



СибАК
www.sibac.info

ISSN 2310-4066

**XXIII-XXIV СТУДЕНЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

№ 8-9(23)



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

г. НОВОСИБИРСК, 2014



НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

№ 8-9 (23)
Сентябрь 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 XXII-XXIV студенческой международной научно-практической конференции. — Новосибирск: Изд. «СибАК». — 2014. — № 8-9 (23)/ [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://www.sibac.info/archive/Technic/8-9\(23\).pdf](http://www.sibac.info/archive/Technic/8-9(23).pdf).

Электронный сборник статей по материалам XXII-XXIV 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.

Оглавление

Секция 1. Архитектура, Строительство	5
АРМОГРУНТОВЫЕ ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	5
Антонов Антон Вячеславович Губаев Ринат Гарифуллович	
К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ В ПЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН	16
Камалудинов Линар Рустамович Хафизов Эдуард Радикович	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОПРОПУСКНОЙ ТРУБЫ НА ЗАБОЛОЧЕННОМ УЧАСТКЕ	24
Сафин Айрат Рашитович Логинова Ольга Анатольевна	
Секция 2. Информационные технологии	29
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕРСИЯМИ ПРИ КОЛЛЕКТИВНОЙ РАЗРАБОТКЕ ПО	29
Пономарев Евгений	
КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И КВАНТОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	35
Сорокин Алексей Александрович Белянина Дарья Николаевна	
Секция 3. Космос, Авиация	40
АВТОМАТИЗАЦИЯ СТЕНДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ИСПЫТАНИЮ И РЕГУЛИРОВАНИЮ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ	40
Попельнюк Илья Александрович Злобина Юлия Петровна Гареев Альберт Минеасхатович	
Секция 4. Моделирование	51
МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В РЕЗИНОВОЙ КАМЕРЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РУКАВА С ПОМОЩЬЮ ТЕОРИИ СИСТЕМ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ	51
Мерзлякова Анна Юрьевна Мефедова Юлия Александровна	

Секция 5. Нанотехнологии	58
ПРИМЕНЕНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА, РАЗРАБОТАННОГО НА ОСНОВЕ СТРОЕНИЯ ЛАП ЯЩЕРИЦЫ ГЕККОН	58
Батыров Данияр Шардарбекулы Нариман Олжас Муханов Нуржан Кайратович Сай Чеонг Фок (Sai Cheong Fok)	
Секция 6. Пищевая промышленность	66
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА	66
Гнатовская Дарья Алексеевна Мельник Ирина Васильевна	
Секция 7. Технологии	72
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СЕПАРИРОВАНИЯ НЕФТИ	72
Чуйкин Егор Петрович Копелевич Леф Ефимович	
Секция 8. Транспортные коммуникации	78
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ СХОДА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПРИВОЛЖСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ	78
Камзолова Дарья Александровна Селиверов Денис Иванович	
Секция 9. Энергетика	84
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ	84
Вотякова Виктория Станиславовна Моногаров Сергей Иванович	
РАСЧЁТ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ	90
Черничко Кристина Игоревна Осипов Дмитрий Сергеевич	
ВНЕДРЕНИЕ ТРЕНАЖЕРОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ КУРСОВ	95
Шурстакова Татьяна Романовна Антоненко Татьяна Александровна	

СЕКЦИЯ 1.

АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО

АРМОГРУНТОВЫЕ ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Антонов Антон Вячеславович

*студент 5 курса, кафедра Автомобильных дорог КГАСУ,
РФ, г. Казань*

E-mail: ya.kgasu-itsad@yandex.ru

Губаев Ринат Гарифуллович

*научный руководитель, доцент КГАСУ,
РФ, г. Казань*

Основные принципы армирования грунта использовались человечеством с давнего времени. Современный тип армирования грунта был разработан в 60-х годах. Идея состояла в создании композитного материала, образуемого плоскими армирующими полосами, которые укладываются горизонтально в грунт, обладающий определенным трением. Этому материалу присвоили название «армированный грунт», термин, который, стал общепризнанным во многих странах. Он используется по отношению ко всем типам армирования грунта или грунтовых сооружений.

Сооружения из армированного грунта с вертикальной стенкой проектируются в соответствии с принципами механики грунтов.

Анализ обычно выполняется в двух аспектах.

Внутренний анализ охватывает все вопросы, связанные с механизмом внутреннего состояния:

определение напряжений в сооружении, расположение арматуры, надежность арматуры и свойства обратной засыпки. При проектировании необходимо учитывать, что внутренний анализ существенно связан с механизмом адгезионного разрушения и разрыва (рис. 1).

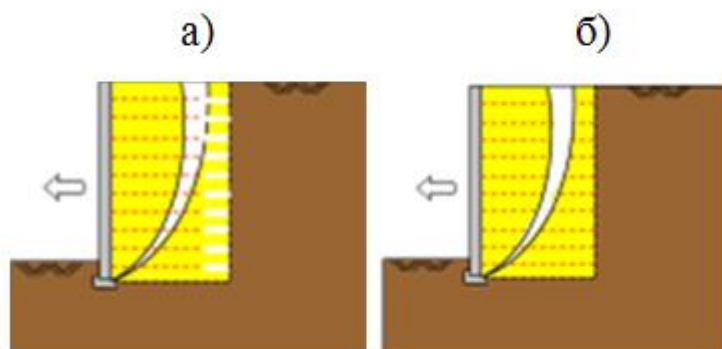


Рисунок 1. а) Прочность анкеровки, б) Прочность армоэлемента

Внешний анализ связан с общей устойчивостью сооружения из армированного грунта как целого, включая разрушение от сдвигах самого сооружения. Механизмы разрушения такого характера показаны на рис. 2.



Рисунок 2. Механизмы разрушения армогрунтового сооружения

Кроме того, должны учитываться напряжения, возникающие в сооружении из армированного грунта при воздействии особых внешних условий, таких, как ползучесть грунта основания (рис. 3).



Рисунок 3. Механизм ползучести грунта сооружения

Общая устойчивость сооружения из армированного грунта обычно рассматривается таким же образом, как в случае грунтовых массивов

или традиционных подпорных сооружений. Оценка устойчивости для всех механизмов разрушения осуществляется относительно:

- поступательного перемещения по основанию;
- потери несущей способности грунта под подошвой
- образования кругло цилиндрической поверхности обрушения.

В случаях, когда основание сооружений представлено достаточно прочными грунтами, такой подход оказывается приемлемым, но для малопрочных грунтов присущая массиву из армированного грунта способность стабилизировать слабое основание не реализуется. При таких обстоятельствах требуется более реалистичный подход к проблеме устойчивости. Следовательно, при рассмотрении общей устойчивости, наряду с напряжениями сдвига и мобилизуемой прочностью грунтов основания, дополнительно учитываются характеристики полной осадки грунтового сооружения и любой удерживаемой им насыпи [1].

Основными достоинствами грунтовых сооружений являются их принципиальная простота, легкость возведения, снижение стоимости строительства. Признанию и распространению конструкций из армированного грунта способствовали технический и коммерческий успех их практического использования. Применение различных материалов связано с совершенствованием грунтовых сооружений.

Армогрунт — это композитный материал, в котором арматура перераспределяет усилия растяжения-сжатия на грунтовый блок и снижает его деформативность

В последнее время получили широкое распространение сооружения из армированного грунта, такие как устои мостов и подпорные стены.

Подпорные стены из армированного грунта характеризуются экономичностью и простотой возведения, причем эффективность их возрастает с увеличением высоты. Армгрунтовые стены представляют собой относительно жесткую структуру, что делает их менее чувствительными к осадкам основания.

Такие подпорные стены лучше приспособлены к неравномерным осадкам, лучше компенсируют температурные и усадочные напряжения, отлично справляются с различными видами динамических нагрузок.

Имеются различные технологии и материалы для возведения подпорных стен мостовые устои. Наиболее эффективной из них является армогрунтовая система Тенсар TW1. (рис. 4).

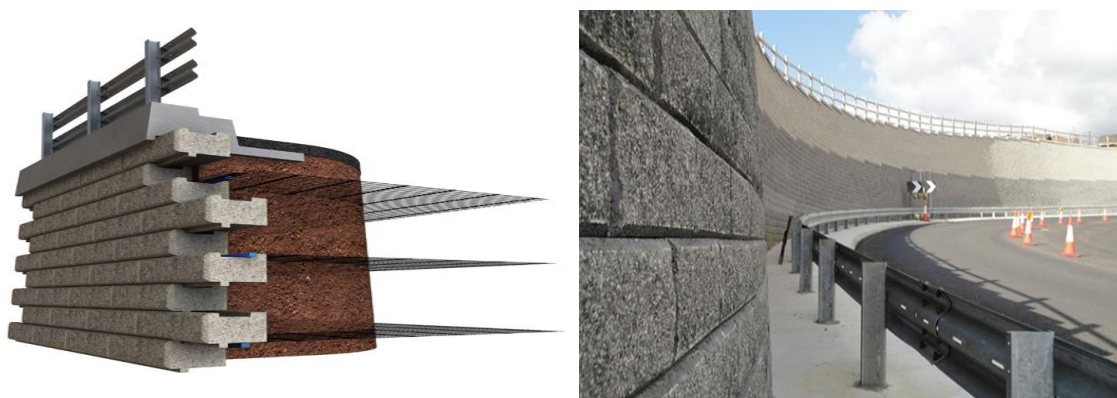


Рисунок 4. Подпорная стена армогрунтовой системы Тенсар TW1. на подходах к путепроводу

Эта технология заключается в армировании грунта и создании механически стабилизированного слоя (МСС) с использованием одноосных георешеток

Сталкиваясь с проблемой максимального использования полезной площади землеотвода в условиях сложного рельефа и неоднородных грунтов, часто приходится оказываться перед выбором типа подпорной конструкции.

Вариантов немало — сборные или монолитные железобетонные сооружения, габионы, шпунтовые стены, кирпичная кладка и др.

Армогрунтовая система Тенсар TW1. существенно облегчат этот выбор.

Армогрунтовая система Тенсар TW1 — это конструктивное решение для возведения подпорных стен. Данная система с успехом применяется во всем мире и позволяет экономить до 50 % стоимости сооружения по сравнению с традиционными методами строительства железобетонных конструкций.

Применение армогрунтовой системы Тенсар особенно необходимо при;

- ограничении полосы отвода;
- ограниченном бюджете;
- сжатых сроках строительства;
- требования ландшафтного проектирования и архитектуры.

Армогрунтовая система Тенсар TW1 проста в монтаже и не требует привлечения специалистов по сварочным и бетонным работам, а кроме того позволяет избежать расходов, связанных с выемкой и утилизацией грунта.

Система Тенсар TW1 для армирования грунта подпорных стенок и устоев мостов включает:

- модульный бетонный блок TW1 облицовочных элементов
- георешетки Тенсар RE
- полимерные соединители
- наполнитель

Модульный бетонный блок TW1 облицовочных элементов

Облицовочные блоки TW1 заводского изготовления, надежно соединяясь друг с другом, создают красивую, ровную поверхность. Они производятся из качественного сырья и делают доступными различные варианты цветов и фактур, а для достижения архитектурного эффекта может быть выполнена дополнительная декоративная отделка кирпичом или природным камнем.

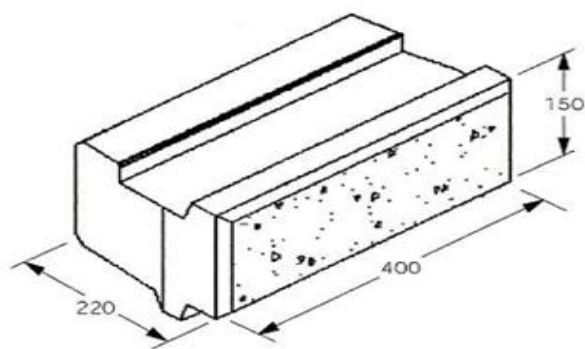


Рисунок 5. Модульный бетонный блок TW1

Облицовочные элементы изготавливаются в пресс-машинах методом вибрационного уплотнения полужесткой бетонной смеси для достижения заданного минимума напряжения сжатия, абсорбции воды и формы блока. Минимальная прочность бетона на сжатие 300 кг/см^2 за 28 суток и содержание цемента не менее 365 кг на м^3 смеси.

Полученная конструкция долговечна и не нуждается в последующем обслуживании.

Бетонные блоки облицовки формируют лицевую грань с углом наклона 86° , укладка осуществляется на сухую, без применения вяжущего и подъемных механизмов. Вес блока высотой 150 мм позволяет осуществлять его установку вручную (рис. 6). Их особенная геометрия позволяет вписывать стены в наружные и внутренние радиусы, создавать угол, ступени и иные требуемые геометрические формы.



Рисунок 6. Перенос и установка модульных облицовочных блоков TW1

Георешетки Тенсар РЕ

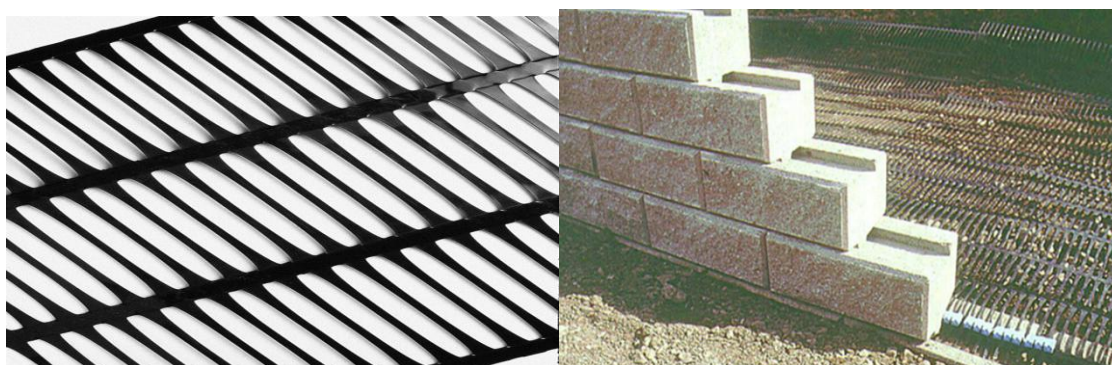


Рисунок 7. Георешетка Тенсар РЕ с

Технология производства георешеток Тенсар RE предусматривает перфорирование сплошного листа полипропилена или полиэтилена с дальнейшим растяжением в продольном и поперечном направлениях под воздействием высокой (свыше 120 °С) температуры. При этом хаотично ориентированные длинноцепные молекулы вытягиваются в упорядоченное состояние и создают прочные связи. Этот технологический процесс существенно повышает жесткость георешетки при растяжении, задавая необходимые инженерные свойства.

Полипропилен высокой прочности или полиэтилен, используемый для производства георешетки Тенсар RE, обеспечивает:

- неподверженность воздействию водных растворов кислот, щелочей и солей, также дизельного топлива и бензина при температуре окружающей среды;
- невосприимчивость к гидролизу и растрескиванию под воздействием окружающей среды, к биологическому разрушению;
- полимеры являются материалом стойким к ультрафиолетовому излучению.

Полимерные соединители

Соединение облицовки с армированным слоем осуществляется с помощью закладной детали — Тенсар коннектора (Blue connector) (рис. 8), надежно фиксирующего георешетку в пазах нижнего ряда блоков. В отличие от фрикционного защемления, когда облицовка соединена с георешеткой только за счет силы трения, данный вариант не ослабляет монтажный узел.



Рисунок 8. Тенсар коннектора

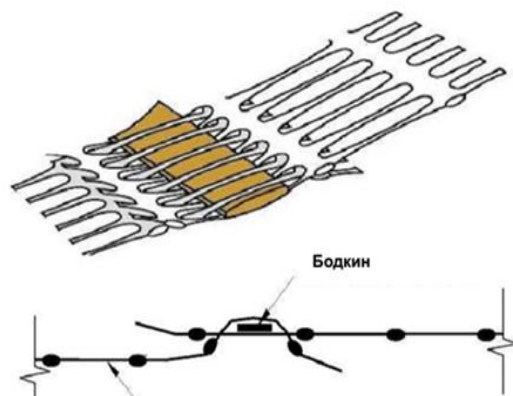


Рисунок 9. Полимерный бодкин Тенсар

Одноосные георешетки Тенсар можно легко соединять с другими конструктивными элементами полимерными бодкины Тенсар (рис. 9), для соединения одноосных георешеток обеспечивая силовую связь используя стыковые накладки.

Шарнирное шпилечное соединение обеспечивает такую связь, что при проектировании не требуется использовать специальный понижающий коэффициент при расчете прочности соединительного узла. Этот универсальный соединительный элемент может использоваться:

для соединения главных армоэлементов укороченными вставками;

для минимизации отходов путем соединения частей главного армоэлемента;

Применительно к полосе георешетки Тенсар RE, уже соединенной бодкинами использовать подходящий рычаг для натяжения (грабли) для устранения волн или провисаний в местах соединения непосредственно перед распределением грунта засыпки.

Устойчивость конструкции достигается благодаря фрикционному взаимодействию и запиранию частиц грунта решетками и благодаря соединению георешетки Тенсар RE с облицовочными элементами (рис. 10).

Конструкция подпорной стенки как единого целого должна гарантировать адекватное крепление облицовочных элементов к георешетке Тенсар RE, а также обеспечить локальную поддержку грунта между слоями георешетки облицовочными элементами.

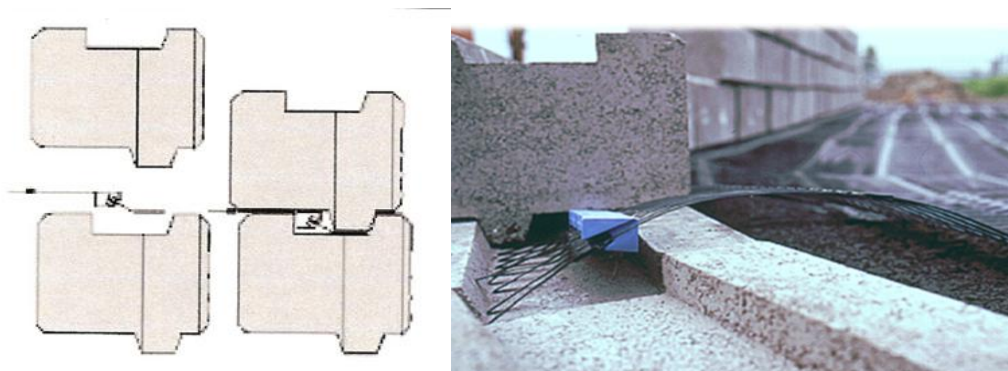


Рисунок 10. Соединение георешетки с модульными блоками

Конструкция армогрунтовой стены должна быть по возможности защищена от горизонтальных ударных нагрузок, вызванных возможным столкновением транспортного средства с нижней частью подпорной стенки. Первый горизонтальный ряд бетонных блочных элементов должен быть уложен точно по заданным линии и уровню, чтобы избежать ошибок соединения и необходимости выравнивания построенной стенки. Особое внимание должно быть уделено обеспечению дренажа стенки.

Величина предела длительной прочности ($T_{\text{содп}}$) соединения системы стенок (см. табл. 1) получена из серии кратковременных испытаний в соответствии с Руководством по конструированию блочных подпорных стенок Национальной Ассоциации по кладке из мелких бетонных блоков (Второе издание, 1977)

Таблица 1.

Предел длительной прочности соединения

Класс георешетки	$T_{\text{ср}}$ (кН/м)	Высота стенки(м)	$T_{\text{содп}}$ (кН/м)
40RE	23,3	0—6,5	19,9
55RE	28,7	0—8,0	22,2
80RE	38,2	3,5—10,0	28,5
120RE	54,8	5—10,0	45,1
160RE	69,4	5—7,0	54,4
		7—10,0	61,5
		10—12,5	63,9

Полученная из результатов этих тестов эффективность соединения, выраженная в процентах, была использована для получения предела прочности на ползучесть при растяжении до разрыва георешетки.

Для оценки общей проектной прочности системы подпорных стенок TW1 необходимо рассмотреть, как проектную прочность решетки T_{Dgrid} , так и проектную прочность соединения T_{Dconn} .

Проектная прочность решетки T_{Dgrid} , вычисляется для двух состояний: предельного и рабочего.

Предельное состояние по проектной прочности соединения должно рассчитываться по формуле:

$$T_{Dconn} = T_{conn} / f_m f_n \quad (1)$$

Во всех проектах, использующих систему подпорных стенок, частичный коэффициент запаса для возможного разрушения, f_n равен 1.1.

Частичные коэффициенты материала, f_m для оценки проектной прочности в табл. 2.

Таблица 2.

Частичные коэффициенты материала

Компонент частичного коэффициента материала	Значение
f_m 11 (технология изготовления)	1.0
f_m 121 (металлические армоэлементы)	1.05
f_m 122 (металл и полимерные армоэлементы)	1.0
f_m 211 (восприимчивость материала к повреждениям)	1.0 ⁽¹⁾
f_m 212 (кратковременная и длительная долговечность)	1.05
f_m 22 (вредное влияния окружающего армоэлементы грунта)	1.05 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Считается, что кратковременные эффекты повреждения должны быть учтены через вычисление величины T_{conn} .

⁽²⁾ Величина 1,05 берется для грунтов с кислотностью pH в диапазоне от 2 до 12

Расчетная нагрузка, которую соединение должно выдерживать T_j , рассчитываться с использованием коэффициентов нагрузки. Минимальное значение коэффициента нагрузки должно быть 1,5. Во всех случаях $T_j \leq T_{Dconn}$.

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ В ПЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Камалтдинов Линар Рустамович

*студент 5 курса, кафедра строительства и эксплуатации
автомобильных дорог КГАСУ,
РФ, г. Казань*

Хафизов Эдуард Радикович

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент КГАСУ,
РФ, г. Казань
E-mail: hafizov@ksaba.ru*

Современное строительство автомобильных дорог предъявляет повышенные требования к дорожно-строительным материалам, особенно к вяжущим веществам, в частности к битумам для асфальтобетона.

Известно, что практически все дорожные одежды на автомобильных дорогах Республики Татарстан имеют асфальтобетонные покрытия. Обусловлено это рядом их положительных качеств: высокой механической прочностью, хорошими пластическими свойствами, достаточной простотой ремонта, возможностью полной механизации при устройстве покрытий, повторного использования снятого с покрытия асфальтобетона, открытия движения сразу после окончания строительства, а также достаточной экономической эффективностью.

Обычно асфальтобетонные покрытия на основе нефтяного дорожного битума не способны обеспечить в условиях современного грузонапряженного и интенсивного движения требуемых физико-механических свойств покрытий и их долговечность. Низкая эластичность, недостаточные показатели трещиностойкости и температурного интервала работоспособности ограничивают применение изделий из них в жаркий летний период и зимой. Это основные недостатки, по которым битум не выдерживает предъявленных к нему требований.

Республика Татарстан располагает крупнейшим в России ресурсным потенциалом природных битумов на 450 месторождениях, которые по групповому химическому составу идентичны венесуэльским нефтям.

Качество нефтяных битумов служит определяющим фактором в обеспечении долговечности дорожных покрытий. На сегодняшний день до 70 % выпускаемых в России и странах СНГ битумов не соответствуют по ассортименту и качеству требованиям современного рынка, и в первую очередь это касается битумов дорожного, строительного и специального назначений. Уменьшение природных запасов нефти и сложность получения качественного битума из перерабатываемого сырья на большинстве битумных установок вызывает необходимость поиска новых материалов для получения вяжущих заданного качества.

Вырабатываемые в Республике Татарстан дорожные битумы зачастую не удовлетворяют требованиям потребителя, несмотря на то, что соответствуют стандарту. Объясняется это тем, что стандарт, помимо имеющихся характеристик, должен включать такие показатели, как содержание парафина, групповой химический состав битума и условную вязкость при 150 °С.

Химическая технология получения битума из нефтяных продуктов в том виде, в котором она сейчас реализуется, по-видимому, исчерпала себя.

Остается путь физико-химической модификации битума путем совмещения его с эластомерами и полимерами, обладающими способностью к высокоэластичным деформациям как при весьма низких температурах ($-40\text{ }^{\circ}\text{C} \div -60\text{ }^{\circ}\text{C}$), так и при высоких (более 100 °С).

Поэтому все большее распространение в последнее время получают полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) и битумы, модифицированные добавками, позволяющие расширить температурный интервал работоспособности за счет повышения теплостойкости и морозостойкости, обеспечить надежность и долговечность сооружений.

Применение ПБВ взамен битумов позволяет повысить трещиностойкость покрытий дорог, мостов и аэродромов, продлить сроки их службы в 1,5—3 раза, а срок службы поверхностных обработок — в 2—3 раза.

В Республике Татарстан, начиная с 2005 года, при ремонте и реконструкции автомобильных дорог были применены асфальтобетонные смеси на модифицированном полимерами битуме на различных участках общей протяженностью более 55 км. В настоящее время покрытие этих участков находятся в хорошем состоянии.

Средний срок службы дорожных покрытий в республике не достигает 5—6 лет (на практике эта цифра колеблется от 1 до 3 лет), в то время как за рубежом эта цифра достигает 10—15 лет. Существенным недостатком производимых в Татарстане дорожных и строительных битумов (без добавок) являются низкие адгезионно-прочностные и упруго-деформационные свойства.

В Республике построено более 10 опытных участков (табл. 1): силами ОАО «Татавтодор» на автомобильной дороге «Казань-Малмыж» в Высокогорском районе РТ (2014 г.); ОАО «Алексеевскдорстрой» на автомобильной дороге «Алексеевское-Высокий Колок» в Алькеевском районе РТ (2014 г.); на автомобильной дороге «Казань-Оренбург» в РТ (2014 г.); на автомобильной дороге «Базарные Матаки-Болгары» (2014 г.); ОАО «Каздорстрой» на автомобильной дороге федерального значения М7 «Волга» (2014 г.); ЗАО «Трест Камдорстрой» на автомобильной дороге М7 «Волга» (2005, 2011 и 2014 гг.); ООО «Татнефтедор» на автомобильной дороге «Наб. Челны-Заинск-Альметьевск» в Альметьевском районе РТ (2010, 2011 и 2012 гг.); на проезжей части ул. Индустриальная в г. Альметьевск РТ (2008 г.); на автомобильной дороге «Кузайкино-Нурлат» (2014 г.); ЗАО «БСК-СПб» на автомобильной дороге федерального значения М7 «Волга» (2014 г.); ООО «Волгадорстрой» на автомобильной дороге «Большой Кульбаш-Дубьязы» протяженностью 0,1 км (2013 г.).

Таблица 1.

Внедрение полимерно-битумных вяжущих при строительстве дорожных покрытий за период 2005—2014 гг. в Республике Татарстан

Наименование организаций	Протяженность дорог, км, по годам						Всего за период 2005-2014 гг.
	2005	2010	2011	2012	2013	2014	
ЗАО «Трест Камдорстрой»	5,60	—	1,0	—	—	11,80	16,4
ОАО "Татавтодор"	—	—	—	—	300 м ²	1,51	1,51
ОАО "Алексеевскдорстрой"	—	7,95	—	—	—	9,14	17,09
ОАО «Каздорстрой»	—	—	—	—	—	2,00	2,00
ООО «Татнефтедор»	—	5,70	4,04	7,50	—	4,84	17,24
ЗАО «БСК-СПб»	—	—	—	—	—	2,00	2,0
ООО «Волгадорстрой»	—	—	—	—	0,10	—	0,1

Полимерасфальтобетонные смеси выпускались при температуре 160—175 °С и относились к горячим смесям. Опытные работы показали, что полимерасфальтобетонные смеси с применением ПБВ сохраняли подвижность при транспортировании до 90 км и отличались повышенной удобоукладываемостью. Смеси хорошо распределялись укладчиком при температуре 155—160 °С и укатывались при температуре 150—155 °С.

Дорожные организации РТ при ремонте и реконструкции автомобильных дорог использовали полимерные добавки ДСТ 30Р-01, этилен-пропиленовый каучук (СКЭПТ), ВДПБ 60 ТЕХНО НИКОЛЬ, SBS Luprene, полимерный пластифицированный модификатор для битумов ASW-2000, Duraflex WA-80, ТЭП.

Из всех дорожных организаций собственным производством обладают ООО «Татнефтедор» (ф-л г. Альметьевск), ЗАО «Трест Камдорстрой» и ОАО «Алексеевскдорстрой».

Технология производства модифицированных битумов хорошо изучена и освоена. Производство полимерно-модифицированного битума может быть организовано как на асфальтобетонном заводе с терминалом, так и на обособленном производстве.

Важными особенностями использования полимеров являются: быстрое его совмещение с битумом, хорошая перерабатываемость, способность длительное время сохранять необходимые свойства, иметь высокую стабильность структуры во времени и быть не дорогим и недефицитным.

Организация производства ПБВ на территории РТ актуально и экономически обосновано, поскольку для ее осуществления имеется необходимая сырьевая база.

Самый эффективный путь — совмещение битума с гибкоцепными полимерами (каучуками) способными придать эластические свойства в широком интервале температур (от -40 до +100оС). Большинство производимых в РТ крупнотоннажных каучуков пригодны для такой модификации.

Независимо от используемого способа производства, главной частью завода является мельница. Лучшие показатели распределения (гомогенизации) достигаются при использовании коллоидной мельницы, диспергатора и других подобных устройств.

Примером является установка для производства ПБВ производительностью 8—12 тонн/час «CHALLENGER» фирмы Massenza Италия, которая используется в ОАО «Алексеевскдорстрой» (рис. 1).



Рисунок 1. Установка по приготовлению ПБВ «CHALLENGER» фирмы Massenza

В составе установки применяется коллоидная мельница. Использование оборудования такого типа позволяет получать ПБВ с регламентированными техническими требованиями при температуре не выше 160 0С, содержании модификатора не более 3,5 мас. % и маленькой продолжительности процесса, поскольку это способствует ускорению процессов набухания и растворения полимера.

ЗАО «Трест Камдорстрой» использует гидродинамический смеситель (ГДС) для приготовления полимерно-битумных вяжущих.

Для приготовления полимерно-битумного вяжущего ГДС подключается к битумному котлу объемом 15—20 м³ системой трубопроводов, запорных устройств и насосов, образуя рециркуляционные контуры.

Независимо от технологической схемы приготовления ПБВ данные установки эффективны и востребованы.

Кафедра автомобильных дорог Казанского государственного архитектурно-строительного университета в течение последних 15 лет занимается модификацией нефтяных дорожных битумов промышленными полимерами, производимыми в Республике Татарстан с целью повышения эксплуатационно-технических свойств битумных вяжущих и асфальтобетонов на их основе.

Цель модификации — разработка высококачественных асфальтобетонов с применением нефтяных дорожных битумов модифицированных смесевым термоэластопластом.

Для модификации битумов используется смесевой термоэластопласт (ТЭП), представляющий собой тонкодисперсную механическую смесь на основе полиэтилена высокого давления (ПЭВД), этилен-пропиленового каучука тройного (СКЭПТ), изопренового каучука (СКИ-3). Технология получения разработана на кафедре «Химии и технологии переработки эластомеров» Казанского государственного технологического университета.

По эффективности в дорожных битумах смесевые термоэластопласты не уступают известным синтетическим термоэластопластам — СБС и ДСТ

Основные физико-механические показатели исследуемых составов битум-полимерных вяжущих (БПВ) представлены в таблице 2.

Составы модификаторов битума улучшают основные физико-механические показатели битума (пенетрацию при 0 °С, температуру размягчения и хрупкости, адгезию). Наиболее сильно температура размягчения повышается для дорожного битума при модификации его ТЭП2 с 50 °С до 67 °С при концентрации модификатора 4 %. При 25 °С пенетрация, как правило, при модификации битума полимером, снижается с увеличением процентного содержания модификатора. Введение термоэластопластов в битум приводит к значительному улучшению низкотемпературных свойств. Добавка ТЭП2 снижает температуру хрупкости в системах в большей степени с минус 17 °С до минус 24 °С, превосходя битумную систему с ТЭП1, в которой температура хрупкости снижается соответственно до минус 22 °С [3].

Из представленных данных по пенетрации, температуре размягчения и хрупкости четко прослеживается влияние состава термоэластопластов на свойства получаемых композиций. Поэтому данные составы могут быть весьма эффективными для получения асфальтобетона с наилучшими эксплуатационно-техническими характеристиками в дорожной отрасли Республики Татарстан.

Таблица 2.

Физико-механические свойства составов полимерно-битумных вяжущих

№ п/п	Состав	П, 0,1 мм		Т _Р °С	Т _{ХР} °С	Д, см		Адгезия (ГОСТ 11508-74)	
		при 0 °С	при 25 °С			при 0 °С	при 25 °С	мрамор	песок
1	БНД 60/90	20,3	77,8	50	-17	3,6	77,6	образец № 2	образец № 3
2	БНД 60/90 + 2 % ТЭП1	22,5	53,4	57	-19	3,1	11,1	образец № 1	образец № 2
3	БНД 60/90 + 4 % ТЭП1	23,0	47,5	65	-22	3,0	9,2	образец № 1	образец № 2
4	БНД 60/90 + 2 % ТЭП2	23,1	57,4	58,5	-21	3,3	15,0	образец № 1	образец № 2

5	БНД 60/90 + 4 % ТЭП2	23,6	50,0	67	-24	3,1	10,6	образец № 1	образец № 2
6	ГОСТ 22245-90	≥ 20	61-90	≥ 47	≤ - 15	≥ 3,5	6	-	-

*Примечание: ТЭП1 – СКЭПТ+ПЭВД, ТЭП2 – СКЭПТ+СКИ+ПЭВД,
Д — дуктильность, П — пенетрация, T_p — температура размягчения,
T_{хр} — температура хрупкости*

Таким образом, в результате проведенных исследований показана целесообразность использования смесового ТЭП как добавки в битум, т. к. его применение позволит получить асфальтобетоны, характеризующиеся высокими физико-механическими свойствами.

Использование ПБВ отвечает целям государственной целевой программы «Развитие транспортной системы России», согласно которой к 2030 г. в стране должно появиться не менее 20 тыс. км современных дорог.

Список литературы:

1. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1992, — 13 с.
2. Хафизов Э.Р. Применение ПБВ на основе смесового термоэластопласта в асфальтобетоне. // Сборник научных трудов XXXII Всероссийской научно-технической конференции. Пенза, ПГАСА, 2003, — 81—186 с.
3. Хафизов Э.Р. Влияние вязкости битума и концентрации термоэластопласта на физико-механические показатели битума. // Сборник научных трудов. Казань, КазГАСА, 2001, — 86—89 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОПРОПУСКНОЙ ТРУБЫ НА ЗАБОЛОЧЕННОМ УЧАСТКЕ

Сафин Айрат Рашитович

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

Логинова Ольга Анатольевна

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

Наиболее часто на автомобильных дорогах встречаются малые водопропускные искусственные сооружения — малые мосты и трубы различных диаметров и конструкций. На стадии проектирования часто приходится делать выбор того или иного варианта конструкции сооружения. Выбирать между строительством малого моста или трубы. Если технико-экономические показатели значительно не отличаются то предпочтение отдается водопропускной трубе.

Трубы, имеют следующие преимущества:

- при устройстве трубы не происходит разрыва земляного полотна насыпи и нет изменений в толщинах дорожной одежды;
- расходы на строительство и эксплуатацию трубы меньше, чем возведение и содержание моста;
- при высоте грунта над трубой выше 2,0 м влияние временных нагрузок на сооружения снижаются, а с увеличением этой высоты, почти теряют свои значения.

Малые водопропускные искусственные сооружения как правило располагаются в пониженных местах рельефа. Таких как лога, овраги. Также водопропускные трубы большого сечения устраиваются при пропуске дорог, ручьев, периодически действующих водотоков, малых рек и для пропуска скота. Поэтому трубы предпочтительнее малых мостов по своим строительным и эксплуатационным качествам, а так же по экономическим соображениям.

Проектируя дорогу, к Зеленодольскому мультимодальному центру на ПК 20+95 в устье реки Секерка потребовалось запроектировать водопропускную трубу.

Исходными данными для проектирования стали: грунтовые условия, район строительства, продольный профиль автомобильной дороги. Строительство данного сооружения будет проходить в Татарстане, который находится в третьей дорожно-климатической зоне и в 6 ливневом районе.

Данные гидравлического расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Гидравлический расчет

Местоположения ПК+	Площадь водосбора, м ²	Расход ливневых вод, м ³ /с	Расход талых вод, м ³ /с	Расчетный расход, м ³ /с	Сечение трубы, м
20+95	1,89	57,79	6,87	57,87	2×(2,5×2,0)

В результате гидравлического расчета была принята двухчковая железобетонная труба прямоугольного сечения 2×(2,5×2,0) м и длиной 31,6 м с раструбными оголовками.

Режим работы трубы — безнапорный.

На месте строительства трубы обнаружены неблагоприятные просадочные грунты — супесь пластичная и суглинок мягкопластичный. В таблице 1 приведены грунты, расположенные под трубой.

Грунтовые воды обнаружены на отметке 52,390 (-3,40 м от уровня земли). Площадка изысканий относится к территориям, подтопляемым в естественных и в искусственных условиях. В скважинах на глубине 1,7—2,5 м вскрыт водоносный горизонт типа «верховодка». Поэтому на данном участке необходимо выполнить проверку несущей способности основания.

Нормативы проектирования приняты в соответствии с требованиями СНиП 2.05.02-85* «Автомобильные дороги» и СНиП 2.05.03-84* «Мосты и трубы» [3, 4]:

- расчетные вертикальные нагрузки — нк-80;

- расчетная скорость движения — 100 км/ч;
- вероятность превышения расчетных уровней и расходов 1 %;
- материалы сооружения бетон и железобетон.

Таблица 2.

Грунтово-геологические условия

Номер слоя	Описание грунтов	Мощность слоя, м	Консистенция
1	Почвенно-растительный слой	0,3	
2	Суглинок коричневый	1,7	Мягкопластичный
3	Глина серая, с примесью органических веществ	1,5	Текучепластичный
4	Торф, сильно разложившийся, высокозольный	1,0	Водонасыщенный
5	Глина серая, с примесью органических веществ	2,0	Текучепластичная
6	Глина серая, с примесью органических веществ	1,0	Мягкопластичная
7	Песок серый, мелкий, средней плотности	2,5	Водонасыщенный

В результате расчета грунта на сопротивление осевому сжатию, давления под подошвой фундамента, определения несущей способности было выявлено, что существующие грунты не могут служить основанием для фундамента трубы на данном участке.

В связи с общей глубиной залегания слабых грунтов более 4 м, замена их не рентабельна.

Поэтому решить вопрос устойчивости основания можно с помощью забивных свай. Забивные сваи следует погружать до проектной отметки, независимо от величины отказа. Фундамент под трубу предлагается плитный на сваях. Сопрягать головы свай с железобетонной монолитной плитой следует жестко.

Так как обнаруженные подземные воды обладают слабоагрессивным воздействием к бетонам нормальной проницаемости (W4) по содержанию агрессивной углекислоты и сильноагрессивным воздействием к бетонам всех марок по в/ц W4; W6; W8 на портландцементе по содержанию сульфатов, а грунты на площадке обладают среднеагрессивными свойствами к бетонам

на портландцементе по ГОСТ 10178-85 [1] всех марок (W4; W6; W8) по водонепроницаемости; к железобетонным конструкциям по содержанию хлоридов – среднеагрессивны, то сваи и железобетонную монолитную плиту следует изготовить из бетона марки по водонепроницаемости W8 на сульфатостойком портландцементе ГОСТ 22266-76 [2].

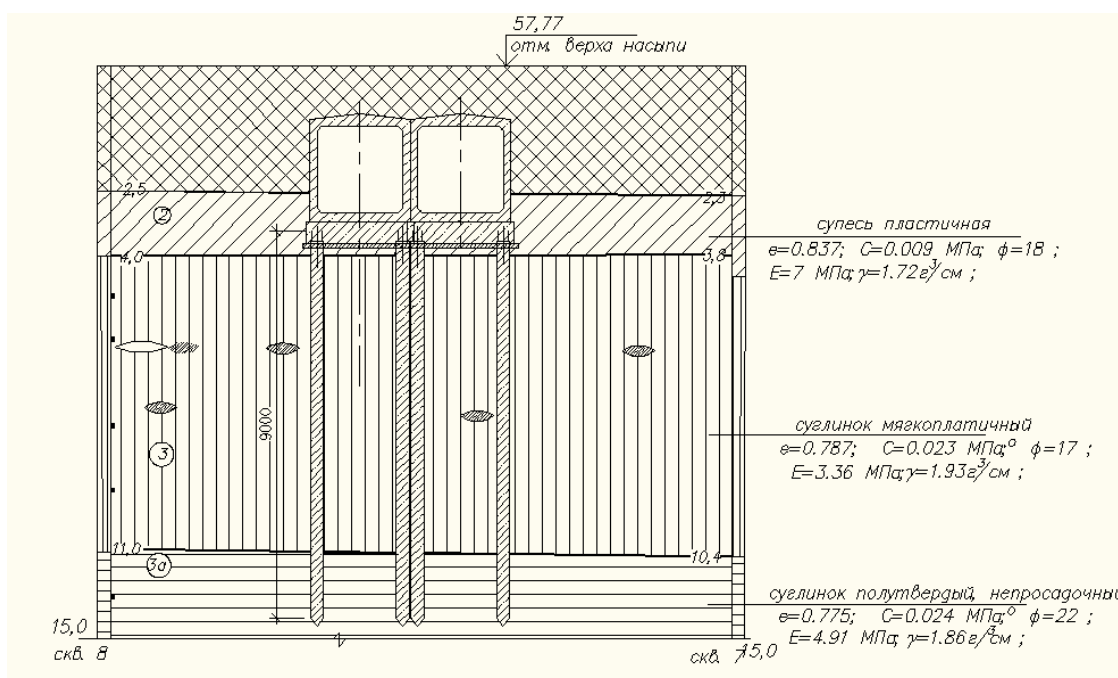


Рисунок 1. Геологический разрез и сечение трубы на ПК20+95

Расчет свай показал, что требуется 64 сваи длиной 9,0 м и сечением 0,3×0,3 м под каждую трубу. На рисунках 2,3 представлены план свай под фундамент и план фундаментной плиты.

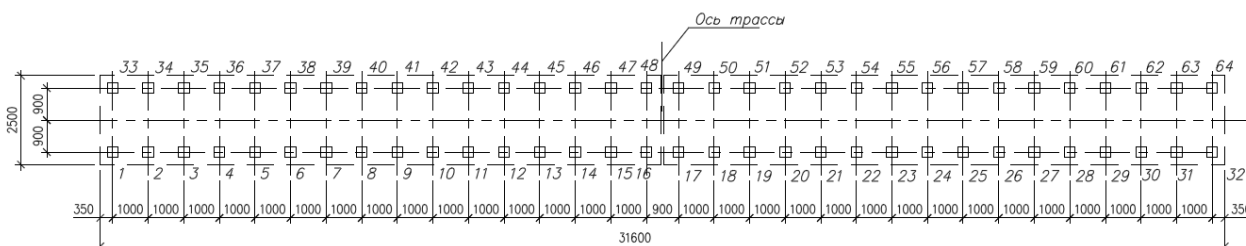


Рисунок 2. План свай под фундамент

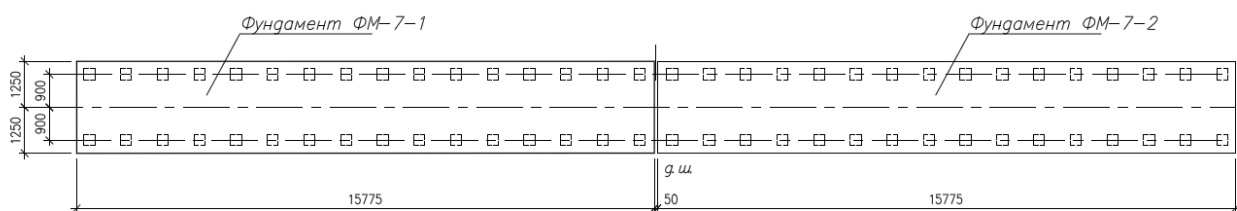


Рисунок 3. План фундаментной плиты

Список литературы:

1. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. М.: 1989. — 5 с.
2. ГОСТ 22266-76 Цементы сульфатостойкие. М.: 1989. — 8 с.
3. СНиП 2.05.02-85* «Автомобильные дороги» Актуализированная редакция Минрегион России. М.: 2012. — 112 с.
4. СНиП 2.05.03-84* «Мосты и трубы» Актуализированная редакция Минрегион России. М.: 2011. — 343 с.

СЕКЦИЯ 2.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕРСИЯМИ ПРИ КОЛЛЕКТИВНОЙ РАЗРАБОТКЕ ПО

Пономарев Евгений

*магистрант 1-го курса, факультета «Академия кино и телевидения»,
кафедра «Компьютерной и программной инженерии» университет «Туран»,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: ponomaryov.jenya@gmail.com*

Коллективная разработка — это бизнес-стратегия, рабочий процесс и набор программного обеспечения, способствующие совместной работе различных организаций, программистов над одним изделием [4].

Многие страны занимаются изучением коллективной разработки, её методам и технологиям. К сожалению, в данном вопросе мы пока далеки от западных стран.

Плодотворная разработка различных программных комплексов на сегодняшний день немыслима без использования сопутствующих современных технологий программирования, функционирование которых направлено на решение проблем, непосредственно связанных с созданием программного обеспечения, обладающего такими качествами, как надёжность, модульность, информативность, способность к видоизменению, повторная используемость кода и тому подобное.

Указанные качества необходимы при создании программного обеспечения для различных областей деятельности, исходя из этого в сфере разработки новых технологий программирования, в том числе для параллельного программирования, ведутся интенсивные научные исследования.

Для того чтобы создать крупную информационную систему необходимо задействовать группу согласованно работающих программистов. Из практики видно, что благодаря появлению систем быстрой разработки приложений,

организация взаимосвязанной работы нескольких программистов может потребоваться не только крупному, но и малому бизнесу. Так к примеру внедрение средств Rapid Application Development (RAD) даёт возможность увеличить производительность коллективных разработок, путём сокращения численности их групп и затрачиваемого времени. В итоге потребность в обеспечении коллективных разработок малых группам повлекла за собой появление на рынке множество программ.

Коллективная разработка программного обеспечения включает как минимум следующие процессы:

- Разработка
- Тестирование
- Сборка
- Развёртывание
- Выпуск продукта

Системы коллективной разработки должны выполнять как минимум две функции — это регистрация изменений, вносимых в проект и хранение файлов проекта.

Термин «collaborate» (с англ. коллективная работа) в XXI веке, веке технологий, популярен как никогда. Он означает, что сервис предоставляет возможность одновременной работы сразу для нескольких пользователей, которые трудятся над решением общей задачи.

У одних сервисов коллективный труд является лишь одной из опций, а у других — основной функцией. Основной проблемой является то, что термин “collaborate” не всегда обозначает «командную работу», а среди сервисов, по-настоящему поддерживающих совместную работу, бесплатны лишь некоторые.

Система управления версиями представляет собой программное обеспечение, для работы с постоянно изменяющейся информацией. Она даёт возможность хранить несколько версий одного и того же документа, при необходимости возвращаться к более ранним, а также определять, кто и когда сделал то или иное изменение, и многое другое [2, с. 367].

Подобные системы довольно широко используются в процессе разработки программного обеспечения для сохранения исходных кодов создаваемой программы, также они могут с успехом применяться и в других областях программирования, при работе с большим количеством постоянно изменяющихся электронных документов.

Проведём мониторинг работоспособности некоторых из них.

- Bazaar, ранее известная как Bazaar-NG, утилита командной строки bzr, — это распределённая система управления версиями, разработка которой спонсируется фирмой Canonical Ltd, в последнюю версию по сравнению с предыдущей было внесено более 50 изменений. Данная система разработана в целях облегчения создания и развития проектов для пользователей [1, с. 257].

- Mercurial, в переводе с англ. «подвижный», — распределённая система управления версиями, способная функционировать на многих операционных системах и различных аппаратных платформах, разработанная для эффективной работы с очень большими кодами.

- Git — распределённая система управления версиями файлов. Код программы был написан на языке «С», проект создан Линусом Торвальдсом в 2005 году для управления разработкой ядра Linux, является общедоступным программным обеспечением. Данная система была введена многими ведущими разработчиками, используется в известных Linux-сообществу проектах [3].

- Concurrent Versions System (или CVS, в переводе «Система Одновременных Версий») — представляет собой программный продукт, который относится к разряду систем управления версиями. Программа хранит историю изменений исходного кода программного обеспечения, тем самым облегчая совместную работу программистов над одним проектом. CVS популярна в мире открытого программного обеспечения.

Для более подробного анализа сравним характеристики программ в таблице 1

Анализ программ по коллективной разработке ПО

Название	Преимущества	Недостатки
Bazaar	<ul style="list-style-type: none"> • не требует использования специального сервера, поддерживает работу как с ним, так и без него; • возможность создавать новые ветки на основе репозитория других систем; • поддерживает полный набор символов <u>Unicode</u> в именах файлов • кроссплатформенная поддержка. 	<ul style="list-style-type: none"> • более низкая скорость работы, по сравнению с Git и Mercurial; • необходима установка большого количества плагинов,
Mercurial	<ul style="list-style-type: none"> • кроссплатформенная поддержка. • возможность работы с несколькими ветками проекта. • быстрая обработка данных. • проста в обращении. • возможность конвертирования репозитория других систем поддержки версий, таких как CVS, Subversion, Git, Darcs, GNU Arch, Bazaar и др. 	<ul style="list-style-type: none"> • возможны совпадения хеш-кода отличных по содержанию ревизий. • Ориентирована только на работу в консоли.
Git	<ul style="list-style-type: none"> • надёжная система сравнения ревизий и проверки корректности данных; • эластичная система ветвления проектов и слияния веток между друг другом. • наличие локального репозитория позволяет вести полноценный локальный контроль изменений • высокая производительность и скорость работы; • удобный и интуитивно понятный интерфейс; • множество графических оболочек; • возможность делать контрольные точки, в которых данные сохраняются полностью; • широкая распространённость, лёгкая доступность и качественная документация. • гибкость системы позволяет удобно её настраивать и создавать специализированные контроль-системы или пользовательские интерфейсы на базе Git. • универсальный сетевой доступ с использованием протоколов http, ftp, rsync, ssh и др. 	<ul style="list-style-type: none"> • отсутствует зрелая реализация Git, совместимая с иными операционными системами; • совпадения хеш-кода отличных по содержанию ревизий; • не отслеживается изменение отдельных файлов, а только всего проекта целиком; • требуется достаточно длительное время для скачивания данных, особенно, если проект большой.

CVS	<ul style="list-style-type: none"> • несколько клиентов могут одновременно работать над одним и тем же проектом. • позволяет управлять не одним файлом, а целыми проектами. • обладает большим количеством удобных графических интерфейсов, способных удовлетворить практически любой, даже самый требовательный вкус. • широко распространена и поставляется по умолчанию с большинством операционных систем Linux. • при загрузке тестовых файлов из репозитория передаются только изменения, а не весь файл целиком. 	<ul style="list-style-type: none"> • при перемещении или переименовании файла, директории, теряются все привязанные изменения. • сложности при ведении нескольких параллельных веток одного и того же проекта. • ограниченная поддержка шрифтов. • для каждого изменения бинарного файла сохраняется вся версия файла, а не только внесённые изменения. • с клиента на сервер изменённый файл всегда передаётся полностью. • ресурсоёмкие операции, так как требуют частого обращения к репозиториям, и сохраняемые копии имеют некоторую избыточность.
-----	--	---

Bazaar — удобная система контроля версий с приятным интерфейсом, она хорошо подходит для пользователей, которых не привлекает перспектива работы с командной строкой. Имеется множество дополнительных опций и расширений, что позволяет настроить программу под свои нужды.

Говоря о Mercurial следует отметить, что простой и отточенный интерфейс, и набор команд, возможность импортировать репозитории с других систем контроля версий, — сделают переход на данную программу безболезненным и быстрым, а её надёжность и скорость работы позволяют пользоваться им для контроля версий огромных проектов. Все это позволяет Mercurial стать достойным конкурентом git'a.

В свою очередь Git — это гибкая, удобная и мощная система контроля версий, способная удовлетворить абсолютное большинство пользователей. Git — один из лидеров систем контроля версий.

Несмотря на то, что программа CVS достаточно устарела и обладает весомыми недостатками, она все ещё является одной из самых популярных систем контроля версий и отлично подходит для управления малыми

проектами, не требующих создания нескольких параллельных версий, которые надо периодически соединять.

Большой выбор систем контроля версий позволяет удовлетворить любые требования и организовать работу так, как вам необходимо. Однако, среди всего многообразия систем есть явный лидер, в итоге проведенного анализа на лидирующее место выдвигается программа Git.

Однако, выбор — это всегда «дело вкуса», системы контроля версий — представляет собой программное обеспечения необходимое для каждого разработчика и не только, они позволяют хранить несколько версий одного и того же документа, и при необходимости возвращаться к более ранним версиям.

На рынке существует множество подобных инструментов, в данной статье рассмотрена лишь их часть, с целью продемонстрировать достоинства и недостатки тех или иных их видов.

Конкуренция на рынке также достаточно высока, в связи с чем компании по выпуску программ для коллективных разработок проектов, с каждым годом выпускают усовершенствованные версии своих «детищ».

Список литературы:

1. Избачков Ю., Петров В. Информационные системы [Текст]: учеб. пособие, II издание Спб: издательская программа, 2006. — 667 с.
2. Одинцов И.О. Профессиональное программирование. Системный подход [Текст]: учеб. пособие, II издание Спб: издательская программа, 2004. — 624 с.
3. Свободная библиотека // Git. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://ru.wikipedia.org>, URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Git> (Дата обращения: 10.08.2014).
4. Электронная энциклопедия PLM [Электронный ресурс] Коллективная разработка изделия. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://plmpedia.ru/>, URL: http://plmpedia.ru/wiki/коллективная_разработка_изделия (Дата обращения: 6.08.2014).

КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И КВАНТОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Сорокин Алексей Александрович

*студент 3 курса, кафедра ИТ, ДИТИ НИЯУ МИФИ,
РФ, Ульяновская область, г. Димитровград
E-mail: Aleksey.Sorokin1106@yandex.ru*

Белянина Дарья Николаевна

*ассистент, ДИТИ НИЯУ МИФИ,
РФ, Ульяновская область, г. Димитровград*

Для русскоязычной публики огромное внимание привлекают такие понятия как квантовый компьютер, квантовая криптография, квантовая телепортация и т. д. Непонимание этой области связано в первую очередь с тем, что идеи квантовой информатики — детище новейшей эпохи, которое не совсем успело войти в вузовские руководства. Данная область получила сильное развитие в настоящее время и активно изучается. Междисциплинарный характер сей тематики требует обширных знаний и современных подходов к исследованию ее проблем.

Целью работы является обозначение перспективности и установка прикладного значения квантовой информации и квантовых вычислений, оценка эффективного применения этой сферы на современном этапе.

С появлением квантовой механики, которая играла роль математической платформы для создания различных теорий, ученые и специалисты пытаются понять ее принципы, зачастую не поддающиеся человеческой интуиции. Для достижения поставленной цели было переработано множество литературных источников. Все они как один утверждают о далеко идущих перспективах данной области.

Актуальность темы исследования определяется, во-первых тем, что в области квантовых вычислений и квантовой информации изучаются задачи по обработке информации, что очень важно с сегодняшним бешеным темпом развития сферы ИТ и потребностью в этих технологиях, во-вторых, высоким интересом научного мира к квантовомеханическим системам,

и, в-третьих, перспективами и возможностями, которые могут открыться перед человеком.

Одним из самых первых итогов в сфере квантовой информации была теорема о невозможности копирования неизвестного квантового состояния, которое могло бы передаваться со скоростью света на основе квантовых эффектов.

В 70-х годах было разработано множество методов управления одиночными квантовыми системами, которые должны иметь большое значение, чтобы использовать всю мощь квантовой механики применительно к квантовым вычислениям и информации. В качестве примера можно привести методы удержания одиночного атома в «атомной ловушке», обеспечивающие его изоляцию от всего остального мира и позволяющие с невероятной точностью исследовать различные аспекты его поведения.

Большой вклад в развитие квантовой информации был внесен Беном Шумахером, когда в 1995 г. доказал аналог теоремы Шеннона о кодировании в отсутствие шума, определив в своей работе единицу квантовой информации, термин, вошедший в научный мир как «кубит», или квантовый бит — квантовый разряд или наименьший элемент для хранения информации в квантовом компьютере. Как и бит, кубит допускает два собственных состояния, обозначаемых $|0\rangle$ и $|1\rangle$ (обозначения Дирака), но при этом может находиться и в их суперпозиции, то есть в состоянии $A \cdot |0\rangle + B \cdot |1\rangle$, где A и B — комплексные числа, удовлетворяющие условию $A^2 + B^2 = 1$. Иначе говоря, состояние кубита представляет собой единичный вектор в двумерном комплексном векторном пространстве. При измерении кубита мы, либо получаем состояние $|0\rangle$ с вероятностью A^2 , либо $|1\rangle$ с вероятностью B^2 . Если представить состояние кубита в показательно-тригонометрической форме

$$|\psi\rangle = e^{i\gamma} \left(\cos \frac{\theta}{2} |0\rangle + e^{i\varphi} \sin \frac{\theta}{2} |1\rangle \right),$$

где: θ , φ и γ — действительные числа.

Тогда наглядно состояние кубита можно изобразить на единичной трехмерной сфере

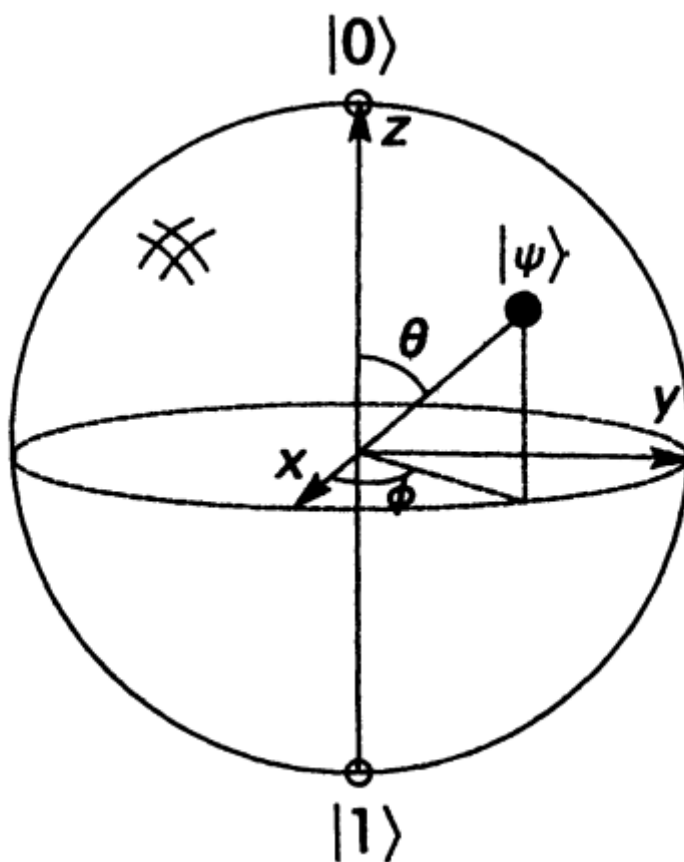


Рисунок 1. Сфера Блоха (состояние кубита)

Немалый интерес представляет идея, изложенная Чарльзом Веннетом и Стивеном Уиснером, известная как сверхплотное кодирование. Эти два ученых показали миру, как передать два классических бита информации, используя лишь один кубит [2, с. 99].

Еще больший интерес, демонстрирующий очередное противоречащее человеческой интуиции свойство, занимает сетевая квантовая теория информации. Эта область только зарождается и, несомненно, нуждается в подробном изучении. Чтобы понять ее значимость достаточно следующего примера. Если в классическом случае мы имеем два канала с сильным шумом и нулевой пропускной способностью, работающих параллельно, то объединенный канал также имеет нулевую пропускную способность. Неудивительно,

что если изменить направление одного из каналов на обратное, то мы по-прежнему будем иметь нулевую пропускную способность. В квантовомеханическом случае обращение одного из каналов с нулевой пропускной способностью может позволить нам передавать информацию! Достаточно странная на наш взгляд природа квантовой информации иллюстрирует такие парадоксы повсеместно. Вот такие запутанные и нелогичные результаты и рожают колоссальный интерес и любопытство к микромиру [4, с. 29].

Очень важным, или точнее сказать решающим, применением квантовой информации и квантовых вычислений является создание так называемого квантового компьютера, вычислительной машины, которая функционирует на основе квантовой механики. Он не работает по классическим принципам, то есть использует неклассическое понятие информации. Квантовая информация делает возможность составления таких алгоритмов, где количество операций определяется полиномиальной зависимостью, в то время как в классических компьютерах эта зависимость экспоненциальная. Тем самым на порядки наблюдается уменьшение обрабатываемой информации.

Главная проблема состоит в сложности создания хорошего квантового алгоритма, который превосходил бы по производительности свои классические аналоги и основывался чисто на квантовых эффектах.

Существуют основные требования, согласно которым можно реализовать превосходящий по производительности любой классический компьютер полномасштабный квантовый компьютер:

1. Физическая система должна содержать как минимум 10^4 хорошо различимых кубитов для выполнения соответствующих квантовых операций;
2. Необходимо обеспечить максимальное подавление эффектов разрушения суперпозиции квантовых состояний, обусловленных взаимодействием системы кубитов с внешней средой, в результате чего может стать невозможным выполнение квантовых алгоритмов. Время разрушения суперпозиций квантовых состояний должно, по крайней мере, в 10^4 раза

превышать время выполнения основных квантовых операций (время такта). Для этого система кубитов должна быть достаточно слабо зависеть от окружающей среды;

3. Необходимо обеспечить измерение с достаточно высокой надежностью состояния квантовой системы на выходе. Измерение конечного квантового состояния является одной из основных проблем квантовых вычислений;

На практике еще не создано квантового компьютера, в котором соблюдаются все вышеперечисленные условия. Однако во многих развитых странах разработке квантовых компьютеров уделяется пристальное внимание и в такие программы ежегодно вкладываются десятки миллионов долларов. На сегодняшний день наибольший квантовый компьютер составлен всего из семи кубитов. Этого достаточно, чтобы реализовать алгоритм Шора и разложить число 15 на простые множители 3 и 5 [1, с. 86] [5, с. 60].

Невзирая на внушительный интерес к рассматриваемой области, попытки построения систем обработки квантовой информации имеют на сегодняшний день малые результаты. Современная техника для квантовых вычислений демонстрируется маленькими квантовыми компьютерами, обладающие возможностью выполнять десятки операций над несколькими кубитами (квантовыми битами). Были представлены экспериментальные прототипы устройств квантовой криптографии — способа секретной связи на больших расстояниях. Однако разработка технологий для реализации крупномасштабной обработки квантовой информации остается серьезной задачей для физиков и инженеров будущего.

Список литературы:

1. Валиев К., Кокин А.А. Квантовые компьютеры: надежды и реальность [Текст]: Учеб. пособие / К. Валиев, А.А. Кокин Ижевск: РХД, 2004. — 320 с.
2. Кайе Ф., Лафлам Р. Введение в квантовые вычисления [Текст]: Учеб. пособие / Ф. Кайе, Р. Лафлам Ижевск: РХД, 2009. — 360 с.
3. Нильсен М., Чанг И. Квантовые вычисления и квантовая информация [Текст]: Учеб. пособие / М. Нильсен, И. Чанг М.: Мир, 2006. — 824 с.
4. Ожигов Ю.И. Квантовые вычисления [Текст]: Учеб. пособие / Ю.И. Ожигов М.: Макс Пресс, 2003. — 152 с.

СЕКЦИЯ 3.

КОСМОС, АВИАЦИЯ

АВТОМАТИЗАЦИЯ СТЕНДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ИСПЫТАНИЮ И РЕГУЛИРОВАНИЮ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ

Попельнюк Илья Александрович

*студент 6 курса, факультет инженеров воздушного транспорта СГАУ,
РФ, г. Самара
E-mail: osni204@yandex.ru*

Злобина Юлия Петровна

*студент 5 курса, факультет инженеров воздушного транспорта СГАУ,
РФ, г. Самара
E-mail: yulya_zlobina@mail.ru*

Гареев Альберт Минеасхатович

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,
кафедра эксплуатации авиационной техники СГАУ,
РФ, г. Самара*

В связи с переходом на двухуровневую систему высшего образования в учебный процесс внедряются новые методы обучения, подразумевающие значительное увеличение доли интерактивных практических занятий, проведение которых требует наличия современного исследовательского и стендового оборудования. При этом лабораторно-техническая база должна охватывать области знаний авиационной и ракетно-космической техники: электрифицированные системы, гидравлически системы, высотное оборудование, системы кондиционирования воздуха, авиационные и ракетно-космические двигатели (системы, обеспечивающие их работу), элементы конструкции планера и т. д.

Подобный подход к выполнению студентами лабораторных и практических работ обеспечивает высокую эффективность усвоения материала за счёт работы на реальной технике.

Однако, для подготовки высококвалифицированных специалистов (как бакалавров, так и магистров) необходимо непрерывно поддерживать лабораторную базу на современном техническом уровне. Эта задача может быть решена за счёт, как создания новых лабораторных рабочих мест, так и модернизации имеющегося стендового оборудования с применением современных информационных технологий.

В настоящей статье рассмотрена методика модернизации лабораторно-стендового оборудования по испытанию и регулированию гидравлического привода КАУ-30Б с применением программируемого контроллера реального времени “Compact RIO” под управлением “Lab VIEW real time” компании National Instruments.

Комбинированный гидроусилитель КАУ-30Б применяется в системах управления вертолётами и предназначен для снятия нагрузок с командных рычагов управления. КАУ-30Б устанавливается в системах продольного, поперечного управления и управления общим шагом несущего винта.

Лабораторный стенд имеет свою гидросистему, систему питания электроэнергией, органы управления и средства измерения. При этом обеспечены следующие виды работ, согласно технологическим картам:

1. Проверка разности скоростей движения исполнительного штока при ручном управлении;
2. Регулирование исходного положения золотника ручного управления;
3. Проверка средней скорости движения исполнительного штока при ручном управлении;
4. Проверка зоны нечувствительности агрегата по золотнику ручного и комбинированного управления;
5. Проверка хода золотника ручного и комбинированного управления;
6. Проверка работы редукционного клапана.

Несмотря на техническую сложность и широкий спектр решаемых задач, при современном уровне развития технологий эффективность применения подобного стенда в учебном процессе неизбежно снижается. Это связано

с отсутствием в работе современных автоматизированных средств сбора и обработки информации; устареванием элементной базы; отсутствием периодической метрологической поверки средств измерений; и, в конце концов, износом оборудования.

Вышеизложенные аспекты определяют актуальность модернизации стандового оборудования путём создания программно-аппаратного комплекса управления стандом (КУС). Общая структурная схема КУС представлена на рисунке 1.

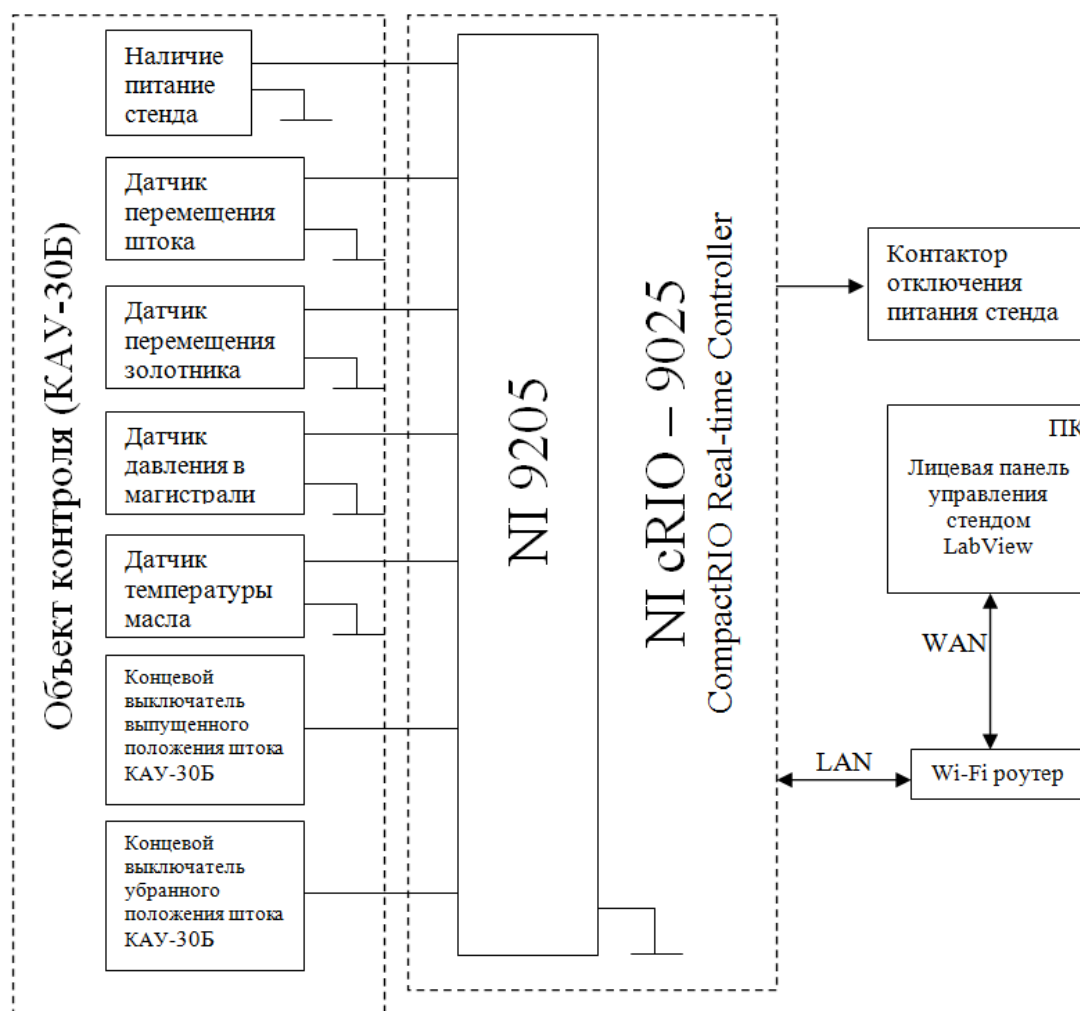


Рисунок 1. Структурная схема КУС

Программируемый контроллер NI Compact RIO представляет собой многофункциональную встраиваемую систему сбора данных и управления,

разработанную для задач, требующих высокой производительности и надёжности измерительных и управляющих систем.

В качестве входной информации используется информация с датчиков на стенде, а так же информация о состоянии концевых выключателей крайних положений выходного вала КАУ-30Б.

Контроллер Compact RIO взаимодействует с персональным компьютером (ПК) под средством сетевого соединения [1]. При этом возможны следующие схемы:

1. Compact RIO-LAN-Wi-Fi роутер-WAN-ПК;
2. Compact RIO-LAN-ПК.

Первая схема применяется в случае удалённого взаимного расположения Compact RIO и ПК. Вторая схема не требует наличия Wi-Fi роутера и имеет более простые настройки.

Установка сетевого соединения выполняется средствами операционной системы ПК (Windows XP SP3, Windows Vista, Windows 7, Windows 8). С помощью утилиты MAX вводятся настройки сетевого подключения для контроллера: имя устройства, IP-адрес, DNS-сервер, шлюз и другие стандартные настройки (рисунок 2).

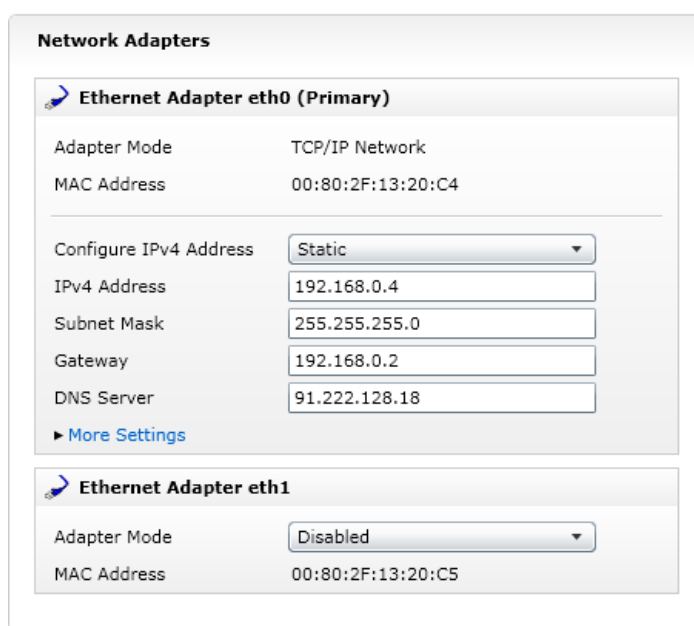


Рисунок 2. Настройки сетевого подключения NIcRIO-9025

В качестве модуля ввода/вывода информации применён модуль С-серии NI 9205, предназначенный для обработки аналоговой информации в диапазоне напряжений ± 10 В.

NI 9205 представляет собой 32 канальный (для подключения несимметричных сигналов) / 16 канальный (для подключения дифференциальных сигналов) модуль аналогового ввода. Каждый канал аналогового ввода имеет AI терминал, к которому можно подключить устройство аналогового вывода. NI 9205 поддерживает составную частоту дискретизации 250 кГц, а также имеет возможность синхронизации. Каналы NI 9205 имеют общую земляную шину, изолированную от других модулей, включенных систему. Все каналы снабжены измерительным усилителем с программируемым усилением и мультиплексируются на вход аналого-цифрового преобразователя. Каждый канал также снабжен схемой защиты от перегрузок по напряжению свыше 30В.

Compact RIO получает информацию о состоянии гидросистемы, температурного режима и скоростных характеристиках штока гидроусилителя КАУ-30Б и передаёт её под средством сетевого соединения на персональный компьютер. Полученная информация обрабатывается программой, разработанной средствами Lab VIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) — это среда разработки и платформа для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования «G» [2]. Графический язык программирования «G» основан на архитектуре потоков данных, где последовательность выполнения операторов определяется не порядком их следования, а наличием данных на входах этих операторов. Операторы, не связанные по данным, выполняются параллельно в произвольном порядке. Фрагмент блок-диаграммы программы в режиме измерения времени выпуска и уборки исполнительного штока КАУ-30Б представлен на рисунке 3.

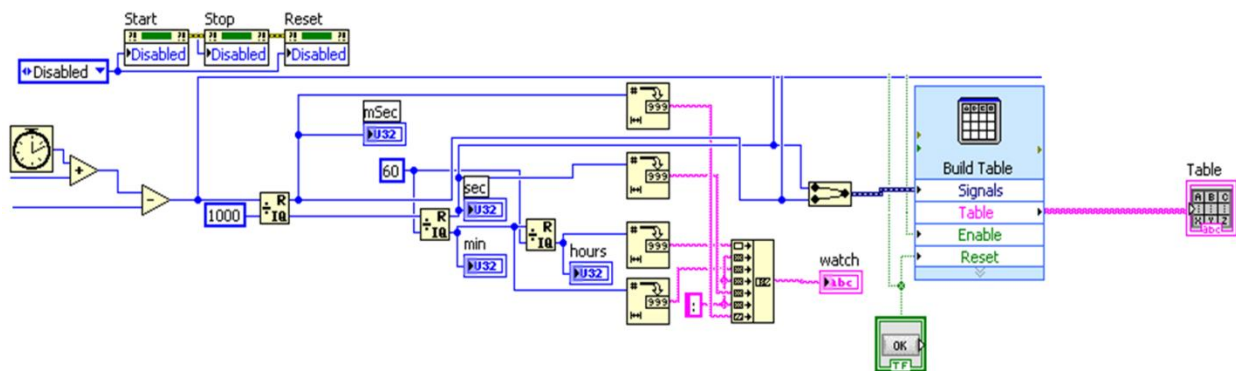


Рисунок 3. Фрагмент блок-диаграммы

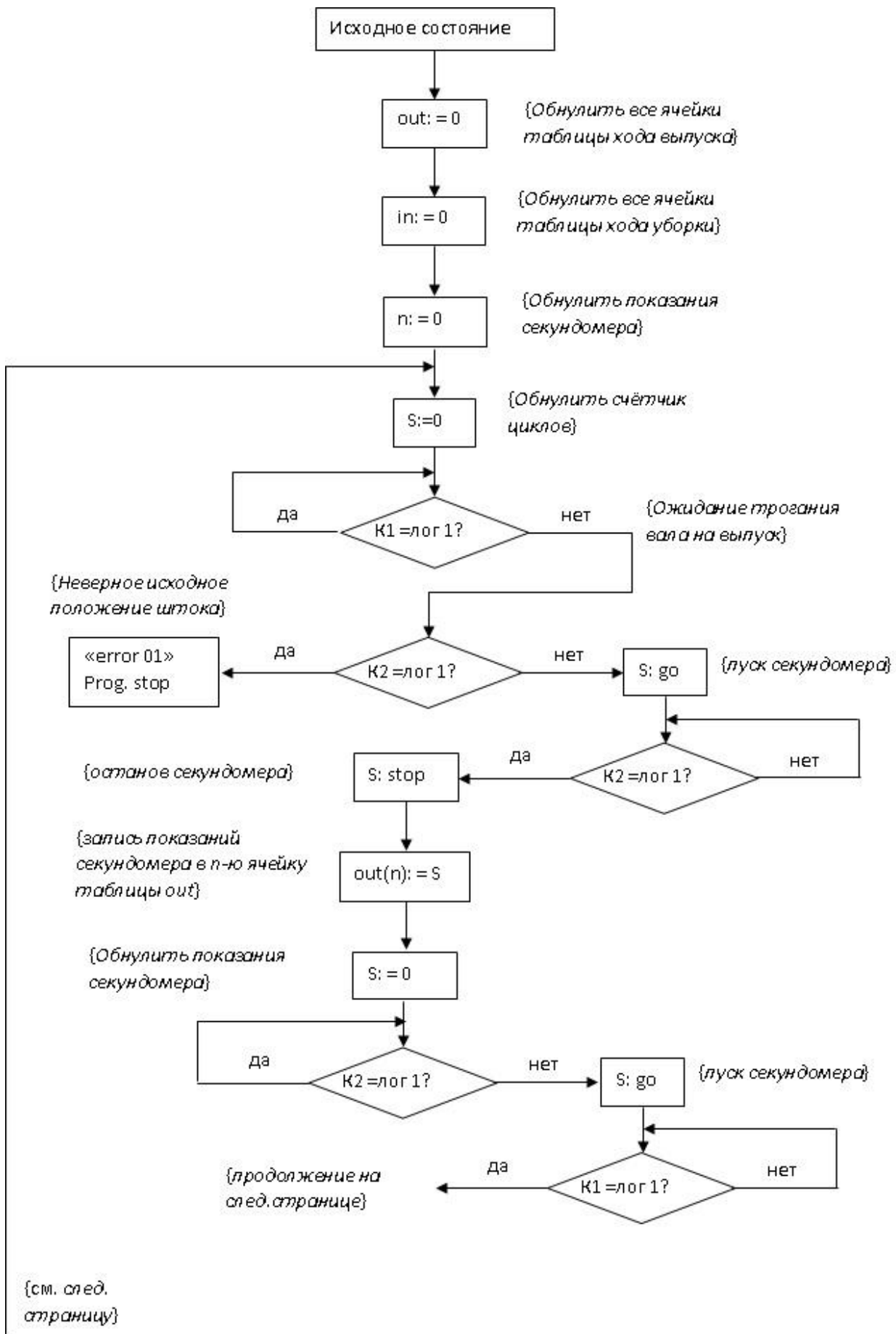
Блок-диаграммы разных режимов работы КУС составлены в соответствии с разработанными алгоритмами. Для примера на рисунке 4 представлен алгоритм работы блок-диаграммы в режиме проверки разности скоростей движения исполнительного штока КАУ-30Б.

В данном режиме работы станда производится проверка скоростей движения выходного исполнительного штока КАУ-30Б. В случае, если разность скоростей движения штока будет больше 15 % (от наибольшего значения скорости), то необходимо произвести регулирование исходного положения золотника ручного управления.

При работе станда в этом режиме КУС автоматизирует процесс сбора и анализа и индикации информации о скоростях движения исполнительного штока.

При построении алгоритма применены следующие виды переменных:

1. S — Значение секундомера (натуральные числа);
2. out (n) — Измеренное значение времени выпуска штока КАУ-30Б (массив натуральных чисел из n элементов);
3. in (n) — Измеренное значение времени уборки штока КАУ-30Б (массив натуральных чисел из n элементов);
4. n — Счётчик циклов (целые числа);
5. K1 — состояние концевого выключателя убранного положения вала КАУ-30Б (логическая переменная: «1» — выключатель нажат, «2» — выключатель отпущен);



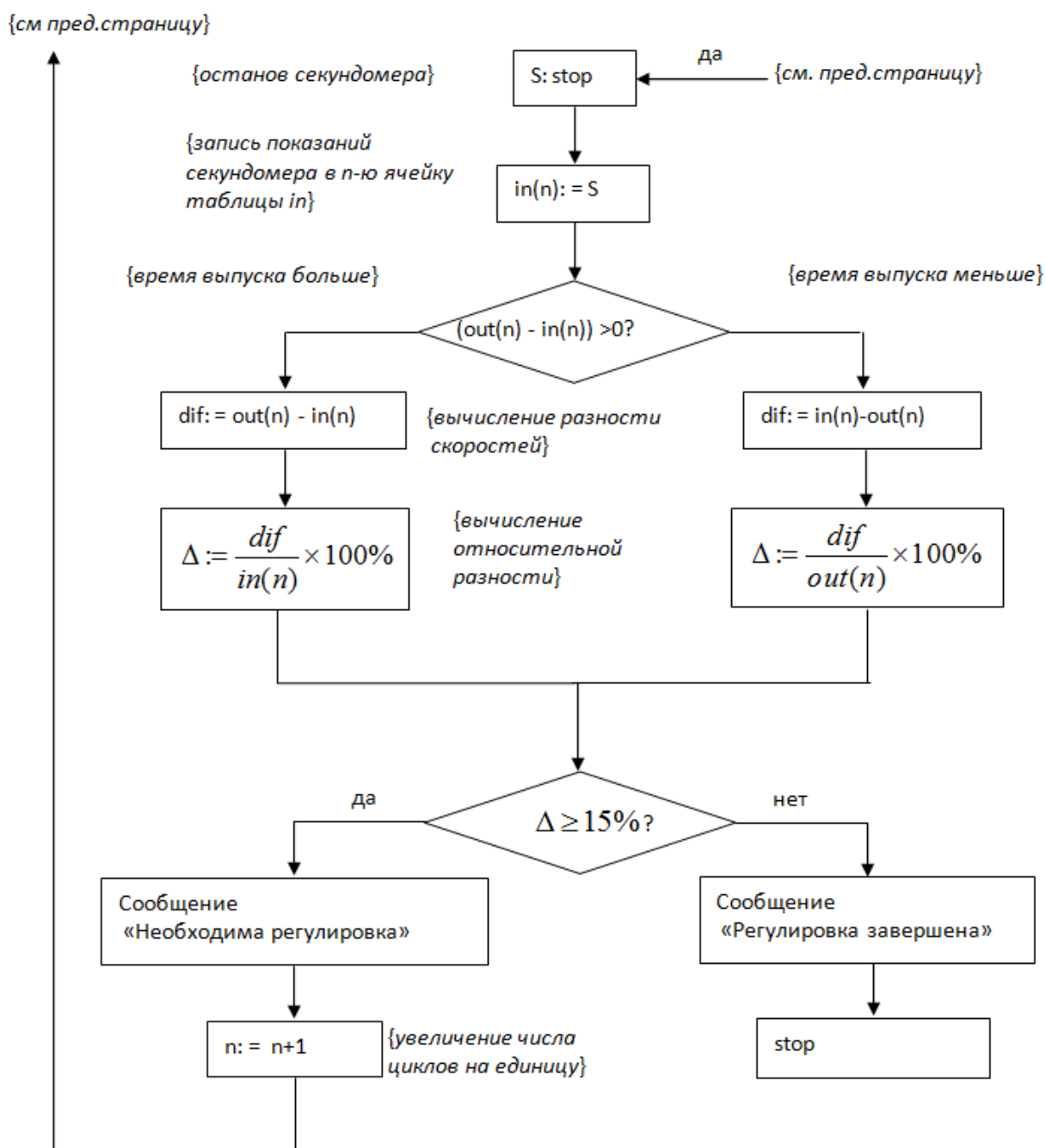


Рисунок 4. Алгоритм работы КУС

6. К2 — состояние конечного выключателя выпущенного положения вала КАУ-30Б (логическая переменная: «1» — выключатель нажат, «2» — выключатель отпущен);

7. dif — Разница между временем выпуска и временем уборки штока КАУ-30Б (натуральные числа);

8. Δ — Относительная разница между временем выпуска и временем уборки штока КАУ-30Б (натуральные числа) — рассчитывается в отношении к минимальному из времён: выпуска или уборки.

В составе алгоритма заданы следующие условные команды:

go — пуск секундомера;

stop — остановка выполнения текущего действия;

error 01 — ошибка выполнения программы, заключающаяся в неверном исходном положении штока КАУ-30Б (в исходном положении шток должен быть убран).

Управление работой стенда и контроль его технического состояния осуществляется с помощью лицевой панели (рисунок 5). Лицевая панель содержит средства измерения, органы управления и контроля, а также область с методическими рекомендациями по выполнению работы.

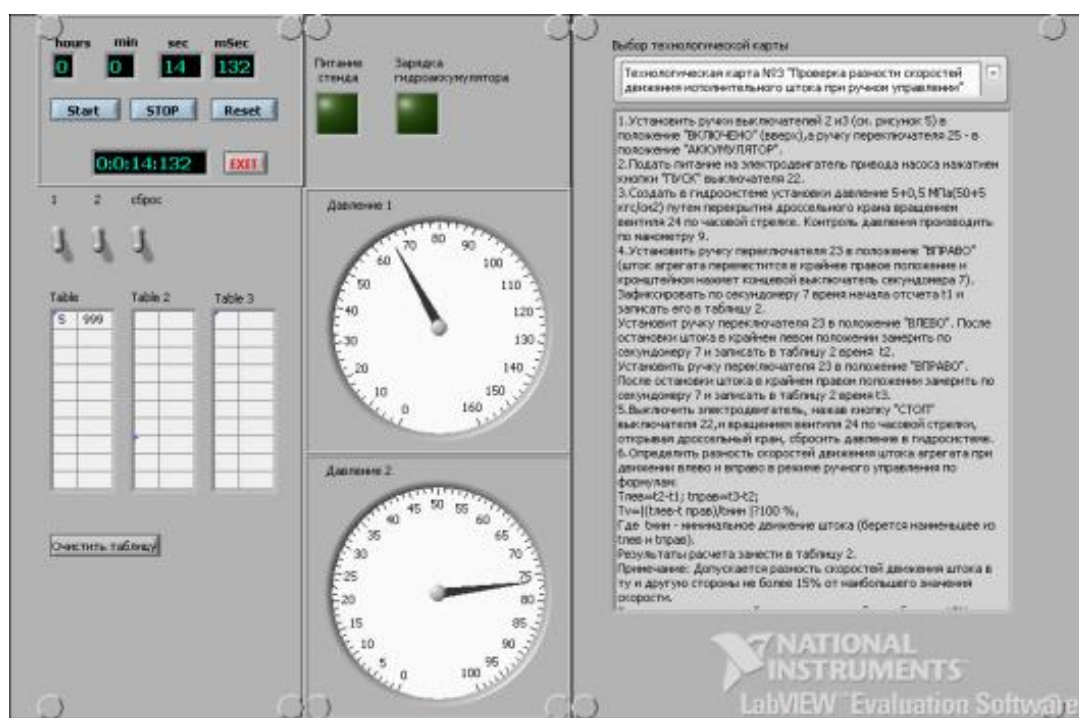


Рисунок 5. Панель управления

Для аварийного отключения стенда имеется управляемый контактор. Управление контактором осуществляется через усилитель (рисунок 1).

Массивы данных out (n) и in (n) имеют следующее распределение элементов на лицевой панели управления (рисунок 6).

Время выпуска	Время уборки
out 1	in 1
out 2	in 2
out 3	in 3
⋮	⋮
out n	in n

Рисунок 6. Распределение элементов в массивах “in” и “out”

Под циклом программы понимается ход штока КАУ-30Б на выпуск и на уборку. По завершению каждого цикла рассчитывается относительная разница между временем выпуска и временем уборки штока Δ . В случае, если Δ больше 15 % выдаётся сообщение о необходимости регулировки исходного положения золотника ручного управления КАУ-30Б. В этом случае цикл программы повторяется. Если Δ меньше 15 % — регулировка не требуется, работа считается завершённой.

Таким образом, разработанная система управления стендом была успешно реализована и исследована в лаборатории ремонта летательных аппаратов и авиационных двигателей СГАУ с помощью средств современных технологий National Instruments [3].

В результате была достигнута возможность обеспечения автоматизированного мониторинга за процессом испытания гидропривода в режиме «реального» времени и предупреждения возникновения его отказа посредством выявления функциональных симптомов.

При выполнении подобных лабораторных работ студенты не только приобретают знания об устройстве и работе гидроусилителя КАУ-30Б, но и знакомятся с современными методами и технологиями сбора и обработки информации.

Список литературы:

1. Виноградова Н.А., Листратов Я.И., Свиридов Е.В. Разработка прикладного программного обеспечения в среде LabVIEW: учебное пособие. М.: Издательство МЭИ, 2005. — 50 с.
2. Евдокимов Ю.К., Линдваль В.Р., Щербаков Г.И. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора: практическое руководство для работы в программной среде LabVIEW. М.: ДМК Пресс, 2007. — 400 с.
3. Гареев А.М., Тимеркеев Р.Г. Автоматизированный измерительный комплекс по контролю чистоты рабочей жидкости // Авиационная промышленность М.:НИАТ — 2009. — № 4. — С. 62—68.

СЕКЦИЯ 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В РЕЗИНОВОЙ КАМЕРЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РУКАВА С ПОМОЩЬЮ ТЕОРИИ СИСТЕМ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Мерзлякова Анна Юрьевна

*студент 4 курса, кафедра «Управление и информатика
в технических системах» БИТТУ (филиал) СГТУ,
РФ, г. Балаково*

E-mail: anna03.06.93@mail.ru

Мефедова Юлия Александровна

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент БИТТУ,
РФ, г. Балаково*

Теория систем с распределенными параметрами предполагает анализ объектов и систем, параметры которых зависят не только от времени, но и от пространственных координат. Поэтому математические модели таких объектов представляют собой, как правило, дифференциальные уравнения в частных производных. В данной работе рассмотрен пример использования данной теории для моделирования напряжений в резиновой камере гидравлическом рукаве. Данные исследования являются начальными. В последствии предполагается исследовать гидравлический рукав высокого давления, состоящий из нескольких слоев резиновой камеры и металлических оплеток, решая при этом контактную задачу.

Рассмотрим гидравлический рукав, используемый в качестве гибкого трубопровода для подачи моторных масел, газов, жидкостей, топлива, консистентных смазок под давлением в агрегатах различных машин и оборудования. В процессе работы рукава его резиновые и металлические слои испытывают механические нагрузки под действием силы давления транспортируемого материала. Смоделируем задачу распределения механического напряжения во внутренней резиновой камере гидравлического рукава.

В качестве моделируемого рукава примем рукав гидравлический с внутренним диаметром 31,2 мм, толщиной внутренней резиновой камеры 1,4 мм и рабочим давлением 20 МПа. Материал камеры — резина плотностью 1200 кг/м³ и с коэффициентом несжимаемости 0,00289 МПа⁻¹. Особенностью моделирования будет являться тот факт, что для постановки краевой задачи берется произвольное уравнение из справочника, позволяющее соблюсти размерность всех входящих величин.

Функция $Q(r,t)$ (Н/м²), описывающая распределение механического напряжения в резиновой камере, определяется уравнением [1, с. 63]:

$$\frac{\partial Q(r,t)}{\partial t} - a^2 \cdot \frac{\partial^2 Q(r,t)}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial Q(r,t)}{\partial t} = 0. \quad (1)$$

Данное уравнение одномерное параболического типа, содержащее первую производную по времени.

Опишем параметр a , входящий в данное уравнение. Для получения требуемой размерности данный параметр может быть рассчитан:

$$a^2 = \frac{S}{\rho_p \cdot d}, \quad (2)$$

где: S — площадь поперечного сечения внутренней камеры, м²;

ρ_p — объемная плотность материала внутренней камеры, кг/м³;

d — коэффициент несжимаемости материала внутренней камеры, Па⁻¹.

Для рукава с внутренним диаметром 31,2 мм и толщиной внутреннего слоя 1,4 мм площадь поперечного сечения внутренней камеры составляет $6,504 \cdot 10^{-3}$ м². Тогда параметр a :

$$a = \sqrt[4]{\frac{6.504 \cdot 10^{-3}}{1200 \cdot 0.00289}} = 0.007 \frac{\text{м}^2}{\text{с}}.$$

Так как механическое напряжение в рукаве в начальный момент времени отсутствует, то имеем нулевые начальные условия:

$$Q_{r,0} = Q_0 = 0. \quad (3)$$

Граничные условия представляются в виде:

- при воздействии на внутреннюю поверхность камеры ($r_0 = 0,156 \text{ м}$):

$$\alpha_1 \frac{\partial Q_{r_0,t}}{\partial r} + \alpha_2 \cdot Q_{r_0,t} = g_1 t, \quad (4)$$

$$\alpha_1^2 + \alpha_2^2 > 0, \alpha_1 \cdot \alpha_2 \leq 0.$$

Примем коэффициенты $\alpha_2 = 1$, $\alpha_1 = 0$, рабочее давление внутри резиновой камеры $20 \cdot 10^6 \text{ Па}$, тогда условие (4) примет вид:

$$Q_{r_0,t} = g_1 t = 20 \cdot 10^6. \quad (5)$$

- при воздействии на внешнюю поверхность камеры ($r_1 = 0,163 \text{ м}$):

$$\beta_1 \frac{\partial Q_{r_1,t}}{\partial r} + \beta_2 \cdot Q_{r_1,t} = g_2 t, \quad (6)$$

$$\beta_1^2 + \beta_2^2 > 0, \beta_1 \cdot \beta_2 \geq 0.$$

Примем $\beta_1 = 1$, $\beta_2 = 0$ и, учитывая, что давление на внешнюю поверхность в идеальном случае равно нулю, получим:

$$Q_{r_1,t} = g_2 t = 0. \quad (7)$$

Для выбранного уравнения параболического типа стандартизирующая функция имеет вид [1, с. 64]:

$$\omega(r, t) = f(r, t) + Q_0 r \delta t - \frac{a^2}{\alpha_2} \delta r_0 - r g_1 t + \frac{a^2}{\beta_2} \delta r_1 - r g_2 t. \quad (8)$$

С учётом принятых начальных (3) и граничных (5), (7) условий стандартизирующая функция (8) принимает вид:

$$\omega(r, t) = -a^2 \cdot \delta 0.156 - r 20 \cdot 10^6. \quad (9)$$

Функция Грина, соответствующая уравнению (1) [1, с. 64]:

$$G(r, \rho, t) = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{r\rho} \sum_{k=1}^{\infty} \varphi_k(r) \varphi_k(\rho) \cdot e^{-a^2 \mu_k^2 t}, \quad (10)$$

$$\varphi_k(r) = \frac{1 + 0.026\mu_k^2 \sin \mu_k r - 0.156 + 0.156\mu_k \cos \mu_k r - 0.156}{0.007 \cdot 0.024\mu_k^2 + 1 \quad 0.026\mu_k^2 + 1 + 0.32 \quad 1 - 0.025\mu_k^2}.$$

где μ_k — расположенные в порядке возрастания положительные корни уравнения:

$$AB - r_0 r_1 \alpha_2 \beta_2 \mu^2 \sin \mu r_1 + r_0 + \mu r_0 \alpha_2 B + r_1 \beta_2 A \cos \mu r_0 - r_1 = 0,$$

$$A = r_0 \alpha_1 + \alpha_2 = 1, B = r_1 \beta_1 + \beta_2 = 1.$$

Преобразуем данное уравнение с учетом вышеуказанных условий:

$$1 - 0.025\mu^2 \sin 0.32\mu + 0.32\mu \cos -0.0065\mu = 0. \quad (11)$$

Решая его графически могут быть найдены первые положительные корни.

Преобразованная функция Грина примет вид:

$$G(r, \rho, t) = \frac{0.16}{r\rho} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1 + 0.026\mu_k^2}{0.007 \cdot 0.024\mu_k^2 + 1 \cdot 0.026\mu_k^2 + 1 + 0.32 \cdot 1 - 0.025\mu_k^2} \times \sin \mu_k r - 0.156 + 0.156\mu_k \cos \mu_k r - 0.156 \sin \mu_k \rho - 0.156 + 0.156\mu_k \cos \mu_k \rho - 0.156 \times e^{-a^2\mu_k^2 t}.$$

Идентификация исходного уравнения позволяет перейти к расчету распределенной выходной величины, являющейся функцией как пространственной, так и временной координаты и рассчитываемой как пространственно-временная композиция от произведения функции Грина и стандартизирующей функции:

$$Q(r, t) = \int_{r_0}^{r_1} \int_{t_0}^{t_1} G(r, \rho, t) \cdot \omega(\rho, \tau) d\rho d\tau. \quad (12)$$

Решение двойного интеграла (12) имеет вид:

$$Q(r, t) = \frac{-457a^2 \cdot 10^6}{r} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1 + 0.026\mu_k^2}{0.024\mu_k^2 + 1 \cdot 0.026\mu_k^2 + 1 + 0.32 \cdot 1 - 0.025\mu_k^2} \times \sin \mu_k r - 0.156 + 0.156\mu_k \cos \mu_k r - 0.156 \cdot 0.156\mu_k \cdot e^{-a^2\mu_k^2 t}.$$

Ограничив до пяти количество корней уравнения (11) получим, что последнее выражение для расчета выходной распределенной величины при $a = 0,007 \text{ м}^2/\text{с}$ примет вид:

$$Q(r, t) = \frac{156.8}{r} \cdot 4.05 \sin 21.7 r - 0.156 + 3.39 \cos 21.7 r - 0.156 \cdot e^{-0.023a^2 t} + 3.9 \sin 27.8 r - 0.156 + 4.3 \cos 27.8 r - 0.156 \cdot e^{-0.04a^2 t} + 3.9 \sin 40.6 r - 0.156 + 6.3 \cos 40.6 r - 0.156 \cdot e^{-0.08a^2 t} + 4.23 \cdot \sin 48.6 \cdot r - 0.156 + 7.59 \cos 48.6 r - 0.156 \cdot e^{-0.17a^2 t} + 4.762 \cdot \sin 59.8 r - 0.156 + 9.33 \cos 59.8 r - 0.156 \cdot e^{-0.18a^2 t}.$$

Как видно из последнего выражения выходная распределенная величина является функцией двух аргументов: пространственной координаты r и временной координаты t . Построим график этой функции при фиксированном времени t при помощи программы MathCAD (рисунок 1, 2).

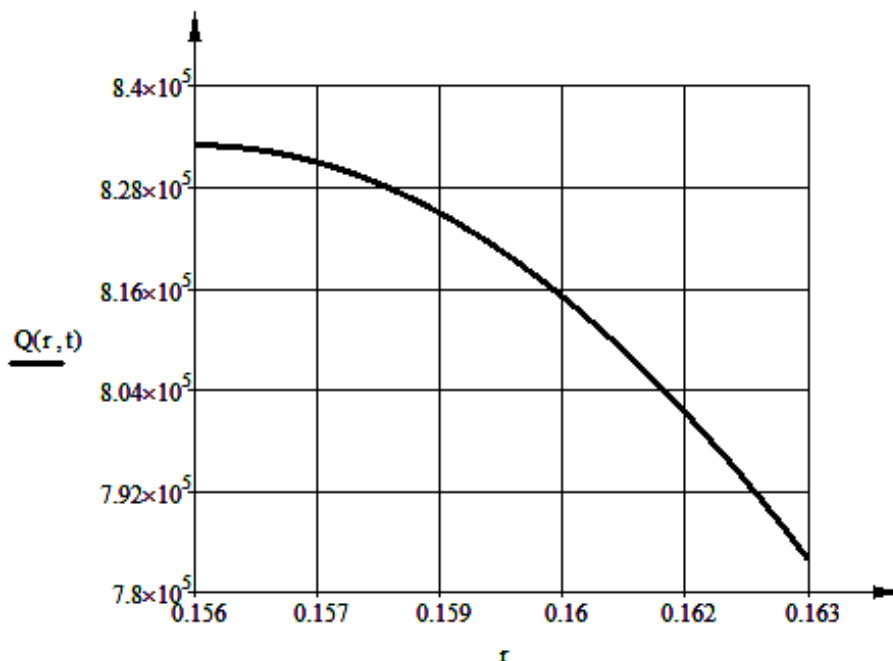


Рисунок 1. График выходной величины $Q(r, t)$ при $t = 1$ с

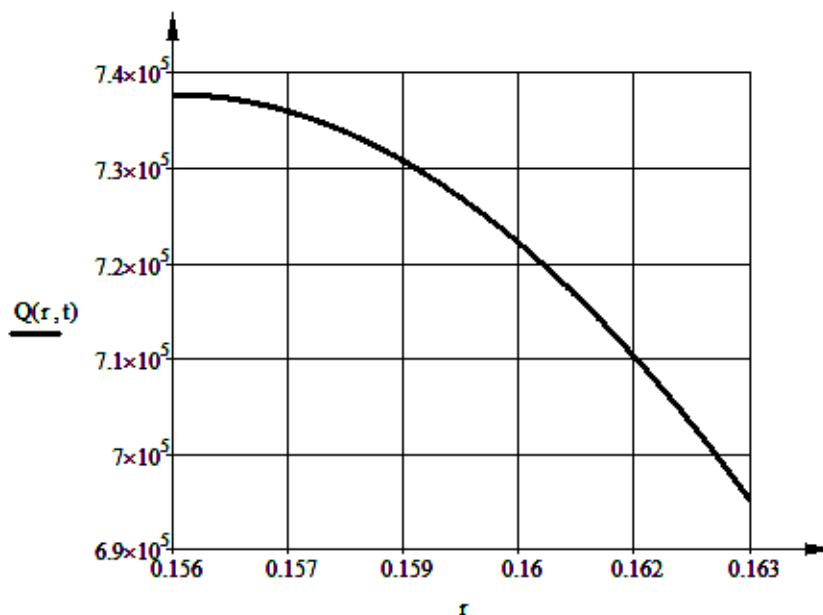


Рисунок 2. График выходной величины $Q(r, t)$ при $t = 2$ с

На полученных графиках наблюдаем монотонно убывающую в пределах от внутреннего (0,155 м) до внешнего (0,163 м) радиуса резиновой камеры

выходную распределенную величину $Q(r,t)$. В дальнейшем планируется исследовать многослойную конструкцию рукава: внутренняя резиновая камера, металлическая оплетка, внешняя резиновая камера. Для этого необходимо решить систему из трех дифференциальных уравнения в частных производных.

Список литературы:

1. Бутковский А.Г. Характеристики систем с распределенными параметрами. М.: Наука, 1979. — 224 с.

СЕКЦИЯ 5. НАНОТЕХНОЛОГИИ

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА, РАЗРАБОТАННОГО НА ОСНОВЕ СТРОЕНИЯ ЛАП ЯЩЕРИЦЫ ГЕККОН

Батыров Данияр Шардарбекулы

*студент 4 курса, департамент Химической Инженерии, Школа Инженерии НУ,
Республика Казахстан г. Астана
E-mail: dbatyrov@nu.edu.kz*

Нариман Олжас

*студент 4 курса, департамент Механической Инженерии,
Школа Инженерии НУ,
Республика Казахстан г. Астана
E-mail: onariman@nu.edu.kz*

Муханов Нуржан Кайратович

*студент 4 курса, департамент Механической Инженерии,
Школа Инженерии НУ,
Республика Казахстан г. Астана
E-mail: ntukhanov@nu.edu.kz*

Сай Чеонг Фок (Sai Cheong Fok)

*научный руководитель, PhD, Школа Инженерии НУ,
Республика Казахстан, г. Астана*

Кожа ящерицы геккон одна из самых загадочных и интересных творений природы. Гекконы способны, без каких либо трудностей, карабкаться по отвесной стене и разным поверхностям, не используя при этом никаких клейких веществ. Главный секрет заключается в особенности строения лапы ящерицы. Технологии, основанные на данном строении, могут быть внедрены в разные сферы, начиная от повседневной жизни и заканчивая космонавтикой. В статье будут приведены принцип действия, структура и сферы применения материала основанный на липучих свойствах геккона.

С момента обнаружения липучих свойств у ящериц, существовало несколько научных гипотез о принципе работы данного механизма. Одними из первых были:

- выделение специальных желез
- сила трения
- принцип воздушной присоски
- электростатическое притяжение.

Но, все перечисленные предположения со временем были экспериментально опровергнуты. В итоге, с появлением электронных микроскопов ученые выяснили истинный механизм цепкости конечностей ящериц. Применяя увеличивающие приборы, было открыто, что пальцы лап данных видов ящериц состоят из огромного количества лопатчатых волосков, закрепленных вершинами в основание кожи. Более поздние открытия раскрыли концепцию липучести волосков через силы Ван-дер-Ваальса, принцип чего мы разберем в следующем параграфе [4]. Итак, липучесть лапок этих пресмыкающихся определяется не химическим, а механическим процессом. Ван-дер-Ваальсовы силы межмолекулярного взаимодействия и являются причиной этого особенного природного явления. Используя метод Ван-дер-Ваальса, мы понимаем, что клейкость конечностей ящериц зависит напрямую от размеров и формы волоска щетины. Имея модель этого щетинистого покрова и измеряя силу, приложенную к ней во время ее действия на поверхности, можно определить размеры и форму каждого волокна данного материала.

Рассматривая теоретический аспект, силы Ван-дер-Ваальса это силы притяжения между электрически нейтральными молекулами [7]. Ван-дер-Ваальсовы силы образуются, когда электронно-богатая часть молекулы притягивается электронно-недостаточной областью другой молекулы. И эта сила многократно увеличивается из-за специфики волосной поверхности липучего материала. Одна такая фибра сопоставима с десятой частью человеческого волоса [6]. Следовательно, наличие более плотной поверхности и определяет силу цепкости покрова.

Также, следует отметить особенность движения этих пресмыкающихся. При проведении серии экспериментов было выведено, что при подведении липучего материала перпендикулярно к поверхности объекта свойство практически отсутствует, так как требует нанесения под углом или вдоль поверхности. Вдобавок, лапки таких ящериц производят процесс самоочищения в случае попадания на них мелких частиц. В ходе лабораторных работ группа ученых нанесла сферические частицы радиусом 2,5 микрометра, в результате чего эффективность липучих свойств понизилась примерно в 11 раз [1]. Несмотря на это, продолжив эксперименты, ученым удалось увеличить эффективность прилипания загрязненного материала за счет повторения действия. Таким образом, за 8 повторений приложения модели к поверхности объекта липучие свойства удалось увеличить в 5 раз. Объясняется это снова силами Ван-дер-Ваальса, так как силы межмолекулярной связи между волокном и сферической частицей заметно меньше данного притяжения частицы с поверхностью объекта. В результате, с каждым прикосновением модели липучего материала все больше 'загрязняющих' частиц оставалось на объекте, освобождая поверхность щетинистого материала для более эффективного сцепления.

На сегодняшний день один из самых последних способов получения материала аналогичного по свойствам лап геккона это углеродные нанотрубки. Структура углеродных нанотрубок, наносимых на эластичную ленту (гекконовская ленты), может выдерживать силу в 36 ньютон [9]. Поперечная сила, в таких трубках, в четыре раза больше по сравнению с силой в волосках на лапах настоящего геккона, и в десять раз больше, по сравнению с силой в полимерных трубках [9]. Также углеродные нанотрубки показывают аналогичные результаты, как на гидрофобных, так и на гидрофильных поверхностях [9]. Полимерные нанотрубки были разработаны профессором Пуликелем Н. Аджаяном, специалистом по материаловедению и нанотехнологиям из университета Райс, а также профессором Али Дайножволой, специалистом в сфере полимеров из университета Акрон [5].

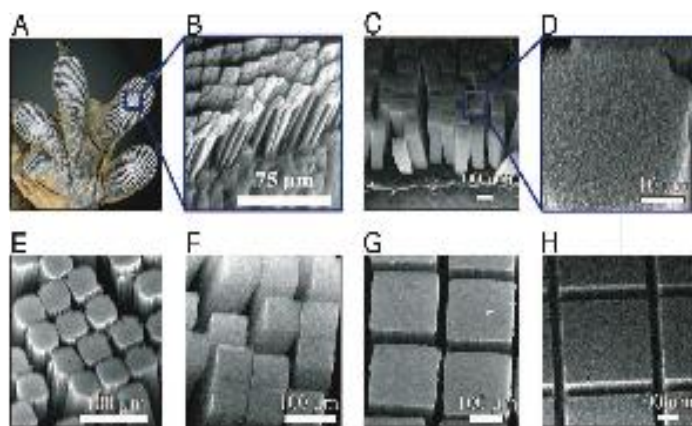


Рисунок 1. Увеличенные изображения лапы геккона и углеродных нанотрубок [9]

На рисунке 1 (А и В) изображены лапа геккона в реальном масштабе, и увеличенная до 75 нанометров, при этом диаметр каждого волоска на лапе — 25 мкм. Рисунок 1 (Е-Н) показывает прототип искусственной лапы геккона, сделанной из углеродных нанотрубок, имеющих ширину от 50 до 500 мкм [9]. Одной из главных причин выбора углеродных нанотрубок являются результаты микроскопии атомных сил, которые проиллюстрировали, что углерод имеет чрезвычайно хорошие механические свойства, а также сильное сцепление на нано уровне [9].

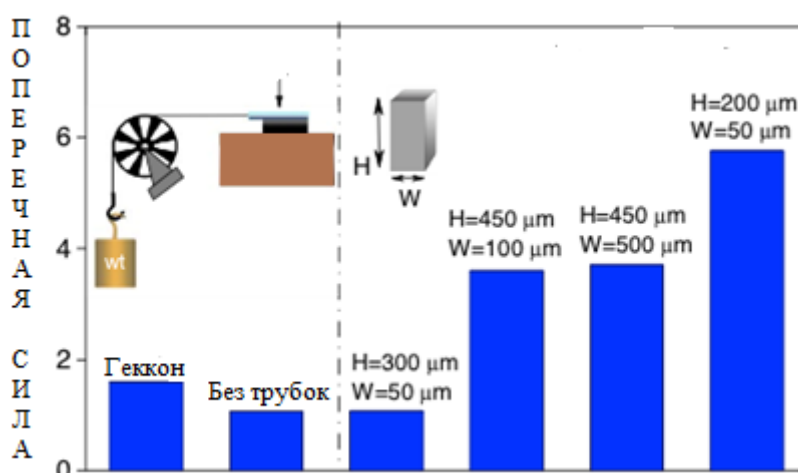


Рисунок 2. Измерения силы сдвига с использованием ленты геккона различных размеров [9]

На рисунке 2 видно, что поверхность без узора имеет наименьшую измеренную поперечную силу, а также что лапа геккона, площадью $0,16 \text{ см}^2$, имеет силу сдвига в 1,9 Ньютон [9]. Самые слабые показатели имеет лента геккона с высотой — 300 мкм, и шириной — 50 мкм. Данные показатели аналогичны показателям неструктурированной ленты геккона. Лучшие показатели были выявлены у ленты геккона высотой — 200 мкм, и шириной — 50 мкм. Таким образом, согласно исследованиям, структурированная лента геккона с такими параметрами имеет в пять раз лучшие результаты, чем настоящая лапа геккона.

Еще одним преимуществом использования синтетической ленты геккона является свойство самоочищения, что также характерно для обычной лапы геккона. Этот материал самоочищается за счет незначительных колебаний [9]. Другой способ очистки синтетической ленты геккона назван в честь эффекта лотоса. Суть очистки заключается в том, что гидрофобный материал не впитывает влагу, так что капли воды, попадая на поверхность материала, собирают частицы пыли и смывают их [9].

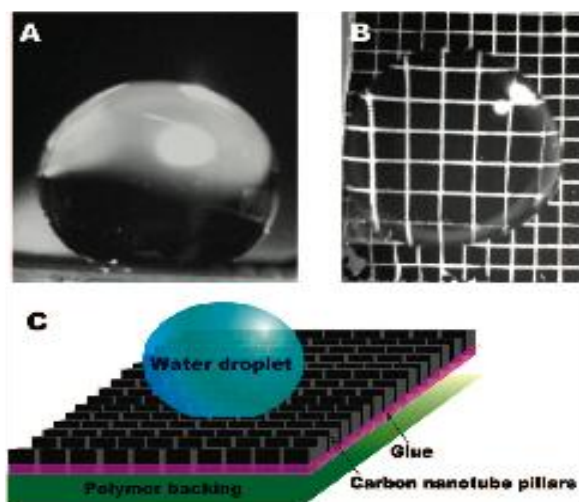


Рисунок 3. Иллюстрация поведения капли на коже геккона [9]

Также синтетическая лента геккона имеет преимущество перед вязкоупругими лентами, которые показаны на рисунке 4. Преимущество заключается в том, что напряжение сдвига не зависит от времени и имеет

постоянное значение. Тем не менее, вязкоупругие ленты имеют лучший фактор напряжения сдвига в начале, который затем экспоненциально убывает вместе с увеличением времени [9].

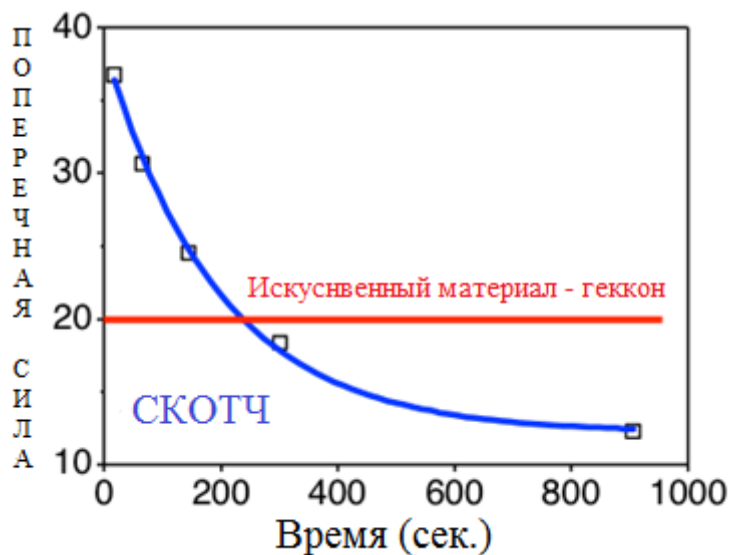


Рисунок 4. Сравнение эластичной ленты и Синтетической гекко ленты [9]

Длительные исследования показали, что углеродные нанотрубки показывают более выдающиеся результаты, по сравнению с материалами других типов. Основным преимуществом углеродных нанотрубок является то, что они могут выдерживать более высокие температуры, чем трубки, сделанные из пластика. Это расширяет возможности использования материала в различных ситуациях [9]. Однако, согласно Маножу Чаудхури, профессору химической инженерии университета Лехай, недостатком прототипа кожи геккона является то, что на практике она отличается негибкостью. Группа из университета Акрона и Политехнического института Ренсселера сумела найти оптимальное число трубок, которое устанавливает баланс между слишком большим и маленьким количеством трубок. Результаты их исследования могут помочь избежать построения слишком жестких и слишком слабых структур, сообщает Chaudhury [9]. Результаты исследования также расширяют масштабы сферы применения данной технологии.

Способность материала Гекскин крепится к вертикальным и гладким поверхностям делает его полезным атрибутом в разных сферах повседневной жизни. Полезные свойства, такие как многократное использование, прочность, высокая адаптивность и легкость в использовании, позитивно повлияют на внедрение Гекскин в такие сферы жизни как наука, медицина, быт и т. д. Несмотря на то, что материал Гекскин находится на стадии изучения и не используется повсеместно, инновации связанные с использованием материала дают возможность облегчить и улучшить качество жизни.

Для того чтобы продемонстрировать как Гекскин может быть использован в повседневной жизни, ученые из Массачусетского Университета, во главе Альфреда Кросби, провели эксперимент, который подразумевает подвешивание 42-х дюймового, 18-ти килограммового телевизора к стене с помощью Гекскин. Результаты эксперимента показали поразительные способности материала выдерживать тяжелые предметы. Более того, предмет был легко отделен от поверхности и не оставил следов [8].

Аэронавтика и космонавтика — сферы, где лента Гекскин имело бы широкое применение [2]. Путем использования ленты на подошве и других частях космического скафандра, космонавты способны ходить по твердой поверхности в космическом пространстве, что в свою очередь позволит исключить сложную систему жгутов и трубок. Например, космический скафандр российского производства Орлан-М, ориентированный на выходы в открытый космос, имеет массу 112 килограмм, которые включают аппарат обеспечения жизнедеятельности длительностью до 7 часов [3]. Таким образом, при исключении тяжелых частей скафандра, таких как система жгутов, появляется возможность для облегчения костюма в целом и увеличением пространства для дополнительных установок. Вышеуказанные изменения способны улучшить мобильность и подвижность скафандра и плодотворно повлиять на изучение космического пространства в целом.

Вышеупомянутые примеры использования материала Гекскин показывают ширину его применения. При дальнейшем исследовании, Гекскин, путем

модификации ныне существующих технологий, способен сыграть значимую роль в таких сферах как медицина, пожарная безопасность, спорт и военное дело.

Список литературы:

1. Америкен Сайентист. Как прикрепляются пальцы Геккона (ящерицы), 2006 г. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: www.americanscientist.org (дата обращения 15.12.2012).
2. Гекко Лента. Стэндфордский Университет. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.stanford.edu/group/mota/education/Physics%2087N%20Final%20Projects/Group%20Gamma/gecko.htm> (дата обращения 15.12.2012).
3. Орлан-МК. RuSpace, 2009 г. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://suzymchale.com/ruspace/orlanmk.html> (дата обращения 15.12.2012).
4. Отем К., Лианг И., Хслех Т., Зещ В., Чан П.В., Кенни Т.В., Феаринг Р., и Фулл Р.Д. Сила липучести одного ножного волоска Геккона (ящерицы). 2000 г. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: www.nature.com (дата обращения 15.12.2012).
5. Престон К. Выравнивание Карбоновых Нанотрубок-Полимерных Материалов, Системы и Методы. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: www.uakron.edu/research (дата обращения 18.11.2012).
6. Сото Д., Хилл Д., Парнесс А., Эспарза Н., Куткоски М. и Кенни Т., 2010. Эффект формы фибр на свойства липучести. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: www.apl.aip.org (дата обращения 15.12.2012).
7. Фростбургский Государственный Университет. Что такое силы Ван-дер-Ваальса? 1999 г. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: www.Antoine.frostburg.edu (дата обращения 15.12.2012).
8. Ceurstemont S. Gecko-like tape holds up 42-inch TV. 2012 г. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.newscientist.com/blogs/nstv/2012/02/gecko-like-tape-holds-up-42-inch-tv.html> (дата обращения 15.12.2012).
9. Sethi S.; Ge L.; Ci L.; Ajayan P.M.; Dhinojwala, A. Nano Lett. — 2008, — № 8, — P. 822—855.

СЕКЦИЯ 6.

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

Гнатовская Дарья Алексеевна

*студент 3-го курса факультета технологии вина, консервированных
продуктов и товароведения, кафедры технологии вина и энологии
Одесской национальной академии пищевых технологий,
Украина, г. Одесса
E-mail: rasmusua@mail.ru*

Мельник Ирина Васильевна

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии вина
и экологии Одесской национальной академии пищевых технологий,
Украина, г. Одесса*

Вода — это основа любого пива. Именно поэтому органолептические, физико-химические и микробиологические показатели воды строго регламентируются, так как качество даже самой дорогой марки пива зависит не только от технологии производства, но и от качества сырья.

Обычно местная вода непригодна для варки пива, так как содержит в себе избыток известковой соли. Помимо этого, содержащиеся в ней минеральные вещества делают ее слишком жесткой.

Производителям необходимо дополнительно умягчать и очищать воду. И, хотя, установка системы фильтров стоит недешево, но подобные меры быстро окупаются: мягкая вода во время варки отлично абсорбирует белок из солода и ароматические вещества из хмеля, в результате чего вкус пива получается насыщенным и сбалансированным.

Безусловно, если есть возможность использовать воду из артезианской скважины или построить пивоварню рядом с источником, то необходимость установки дополнительных элементов линии отпадает сама собой.

Любая питьевая вода, которая поступает на производство пива, должна пройти очистку и обеззараживание. После этого проводятся необходимые анализы, а также органолептическая оценка качества.

В первую очередь, нужно обратить внимание на кислотность, щелочность и жесткость. От кислотности зависит не только скорость приготовления затора, но и длительность процесса брожения. Щелочность показывает содержание в воде бикарбонатов и карбонатов, которые влияют непосредственно на кислотосодержание затора и готового сусла. Жесткость воды указывает на наличие солей металлов [5].

Вода всегда содержит в себе соли в растворенном виде. Так как степень разбавления достаточно велика, то следует говорить об ионах солей, так как они диссоциируются на ионы. Некоторые из них влияют на качество затирания солода, вступая в реакции с веществами, которые в нем содержатся, а некоторые остаются в неизменном виде. Иными словами, химически активные ионы влияют на качество готового пива, изменяя его кислотность, а химически неактивные отличаются только своей индифферентностью по отношению к компонентам соложенного сырья. К примеру, содержание в воде нитратных ионов концентрацией не менее 20 мг/дм³ при наличии в сусле нитратредуцирующих микроорганизмов, способно значительно тормозить процесс брожения [7].

От величины рН, в первую очередь, зависит работа ферментов, а также экстракция с хмеля горьких веществ и развитие микрофлоры сусла. Смещение при этом может проходить как в кислотную, так и в щелочную стороны. Для производства пива лучше, чтобы сдвиг рН происходил в кислую область [1].

Жесткость воды обусловлена наличием растворенных в ней солей магния и кальция. По степени жесткости воду классифицируют следующим образом (таблица 1):

Классификация воды по жесткости

Характеристика жесткости	Щелочноземельные ионы	
	мг-экв./дм ³	ммоль
Очень мягкая	0—1,44	0—0,7
Мягкая	1,45—2,88	0,7—1,5
Средней жесткости	2,89—4,32	1,5—2,2
Достаточно жесткая	4,33—6,48	2,2—3,2
Жесткая	6,49—10,8	3,2—5,3
Очень жесткая	Больше 10,8	Больше 5,3

Ионы, которые повышают жесткость, негативно влияют на ход всего технологического процесса.

Для того чтобы сделать воду более мягкой и пригодной для использования в пивоварении, предварительно она проходит несколько стадий очистки. Рекомендуется использовать систему фильтров, состоящую хотя бы из 5 секций:

1. Грубая очистка. Проводится на грубых фильтрах с целью очистки воды от грубых механических включений и различных загрязнений органического характера (камни, почва, растения и т. д.);

2. Обезжелезивание. С помощью сорбционных фильтров удаляются ионы железа. Эффективность — 92—94 %.

3. Умягчение. Один из важнейших этапов очистки воды, которая идет на производство пива. Для снижения жесткости используют специальные установки непрерывного действия, которые способны удалить катионы магния, кальция и натрия.

4. Тонкая очистка. Проводится для очистки воды от мелких примесей с помощью фильтров с отверстиями не больше 5 микрон.

5. Обеззараживание. Завершающая стадия, цель которой — сделать воду безопасной для употребления, уничтожив патогенную микрофлору [3].

Проведение опыта. Для исследований было выбрано два образца воды. Первый образец используется рестораном-пивоварней «Люстдорф», второй — рестораном-пивоварней «Богемский». Во время проведения комплексного

анализа была дана органолептическая и физико-химическая оценка для проведения сравнения качества двух марок пива с целью улучшения в дальнейшем их технологических показателей качества. То есть, на основе полученных данных будет возможна реорганизация линии очистки воды.

В воде, предназначенной для технологических целей, определяют такие показатели (таблица 2).

Таблица 2.

Определение органолептических и физико-химических показателей воды

Показатель	Метод определения
1	2
Прозрачность	Цилиндр ставят на напечатанный текст. В него наливают воду до тех пор, пока буквы будет невозможно различить. После этого жидкость доливают и медленно начинают спускать до возврата четкости букв. Оценивают по шкале.
Цвет	Колориметрический метод.
Взвешенные частицы	Определение количества взвешенных веществ по разности веса до сушильного шкафа, и после него.
Вкус и запах	Органолептически.
Кислотность и щелочность	Индикаторный анализ с использованием фенолфталеина и метилового оранжевого.
Жесткость	Методом титрования.
Содержание железа	Использование таких реактивов, как роданистый калий или роданистый аммоний.

Проведение исследований. Органолептическая оценка воды двух пивоварен показала, что вода полностью соответствует нормативам, то есть она не имеет вкуса и запаха, прозрачна, цветность находится в пределах нормы (не больше 2-х баллов) [4].

Что касается физико-химических показателей, то они значительно отличаются друг от друга [8]. Чтобы наглядно продемонстрировать комплексную оценку воды, полученные данные приведены в таблице 3.

Таблица 3.

**Сравнение физико-химических показателей качества ресторанов
«Люстдорф» и «Богемский» с нормами, предъявленными
для питьевой воды для производства пива**

Показатели \ Место отбора	«Люстдорф»	«Богемский»	Нормы питьевой воды [2]
1	2	3	4
pH	6,7	6,73	6,5—8,5
Сухой остаток, мг/см ³	379	593	≤ 1000
G, См	0,56	0,58	Не определяется
Общая жесткость, моль/дм ³	0,11	4,4	≤ 7
Ca ²⁺ , мг/дм ³	0,45	46,5	≤ 130
Mg ²⁺ , мг/дм ³	1,08	25,5	≤ 80
Na ⁺ , мкг/ дм ³	900	200	≤ 200
K ⁺ , мкг/ дм ³	8	15	Не определяется
Общая щелочность, моль/ дм ³	2,95	2,175	≤ 6,5
Cl ⁻ , мг/ дм ³	44,4	81,7	≤ 250
SO ₄ ⁻ , мг/ дм ³	36,4	67,8	≤ 250

Проведя анализ полученных результатов, можно сделать **выводы**, что:

- В воде, как первой, так и второй пивоварен, наблюдается повышенный уровень катионов натрия, что повышает жесткость воды. Но, даже несмотря на превышение нормы в 3—4 раза, как это наблюдается на примере «Люстдорф», ионы натрия несущественно влияют на технологический процесс.

- Водоподготовку обеих ресторанов-пивоварен можно считать отличной, так как остальные показатели находятся в пределах нормы, и даже, в некоторых случаях, доходят до минимума.

Исходя из этого, рекомендуется дополнить систему очистки еще одной установкой ионообменной очистки воды. Принцип действия у них такой же, как и у фильтров, только вместо фильтровального материала в них используются зерна ионитов. Они меняют ионный состав воды, непосредственно влияя на жесткость и pH. Такой метод очистки, в значительной мере, отличается от осаждения, так как удаляемые примеси не образуют осадка. Кроме того, нет необходимости непрерывного дозирования реагирующего вещества [6].

Список литературы:

1. Веселов И.Я., Чукмасова М.А. Технология пива. М.: Пищепромиздат, 1963. Изд-е 2-е, доп. и перераб. — 452 с.
2. ГОСТ 2874-82 Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством.
3. ГОСТ 4151-72 Вода питьевая. Метод определения общей жесткости.
4. ДСТУ 3888-99. Пиво. Общие технические условия.
5. Домарецкий В.А. Технология солода и пива: Учебник. Киев: «Фирма «ИНКОС», 2004. — С. 19—24.
6. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива: пер. с нем. Спб., Изд-во «Профессия», 2001. — 912 с., ил.
7. Понимание свойств воды для пивоварения. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://beersfan.ru/o-pive/pivomanija/novosti/ponimanie-svoistv-vody-dlja-pivovarenija.html> (дата обращения 10.08.2014).
8. Мелетьев А.Є. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв / А.Є. Мелетьев, С.Р. Тодосійчук, В.М. Кошова. Вінниця: «Нова книга», 2007. — 392 с.

СЕКЦИЯ 7. ТЕХНОЛОГИИ

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СЕПАРИРОВАНИЯ НЕФТИ

Чуйкин Егор Петрович

*студент 3 курса, кафедра электротехники и электрических машин КубГТУ,
РФ, г. Краснодар
E-mail: egor-1994@bk.ru*

Копелевич Леф Ефимович

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент КубГТУ,
РФ, г. Краснодар*

Сепарирование нефти необходимо для очистки сырой нефти от различных примесей. Нефтегазовые сепараторы служат для получения нефтяного газа, используемого, как ценное сырье; уменьшения перемешивания нефтегазоводяного потока, снижения гидравлических сопротивлений в трубопроводах; разложения и отделения от нефти образовавшейся пены; предварительного отделения воды от нефти. Полученный продукт используют в качестве топлива, а отходы в виде масел и других полезных веществ [3].

Приведем классическую схему сепарирования нефти (рис. 1). Для процесса сепарации необходима определенная температура продукта (нефти).

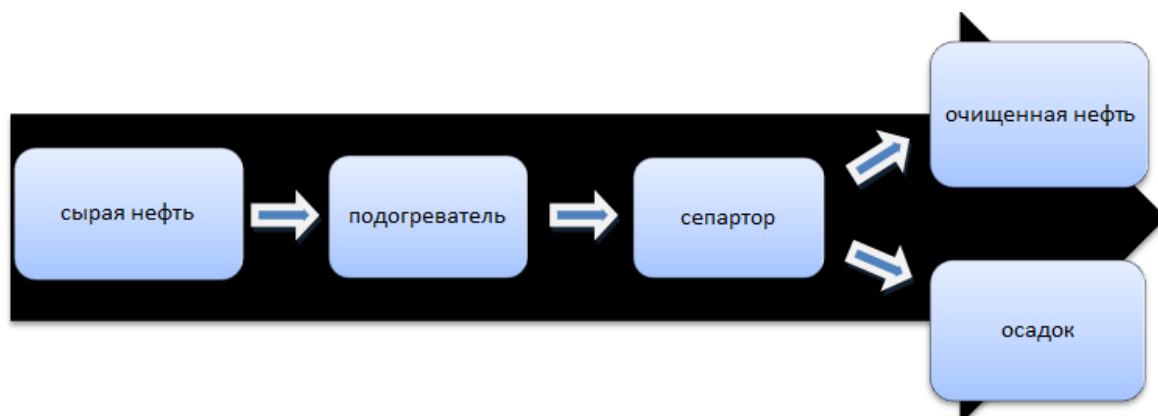


Рисунок 1. Классическая схема сепарирования

На рисунке 2 показана упрощенная схема сепаратора, где 1 и 3 — подшипники, 2 — ось, 5 — редуктор, 6 — электродвигатель, 7 — трубопровод выхода осадка, 8 — барабан, 9 — кожух.

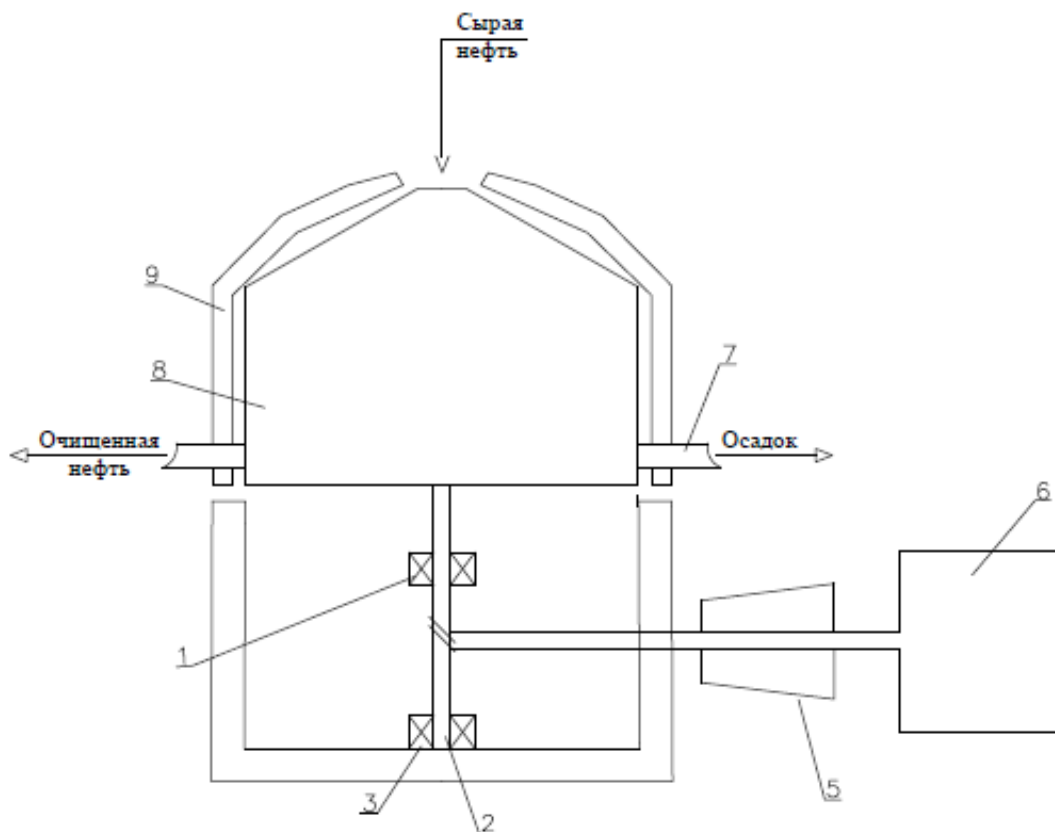


Рисунок 2. Кинематическая схема классического сепаратора

Для уменьшения энергопотребления предлагается использовать сепаратор совмещенной конструкции (рис. 5), когда цепочку: статор асинхронного двигателя (А-Д), ротор А-Д, редуктор, вал, барабан, — заменяют на кинематическую цепочку: статор А-Д, ось вращения барабана. Барабан в такой конструкции выполняет две функции: 1) устройство, где осуществляется процесс сепарирования; 2) барабан-массивный ротор А-Д. При упрощении кинематической схемы появляется возможность использовать потери в статоре на нагрев продукта сепарирования и в роторе-барабане [4, 6].

На рисунке 3 показана схема совмещенной конструкции сепаратора, где 1 и 3 — подшипники, 2 — ось, 4 — магнитопровод статор, 5 — редуктор,

6 — электродвигатель, 7 — трубопровод выхода осадка, 8 — барабан, 9 — кожух, 10 — обмотка статора, 11 — трубопровод [1—2].

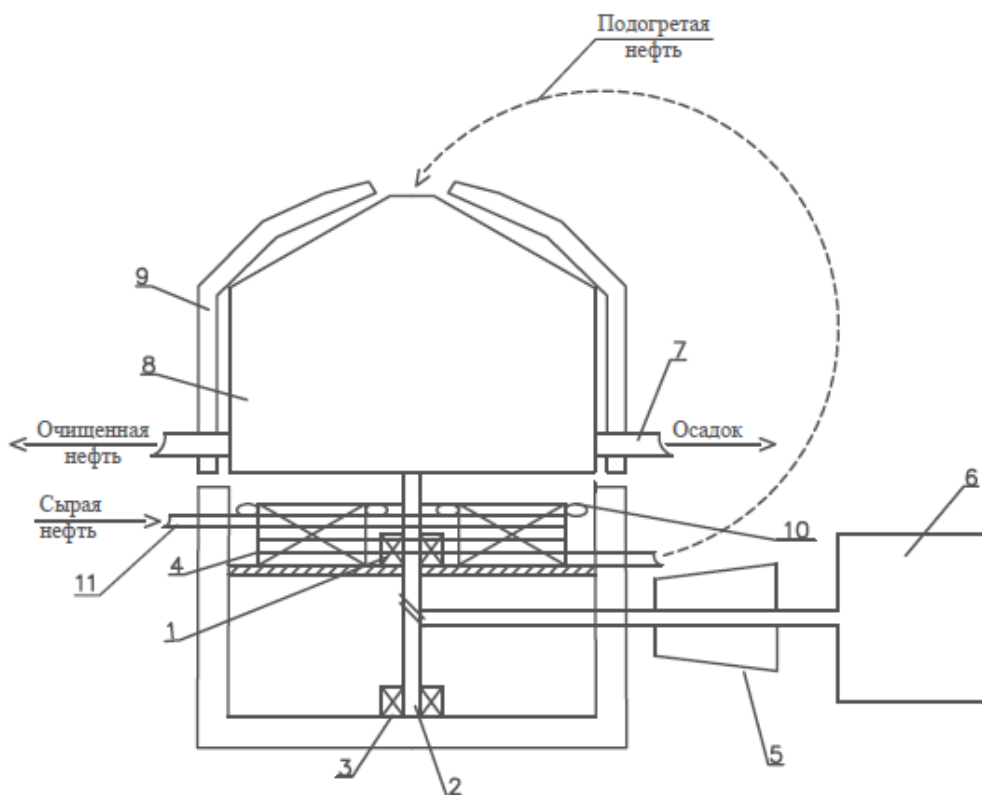


Рисунок 3. Упрощенная схема совмещенной конструкции сепаратора

Цель работы:

Сократить электропотребление при сепарации.

Сырая нефть подогревается в подогревателе до температуры ниже температуры сепарирования, после чего проходит через трубопровод (11), который намотан вокруг статора (4), где за счет тепловыделения, в обмотке статора (10) и магнитопроводе статора (4), подогревается. Из трубопровода подогретый продукт попадает в барабан, где происходит дополнительный подогрев нефти, и процесс разделения исходного продукта на очищенную нефть и осадок. Таким образом, подогреватель затрачивает меньше энергии на подогрев исходной нефти, чем при классической схеме [5].

Для определения эффективности новой конструкции необходимо определить количество электроэнергии, затраченной на сепарирование

классическим способом, и количество электроэнергии, затраченное на сепарирование через совмещенную конструкцию.

Таблица 1.

Расчеты классического сепаратора

Название	Обозначение	Тип сепаратора			размерность
		СЛ-1	СЛ-3	СЛ-5	
Удельная теплоемкость нефти	C_n	0,50	0,50	0,50	ккал/(кг *°С)
масса нефти проходящей через сепаратор за 1 час	m_n	2 001,65	4 697,75	10 212,50	кг
Производительность сепаратора	Q	2,45	5,75	12,50	м³/ч
Номинальная мощность двигателя	$P_{дв}$	2,20	5,50	15,00	кВт
КПД двигателя	$\eta_{двиг}$	0,89	0,90	0,91	
Потребляемая мощность двигателем	$P_{1двиг}$	2,47	6,11	16,48	кВт
Начальная температура нефти	$t_{нач}$	9,00	9,00	9,00	°С
Температура сепарирования нефти	$t_{сеп}$	65,00	65,00	65,00	°С
Энергия идущая на подогрев нефти	$W_{сеп}$	65 013,59	152 582,92	331 702,00	Вт*ч
Потребляемая энергия двигателем сепаратора	$W_{1дв}$	2,47	6,11	16,48	кВт*ч
Потребляемая энергия установкой сепаратора	$\Delta W_{потр}$	70,91	166,72	365,64	кВт*ч
Тариф электроэнергии	T	3,62	3,62	3,62	руб\кВт*ч
Затраты на сепарирование		256,68	603,54	1323,63	руб.

Для того чтобы уменьшить затраты электроэнергии при сепарировании, предлагаем заменить классический сепаратор на усовершенствованную конструкцию. Применение этой конструкции предполагает уменьшение затрат электроэнергии на нагревание нефти теплообменником, и дополнительный подогрев нефти благодаря тепловыделению статора и ротора.

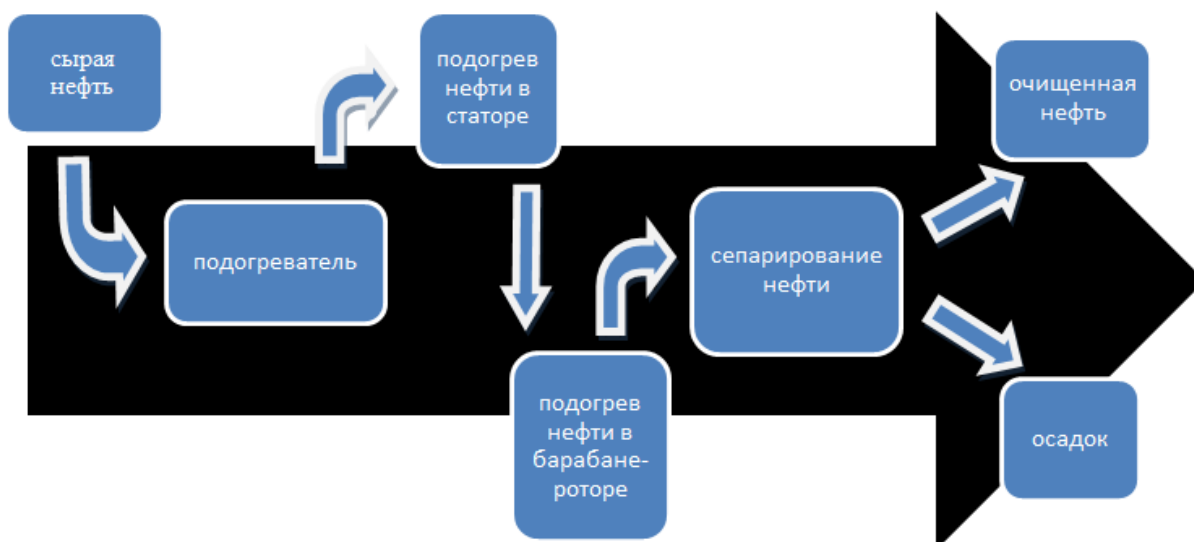


Рисунок 4. Усовершенствованная схема сепарирования

В [2] проведены расчеты по подогреву нефти в статоре. Узнаем сколько тепла статор сможет отдать сепарируемому продукту, протекающему через нагревательные трубки «окутывающие» магнитопровод и обмотки статора.

Проведем расчёты для ротора (какое количество тепла ротор передает на нагревание исходного продукта).

Количество энергии выделяемой в роторе-барабане, которое может идти на подогрев нефти, рассчитывается по аналогичной методике, что и тепловыделение в статоре.

Полученные данные систематизируем и объединим в итоговую таблицу 2 для усовершенствованной конструкции, где увидим:

- затраты на создание сепаратора совмещенной конструкции окупятся раньше, чем через год;
- затраты на потребление электроэнергии уменьшаться, что приведет к экономии средств.

Таблица 6.

Энергопотребление усовершенствованной конструкции сепаратора .

Наименование показателя	ед.изм.	Тип сепаратора		
		СЛ-1	СЛ-3	СЛ-5
Потребление эл.энергии двигателем	кВт*ч	3,14	7,86	21,43
Потребление эл.энергии нагревателем	кВт*ч	62,54	115,48	56,44
Полное потребление электроэнергии сепарируемой установкой	кВт*ч	65,68	123,34	77,87
Тариф на эл.энергию	руб./кВт*ч	3,62	3,62	3,62
Стоимость потребленной эл.энергии за час.	тыс.руб.	0,24	0,45	0,28
Число часов работы сепаратора в год	час.	4 655,61	3 967,39	3 650,00
Количество работающих параллельно сепараторов	шт.	4,00	2,00	1,00
Количество сепарируемой нефти	кг/год	36 500 000,00	36 500 000,00	36 500 000,00
производительность	м ³ /ч	2,45	5,75	12,50
Полное потребление электроэнергии установкой за год	кВт*ч	305 788,69	489 330,75	284 209,34
Стоимость потребленной эл.энергии за год	тыс.руб.	1 106,96	1 771,38	1 028,84
Экономия эл.энергии	кВт*ч	24 328,06	172 131,41	1 050 389,50
Экономия эл.энергии	тыс.руб.	88,07	623,12	3 802,41

Список литературы:

1. Гайтов Б.Х., Семенко Л.П., Копелевич Л.Е., Косолапов А.В. Двигатель-сепаратор //Информационный листок № 36—85. //Краснодарский ЦНТИ. Краснодар, 1985 — с. 4.
2. Копелевич Л.Е. Электромагнитные и тепловые переходные процессы в асинхронных двигателях с переменными параметрами// Электрические машины; Краснодар 1989 — 13 с.
3. Лутошкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды. М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. — с. 319.
4. Молчанов Г.В., Молчанов А.Г. Машины и оборудование для добычи нефти и газа. Учебник для ВУЗов. М.: Недра, 1984 — 464 с.
5. Тронов В.П. Сепарация газа и сокращение потерь нефти. Казань: «Фэн», 2002. — 408 с.
6. Чичеров Л.Г. Нефтепромысловые машины и механизмы. / Учебное пособие для вузов. М.: Недра, 1983. — 312 с.

СЕКЦИЯ 8.

ТРАНСПОРТНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ СХОДА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПРИВОЛЖСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Камзолова Дарья Александровна

*студент 3 курса, специальности «Автоматика и телемеханика
на транспорте» СТЖТ-филиал СамГУПС,
РФ, г. Саратов*

E-mail: kamzolovadasha@rambler.ru

Селиверов Денис Иванович

*научный руководитель, заместитель директора по УПР,
СТЖТ-филиала СамГУПС,
РФ, г. Саратов*

E-mail: denis-selivjorv@rambler.ru

Согласно статистике на полигоне Приволжской железной дороги в 2013 году в результате срабатывания устройств контроля схода подвижного состава УКСПС было остановлено 74 поезда. Всего же по влиянию остановок задержано 211 поездов общей сложностью на 192 часа. При этом в остановленных поездах не было обнаружено сошедших с рельс вагонов [1].

Иллюстрацией к сложившейся ситуации служат другие цифры статистики, из которых видно, что в последние пять лет подтверждаемость срабатываний УКСПС на Приволжской железной дороге находится в пределах 60—70 процентов, как и в целом по сети. Получается устройства, предназначенные для обеспечения безопасности движения, в итоге приносят ущерб. В статье представлены результаты исследования эффективности устройств УКСПС.



Рисунок 1. Устройство УКСПС-М

На Приволжской железной дороге в эксплуатации сейчас находятся 639 комплектов устройств УКСПС. Они установлены на подходах к 169 станциям, защищено 35 искусственных сооружений. В их числе 260 комплектов самых первых датчиков УКСПС, 331 комплект УКСПС-М, 38 комплектов УКСПС-У и 10 комплектов УКСПС-П.

Основное назначение устройств УКСПС — выявить сход вагонов в поезде на подходе к станции и остановить его на перегоне, чтобы избежать ещё более тяжёлых последствий. Однако причины, по которым УКСПС в прошлом году остановил 45 поездов из 74 на Приволжской магистрали, не связаны со сходами вагонов. Это в основном волочение деталей вагонов, выход за нижний габарит песочных труб и тормозных рукавов локомотивов, а в зимний период образовавшиеся на подвижном составе сосульки. Железнодорожники подтверждают то, что за пределы нижнего габарита выступают детали конструкции вагонов и локомотивов это серьёзная недоработка специалистов вагонного и локомотивного хозяйств. Но в подобной ситуации, безусловно, лучше остановить такой поезд, чем он зацепит что-то ещё, кроме датчика УКСПС. А согласно инструкциям, сосульки с вагонов должны сбивать проводники, но как показывают исследования, в реальности это выполняется далеко не всегда [3]

Для защиты датчиков от ударов волочащимися и негабаритными деталями, ещё шесть лет назад специалисты Вологодского отделения ПКТБ ЦШ

предлагали устанавливать за 150—200 метров перед УКСПС конструктивно несложное защитное устройство. Это поможет снять проблему сосулек, снеговых нарывов наметельника локомотива и лёгких волочащихся предметов. Однако в ходе исследования было установлено, что такие защитные устройства на Приволжской железной дороге не применяются [2].

Другие 29 поездов были остановлены из-за технической неисправности самих устройств УКСПС. К ложным срабатываниям приводят потери электрического контакта в разных элементах датчиков, а также изломы датчика в сварке и по старой трещине, которые возникают в результате многократных ударов лёгкими предметами, попавшими под наметельник локомотива. В течение многих лет эсцэбисты бьются над тем, чтобы повысить надёжность работы первых типов датчиков УКСПС и УКСПС-М: дублируют болтовые соединения, приваривая на основания соединители, и напаивают провода для усиления электрического контакта между планкой и основанием. Полости оснований датчиков для усиления электрического контакта заполняются графитовой и медно-графитовой смазкой, которые при низких температурах неработоспособны [3].

В конструкции датчиков УКСПС-У стали очевидны другие недостатки: применение изолирующих соединений и удвоение болтовых электрических соединений. Такие технические решения сделали УКСПС-У менее надёжной. В настоящее время эксплуатационники признают, что решение крепить несущую металлическую балку с датчика УКСПС-У к рельсам было ошибкой. Из-за неравномерного угона рельсов происходит её деформация, в результате чего разрушается изоляция. Ситуация в целом не изменилась в результате замены металлической балки на полимерную.

Цепочка тяжёлых крушений в конце прошлого столетия, вызванных входом на станцию поездов с сошедшими с рельсов вагонами стала толчком к началу активной разработки систем контролирующей схода подвижного состава. Тогда проводить полноценные исследования и испытания, не было времени. В результате имеют место многие конструктивные и технологические

просчёты в конструкциях первых типов датчиков УКСПС. В ходе исследования было установлено, что из-за этого в первые годы эксплуатации УКСПС подтверждаемость срабатываний находилась на очень низком уровне — 40 процентов. Тем не менее, благодаря своевременности и оперативности внедрения устройств УКСПС были предотвращены множественные случаи проследования на станцию поездов, имеющих в своём составе сошедшие с рельсов вагоны [2].

По мнению железнодорожников, бесспорное преимущество УКСПС заключается в простоте и практически стопроцентной вероятности выявления схода подвижного состава в любых ситуациях. Поэтому сегодня нет смысла менять имеющийся принцип обнаружения схода с помощью разрушающихся датчиков. Нужно принимать меры по повышению надёжности и защищённости датчиков, которые являются слабым звеном важного устройства УКСПС. Сейчас на Приволжской магистрали в эксплуатации находятся более шестисот устройств с проблемными датчиками первой модификации производства «Термотрон» УКСПС и УКСПС-М, оставляет желать лучшего и надёжность УКСПС-У. Решить эту проблему поможет целенаправленная программа по их замене более современными и высоконадёжными, такими как УКСПС-П и УКСПС-К. Так по статистике за год на Приволжской железной дороге незафиксировано ложных срабатываний устройства УКСПС-П по причине его неисправности.

Основа новой конструкции УКСПС-П — резьбовые виброустойчивые соединения. С их помощью датчики соединяются между собой, а также с подрельсовыми шинами и тросовыми перемычками. Конструкция датчиков УКСПС-П цельнометаллическая, что сокращает вероятность возникновения переходных сопротивлений. Контактные поверхности элементов электрической цепи УКСПС-П лужены и обладают повышенной коррозионной защищённостью обеспечивающей надёжный электрический контакт. Несущая часть датчика УКСПС-П выполнена из армированного стеклопластика, на котором смонтированы все элементы конструкции.



Рисунок 2. Устройство УКСПС-П

Принципиально отличается от первых датчиков контрольная электрическая цепь. Её составляют датчики, изготовленные из стальной полосы методом штамповки с последующей термообработкой. Устройство УКСПС-П крепится хомутами к шпале. Это позволяет исключить механический и электрический контакт с рельсами [5].

Что касается датчика нового поколения УКСПС-К, то он выполнен на основе композитных и полимерных материалов. Корпус датчиков УКСПС-К выполнен из стеклопластиковой трубы с внутренней электрической цепью на основе эмалированного провода. Провод расположен по центру стеклопластиковой трубы и фиксируется торцевыми крышками. Выводы датчиков имеют разъёмы — штепсель и розетку. Резервированная электрическая цепь не подвергается прямым динамическим и климатическим воздействиям. Конструкция УКСПСк исключает возникновение обходных электрических цепей в процессе его эксплуатации [4].

Проведённое исследование эффективности устройств УКСПС показало, что на Приволжской железной дороге реализованы ещё не все известные технические резервы, позволяющие повысить надёжность эксплуатируемых устройств. Однако хозяйство СЦБ сейчас регулярно включает в мероприятия по повышению надёжности работы УКСПС лишь сдерживающие факторы увеличения отказов: замену графитовой смазки, установку дублирующих перемычек и вторых болтов крепления планки. При этом реальных планов по замене всех первых датчиков на современные нет [3].

Список литературы:

1. Анализ случаев нарушения нормальной работы устройств СЦБ за 2013 год. Служба автоматики и телемеханики Приволжской дирекции инфраструктуры — филиала ЦДИ ОАО «РЖД».
2. Резервы повышения надёжности УКСПС // Журнал Автоматика, связь, информатика. — № 4 — 2008 г., — 48 с.
3. Селивёров Д.И. Слабое звено контроля // Гудок, — № 132, — 2014 г., — 8 с.
4. УКСПСк гарантирует повышение надёжности // Журнал Автоматика, связь, информатика. — № 2 — 2011 г., — 48 с.
5. Устройство контроля схода подвижного состава УКСПС-П [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: info@ntc-infotech.ru (Дата обращения 23.07.2014 г.).

СЕКЦИЯ 9. ЭНЕРГЕТИКА

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Вотякова Виктория Станиславовна

*студент 3 курса, кафедра внутризаводского электрооборудования
и автоматики, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический
университет» Армавирский механико-технологический институт,
РФ, г. Армавир
E-mail: torka-toriotta2012@yandex.ru*

Моногаров Сергей Иванович

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет»
Армавирский механико-технологический институт,
РФ, г. Армавир*

Силовые трансформаторы предназначены для преобразования электрической энергии из одной величины напряжения в другую. По виду охлаждающей среды различают сухие и масляные, последний вид включает в себя такие серии, как ТМ (трансформатор масляный) и ТМГ (трансформатор масляный герметичный). Рассмотрим в данной работе производство, конструкцию, характеристики трансформаторов: ТМ, ТМГ и сухого, а также сравним их друг с другом при одинаковой мощности и напряжении.

Трансформатор масляный (ТМ) — это силовой трансформатор с масляным охлаждением обмоток и магнитопровода. Данный вид трансформатора имеет специальное сообщение с атмосферным воздухом. Трансформатор включает в себя такие части как: бак с радиаторами, его крышки, расширительный бачок и активная часть. В систему охлаждения входят: бак трансформатора, заливаемый маслом, для мощных трансформаторов — вентиляторы, охладители, масляные насосы и теплообменники. Проблема, изменяющегося объема масла под воздействием температуры трансформатора, была решена благодаря расширителю. Расширительный бачок располагается на верхней

крышке трансформатора и используется для компенсации изменяющегося объема масла. Процесс осуществляется благодаря изменению давления внутри бака, за счет чего объем бака изменяется вместе с положением гофростенок. Для очистки воздуха от влаги и всевозможных загрязнений в расширителе установлен воздухоосушитель. Крепление трансформатора осуществляется швеллерами, расположенными на дне бака. Также на нижней части бака расположено сливное отверстие. Кроме того, по выбору заказчика трансформатор может иметь электроконтактный мановакуумметр и пробивной предохранитель, который защищает сеть от низкого напряжения.

Отличительными чертами трансформатора масляного герметичного типа ТМГ является то, что в них, во-первых, масло не контактирует с воздухом, следовательно не окисляется и пропадает необходимость следить за его состоянием и регенерацией. Во-вторых, отсутствует расширитель, благодаря чему диэлектрические свойства трансформаторного масла остаются первоначальными. Такой трансформатор не требует дополнительных эксплуатационных расходов. Для предотвращения перегрева трансформатора и разрушения его обмотки при контакте со внешней средой, ТМГ под вакуумом погружают в трансформаторное масло прошедшее дегазацию, это делают для исключения образования воздушных «подушек», которые могут появляться при выделении из масла растворенного в нем воздуха. Для контроля за состоянием масла трансформатор снабжен пробкой, термометром и поплавком. Активная часть ТМГ состоит из электротехнического стального магнитопровода, алюминиевых или медных обмоток и высоковольтного переключателя.

Сухим называется трансформатор, имеющий естественное охлаждение атмосферным воздухом. Подобная система охлаждения малоэффективна и применяется для трансформаторов мощностью до 1600 кВА при напряжении до 15 кВ. Естественное охлаждение принято обозначать при открытом исполнении С, при защитном исполнении СЗ, при герметизированном исполнении СГ, с принудительной циркуляцией воздуха — СД [4].

Сухой трансформатор состоит из защитного кожуха, он закрывает магнитопровод и обмотки, размещенные на активной части трансформатора, а также вводы шин высокого и низкого напряжений. Магнитный сердечник изготавливается из высококачественной электротехнической стали, укрепляется бандажом, стяжными шпильками, затем покрывается специальным клеем для уменьшения шума и кремнийорганической краской для предотвращения коррозии. Обмотки высокого напряжения изготавливаются из изолированного провода или ленточной фольги и состоят из секций, которые соединяются последовательно. Материал обмотки низкого напряжения — медная или алюминиевая фольга, она наматывается вместе с пропитанной специальной смолой тканью из стекловолокна, которая повышает жесткость конструкции и стойкость к токам короткого замыкания. Согласно ГОСТ 11677-85 превышение температуры обмотки сухого трансформатора над температурой окружающей среды зависит от класса нагревостойкости изоляции и должно быть не больше: 60 °С (класса А); 75 °С (класса Е); 80 (класса В); 100 °С (класса Е); 125 °С (класса Н) [6]. Количество вентиляционных отверстий в обмотке выбирается с учетом мощности трансформатора. Витки обмоток защищены лентой из полистера, а снаружи пропитаны слоем эпоксидной смолы для защиты от пыли и влаги.

Главным отличием масляного трансформатора от масляного герметичного то, что во втором отсутствует контакт масла с внешней средой, а это, как было сказано ранее, положительно влияет на диэлектрические свойства трансформаторного масла. Во-вторых, в ТМГ отсутствует расширитель, в то время как у ТМ он есть.

Обе серии ТМ и ТМГ работают практически при одинаковых условиях: температуре -60 °С +40 °С; влажности воздуха 80 %; в невзрывоопасных условиях окружающей среды; при отсутствии агрессивных паров и газов, способствующих разрушению металла и изоляции.

По сравнению с сухим трансформатором маслonaполненный имеет больший срок службы, так как он способен выдерживать большие перегрузки.

Сухой же выносит перегрузки, только если он оснащен дополнительной вентиляцией. Основной причиной выбора маслонаполненных трансформаторов является то, что при одинаковом сроке службы сухие дороже примерно в два раза. Также при производстве сухих трансформаторов необходимо более тщательно подходить к изоляции, так как их конструкция недостаточно защищает от случайного удара током при прямом контакте с литой оболочкой. Масляные трансформаторы неприхотливы к температуре, они исправно работают как при очень высоких температурах окружающей среды, так и при низких.

Сухие трансформаторы устойчивы к переменному и ударному напряжению, отличается высокой стойкостью к короткому замыканию и продолжительным тепловым нагрузкам, имеют меньшие потери короткого замыкания и холостого хода, чем масляные трансформаторы.

Для лучшего восприятия ниже в таблице приведены технические параметры трансформаторов масляных герметичных и сухих, которые представлены Минским ЭТЗ имени В.И. Козлова и трансформаторов ТМГ-630/6 У1 (ХЛ1), ТМГ-630/10 У1 (ХЛ1).

Таблица 1.

Технические характеристики трансформаторов серии ТМ, ТМГ и сухих

Тип, Уном., климатическое исполнение	Уном., кВ		Потери		Ук.з., %	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
	ВН	НН	х.х., Вт	к.з., Вт		L	B	H	
ТМГ-630/6 У1 (ХЛ1); ТМГ-630/10 У1 (ХЛ1)	6; 10	0,4	1240	7600	5,5	1540	1060	1470	2000
ТМ-630	6; 10	0,4	1300	7600	5,5	1540	1080	1890	2200
Сухой трансформатор: ТСЗГЛ11-630/6/0,4 УЗ; ТСЗГЛ11-630/10/0,4 УЗ	6; 10	0,4	1650	5730	5,5	1920	1220	2130	2080

где Уном. — номинальное напряжение трансформатора;

ВН — высокого напряжения;

НН — низкого напряжения;

Ук.з. — напряжение короткого замыкания [2, 3, 5].

Выбор трансформатора зависит от многих факторов. Так, например, масляные трансформаторы уступают сухим в пожаробезопасности, экологичности, уровне шумоизоляции, грязестойкости, компактности. Также у сухих трансформаторов существует возможность увеличения КПД почти в два раза благодаря установке дополнительного охлаждения. Кроме того, его обслуживание ограничивается визуальным осмотром, что сводит эксплуатационные затраты к минимуму. В то же время, ТМ лучше по отношению цена-качество в два раза. Наименьшие потери холостого хода для трансформаторов мощности 630 кВА на 6 и 10 кВ имеет ТМГ, затем идет ТМ и наконец сухой трансформатор. Потери напряжения короткого замыкания, наоборот, ниже у сухого, а у серии ТМ и ТМГ они примерно одинаковы.

На территории России расположены такие фирмы производители трансформаторов серии ТМ, как ОАО «ЭТК «БирЗСТ», который выпускает всю линейку силовых масляных трансформаторов I—III габарита, Электра-Сила (г. Екатеринбург), Минский электротехнический завод, Самарский завод «Электрощит», ООО "Энергобаланс" (г. Пермь) специализируется на продаже, ремонте и обслуживании силовых масляных трансформаторов.

ТМГ производят такие предприятия, как Электра-Сила (г. Екатеринбург), ООО "Русский трансформатор" (г. Астрахань), Минский электротехнический завод, Самарский завод «Электрощит», ООО "Энергобаланс" (г. Пермь) [1]. Сухие трансформаторы выпускают и продают следующие заводы: ООО "Энергобаланс" (г. Пермь), "СВЕЛ" РосЭнергоТранс.

Список литературы:

1. Промышленное оборудование и техника [Электронный ресурс] // Трансформаторы в России: [сайт]. [2009]. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://russia.equiptorg.ru/firms/279/> (дата обращения: 28.07.2014).
2. Ростовская Электротехническая Компания [Электронный ресурс] // Сухие трансформаторы 630 кВА типа ТСЗГЛ11: [сайт]. [2006]. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.rec.su/catalog/tszgl11-630.php> (дата обращения: 27.07.2014).

3. Ростовская Электротехническая Компания [Электронный ресурс] // ТМГ-630/6 У1 (ХЛ1), ТМГ-630/10 У1 (ХЛ1), ТМГ-630/20 У2: [сайт]. [2006]. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.rec.su/catalog/tmg_630.php (дата обращения: 26.07.2014).
4. Силовые трансформаторы [Электронный ресурс] // Конструктивные элементы трансформаторов: [сайт]. [2010]. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://silovoytransformator.ru/stati/konstruktivnye-elementy-transformatorov.htm> (дата обращения 18.07.2014).
5. Чебоксарский Электрозавод ТРАНСФОРМАТОР [Электронный ресурс] // ТМ-630 Трансформатор силовой трехфазный мощностью 630 кВА: [сайт]. [2011]. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://cheb-transformator.com/catalog/tm630> (дата обращения: 27.07.2014).
6. ЭлектроТехИнфо [Электронный ресурс] // Системы охлаждения силовых трансформаторов: [сайт]. [2008]. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.eti.su/articles/visokovoltnaya-tehnika/visokovoltnaya-tehnika_466.html (дата обращения: 14.07.2014).

РАСЧЁТ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ

Черничко Кристина Игоревна

*студент 3 курса, энергетического факультета,
Омского Государственного Технического Университета,
РФ, г. Омск
E-mail: kris.tochka@mail.ru*

Осипов Дмитрий Сергеевич

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент ЭНИ,
Омский Государственный технический университет,
РФ, г. Омск*

Искажения формы синусоидальных токов и напряжений встречаются в процессе преобразования, выработки и распределения электроэнергии. Источники этих искажений — это синхронные генераторы электростанций и силовые трансформаторы, которые работают при повышенных значениях магнитной индукции в сердечнике (при повышенном напряжении на их выводах) преобразовательные устройства переменного тока в постоянный и ЭП с нелинейными вольт — амперными характеристиками (или нелинейные нагрузки) [9, с. 3].

Из математического курса нам известно, что совершенно любую несинусоидальную функцию (например, см. рис. 1), удовлетворяющую условию Дирихле, можно представить, как в виде суммы постоянной величины, так и бесконечного ряда синусоидальных величин с кратными частотами. Такие составляющие называются гармоническими или гармониками [7, с. 4]

Главной или первой гармоникой называется синусоидальная составляющая период которой равный, все остальные составляющие синусоиды с частотами со второй по n -ую называют высшими гармониками [4, с. 7].

Большое внимание стоит уделить интергармоникам и способам их появления. Токи или напряжения, имеющие частоту, кратную частоте переменного тока называются интергармониками. Интергармоники — это токи или напряжения, не являющиеся кратными основной частоте переменного тока. Еще до конца не изучено полное понимание природы электромагнитных

возмущений, которые ассоциируются с интергармониками, поэтому к этой теме проявляется особый интерес. Абсолютно всегда в системе электроснабжения присутствуют интергармоники, вот только в последнее время с быстрым увеличением силовых электронных систем их практическое влияние стало более заметно и ощутимо.

При любых значениях напряжения могут появляться интергармоники и перетекать из одних систем в другие. Таким образом, интергармоники, образовавшиеся в сетях высокого и среднего напряжения, переходят в сети низкого напряжения и наоборот. Очень редко амплитуда интергармоник превышает 0,5 % значения амплитуды основной частоты, но в условиях резонанса могут возникнуть и большие значения.

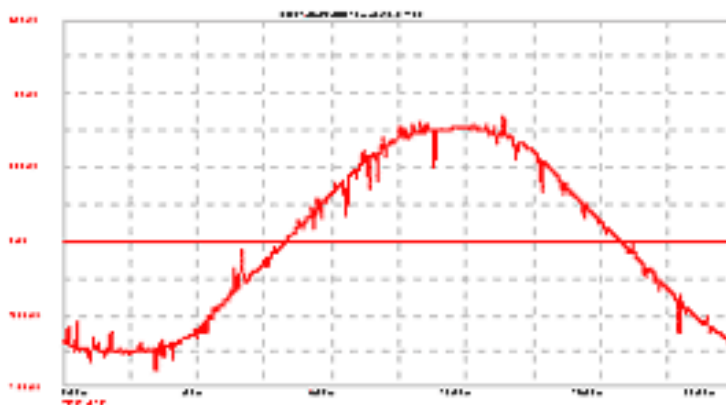


Рисунок 1. Несинусоидальность напряжения

Несинусоидальность напряжения характеризуется такими показателями как [3]:

- коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения $K_u(n)$;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения K_u .

Интервал осреднения количество N наблюдений должно быть равным не менее 9. Результаты i -го наблюдения вычисляются нами по формулам:

$$K_{U_{ni}} = \frac{U_{ni}}{U_1} 100 \approx \frac{U_{ni}}{U_n} 100, \quad (1)$$

$$K_{U_i} = \frac{100}{U_{1i}} \sqrt{\sum_{n=2}^{40} U_{ni}^2} \approx \frac{100}{U_x} \sqrt{\sum_{n=2}^{40} U_{ni}^2}. \quad [10, \text{с. 4}] \quad (2)$$

Стандарт качества электрической энергии по коэффициенту n -ой гармонической составляющей напряжения в точке общего присоединения подходит по требованиям, только если наибольшее из всех измеренных в течение одних суток значений коэффициентов n -ой гармонической составляющей напряжения не превышает предельно разрешенного значения. Значение коэффициента n -ой гармонической составляющей напряжения, идентично вероятности 95 % за установленный период времени, не более допустимого значения [2, с. 2].

Гармонические составляющие напряжения связаны с нелинейными нагрузками пользователей электрических сетей. Они подключаются к электрическим сетям разного напряжения, что касается показателей КЭ, относящихся к гармоническим составляющим напряжения, можно назвать такие значения как:

- гармонических составляющих напряжения до 40-го порядка U_n , % U_1 в точке передачи электрической энергии, где U_1 — напряжение основной гармонической составляющей;
- полного коэффициента гармоник напряжения с учетом влияния всех гармоник напряжения до 40-го порядка $K_{U(n)}$, % в точке передачи электрической энергии [3, с. 3].

Нормы для указанных показателей КЭ:

а. значения гармонических составляющих напряжения U_n , % U_1 , усредненные в интервале времени десяти минут, не превышают значений, установленных в таблицах 1,2 в течение 95 % времени интервала в одну неделю;

б. значения гармонических составляющих напряжения U_n , % U_1 , усредненные в интервале времени десяти минут, не должны быть больше

значений, установленных в таблицах 1,2 увеличенных в 1,5 раза, в течение 100 % времени каждого периода в одну неделю;

в. значения полных коэффициентов гармоник напряжения $K_{U(n)}$, усредненные в интервале времени десяти минут, не должны быть больше значений, установленных в таблице 4, в течение 95 % времени интервала в одну неделю [5, с. 6].

Таблица 1.

Значения нечетных гармонических составляющих напряжения не кратных трем U_n , % U_1 , для электрических сетей низкого, среднего и высокого напряжения

Порядковый номер гармонической составляющей n	Значения гармонических составляющих напряжения U_n , % U_1			
	0,38 кВ	6—20 кВ	35 кВ	110—220 кВ
5	6	4	3	1,5
7	5	3	2,5	1

Таблица 2.

Значения четных гармонических составляющих напряжения не кратных трем U_n , % U_1 , для электрических сетей низкого, среднего и высокого напряжения

Порядковый номер гармонической составляющей n	Значения гармонических составляющих напряжения U_n , % U_1			
	0,38 кВ	6—20 кВ	35 кВ	110—220 кВ
2	2	1,5	1	0,5
4	1	0,7	0,5	0,3

[9, с. 20]

По приведенной ниже формуле можно рассчитать предельно допустимое значение коэффициента n -ой гармонической составляющей напряжения:

$$L_{\Gamma(m)} = 165 L_{\Gamma(m)\text{нормб}}$$

где: $K_{U(n)\text{норм}}$ — это нормально допустимое значение коэффициента n -ой гармонической составляющей напряжения, определяемое в таблице под номером 2 [8, с. 9].

Целью расчета несинусоидальности напряжения является определение $K_{нс}$, и затем уже сравнение его с нормативным значением. Чтобы определить $K_{нс}$ следует найти U_n отдельных гармоник, для чего необходимо провести расчет электрической цепи с одним или же несколькими источниками токов гармоник. Исходные данные для расчета: расчетная схема; параметры всех элементов; параметры нагрузок, получающих питание от данной сети; мощность короткого замыкания питающей системы [6].

Список литературы:

1. ГОСТ Р 5419-2010. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. [Текст]. М.: Стандартинформ, 2010 — 20 с.
2. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии / Железко Ю.С. М.: Энергоатомиздат, 1985 г.
3. Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения/ Белоусов В.Н. М.: «Линвит», 2002.
4. Несинусоидальность напряжения. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.teslafirm.ru/non-sinusoidal/> (дата обращения: 18.07.14).
5. Особенности схемы замещения трехфазной двухцепной ЛЭП пониженного качества электрической энергии. Естественные и инженерные науки — развитию регионов Сибири: материалы XI (XXXIII) Всероссийской научно-технической конференции/Плотников М.П. Братск: Изд-во БрГУ, 2012.
6. Расчет несинусоидальности напряжения. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://studopedia.ru/2_47770_raschet-nesinusoidalnosti-napryazheniya.html (дата обращения: 18.07.14).
7. Справочник технического переводчика. /Статья Шалыт И.С., 2014 г.
8. Теоретические основы электротехники / Бессонов Л.А. М.: Высшая школа, 1964 г.
9. Характеристики показателей качества электроэнергии. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.normalizator.com/manuals/power/harm/3.html> (дата обращения: 19.07.14).
10. Электромагнитная совместимость. Несимметрия и несинусоидальность напряжения / Кузнецов В.Г, Куренный Э.Г, Лютый А.П. Донецк: Норд-пресс, 2005. — 250 с.

ВНЕДРЕНИЕ ТРЕНАЖЕРОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ КУРСОВ

Шурстакова Татьяна Романовна
студент 3 курса, ТЭС, ГАОУ СПО КЭК,
РФ, г. Казань
E-mail: romanovata@list.ru

Антоненко Татьяна Александровна
научный руководитель, преподаватель ТЭС, ГАОУ СПО КЭК,
РФ, г. Казань

Внедрение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в систему образования активно ведется последние десятилетия, и за этот относительно небольшой период прогресс ушел настолько вперед, что на сегодняшний день их вариативность поражает своим разнообразием. Здесь всевозможные электронные учебники, компьютерные тренажеры, виртуальные лаборатории и системы компьютерного тестирования. В актуальности применения компьютерных средств обучения сомневаться не приходится, многие ученые (Очков В.Ф., Певнева Н.Ю., Писков В.Н., Сметанин Д.С., Копылов А.С., Орлов К.А. и др.), разработчики и сами педагоги неоднократно подтверждали преимущества их использования [1]. В данной работе мы подробнее остановимся на основном виде ИКТ — компьютерных тренажерах.

Создание компьютерных тренажеров, моделирующих работу теплоэнергетического оборудования, обусловлено рядом причин, важнейшими из которых являются отсутствие возможности проводить обучение и тренировку на действующем оборудовании, и необходимость усвоения очень большого объема информации и получения практических навыков до начала практической работы. В этой связи внедрение компьютерных тренажеров производится повсеместно в высших и средних учебных заведениях, научно-образовательных центрах, центрах повышения квалификации и переподготовки кадров, тем самым являясь перспективной областью исследования.

Применение компьютерных тренажеров дает широкую возможность для изобретения новых методов и методик в образовании, повышая, тем самым его качество, а так же, открывает новые возможности для научного поиска. Именно этим и определяется актуальность данного исследования.

Объектом настоящего исследования является внедрение новых информационных технологий в процесс обучения, а в качестве его предмета избран компьютерный тренажер, как элемент образовательной среды.

Цель настоящего исследования состоит в том, чтобы рассмотреть и охарактеризовать специфику компьютерного тренажера как одну из форм информационных технологий, применяемых в процессе обучения, и внедрить компьютерные тренажеры при проведении лабораторных и практических работ по специальности «Тепловые электрические станции».

Таким образом, можно определить задачи исследования:

1. Исследовать существующие компьютерные тренажеры, их достоинства и недостатки;
2. Разработать сценарии противоаварийных тренировок на компьютерном тренажере;
3. Провести анализ внедрения компьютерных тренажеров во время лабораторно-практических работ при изучении междисциплинарных курсов по специальности «Тепловые электрические станции» Казанского энергетического колледжа.

Применение компьютерных тренажеров при проведении лабораторных и практических работ потребовало разработки учебно-методических пособий и рекомендаций, что послужило основой для нашего исследования в освоении инновации.

При совместной работе преподавателей и студентов выпускных групп были разработаны и внедрены учебно-методические пособия для проведения лабораторно-практических работ. Для их создания в первую очередь были определены основные действия, которые должен будет выполнить обучающийся во время работы. Это естественно, наблюдение и анализ

сложившейся ситуации, принятие решения, выбор или подготовка сценария, подходящего именно к данной ситуации, и собственно отработка сценария. В качестве примера рассмотрим принцип проведения лабораторной работы по междисциплинарному курсу «Обслуживание турбинного оборудования на ТЭС» — разработка сценария аварийной ситуации на базе компьютерного тренажера. Лабораторная установка представляет собой компьютерный тренажер энергоблока ПТ-60-130.

Целями работы являются:

1. Отработка навыков управления технологической системой, механизмами.

2. Практическое ознакомление с эксплуатацией оборудования при возникновении аварийной ситуации в системе пароводяного тракта.

Перед выполнением лабораторной работы каждому студенту необходимо ознакомиться с описанием компьютерного тренажера, изучить литературу по данной теме, повторить лекционный курс, пройденный заранее.

Рабочими заданиями лабораторной работы являются ознакомление с алгоритмом разработки сценариев противоаварийных тренировок, проведение тренировки по ликвидации аварии и составление отчета с описанием процесса тренировок и приведенной таблицей штрафов.

После ознакомления с алгоритмом разработки сценария противоаварийной тренировки, студент приступает к отработке сценария. Отработкой сценария мы называем любые активные действия студента в отношении решения лабораторной работы, так как порядок действий определен до их реализации.

В лабораторной работе указывается исходное состояние установки, преподаватель задает аварийную ситуацию, которую студент должен ликвидировать в минимальные сроки.

Штрафные балы начисляются за неправильные или несвоевременные действия студента.

Длительность тренировки составляет 10 минут, за это время тренируемый должен привести работу теплоэнергетического оборудования на компьютерном тренажере в стабильное исправное положение.

Отчет содержит описание тренировки, в которой приведены указанные мнемосхемы конечного состояния [2].

Важно отметить, что на этапе отработки сценария возникают три важных обстоятельства: во-первых, воздействие передается на объект через некоторый элемент на мнемосхеме, во-вторых, каждое действие вызывает реакцию системы, и третье, операция занимает некоторый промежуток времени, в течение которого защищенность некоторых участков сети может быть снижена, а внимание обучающегося поглощено выполняемой задачей.

Основными целями учебного процесса студентов-теплоэнергетиков при разработке сценария с использованием компьютерного тренажера являются:

- обучение правилам и приемам безопасного, безаварийного и экономичного оперативного управления и обслуживания оборудования и технологических систем;
- отработка навыков управления отдельными технологическими системами в различных эксплуатационных режимах;
- получение знаний о причинно-следственных связях поведения оборудования в различных режимах работы станции;
- исследование и анализ отдельных режимов работы оборудования.

После выполнения лабораторной работы для выявления уровня усвоения материала проводится тестирование. Таким образом, реализуется обратная связь в системе диагностирования и осуществляется мониторинг динамики информационной подготовки студентов. Заключительным этапом является компьютерная тестовая диагностика, позволяющая комплексно оценить уровень знания студента.

Результаты нашего исследования показали, что подготовка специалистов посредством использования компьютерных тренажеров повышает качество

усвоения материала в силу повышения производительности учебной деятельности.

Еще одним весомым преимуществом является возможность формирования большого количества вариантов индивидуальных практических заданий. Кроме того, при использовании математического и имитационного моделирования границы эксперимента могут быть расширены, а автоматическая обработка результатов вычислений, построение графических зависимостей, распечатка протоколов проведения эксперимента позволяет аттестуемой комиссии исполнять роль наставников, наблюдающих за ходом работы.

В процессе отработки лабораторно-практической работы автоматически ведутся два протокола: протокол действий студента и протокол его ошибок. Протокол действия студента содержит информацию о каждой команде управления, отданной испытуемым. С его помощью можно проследить, когда какой элемент управления был приведен в действие, и в какое состояние он был переведен. Сюда же заносятся действия по осмотру оборудования и т. п.

В протоколе ошибок, создаваемом контролирующей программой, указывается момент и описание ошибочного действия, а также количество штрафных баллов, учитывающее сложность текущей ситуации и грубость ошибки, допущенной студентом. В итоговой строке подсчитывается общее количество штрафных баллов и оценка действий обучающегося. Отработка сценария имеет пролонгированный характер, поэтому преподаватель точно знает время необходимое на разрешение задачи.

Протоколы можно выводить на печать или сохранять в файл на диске компьютера. Опираясь на данные протоколов, преподаватель имеет возможность составить объективную картину степени подготовленности студентов к управлению реальным оборудованием и дать оценку его действиям.

В заключение хотелось бы отметить, что поэтапное движение по этому пути позволяет не только разработать качественную и эффективную систему подготовки студентов. Во-первых, опыт, накапливаемый в процессе обучения, несомненно, поможет выпускникам-теплоэнергетикам в дальнейшем

при работе на реальном оборудовании. Во-вторых, применение компьютерных тренажеров, моделирующих работу теплоэнергетического оборудования, во время проведения лабораторно-практических занятий качественно преобразует учебно-воспитательный процесс, воздействует на развитие личности обучаемых. Благодаря формированию у обучающихся профессионально важных качеств в процессе компьютерного обучения, повышается прочность приобретаемых ими знаний, развиваются творческие способности, в будущем они легче и быстрее осваивают новую информацию.

Список литературы:

1. Очков В.Ф., Певнева Н.Ю., Писков В.Н., Сметанин Д.С. Комплексный компьютерный тренажер для персонала электростанции. Материалы докладов Национальной конференции по теплоэнергетике (НКТЭ-2006) 4—8 сентября 2006 г., Казань, Исследовательский центр проблем энергетики. КазНЦ РАН, — 2006 г. — Т. II, — стр. 144—148.
2. Разработка сценария аварийной ситуации на базе компьютерного тренажера Казанской ТЭЦ-3 на тему: «Самопроизвольное отключение РПК». Лабораторная работа по дисциплине «Тепловые и атомные станции» / Составитель: А.А. Коровкин, С.С. Паймин, Р.Р. Залялов, М.А. Волков, Н.Д. Чичирова, Т.А. Патеева Казань: КГЭУ, 2010 — 19 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

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

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

№ 8-9 (23)
Сентябрь 2014 г.

В авторской редакции

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



СибАК
www.sibac.info

