, знание методов решения, умственная гимнастика и иногда интуиция. Главное, что математика не стоит на месте, перед ней стоят все новые задачи, которые она должна решать. Ныне она не только применяется в физике, астрономии, технике, но и в биологии, медицине, предсказании погоды, вычислении орбиты искусственных спутников земли и т. д.

Вернемся к ее истокам. Как зарождалась математика? Прошло всего 4 тысячи лет до н. э. Об этом свидетельствуют дошедшие до нас египетские папирусы, клинописные вавилонские таблички, решения геометрических, алгебраических и арифметических задач.

В истории умственного развития человечества важнейшую роль играет появление счета, положившее начало математики.

В древние времена у некоторых народов существовал простейший счет до двух, три — уже было «неопределенно много». У многих народов существовали особые названия чисел для круглых предметов, для длинных палок и т. д. Австралийцы и полинезийцы обозначали числа названиями разных частей тела. Когда для счета не хватало пальцев они переходили на руку, лицо. Цифры у разных народов были самые разные и имели разные обозначения. Большой объем знаний о древнейшей стране названной греками Египтом, был приобретен учеными в результате многолетних экспедиций археологов, устремившихся в сторону пирамид, манивших своей таинственностью. На территориях, возведенных вокруг пирамид, некрополей, гробниц, усыпальниц, «домов вечности» покоившихся фараонов располагалось большое количество гробниц принадлежащим жрецам, придворной знати, мыслителям. Гробницы, особенно мелкие до наших дней в первоначальном виде не сохранились. Однако их раскопки дали ученым большой интересный материал. В одной из таких гробниц времен древнего царства обнаружили весьма оригинальное оформление захоронения. На надгробной плите, где обычно подробно перечисляют имена, должности, заслуги, степень богатства и прочей похвалы, была выгравирована иероглифами надпись числа $\overline{2520}$. Что она могла означать? Определенно, что это число 2520. Почему же этому числу оказана такая честь? Плиту как историческую ценность поместили в Каирский музей, где до настоящего времени она хранится. Особенности числа привлекли науку.

За три тысячи лет до н.э. особенности числа 2520 в Древнем Египте использовали для построения на земляных площадках правильных многоугольников. Инструментом являлось длинная веревка, представляющая мерность числа 2520, делимое на требуемое количество равных отрезков соответствующих числу сторон многоугольника. Для построения треугольника делилась на три равных части, для построения квадрата-на четыре и т. д.

Гробница. Число на надгробной плите, ушедшие в историю тысячелетия развития человеческой мысли. Высокая эрудированность и скромная эмблема 2520 — знак уважения принесшему безмерный вклад в развитии науки.

Цифры у разных народов были самые разные. Величайшей заслугой индусов было то, что они изобрели нуль — цифру для обозначения ничего, пустого места. Отсутствие этой цифры долго мешало дальнейшему развитию счета. Греческие астрономы начали употреблять символ нуль — \emptyset (первая буква греческого слова — ничто), который по видимому и был прообразом нашего нуля. Все числа мы привыкли записывать с помощью десяти знаков — цифр 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9. Один и тот же знак может быть числом сотен, десятков и единиц, смотря на каком месте, он стоит. Традиционное название десяти цифр 0,1,...9 (кроме нуля) арабские, с помощью которых по десятичной системе исчисления записываются любые числа. Еще мы используем цифры древних римлян. Примеры цифр Древнего Рима: I — 1, II — 2, III — 3, IV — 4 и т. д. Буквы пишутся слева направо, начиная с самого большого значения. Например, «XV» — 15, «DLV» — 555, «MCLI» — 1151. Буквы «I», «X», «C», и «M» могут повторяться до трех раз подряд. Буквы «V», «L» и «D» не могут повторяться. Горизонтальная линия над буквой увеличивает ее значение на 1000.

Неудобна была римская нумерация по сравнению с нашей десятичной. Все действия надо производить в уме. Даже чтобы прочитать число, нужно устно складывать или вычитать потому, что каждая из семи римских цифр означает всюду, где бы она ни стояла, одно и то же число. Запись чисел получается на много длиннее и очень трудно производить арифметические действия, не можем записать сколь угодно большое число.

Вот уже много столетий весь мир пользуется арабской системой записи чисел. Этими десятью значками можно легко выразить огромные значения. Кстати, слово «цифра» тоже арабское. Арабские математики перевели индийское слово «сунья» по смыслу на свой язык. Вместо «сунья» они стали говорить «сифр» или «цифр», а это уже знакомое нам слово.

Древний Египет — это не только пирамиды, это великая древнеегипетская цивилизация, оставившая нам несколько важных изобретений. Среди них: соха, пила, бронзовое зеркало, отвес (самое известное достояние египтян), стекло, весы, деревянный парусник. Так же медицинские знания в области анатомии (бальзамирование) и на папирусах руководства, как лечить недомогания.

Арифметика изучает свойства чисел и операций над ними. Она возникла в глубокой древности, вначале изучались только натуральные числа. В древнем Египте познакомились с дробями, первой из них была $1/2$, за ней $1/4, 1/8 \dots$, затем $1/3, 1/6 \dots$. Египтяне ввели арифметические таблицы как вспомогательное средство вычисления. Большой вклад в развитие арифметики внесли ученые ислама: аль-Хорезми, Омар Хайям, ал-Каши, Насреддин ат-Туси.

Вавилоняне пошли дальше египтян. Они создали первую в мире позиционную систему счисления — шестидесятеричную.

Древние греки первоначально заимствовали знания из Египта и Вавилона, в них содержались и некоторые зачатки теории. От практической арифметики начинает отделяться теоретическая, которая содержит, не просто правила о том, как решать те или иные задачи, но и доказательства. В древней Греции более 2000 лет назад получила основные представления и обоснования наука геометрия. Наибольшая заслуга в развитии этой науки принадлежит трудам греческих математиков и философов: Евклида, Фалеса, Пифагора, Гиппократы.

Евклид в 13 книгах изложил накопленные знания, исследования и открытия, назвав их «Начала». Более 2000 лет его книги служат учебным пособием по геометрии, их изучали все великие математики. В «Началах» излагалась не только геометрия, но и элементы теории чисел, алгебры, теория отношений и метод исчерпывания, алгоритм для нахождения наибольшего общего делителя двух чисел, вывод формулы суммы конечного числа членов геометрической прогрессии и существования правильных тел. Свыше двух тысяч лет в математике господствовала геометрия Эвклида. Но в этой геометрии есть так называемый пятый постулат о параллельных, равносильный утверждению, что сумма углов в треугольнике равна двум прямым углам.

Постулат этот не представлялся математикам столь очевидным, как другие, и они упорно пытались доказать его.

Русский ученый, профессор Казанского университета Николай Иванович Лобачевский создает новую геометрическую систему. 11 февраля 1826 г. на заседании отделения физико-математических наук он сделал доклад, где изложил свои новые идеи в геометрии. Его сочинения встретили пренебрежения и насмешки, но Лобачевский твердо знал и был убежден, что его система получит применение для изучения свойств нашего пространства. Эта дата является днем рождения неевклидовой геометрии. Геометрия Лобачевского так и не получила признания при жизни великого геометра. Через 15 лет со дня смерти Лобачевского его геометрия не только признана, но и получила широкое применение, оказалась незаменимой для современной физики.

Числа в геометрии играют важную роль: длины, площади, объемы, еще можно описать форму самых причудливых фигур. Для описания формы пользуемся координатным методом, введенным в математику в середине XVII в. французскими учеными П. Ферма и Р. Декартом. Идея координат существовала задолго до них, ее можно проследить еще в древнем мире. Сферическими координатами (широтой и долготой) пользовались астрономы древнего Вавилона и Египта.

Трудно перечислить всех ученых, которые внесли в развитие современной математики много, но больше других. Это геометр древней Греции Евклид и отец современной алгебры французский математик Франсуа Виет. Виет адвокат по профессии, был всесторонне образованным человеком, знал древние языки, астрономию. Но его истинным призванием была математика. Виета называют творцом современной алгебры за важное открытие — он разработал и последовательно применил в алгебре буквенное исчисление, поставил перед собой цель изучать не числа, а действия над ними.

Среди математических звезд во все века и годы были и наши русские математики: И.М. Виноградов, П.Л. Чебышев, С.А. Лебедев, О.Ю. Шмидт,

С.В. Ковалевская, Л.В. Канторович и другие. Л.Н.Толстой много лет работал в приходской школе, написал оригинальную «Арифметику». Своим гостям нередко предлагал интересные задачи. В книге «В царстве смекалки» в обработке Е.И. Игнатьева принимал участие писатель В.Г. Короленко. Список можно продолжать.

Математика в современном мире проникла во все сферы общественной жизни. Овладение практически любой современной профессией требует тех или иных знаний по математике. Математические знания, представления о роли математики в современном мире стали необходимыми элементами общей культуры.

Список литературы:

1. Ван-дер-Варден Б.Л. Пробуждающаяся наука. Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции. М., 2000.
2. Меннингер К. История цифр. Числа, символы, слова / Пер. с англ. Е.В. Ломановой. М.: ЗАО Центрполиграф, 2011.
3. Юшкевич А.П. История математики в средние века. М., 2002.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**«НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ.
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»**

*Электронный сборник статей по материалам XXV студенческой
международной заочной научно-практической конференции*

№ 10 (24)
Октябрь 2014 г.

В авторской редакции

Издательство «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 15
E-mail: mail@sibac.info



СибАК
www.sibac.info

