

Московский государственный
технический университет
имени. Н. Э. Баумана

Центр довузовской подготовки

Шаг в будущее, Москва



Сборник лучших работ

Научно-образовательное соревнование
«Шаг в будущее, Москва»

2012

УДК 004, 005, 51, 53, 62
ББК 22, 30, 31, 32, 34

Сборник трудов «Лучшие научно-исследовательские проекты школьников г.Москвы». – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. – 147, [1] с.

ISBN 978-5-7038-3626-2

При поддержке Департамента образования города Москвы в рамках Субсидии о социальном обслуживании населения города Москвы в части предоставления образовательных услуг в интересах города Москвы

Сборник подготовлен по результатам Научно-образовательного конкурса проектных работ. В сборник включены лучшие статьи молодых исследователей, подготовленные школьниками в рамках конкурса проектных работ, проведенного в МГТУ им. Н.Э.Баумана. Основные направления конкурса: информатика, системы автоматического управления, системы стабилизации, навигации и ориентации, новые информационные технологии, компьютерное моделирование, системы обработки информации, информационная безопасность, технология машиностроения, литейные технологии, метрология, взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения, биомедицинские технические системы и медико-технические информационные технологии, радиоэлектронные устройства и системы, прикладная математика.

УДК 004, 005, 51, 53, 62
ББК 22, 30, 31, 32, 34

Все материалы сборника публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-7038-3626-2

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012

ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!

Вы держите в руках сборник, в который вошли лучшие статьи участников Научно-образовательного конкурса проектных работ, подготовленные школьниками в рамках конкурса проектных работ, проходившего в МГТУ им. Н.Э.Баумана.

Основной задачей конкурса является выявление и вовлечение в научно-исследовательскую работу, в сферу инженерного творчества учащихся образовательных учреждений, организация сотрудничества исследователей и ученых разных поколений, создание специальных условий в стенах МГТУ им. Н.Э.Баумана для воспитания профессионально-ориентированной, склонной к научной работе молодежи, осуществление комплексного подхода к оценке интеллектуального и творческого потенциала будущего студента. Конкурс проектных работ является уникальным методом профессиональной подготовки, которая осуществляется круглогодично в научно-исследовательских лабораториях школьников, созданных на базе кафедр Университета и ведущих предприятий Москвы, и индивидуально с преподавателями МГТУ им. Н.Э.Баумана, которые выступают в качестве научных руководителей, в течение одного, двух и более лет.

Результатом такой подготовки становится научный проект, оформленный в соответствии с требованиями, соизмеримыми с требованиями на курсовые работы и отчеты по НИР, представляемый для публичной защиты на научных секциях, которые проводятся на кафедрах МГТУ им. Н.Э.Баумана при участии ведущих преподавателей, ученых и специалистов. Научными направлениями конкурса являются: Машиностроительные технологии; Информатика и системы управления; Системы безопасности; Приборостроение; Радио-опто-электроника; Биомедицинская техника; Специальное машиностроение, Энергетика и экология, Автоматизация, робототехника и механика; Инженерный бизнес и менеджмент; Фундаментальные науки; Образовательно-реабилитационные технологии.

В рамках конкурса проектных работ проводится конкурс программных разработок, который за многие годы своего существования стала традиционным смотром достижений школьников, увлеченных захватывающим процессом создания программ для ЭВМ, и доказала свою состоятельность оригинальностью и новизной программных продуктов, участвовавших в конкурсе и использовавшихся в дальнейшем в научных работах, учебном процессе, коммерческой реализации; региональные и окружные научные конференции, экскурсии на ведущие предприятия Москвы и в музей МГТУ им. Н.Э.Баумана, научно-методические совещания и семинары для профессиональных работников, другие интеллектуальные и творческие мероприятия.

Благодаря научно-образовательной и профессионально-ориентированной подготовке на базе научно-исследовательской работы молодежи в стенах МГТУ им. Н.Э.Баумана, наша страна получает целеустремленных и энергичных молодых специалистов, способных создавать высокие технологии, новую технику, проводить фундаментальные научные разработки.

Научно-образовательный конкурс проектных работ носит не только научный, образовательный и социальный характер, но представляет собой соревнование, на котором выбираются победители в различных номинациях. Всем участникам вручаются свидетельства участника научного конкурса. Победители на торжественном закрытии награждаются дипломами и ценными подарками от МГТУ им. Н.Э.Баумана, промышленных предприятий и спонсоров.

Такая система непрерывных профессиональных образовательных технологий «школа-вуз» направлена на решение следующих проблем, стоящих перед системой образования в настоящее время:

- устойчивая мотивация к приобретению профессиональных знаний в выбранной области, основанная на практической деятельности под руководством преподавателей вузов;
- ранняя активная и осознанная профессиональная ориентация;
- развитие сопровождающей научно-исследовательской и профессиональной подготовки в общеобразовательных учреждениях;
- разработка новых методик и новых обучающих технологий для развития современного образования.

В рамках мероприятий Центра довузовской подготовки проводится цикл научно-методических семинаров и круглых столов по проблемам организации научно-исследовательской деятельности молодежи научно-инженерных направлений для учителей, профессиональных работников, преподавателей, заместителей директоров образовательных учреждений по научной работе, представителей органов управления образованием и других заинтересованных лиц, занимающихся организацией научно-исследовательской деятельности молодежи.

Организаторы программы и составители данного сборника надеются, что такая форма работы заинтересует учителей и преподавателей учебных заведений Москвы и поможет успешному развитию творческих возможностей довузовской молодежи в сфере научно-технической деятельности.

СОДЕРЖАНИЕ:

Барсуков С.Н. Холевин В.В.	<i>Испытание РЭС на воздействие одиночных ударов и синусоидальной вибрации</i>	7
Белоусов К.А. Левин Д.П.	<i>Оценка действия травматической пули типа «ОСА»</i>	16
Блинов С.Р. Волков С.С.	<i>Особенности ультразвуковой контурной сварки изделий из пластмасс</i>	23
Богатов Н.А. Герасимов Ю.В.	<i>Строение атома и радиоуглеродный метод анализа</i>	26
Бычков Е.А. Кудашов И.А.	<i>Автоматизированная система позиционирования электродов</i>	30
Веселов Е.А. Гладков Ю.А.	<i>Моделирование работы кривошипного листоштамповочного пресса двойного действия</i>	34
Гаврилин А.В. Мищенко А.В.	<i>Разработка и создание беспилотного летательного аппарата на фотоэлектрических элементах в условиях домашней мастерской</i>	39
Гаврилова Ю.М. Рудаков И.В.	<i>Исследование алгоритмов шивки изображений и разработка программного модуля шивки</i>	44
Гембач В.В. Васильев А.С.	<i>Разработка автоматизированной системы поиска рациональных параметров и решений для кулачково-плунжерных оправок с пневматическим приводом</i>	48
Гула И.С. Кузичев В.И.	<i>Исследование оптических характеристик эндоскопа</i>	50
Гуляев И.В. Клементьева С.В.	<i>Анализ российского рынка окон из ПВХ</i>	53
Долинин П.А. Михайлов В.П.	<i>Привод для юстировки зеркала адаптивного составного телескопа</i>	59
Иванчин И.А. Дроговоз П.А.	<i>Исследование организационно-экономических характеристик геораспределенной сети международного радиовещания</i>	69
Клишина Н.А. Клишин А.Н. Иванов В.Л.	<i>Солнечная электростанция бытового назначения</i>	74
Козлов Д.С. Грудинина В.В.	<i>Технология получения и применения водородного топлива в качестве альтернативы углеводородов для двигателя внутреннего сгорания</i>	79
Лазарева И.В. Козодаев А.С.	<i>Анализ эффективности работы бытовых фильтров по очистке воды питьевого качества</i>	83

Лёгкая А.С. Мурашев А.В.	<i>Современный детекторный приёмник</i>	87
Мартirosян К.Г. Захаров М.Н.	<i>Анализ существующих методов внедрения систем планирования ресурсов предприятия</i>	93
Моисеев А.А. Шинкаревич Ю.П.	<i>Получение тонких металлических лент аморфной структуры</i>	97
Нигай А.Р. Смирнова Н.А.	<i>Исследование процесса упрочнения инструментальной стали У8 излучением волоконного лазера</i>	101
Нуралиев Н.Ф. Коротченко А.Ю.	<i>Исследование структуры и механических свойств высокопрочного чугуна с шаровидным графитом в толстых сечениях массивных отливок</i>	106
Павлова Д.А. Ковалева Н.А. Антонова М.К.	<i>Электронное учебное пособие для мобильных устройств по решению квадратных и линейных уравнений</i>	111
Сычугина А.С. Красновский Е.Е.	<i>Решение некоторых задач типа С6 Единого государственного экзамена по математике методами целочисленного программирования</i>	120
Тялина Д.А. Мельников Э.Л.	<i>Разработка безызносных узлов машин и механизмов XXI века на основе металлоплакирования поверхностей трения</i>	124
Щетинин Г.А. Романова Т.Н.	<i>Координация действий метрополитена в сложившейся нештатной ситуации</i>	134
Эйвазов А.Г. Петросян О.Г.	<i>Статистические методы в среде Lab View</i>	140
Юзов М.В. Аксенова Т.Г.	<i>Система учета выполнения заказов</i>	145

Испытание РЭС на воздействие одиночных ударов и синусоидальной вибрации

БАРСУКОВ С.Н.

ХОЛЕВИН В.В.

Механические воздействия оказывают существенное влияние на надежность изделий радиоэлектроники и вызывают от 30 до 50%, а в авиации до 80% всех отказов, ухудшают точность и другие параметры аппаратуры [В.П. Ройзман, А.С. Лутченков; Проблема прочностной надежности в радиоэлектронике; Хмельнитский национальный университет; НПП «ЭлектроРадиоАвтоматика» С.-Петербург, 2005г.]. Число элементов в радиоэлектронной аппаратуре за каждые 5 лет увеличивается в 2-5 раза.

Воздействие механических нагрузок, превышающих допустимые нормы, может вызвать обрыв выводов и внутренних соединений, увеличение утечки тока и других неполадок у радиоэлементов. Высокие уровни разрушающих усилий могут возникнуть при воздействии ударных нагрузок, если составляющие спектра ударного импульса совпадают с собственными резонансными частотами радиоэлементов. Проблема оценки ударной прочности и ударной устойчивости остается актуальной.

На сегодняшний день особый интерес для ученых представляют микроэлектромеханические системы или МЭМСы, способные на микроуровне преобразовывать механическую энергию в электрические или оптические сигналы и наоборот. Чрезвычайно малый размер позволяет использовать МЭМС в различных миниатюрных устройствах, начиная от механических часов и заканчивая имплантатами для человека. Создание МЭМСов стало возможно только в последнее время, преимущественно благодаря стремительному развитию полупроводниковых технологий.

Акселерометры. Пожалуй, наиболее коммерчески успешными устройствами на основе МЭМС в настоящее время являются миниатюрные устройства для измерения ускорений. Акселерометры могут применяться для измерения силы, ускорения, вибрации, движения или перемещения, а также положения и угла наклона (инклинометры), из-за чего находят широкое применение на транспорте, в медицине, в промышленных системах измерения и управления, в инерциальных системах навигации.

Ввиду данных, приведенных выше, цель работы было решено сформулировать, как исследование акселерометра ADXL321 на воздействие синусоидальной вибрации.

В результате выполнения работы ожидалось установить предельные механические нагрузки, а также механические воздействия, приводящие к изменению характеристик радиоэлементов.

Для исследования акселерометра на воздействие синусоидальных колебаний был использован вибростенд и аппаратура измерения и регистрации сигнала с датчика ускорения и исследуемого акселерометра. Форма и амплитуда колебаний контролировались пьезоэлектрическим датчиком ускорения, имеющим паспортные данные предприятия-изготовителя. Акселерометр ADXL321 крепился с помощью эпоксидного компаунда к переходной плате, к которой была сделана распайка выводных контактов. При обработке и регистрации сигналов была использована школьная лаборатория «L-микро» и персональный компьютер.

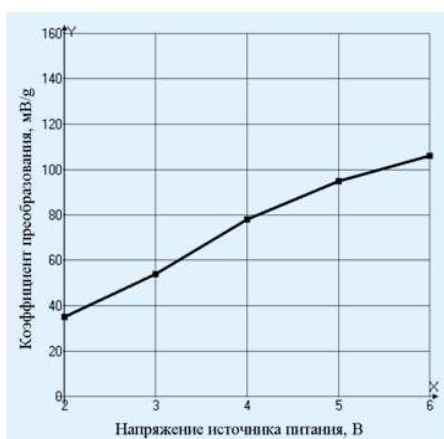


Рис.1

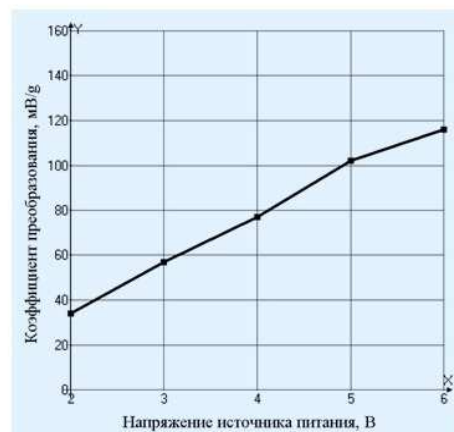


Рис.2

Зависимость коэффициента преобразования от напряжения источника питания. Ось ОХ, частоты 210 Гц (рис.1) и 430 Гц (рис.2), амплитуда ускорения 22 м/с^2 .

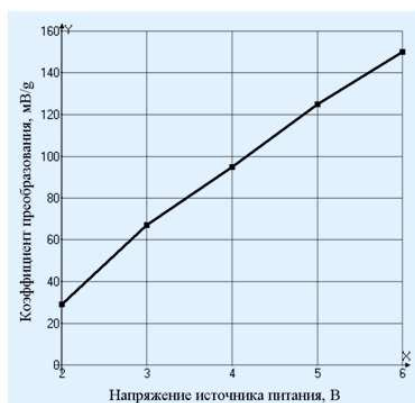


Рис.3

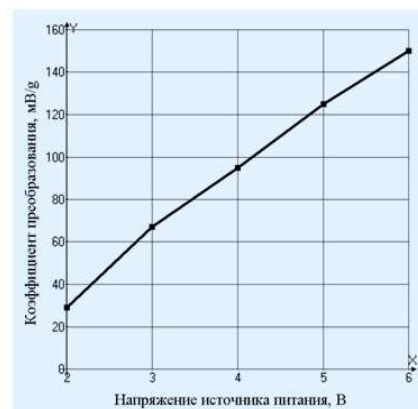


Рис.4

Зависимость коэффициента преобразования от напряжения источника питания. Ось ОУ, частоты 210 Гц (рис.3) и 430 Гц (рис.4), амплитуда ускорения 22 м/с^2 .

Сила тока, потребляемого акселерометром ADXL321, измерялась при отсутствии вибрации для различных напряжений источника питания.

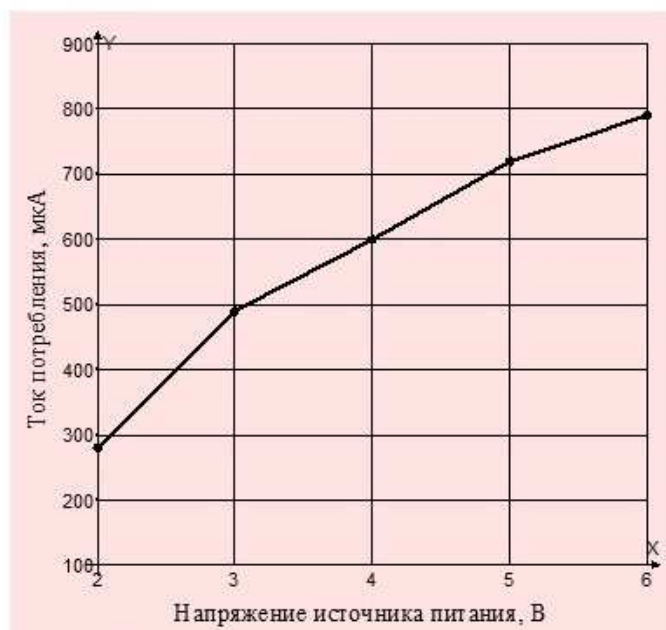


Рис.5

Зависимость силы тока потребления акселерометра ADXL321 от напряжения источника питания (рис. 5).

Зависимость коэффициента преобразования от угла α между осью датчика и направлением вибрации снимали при напряжении питания 3 В, амплитуде ускорения 22 м/с^2 , частоте колебаний 430 Гц.



Рис.6

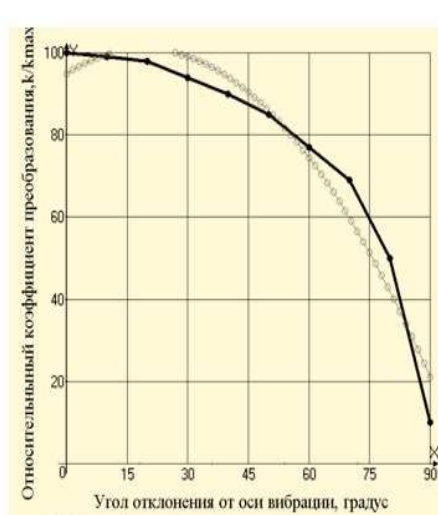


Рис.7

Зависимость коэффициента преобразования от угла α между осями датчика ОХ (рис. 6) и ОУ (рис. 7) и направлением вибрации.

Зависимость постоянной составляющей выходного напряжения от напряжения источника питания определяли без вибрации (рис. 8).



Рис.8

Резонансные частоты для чувствительных элементов вдоль осей ОХ (рис. 9) и ОУ (рис. 10) определены при амплитуде ускорения 22 м/с^2 и фиксированном напряжении источника питания 3,0В. Контрольный пьезоэлектрический датчик ускорения имел резонансную частоту более 30 кГц.

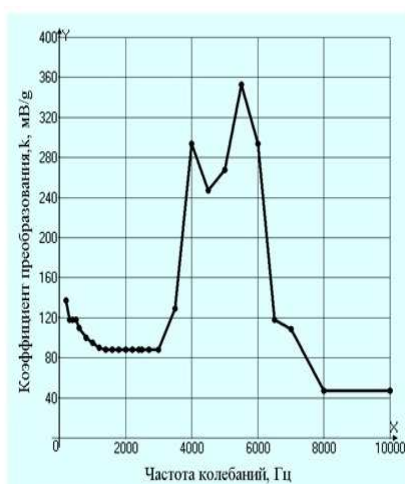


Рис.9

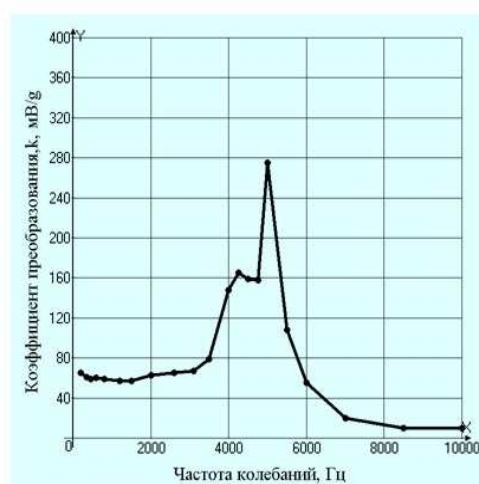


Рис.10

Значительное увеличение коэффициента преобразования акселерометра ADXL321 наблюдается уже при частотах колебаний более 3 кГц, однако резонанс отмечается при частоте колебаний 5,5 кГц, когда колебания контрольного пьезоэлектрического датчика и акселерометра находятся в противофазе.

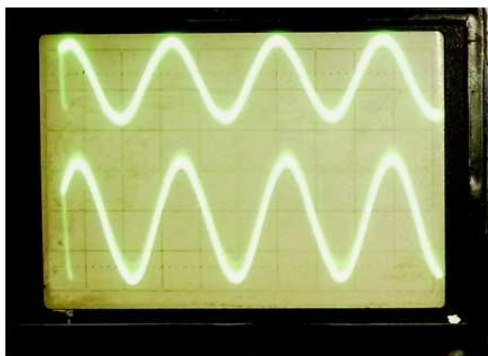


Рис.11

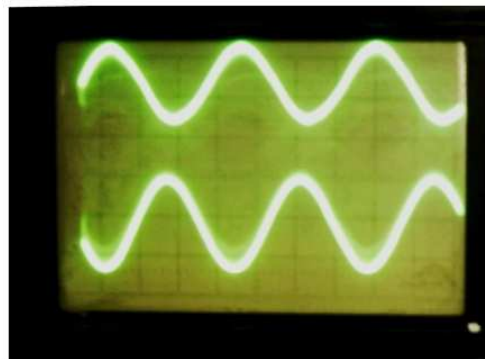


Рис.12

Оциллограммы сигналов с контрольного пьезоэлектрического датчика ускорения и акселерометра ADXL321 при частотах колебаний 1400 Гц (рис. 11) и 5500 Гц (рис. 12).

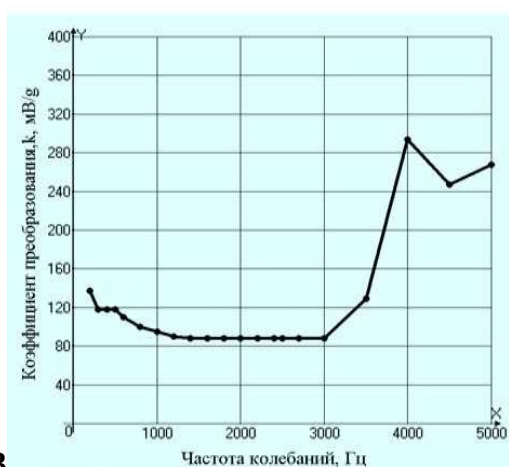


Рис.13

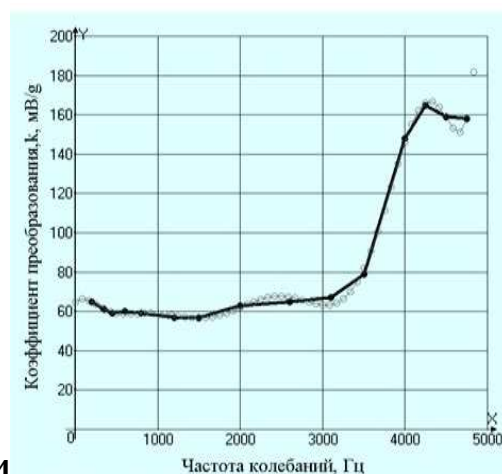


Рис.14

Амплитудно-частотные характеристики чувствительного элемента вдоль осей ОХ (рис. 13) и ОУ (рис. 14).

Температурная зависимость коэффициента преобразования исследовали при фиксированной частоте колебаний 1000 Гц, напряжении питания 4,3 В (батарея), амплитуде ускорения при колебаниях 44 м/с². Диапазон температур (23 – 73)°С. В пределах погрешности измерения 1% не было обнаружено изменения выходного напряжения датчика. Для исследованного интервала температур $\Delta t = 50$ °С изменение коэффициента преобразования акселерометра ADXL321 не превышает 0,02%/°С, что согласуется с данными компании – изготовителя.

В ходе работы была использована методика определения коэффициента преобразования акселерометров МЭМС в вибрационном режиме и определялась температурная зависимость коэффициента преобразования акселерометра ADXL321. При определении коэффициента преобразования было использовано следующее

оборудование:

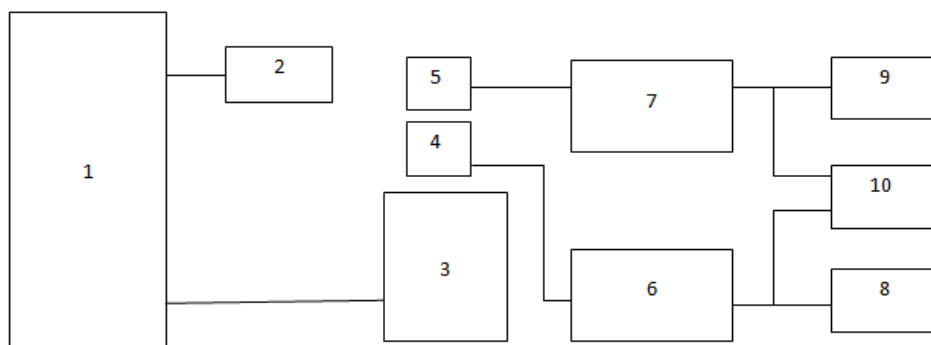
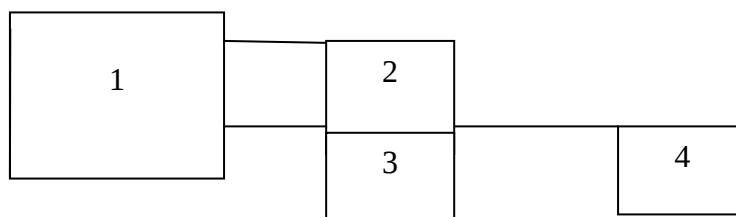


Схема измерений.

1. Источник питания вибростенда, генератор ГЗ-33
2. Частотомер электронносчетный ЧЗ-57.
3. Вибростенд.
4. Контрольный датчик ускорения.
5. Поверяемый датчик ускорения (акселерометр МЭМС ADXL321).
- 6,7. Усилитель напряжения У7-6.
- 8,9. Вольтметр В7-22.
10. Осциллограф двухлучевой электронный С79

Определение коэффициента усиления напряжения У7-6 проводилось по схеме, предоставленной ниже



1. Генератор сигналов ГЗ-33.
2. Вольтметр В7-16.
3. Усилитель напряжения У7-6.
4. Вольтметр В7-22.

На генераторе установить частоту 160 Гц и выходное напряжение 200 мВ, контролируемое вольтметром, например, В7-16. Напряжение на выходе усилителя измеряется вольтметром, например, В7-22. При усилении 20 дБл ожидаемое значение напряжения на выходе усилителя 2,00 В.

Коэффициент преобразования усилителя k_y , определяется по формуле

$$k_y = U_{\text{вых}} / U_{\text{вх}},$$

где $U_{\text{вых}}$ и $U_{\text{вх}}$ – напряжения, измеряемые на выходе и входе усилителя У7-6.

Определение напряжения пьезоэлектрического датчика ускорения В-11.

При амплитуде ускорения $a = 20 \text{ м/с}^2$ и паспортном значении коэффициента преобразования $k_d = 16 \text{ мВ/м} \cdot \text{с}^{-2}$ напряжение датчика равно $U_d = 320 \text{ мВ}$.

Соответствующее этому ускорению эффективное значение напряжения $U_{\text{вх}}$, мВ на выходе усилителя напряжения У7-6, измеряемое вольтметром, вычисляется по формуле:

$$U_{\text{вх}} = \frac{U_d}{1,41} = 227 \text{ мВ}.$$

Ограничение нижней границы f_n частотного диапазона измерений обусловлено значением ёмкости пьезоэлектрического датчика C_d и общим сопротивлением входных цепей $R_{\text{вх}}$. При $R_{\text{вх}} = 1 \cdot 10^7 \text{ Ом}$ и $C_d = 1,06 \text{ нФ}$

$$f_n = 15 \text{ Гц}$$

Определение коэффициента преобразования поверяемого датчика проводилось в следующем порядке.

1. Установкой ВЭДС-10А создать вибрацию, контролируя частоту вибрации частотомером ЧЗ-57 ($f = 160 \text{ Гц}$), а амплитуду виброускорения – пьезоэлектрическим датчиком ускорения В-11. При этом вольтметром В7-22 контролируется напряжение $U_{\text{вых.к}} = 2,27 \text{ мВ}$ на выходе усилителя У7-6, к которому подключён пьезоэлектрический датчик ускорения В-11.

2. Контроль синусоидальной формы сигнала контрольного и поверяемого датчиков осуществляется осциллографом С79.

3. Фиксируется выходное напряжение $U_{\text{вых.п}}$ вольтметром В7-22, подключенным к усилителю У7-6, на вход которого подаётся напряжение с акселерометра ADXL321.

4. Коэффициент преобразования k акселерометра ADXL321 определяется по формуле $k = U_{\text{вых.п}} / k_{yp} \cdot a$, где a – ускорение, задаваемое пьезоэлектрическим датчиком ускорения. Значение ускорения определяется по формуле:

$$a = \dots, \text{ м/с}^2$$

Оценка погрешности определения коэффициента преобразования k поверяемого датчика.

Относительная погрешность определения коэффициента преобразования акселерометра ADXL321 определяется формулой

,

где δU – относительная погрешность измерения напряжения вольтметром В7-22, при $U_{\text{вых}} = 18$ вольт; $U_{\text{вых}}$ – ожидаемое выходное напряжение не менее 1,0 В и %;

δK – относительная погрешность определения коэффициента преобразования усилителя У7-6.

6. При выбранном уровне напряжения на входе и выходе усилителя эта составляющая погрешности не превышает 0,35%;

$\frac{\Delta a}{a}$

$\frac{\Delta a}{a}$ – относительная погрешность определения амплитуды ускорения: %.

Таким образом, погрешность определения коэффициента преобразования акселерометра не превышает 2,5%

Для определения температурной зависимости коэффициента преобразования акселерометра ADXL321 на переходной плате вплотную к нему крепилась термопара хромель-капель ХК₆₈ (ГОСТ 3044-77). Сигнал с термопары подавался на усилитель У7-6, а затем на вольтметр В7-16. Регулируемое напряжение питания акселерометра ADXL321 обеспечивалось лабораторным источником постоянного тока.

В результате выполненного исследования могут быть сделаны следующие выводы:

1. Чувствительность акселерометра ADXL321 как по оси ОХ, так и по оси ОУ соответствует заявленному уровню;

2. Чувствительность акселерометра ADXL321 сильно зависит от напряжения источника питания, изменяясь линейно с возрастанием напряжения источника питания. Чувствительность более чем в два раза возрастает при увеличении напряжения источника питания от 2,0 до 6,0 В;

3. Сила тока потребляемого акселерометром ADXL321 соответствует заявленному значению и возрастает пропорционально при увеличении напряжения источника питания от 2,0 до 6,0 В;

4. Чувствительность акселерометра ADXL321 как по оси ОХ, так и по оси ОУ сохраняется при отклонении осей акселерометра от направления колебаний до 10° , однако она резко уменьшается, начиная с углов более 45° ;

5. На выходе усилителей имеется постоянное напряжение. Величина которого от 1 В возрастает пропорционально напряжению источника питания;

6. Резонансное возрастание чувствительности акселерометра ADXL321 как по оси ОХ, так и по оси ОУ наблюдается в диапазоне частот от 3 кГц до 6 кГц. Резонансная частота соответствует заявленному значению 5,5 кГц;

7. Чувствительность акселерометра ADXL321 как по оси ОХ, так и по оси ОУ в пределах $\pm 10\%$ сохраняется в диапазоне частот колебаний от 500 Гц до 3000 Гц;

8. Изменение чувствительности акселерометра ADXL321 в диапазоне температур не превышает $0,02\%/^{\circ}\text{C}$.

Список литературы:

1. Нанотехнологии азбука для всех [Абрамчук Н. С., Авдошенко С. М., Баранов А. Н. и др.].
2. Акселерометры Analog Devices. Устройство, применение и непрерывное обновление [Александр Казакевич].
3. Проблема прочностной надежности в радиоэлектронике [В.П.Ройзман].

Автор: Барсуков Сергей Николаевич, МОУ лицей, г. Железнодорожный, 11 класс

Научный руководитель: Холевин Владимир Викторович, доцент кафедры «Технология приборостроения» МГТУ им.Н.Э. Баумана, кандидат технических наук

Оценка действия травматической пули Типа «Оса»

БЕЛОУСОВ К.А.

ЛЕВИН Д.П.

Оружие нелетального действия (ОНД) – оружие, предназначенное для лишения противника боеспособности с минимальной вероятностью ущерба его жизни и здоровью. Широкий спектр видов ОНД, имеющегося на вооружении МВД РФ, необходим для решения широкого спектра задач, которые ставятся перед сотрудником правоохранительных органов. Сотрудники имеют право применять специальные средства в ряде ситуаций – при отражении нападения на гражданина или сотрудника полиции, освобождения насильственно удерживаемых лиц, пресечении сопротивления, задержании преступника и т.д. [1] Выбор конкретного типа ОНД в той или иной ситуации определяется как оперативно-тактическими особенностями этой ситуации (тип цели, место проведения операции, погодные условия и т.д.), так и уровнем опасности для сторонних гражданских лиц и сотрудников правоохранительных органов со стороны нарушителей. В ряде ситуаций эффективным решением является применение огнестрельного оружия травматического действия. Наиболее распространенным средством такого рода является пистолет комплекса ОСА – ПБ-4СП (далее – ОСА) [2]. Однако есть ряд проблем, связанных с этим оружием [3].

Во-первых, в Федеральном законе «О полиции» в перечне типов специальных средств не упоминаются травматические средства кинетического действия, что усложняет их легитимное применение.

Во-вторых, используемые сегодня в РФ критерии оценки травматических элементов не дают полноценного представления об их действии, что увеличивает вероятность возникновения травм или даже летального исхода при их применении. В настоящий момент Минздравсоцразвития определяет только минимальную разрешенную дальность стрельбы из этого оружия, на которых «невозможно причинение тяжкого вреда здоровью» – более 1 м (приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 22 октября 2008 г. N 584н), а при сертификации в Федеральном Медикобиологическом Агентстве используется всего два пороговых параметра: дульная энергия не выше 85 Дж и плотность кинетической энергии у цели не более 50 Дж/см². Кроме того, не определена зависимость эффекта, производимого оружием, от «дозы», понятия, которое включало бы такие параметры, как кинетическая энергия резинового

ударника, импульс, плотность кинетической энергии, площадь воздействия. Недостаточно полное исследование действия пули пистолета «ОСА» приводит к возникновению нежелательных последствий его применения (рис. 1).

Все вышесказанное определило необходимость проведения настоящего исследования, целью которого явилась оценка безопасности и эффективности действия травматической пули типа ОСА и определение технических рекомендаций для модернизации травматического элемента.

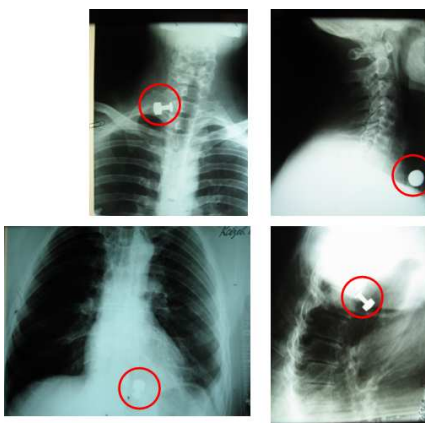


Рис. 1 Рентгенограммы случаев проникающих ранений из пистолета типа «ОСА»

Была описана феноменология взаимодействия травматического элемента с целью, определены особенности взаимодействия пули с целью. Определены физические величины, оказывающие влияние на действие пули. Функционирование травматического элемента было разделено на три этапа (рис.2): 1 - до вылета из канала ствола (гильзы); 2 - с момента вылета из канала ствола до взаимодействия с целью (движение по траектории); 3 - взаимодействие с целью.

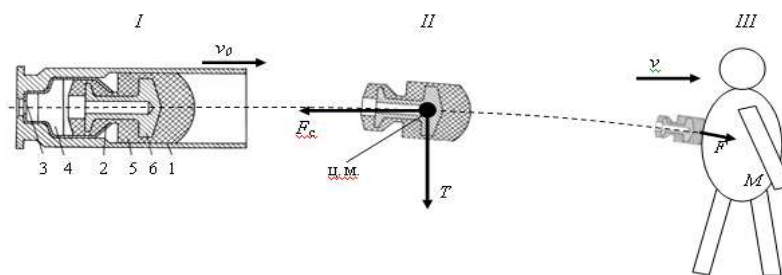


Рис. 2 Этапы функционирования травматического элемента:

I - до вылета из канала ствола (гильзы), *II* – с момента вылета из канала ствола до взаимодействия с целью, *III* - взаимодействие с целью. Схема патрона: 1 – гильза, 2 – газогенератор, 3 – электрический капсюль-воспламенитель, 4 – пороховой заряд, 5 – травматический элемент, 6 – металлический сердечник.

Внешняя баллистика пули была рассчитана в соответствии с уравнением движения элемента в следующем виде:

$$m \frac{dv}{dt} = -\frac{\rho_{\text{в}} v^2}{2} S c_x$$

где v [м/с] – скорость кинетического элемента в момент времени t [с], m [кг] – масса кинетического элемента, $\rho_{\text{в}}$ [кг/м³] – плотность воздуха, S [м²] – площадь миделя (наибольшее по площади поперечное сечение тела) элемента, c_x – безразмерный коэффициент лобового сопротивления.

Для оценки действия кинетического ударника необходимо рассчитать параметры, математически описывающие процессы, происходящие с пулей во время полета и удара. К таким параметрам относятся:

Кинетическая энергия – мера механического движения ударника, зависящая от его скорости.

Плотность энергии – отношение кинетической энергии к площади воздействия [е, Дж/см²].

$$e = \frac{E_k}{A} = \frac{2mv^2}{\pi d^2},$$

Критерий травмы [BC] – эмпирически полученный параметр [3], предназначенный для оценки воздействия на грудную клетку, связующий массу снаряда m [кг], массу цели M [кг], кинетическую энергию снаряда E_k [Дж], его скорость v [м/с], толщину стенки тела T [см] и диаметр ударника d [см]. Этот критерий, полученный по экспериментальным данным с использованием животных, был экстраполирован на массы цели, характерные для взрослого человека (до 70 кг). В дальнейших расчетах величина T принималась равной 6 и 3 см.

Величину T (толщина стенки тела – кожного покрова) для брюшной области достаточно сложно точно определить, поскольку она зависит от многих параметров (возраста, пола человека и т.д.) и варьируется в широких пределах. Чтобы избежать определения этой величины можно использовать модифицированную формулу для BC:

$$BC = \ln \left(\frac{0,5mv^2}{M^{2/3}kd} \right),$$

где k – эмпирический параметр, принимаемый равным 0,711 для мужчин и 0,593 для женщин [4].

Известный метод определения уровня повреждений грудной клетки – это так называемый вязкостный критерий (VC). Этот критерий предназначен для определения серьезности повреждений мягких тканей и кардио-респираторной дисфункции, вызванной

тупым ударом. Критерий определяется соотношением скорости деформации грудной клетки (V , м/с) и величиной сжатия грудной клетки (C , %) в зависимости от времени t . Вероятность и уровень повреждения может быть оценен с использованием критических значений критерия $VC - VC_{\max}$. На данный момент этот критерий представляется наиболее оптимальным для оценки действия кинетических непроникающих элементов, однако его определение требует проведения лабораторных экспериментов с использованием биомеханических манекенов.

Далее в работе была определена зависимость критериальных параметров от дистанции стрельбы и пороговые значения параметров [5], при которых наносится травма определенной тяжести в соответствии со шкалой травм [6]. Определены дистанции стрельбы, на которых пороговые значения достигаются (рис. 3).

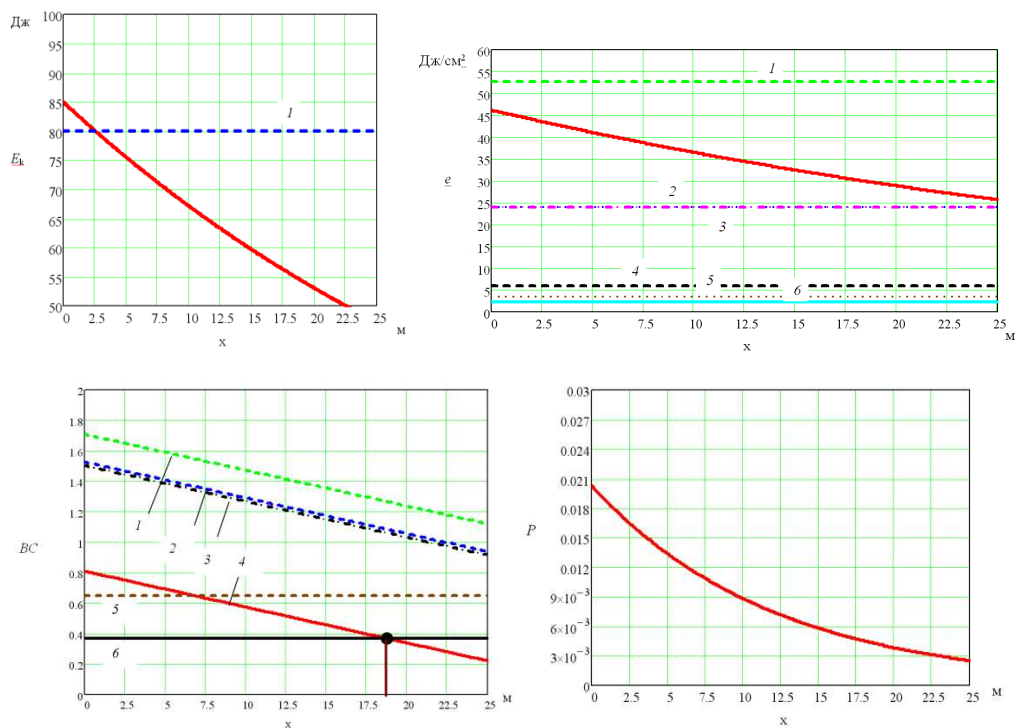


Рис. 3 График зависимости кинетической энергии E_k от расстояния до цели x , 1 – пороговое значение для повреждения черепа. График зависимости удельной кинетической энергии e от расстояния до цели x . Пороговые значения: 1 – повреждение ребер с тыльной стороны, 2 – повреждение ребер с фронтальной стороны, 3 – проникание через кожные покровы, 4 – очень сильная боль, 5 – сильная боль, 6 – слабая боль. График зависимости критерия травмы BC от расстояния до цели x : 1 и 2 – BC рассчитан по модифицированной формуле для цели-женщине и мужчине соответственно, 3 и 4 – BC рассчитан для толщины кожного покрова 3 и 6 см, соответственно; 5 – травма брюшной полости 2-3 степени, 6 – травма грудной клетки 2-3 степени. Расчет вероятности летального исхода по модели Стардивана.

Проанализированы пороговые величины критериальных параметров и построены графики вероятности летального исхода в зависимости от дистанции выстрела по модели Стардивана, а также кривая доза-эффект (рис. 4), в общем виде описываемая логистическим уравнением:

$$P(d) = \frac{1}{1 + \exp[-b \cdot (d - d_{0,5})]} \quad \text{или} \quad P(d) = \frac{1}{1 + \exp[-b \cdot (\ln d - \ln d_{0,5})]},$$

где $P(d)$ – количественная оценка эффекта, соответствующая дозе d ; $d_{0,5}$ – доза, вызывающая эффект, равный половине максимально возможного; b – коэффициент, определяющий интенсивность прироста эффекта при увеличении дозы.

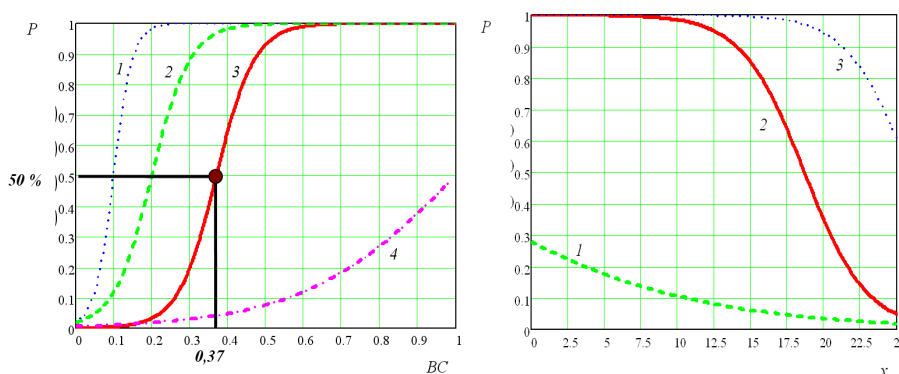


Рис. 4. Зависимость вероятности возникновения эффекта от дозы (параметра BC) для различных степеней тяжести травмы грудной клетки: 1 – легкая, 2 – средней тяжести, 3 – тяжелая, 4 – крайне тяжелая. Зависимость вероятности возникновения травм грудной клетки различной степени тяжести от дистанции стрельбы для пули пистолета «ОСА»: 1 – крайне тяжелая, 2 – тяжелая, 3 – средней тяжести.

Сформулированы технические рекомендации для модернизации пули типа «ОСА» с целью повышения безопасности использования с наименьшими потерями эффективности. Предложены варианты конструкционных изменений выстрела и методика оценки эффективности/безопасности.

1. Конструкционные изменения в выстреле.

Для повышения безопасности и повышения эффективности взаимодействия пули с целью необходимо понизить плотность кинетической энергии, вследствие чего давление на область поражения уменьшится, и проникание в кожные покровы будет маловероятным, а также увеличить останавливающее действие.

Чтобы достичь этих целей, следует изменить площадь A взаимодействия пули с целью, что приведет к уменьшению плотности энергии e и улучшению останавливающего действия вследствие увеличения числа болевых рецепторов, на которые воздействует пуля, а также изменить значения некоторых критериальных кинематических параметров

посредством конструкционных изменений в патроне/пуле, что также приведет к снижению плотности кинетической энергии e .

1.2. Увеличение площади взаимодействия пули с целью.

Для того чтобы достичь увеличения площади A , сформулированы следующие рекомендации:

- а) Увеличение калибра (требует изменения конструкции оружия)
- б) Изменение материала пули на менее упругий и более пластичный.
- в) Изменение конструкции боеприпаса. Например, разрез, сделанный на пуле специальным образом, который приводит к раскрытию пули при попадании, либо конструкция пули, выполненная в форме запрессованного в гильзу упругого кольца, которое разворачивалось бы в полете.

1.3 Для того, чтобы понизить площадь кинетической энергии e взаимодействия с целью, можно понизить кинетическую энергию E_k . Для того, чтобы сделать это с малой потерей эффективности, были сформулированы следующие рекомендации:

- а) Увеличение массы снаряда (например, посредством замены материала сердечника на более плотный) и уменьшение его начальной скорости (например, посредством уменьшения массы пороховой навески). Так как кинетическая энергия имеет квадратичную зависимость от скорости, а импульс – прямую, мы получим значительное уменьшение кинетической энергии при незначительном уменьшении импульса.
- б) Изменение формы снаряда с целью улучшения его аэродинамических характеристик (коэффициент лобового сопротивления c_x), что приведет к меньшей потере скорости на траектории полета пули.

2. Изменения в методике оценки действия травматического оружия.

Необходимо провести оценку действия с использованием экспериментальных данных для построения кривых доза-эффект по критериям BC и VC . Определить вероятности возникновения повреждений в соответствии со шкалой травм в зависимости от дистанции стрельбы. На основании этих данных сформулировать правила использования травматического оружия сотрудниками правоохранительных органов.

Список литературы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 7 февраля 2011 г. N 3-ФЗ «О полиции».
2. Официальный Интернет сайт «ОАО ФНПЦ «НИИ Прикладной химии», раздел «Продукция специального назначения. Технические характеристики» www.niiph.com/production/specprod/pb4sp, дата обращения 20.10.2011.

3. Levin D., Selivanov V. Perspective areas of less-lethal weapons researches and development // Proc. 6th European Symposium on Non-Lethal Weapons, Germany, Ettlingen, May 16-18, 2011.
4. Larry M. Sturdivan, BS, MS, David C. Viano, Dr med, PhD, and Howard R. Champion. Analysis of Injury Criteria to Assess Chest and Abdominal Injury Risks in Blunt and Ballistic Impacts // Journal of trauma, vol. 56, number 3.
5. A. Papy, E. Lemaire Evaluation of kinetic energy non lethal weapons: an aggregated method // Proc. 5th European Symposium on Non-Lethal Weapons, May 11-13, 2009.
6. ГОСТ Р 50744-95 «Бронеодежда. Классификация и основные требования» с изменением №1 от 1 января 1999 г. Изд-во стандартов, 2003.

Автор: Белоусов Константин Андреевич, МОУ СОШ №3 г. Королев Московской области, учащийся 11 класса

Научный руководитель: Левин Денис Петрович, доцент кафедры «Высокоточные летательные аппараты» МГТУ им. Н.Э.Баумана, кандидат технических наук

Особенности ультразвуковой контурной сварки изделий из пластмасс

БЛИНОВ С. Р.

ВОЛКОВ С.С.

Использование принципа контурной сварки позволило разработать способ укупорки изделий в полиэтиленовые колпачки диаметром 90мм. Крышки изделия штамповались из полиэтиленовой пленки толщиной 200мкм. Колпачки изготавливались методом вакуумной формовки из пленки той же толщины. В результате этой технологической операции пленка утонялась и по толщине буртика появлялась некоторая разнотолщинность. Вкладыш укладывался в колпачок, закрывался крышкой и по диаметру производилась сварка. Требование к сварному шву – полная герметичность после хранения под водой на глубине 2м в течение 100 часов.

Для сварки указанных изделий был использован контурный волновод грибовидной формы [1] диаметром 90мм. При сварке были опробованы несколько типов опор-стаканов. В процессе сварки колпачок изделия смещался к центру под действием поперечной составляющей колебаний волновода. Для фиксации изделия в этом случае на рабочих поверхностях волновода и опоры была сделана насечка, которая одновременно несколько улучшала внешний вид шва. Однако, применение насечки при сварке полиэтиленовой пленки толщиной менее 200мкм вызывало чрезмерное утонение полимера по зубцам насечки, что отрицательно сказывалось на прочности сварного шва [2].

При уменьшении толщины свариваемых материалов большое влияние на качество сварного соединения начинает оказывать тепловое состояние поверхностей волновода и опоры. Металл волновода и опоры служит для свариваемого материала теплоотводом. В этом случае для получения качественного соединения следует либо подогревать поверхность волновода и опоры, что вызывает производственные трудности, либо вводить дополнительные теплоизоляционные прокладки. Существенно улучшило тепловой режим использование прокладок между волноводом и изделием, в частности, применение фторопластовой пленки толщиной 50-100мкм. Однако, при наличии прокладки между изделием и металлической опорой поперечные колебания волновода смещали свариваемый металл, что усложняло процесс сварки. Замена металлической опоры текстолитовой не уменьшила смещения материала. Поэтому на кольцевую поверхность текстолитовой опоры было наклеено кольцо из резины. Свариваемая пленка под действием сварочного давления вдавливалась в резину под волноводом, в результате чего происходила фиксация изделия. Контакт пленки с резиновым кольцом не приводил к

дополнительному охлаждению сварного шва, поэтому качество сварного шва получалось вполне удовлетворительным.

Однако, при сварке большой партии изделий был обнаружен значительный процент брака, выразившийся в частичном непроваре по окружности изделия. Замеры толщины буртика колпачка и крышки показали, что брак вызывается разнотолщинностью буртика колпачка, достигающей до 60% по длине окружности.

Было определено влияние остаточной толщины сварного шва $h_{ост}$ на его прочность. Максимальной прочности соответствует $h_{ост}=0.7h_{общ}$ (общей толщины материала колпачков). При сварке изделия с нестабильной толщиной буртика может получиться, что волновод в одной точке имеет осадку на $0.3h_{общ}$, а в другой еще не касается изделия. Это и вызывает местный непровар. При достаточной осадке на более тонкой части окружности происходит прожог свариваемого материала. Подбор колпачков с разнотолщинностью стенок буртика менее 15% практически избавляет от брака при сварке.

В лаборатории сварки МГТУ им. Баумана проводились также исследования по ультразвуковой сварке полистирола. Выяснилась свариваемость полистирола при производстве изделий круглой формы. Производилась сварка образцов из блочного, суспензионного, эмульсионного и ударопрочного полистирола.

Ввиду того, что удельная ударная вязкость и модуль упругости блочного и ударопрочного полистирола резко отличаются друг от друга, можно предположить, что акустическое сопротивление этих материалов также различно, а следовательно, для этих материалов требуются разные параметры сварки. Образцы были сварены на различных режимах, и после сварки испытывались на растяжение на разрывной испытательной машине РМ-50.

Исследованиями установлено, что наилучшими показателями обладает блочный полистирол. При сварке изделий из блочного полистирола не остается следов и вмятин в месте приложения волновода, так как время сварки незначительно. Испытания сварных образцов ударопрочного полистирола показали, что в результате повышенного коэффициента затухания прочность их резко понижена. Таким образом, для производства изделий круглой формы с помощью ультразвуковой сварки желательно применять блочный полистирол. Не рекомендуется смешивать полистирол указанных марок, так как это может привести к ухудшению акустических показателей и снижению качества сварки [2]. Для ультразвуковой сварки был взят корпус микроэлектродвигателя из ударопрочного полистирола. Разработан ступенчатый волновод для сварки круглых швов диаметром 26мм за один цикл. В качестве материала для него использовалась сталь 45.

В качестве опоры при сварке корпусов микроэлектродвигателей используется разработанный и изготовленный в сварочной лаборатории МГТУ им. Баумана кольцевой магнитоупругий датчик. Датчик-опора выполнен из магнитострикционного материала (никеля), что позволяет измерять интенсивность прошедшей через полимер ультразвуковой волны в процессе сварки и тем самым следить за изменением состояния полимера[1].

Сварка корпусов микродвигателя проводилась на установке УПП-21, разработанной в сварочной лаборатории МГТУ им. Баумана.

Приводим режим сварки, при котором достигается высокая механическая прочность и водонепроницаемость сварного шва:

- Время пропускания ультразвуковых колебаний 5сек.
- Сварочное давление 2.5 МПа.
- Выдержка под давлением после отключения ультразвука 1.5-2сек.
- Амплитуда колебаний волновода 30мкм.
- Мощность ультразвукового генератора 1.6кВт.

Вывод: разработан технологический процесс по укупорке различных продуктов в полимерную тару. Сварку в этом случае можно производить по свариваемым поверхностям, покрытым различными агрессивными жидкостями.

Список литературы:

1. Волков С.С. Сварка и склеивание полимерных материалов: Учебное пособие для вузов. М.: Химия, 2001. 376 с.
2. Донской А.В., Келлер О.К., Кратыш Г.С. Ультразвуковые электротехнологические установки. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд., 1982. 208 с.

Автор: Блинов Станислав Русланович, МОУ гтмназия №3, г. Дубна, 11 класс.

Научный руководитель: Волков Станислав Степанович, профессор кафедры «Технология сварки и диагностики», кандидат технических наук.

Строение атома и радиоуглеродный метод анализа

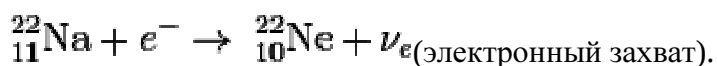
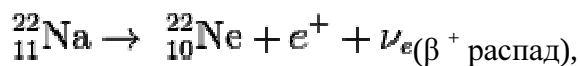
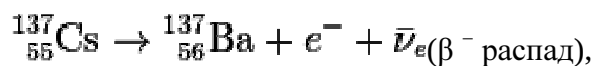
БОГАТОВ Н.А.

ГЕРАСИМОВ Ю.В.

До конца 19 века атом представляли как неделимую частицу. В 1896 году Анри Беккерель (Франция) обнаружил, что атомы урана испускают лучи неизвестного происхождения, проникающие сквозь фотобумагу и оставляющие след на фотопластине. Он поручил исследовать это явление своей аспирантке Мария Склодовская-Кюри. Она привлекла к работе своего мужа Пьера Кюри. Они установили, что излучение, открытое Беккерелем, имеет три составляющих. Эти три вида излучения в последствии были названы α , β , γ -лучами. В 1911 г. Эрнст Резерфорд, используя энергию α -лучей обнаружил, что атом состоит из маленького тяжелого положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов. В 1913 г. Нильс Бор, на основе опытов Резерфорда предложил «Планетарную модель атома». Работами Марии Кюри и её сотрудников было выяснено, что уран при испускании излучения превращается в другой элемент. Это явление было названо радиоактивностью [1].

α -Распад – тип распада, связанный с испусканием α -частиц, т. е. ядер атома гелия. При испускании α -частиц заряд уменьшается на 2 единицы, а массовое число на 4 единицы. Порядковый номер ядра дочернего изотопа сдвигается в периодической системе влево на две клетки от материнского.

β -Распад вначале трактовался только как испускание ядрами электронов. Только после открытия нейтронов и их превращения в протоны с образованием электронов стал понятен источник внутриядерных электронов. Разделяю три вида β -распад электронный (β^- распад), позитронный (β^+ распад) и электронный захват.



Спонтанное (самопроизвольное) деление – третий тип распада. Был открыт в 1940 году. При таком распаде возбуждение ядра приводит к его разрыву на две примерно равные части что сопровождается выбросом нуклонов (чаще всего нейтронов), γ лучей и выделением огромной энергии (200 МэВ на акт деления).

Одним из интересных способов применения энергии радиоактивного распада является *радиоуглеродный метод анализа*.

Радиоуглеродный анализ – физический метод датирования биологических останков, предметов и материалов биологического происхождения путём измерения соотношения содержания в материале изотопов углерода.

Углерод, являющийся одной из основных составляющих биологических организмов, присутствует в земной атмосфере в виде стабильных изотопов ^{12}C и ^{13}C и радиоактивного ^{14}C . Изотоп ^{14}C постоянно образуется в атмосфере под действием радиации (главным образом, космических лучей, но и излучения от земных источников тоже). Соотношение радиоактивного и стабильных изотопов углерода в атмосфере и в биосфере в одно и то же время в одном и том же месте одинаково, поскольку все живые организмы постоянно участвуют в углеродном обмене и получают углерод из окружающей среды, а изотопы, в силу их химической неразличимости, участвуют в биохимических процессах практически одинаковым образом.

В живом организме удельная активность ^{14}C равна примерно 0,3 распада в секунду на грамм углерода, что соответствует изотопному содержанию ^{14}C около 10-11 %. С гибелью организма углеродный обмен прекращается. После этого стабильные изотопы сохраняются, а радиоактивный (^{14}C) испытывает бета-распад с периодом полураспада 5568 ± 30 лет, в результате его содержание в останках постепенно уменьшается. Зная исходное соотношение содержания изотопов в организме и измерив их текущее соотношение в биологическом материале, можно определить, сколько углерода-14 распалось и, таким образом, установить время, прошедшее с момента гибели организма. Для определения возраста из фрагмента исследуемого образца выделяется углерод (путём сжигания фрагмента), для выделенного углерода производится измерение радиоактивности, на основании этого определяется соотношение изотопов, которое и показывает возраст образца. Образец углерода для измерения активности обычно вводится в газ, которым наполняется пропорциональный счётчик, либо в жидкий сцинтиллятор.

Экспериментальная часть

Эксперимент №1

Измерение радиоактивности двух образцов полиэтилена. Один из них – обычный полиэтилен – в виде тонкого листа полиэтилена. Второй образец – изделие из полиэтилена, подвергавшееся воздействию излучения ядерного реактора. В результате такого воздействия оно получило так называемую «наведенную радиоактивность». Для измерения активности образец вводился в газ, которым наполнен пропорциональный счётчик (сцинтиллятор). Обнаружено, что излучение изделия с наведенной

радиоактивностью составляет величину 18,5 распадов/секунду. Число распадов у обычного полиэтилена равно только 12 распадов/секунду. Сравнение числа распадов в секунду (Беккерели) обоих образцов производилось по формуле [2,3]: $N = J_{\text{обл.}} / J_{\text{эталон}}$

Полученные данные показывают, что радиоактивность «образца» более чем в 1,5 раза выше, чем «эталона» – образца сравнения.

Эксперимент №2

Было произведено измерения среза дерева в трех частях: в центре(1), с краю(3) и между ними(2).

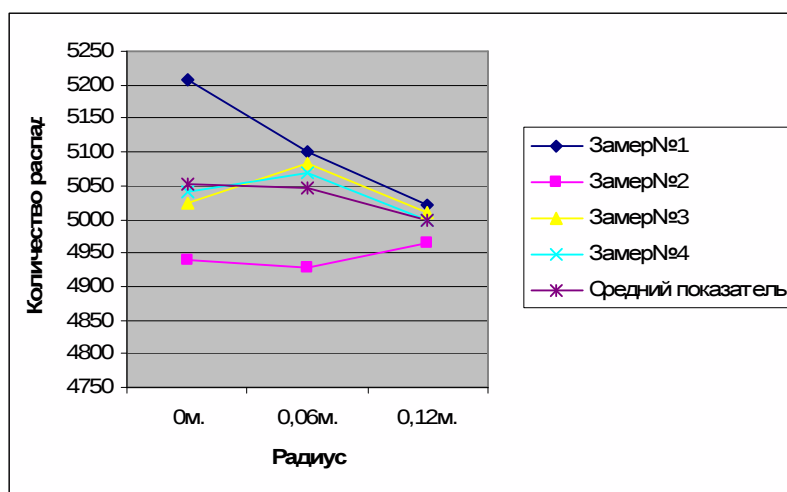


Рис.1. Зависимость активности по радиусу спила дерева.

Видно, что по среднему значению самый высокий фон находится в центре среза, а самый низкий у края среза. Если рассматривать результаты замера №2 и №3, то можно заметить, что фон в точках на расстоянии половины радиуса спила превышает показатели в центре и у края,

Эксперимент №3

В данном эксперименте проведено измерение излучения двух образцов бумаги с разницей возраста в 103 года. Один образец – часть бумажной основы старой фотографии 1907 года, второй образец бумаги изготовлен в 2010 году.

Полученные данные были подставлены в формулу закона радиоактивного распада $N = N_0 \cdot 2^{-t/T}$.

Поскольку известны N и N_0 , а период полураспада углерода ^{14}C равен 5568 ± 30 лет [4], то в результате расчетов был определен возраст образцов бумаги (для старой фотографии он составил $t = 95$ лет). Погрешность измерения может быть вызвана тем фактом, что полученная величина всего лишь в 3 раза больше погрешности периода

полураспада изотопа ^{14}C ; также не исключено, что образцы могли получить дополнительную радиоактивность из-за внешнего фона.

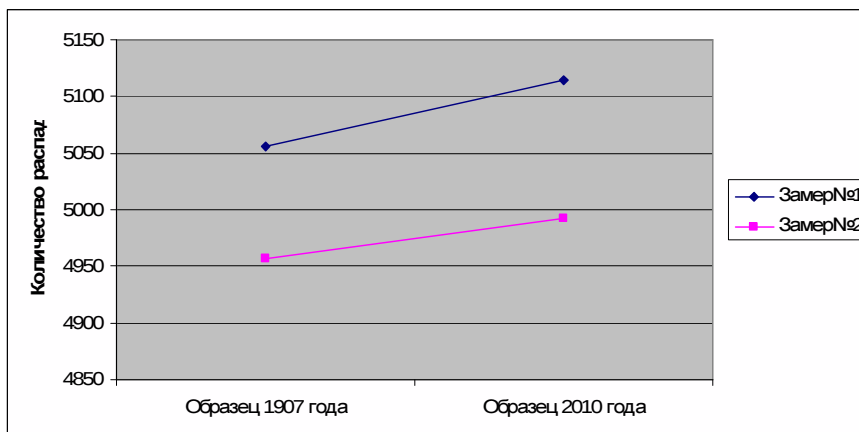


Рис.2. Зависимость активности от возраста образцов бумаги.

Данный эксперимент подтверждает, что метод радиоуглеродный анализа даёт корректные результаты с приемлемой погрешностью.

Выводы:

1. В настоящее время энергия распада атомных ядер используется во многих областях науки и техники.
2. Радиоуглеродный метод анализа может быть использован при проведении тонких научных экспериментов.
3. Экспериментально радиоуглеродным методом анализа произведена количественная оценка возраста 3-х образцов, содержащих радиоактивные изотопы углерода ^{14}C : изделия из полиэтилена, подвергавшегося радиоактивному облучению, срез дерева и образцы бумаги, различающиеся на 103 года по времени изготовления.

Список литературы:

1. Шалинец А.Б., Фадеев Г.Н. Радиоактивные элементы: Пособие для учащихся. М.: Просвещение, 1981.
2. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов.
3. Справочник по физике. / Авт.: И.М.Гельфгат, Л.Э.Генденштейн, Л.А.Кирик, Е.Ю.Свириновская.
4. Физика в таблицах. М. – Харьков: Изд-во "Илекса", 1998.

Автор: Богатов Никита Алексеевич, ГБОУ СОШ №37, г. Москва, 11 класс

Научный руководитель: Герасимов Юрий Викторович, доцент кафедры «Техническая физика» МГТУ им.Н.Э. Баумана, кандидат физико-математических наук

Автоматизированная система позиционирования электродов

БЫЧКОВ Е.А.

КУДАШОВ И.А.

Автоматизированная система позиционирования электродов необходима для проведения более точных исследований в области реокардиографии. Была поставлена задача, создать систему позиционирования, использующую в основе, метод импедансной реокардиографии.

Метод импедансной реокардиографии основан на пропускании высокочастотного (40-100 кГц) низко амплитудного тока (1-3 мА) через грудную клетку и регистрации пульсовых изменений вызванных кровообращением [1]. Система позволяет решить ряд проблем таких как: точность позиционирования, отсутствие артефактов, приобретенных вследствие воздействия человека, увеличение скорости проведения эксперимента.

За последние 10 лет учёными медико-технической школы МГТУ им. Н.Э. Баумана, был проведён широкий спектр работ, направленных на развитие метода реокардиографии. Были обоснованы возможности использования метода для мониторингового контроля состояния сердечнососудистой системы, разработано аппаратно-программное обеспечение, был проведен анализ основных факторов влияющих на точность оценки параметров кровообращения.

Кардинальное отличие метода исследования в том, что он неинвазивный. Существующие инвазивные методы диагностики, кроме повышенных требований стерильности, высокой стоимости оборудования и расходных материалов травматичны для пациентов и имеют ограничения по времени проведения обследования.

Например, введение катетера. Что касается уже созданных неинвазивных методов исследований, то они не позволяют обеспечить высокую точность и отсутствие артефактов при исследовании.

Кроме того данные методы весьма трудны в эксплуатации. Например, исследование прекардиальной области с позиционированием электродов руками занимает много времени и требует очень точного расположения электродов [2]. Из выше перечисленного мы видим, что создание аппаратуры данного класса очень актуально.

Суть метода

Одним из главных аспектов точности реокардионаблюдений является позиционирование электродов. Суть метода состоит в том, что на прекардиальную область (область проекции сердца на поверхность грудной клетки) пациента накладывается система токовых и измерительных электродов, при этом сигналы несут информацию о параметрах структуры, формы отделов сердца, а также о параметрах их движений в процессе сокращения и расслабления.

Для проведения исследований использовался многоканальный реограф. Для синхронизации и выделения кардиоциклов дополнительно к прекардиальным сигналам записывались сигнал электрокардиограммы (ЭКГ) и реокардиограммы.

В прекардиальных измерениях использовалась симметричная тетраполярная электродная сборка, так же как и в других биоимпедансных измерениях.

Формулирование требований к такой электродной сборке, включая межэлектродные расстояния и диаметры электродов, позволит уменьшить погрешность при исследованиях прекардиальной области [3].

Особенности конструкции

Устройство является системой с числовым программным управлением и служит для автоматизированного позиционирования электродов на теле человека. Была сконструирована система, которая способна перемещать электроды над телом пациента в трех координатных осях.

Основными движущими элементами являются шаговые электродвигатели в количестве пяти штук [4]. К ним с помощью муфт закреплены валы, к которым в свою очередь крепятся каретки и все элементы присоединены с помощью хомута к опорной балке. Д

Данная структура конструкции была выбрана из соображений удобства позиционирования электродной сборки над телом человека. Механическая часть управляется при помощи электронного блока, на который поступает управляющий сигнал с компьютера, где в свою очередь располагается специальное ПО позволяющее осуществлять контроль над системой.

Для создания электронной части понадобились три управляющие платы – по одной на каждую ось перемещения. Платы спроектированы с использованием комплекта интегральных схем L297 и L298, произведенных компанией STMicroelectronics. Использование этих двух чипов приводит к упрощенной конструкции платы и минимизации числа компонентов.

Кроме того, соединение этих двух чипов образует мощную плату драйвера, способную выдерживать до 36 В и 2 А на канал.

Также понадобилась интерфейсная плата. Эта плата необходима, для обеспечения возможности посылать и получать сигналы от устройств управления и компьютера. На ней установлен разъем для кабеля параллельного порта, несколько контактов для проводов, идущих от каждой управляющей платы и защитные резисторы. Система управляется с помощью специального ПО (KCam 4). Программа является готовым бесплатным ПО [5,6].

Экспериментальные исследования

Был проведен ряд экспериментов с системой. Основным направлением была выбрана возможность снятия сигнала из одного и того же места. В соответствии с данными MRI изображений, были определены границы сердца на груди человека. Далее с помощью системы электродную сборку нацеливали в интересующую область. Центр сборки привязывали к контуру сердца путем наведения лазерной указки.

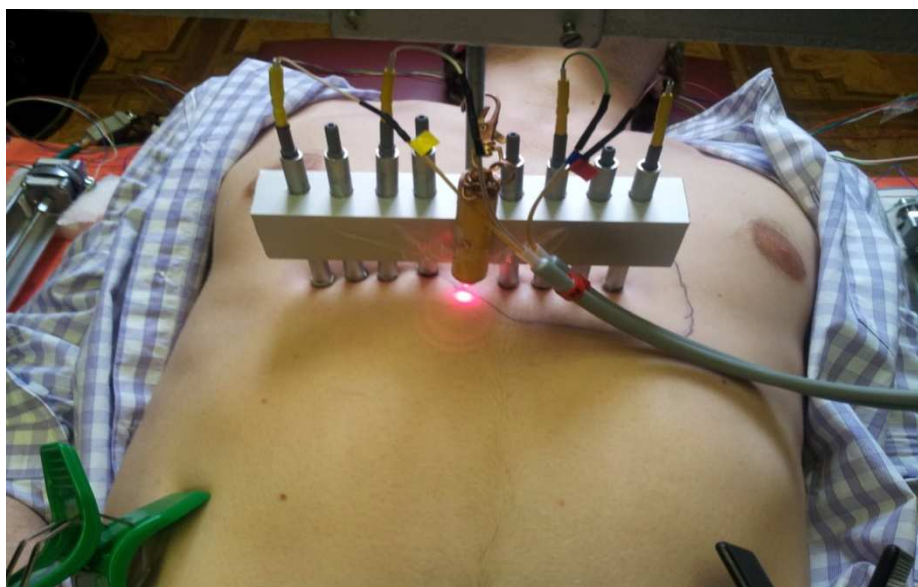


Рис. 1 Наведение электродной сборки.

Данную точку сохраняли в программе на координатной плоскости. Далее перемещали систему в другую интересующую точку и запоминали ее.

Теперь с помощью специальных команд программы можно в любой момент, вернуться к сохраненным точкам, и получить реокардиограмму, что является важным при проведении некоторых исследований.

В итоге с помощью системы можно получить сигнал вдоль всего контура проекции сердца, с точностью один шаг равен двум градусам поворота вала электродвигателя. Следовательно, за 180 шагов получаем перемещение на 1мм.

Заключение

Система может использоваться не только для проведения исследований в научных лабораториях, но и в больничной практике. Кроме того скорость обследования очень высока, что является важным при некоторых обстоятельствах. Данная система имеет широкий спектр применения и является незаменимой при проведении определенных исследований.

Список литературы:

1. Стрелков В.Б. Метод тетраполярной прекардиальной импедансной реокардиографии.
2. Особенности импедансного картирования передней стенки правого желудочка сердца.
/ А.В.Кобелев, С.И.Щукин, Ю.Е.Кирпиченко, Д.П.Тимохин, С.И.Сергеев
// Биомедицинская радиоэлектроника.
3. Щукин С.И., Кирпиченко Ю.Е., Тимохин Д.П. Исследование биомеханических процессов деятельности сердца с использованием аппаратно-программного комплекса для импедансного картирования прекардиальной области.
4. <http://www.elion.ru/products/motors>
5. <http://www.kellyware.com/kcam/>
6. Вильямс Дж. Программируемые роботы.

Автор: Бычков Евгений Александрович, ГБОУ лицей №1581, г. Москва, 11 класс

Научный руководитель: Кудашов Иван Александрович, аспирант кафедры «Медико-технические информационные технологии» МГТУ им. Н.Э. Баумана

**Моделирование работы кривошипного листоштамповочного
пресса двойного действия**

ВЕСЕЛОВ Е.А.

ГЛАДКОВ Ю.А.

Процессы листовой штамповки получили широкое применение в различных отраслях промышленности, благодаря высокой производительности и экономической эффективности. Изготовление деталей методами листовой штамповки позволяет: получать детали весьма сложных форм, изготовление которых другими методами обработки затруднительно; получать детали с достаточно высокой точностью размеров, преимущественно без последующей механической обработки; экономно использовать материал; применять автоматизацию и механизацию при высокой производительности оборудования. Разработка технологического процесса штамповки и проектирования штампов неразрывно связаны между собой. В листовой штамповке, для изготовления деталей, возможно применение методов комбинированной штамповки, одновременно сочетающей две или несколько отдельных операций.

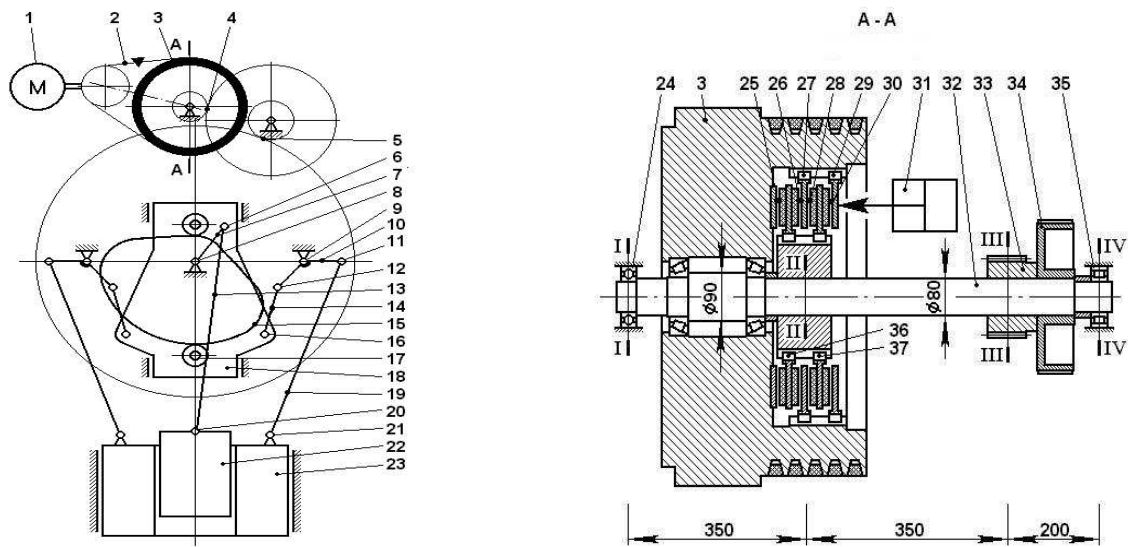
Листовая штамповка представляет собой самостоятельный вид технологии, обладающей рядом особенностей:

- О высокой производительностью;
- О возможностью получения самых разнообразных по форме и размерам полуфабрикатов и готовых деталей;
- О возможностью автоматизации и механизации штамповки путем создания комплексов оборудования, обеспечивающих выполнение всех операций производственного процесса в автоматическом режиме (в том числе роторных и роторно-конвейерных линий);
- О возможностью получения взаимозаменяемых деталей с высокой точностью размеров, без дальнейшей обработки резанием.

Листоштамповочные прессы двойного действия состоят из 3х частей:

- муфта тормоза маховика;
- вытяжной ползун;
- механизм пружинного ползуна.

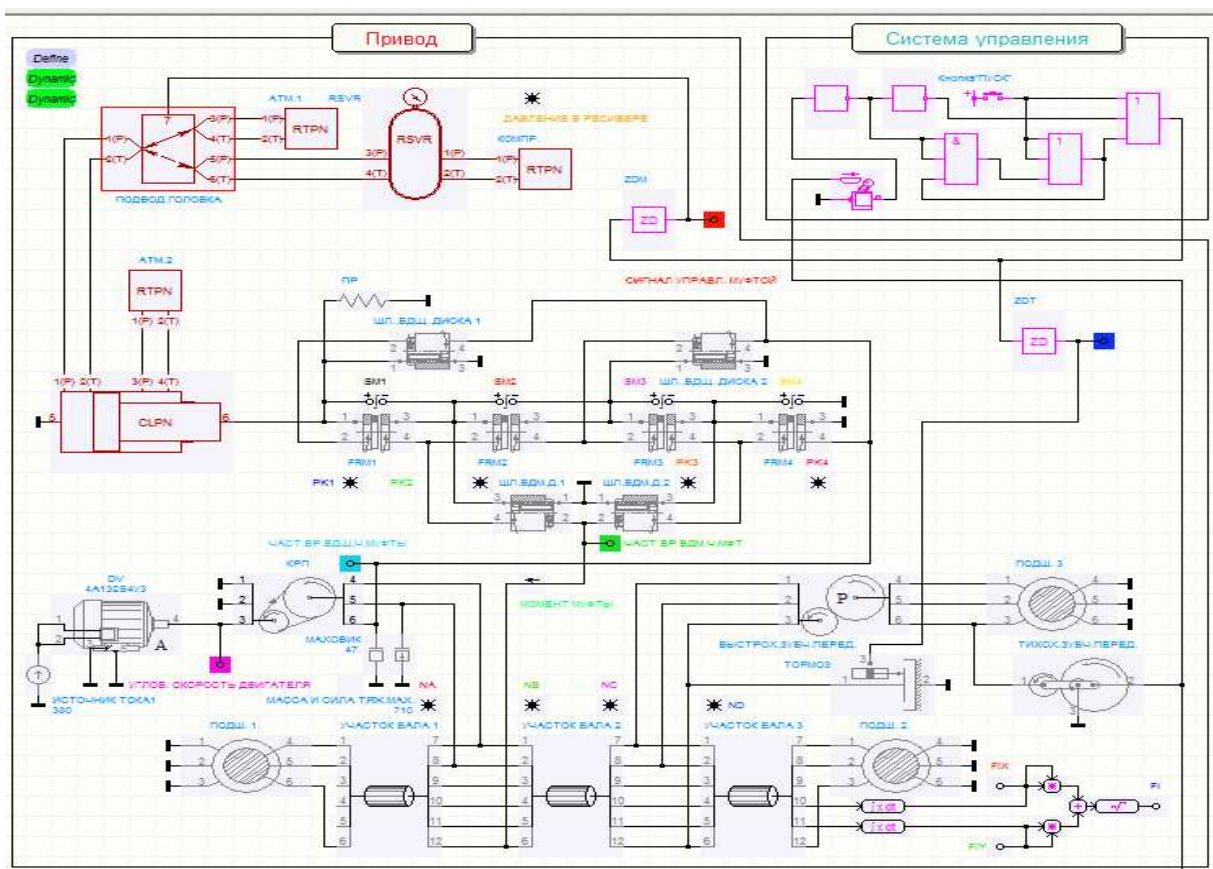
**Объект моделирования: конструкция листоштамповочного
пресса двойного действия**



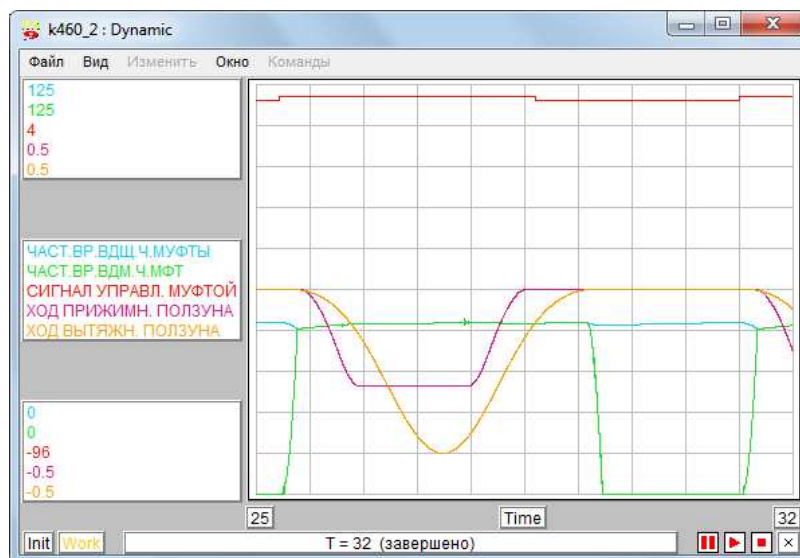
Моделирование элементов конструкции

- привод пресса

Схема в ПА9:



График, отображающий работу:



На графике показан принцип действия привода пресса. При включении сигнала управления муфтой, частота вращения ведомой части начинает расти до значения 50 за 0,525 сек., считая от начала процесса. На разгон ведущих частей пошла часть энергии запасённая в маховике.

Далее идёт сам процесс штамповки:

1. Прижимной и вытяжной ползуны начинают двигаться до отключения сигнала. Время их движения $T=3,8325$ сек.

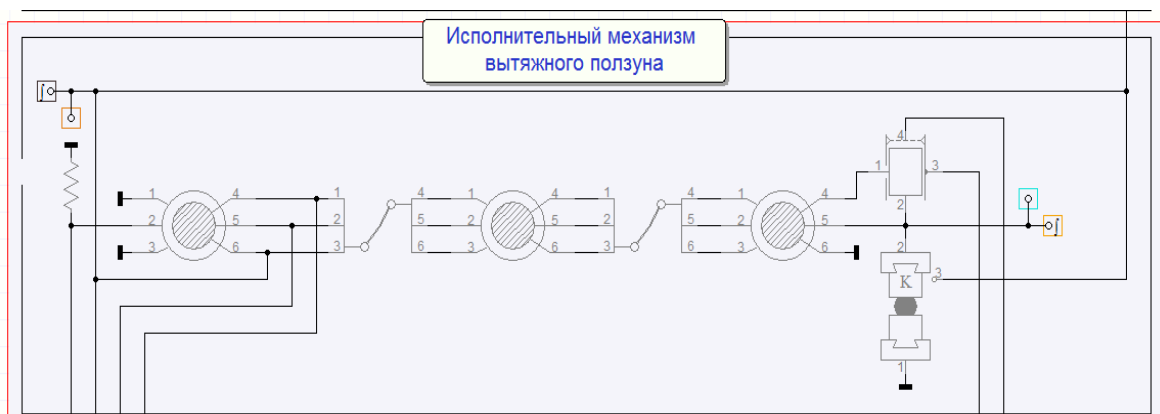
2. Частоты ведомой и ведущей частей становятся одинаковыми.

3. Затем частота уменьшается, и процесс начинается заново.

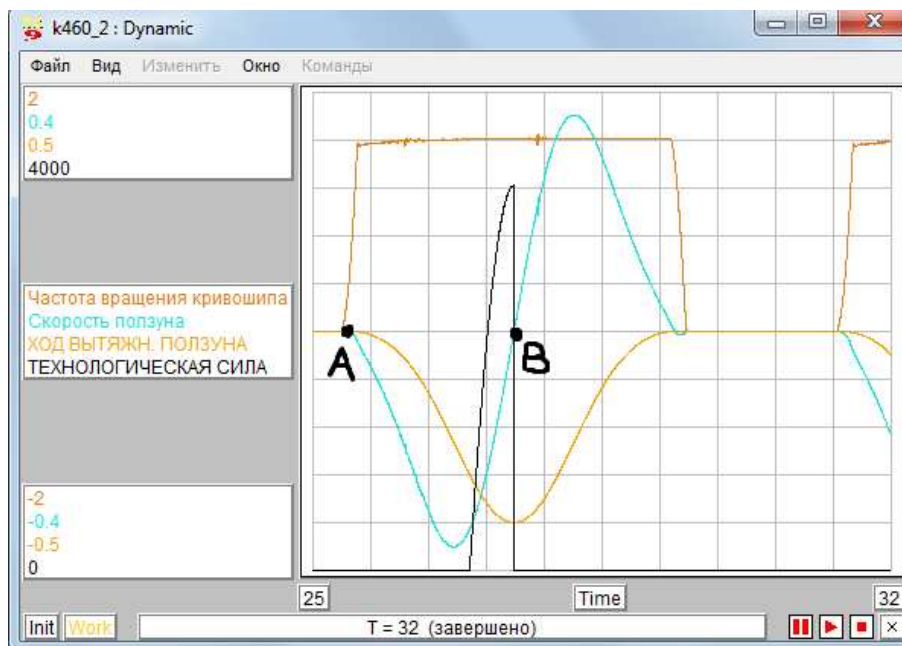
От значений 61,69 до 62,5 пресс не работает (отводится время на смену заготовки).

- кривошипно-ползунный механизм привода вытяжного ползуна

Схема в ПА9:



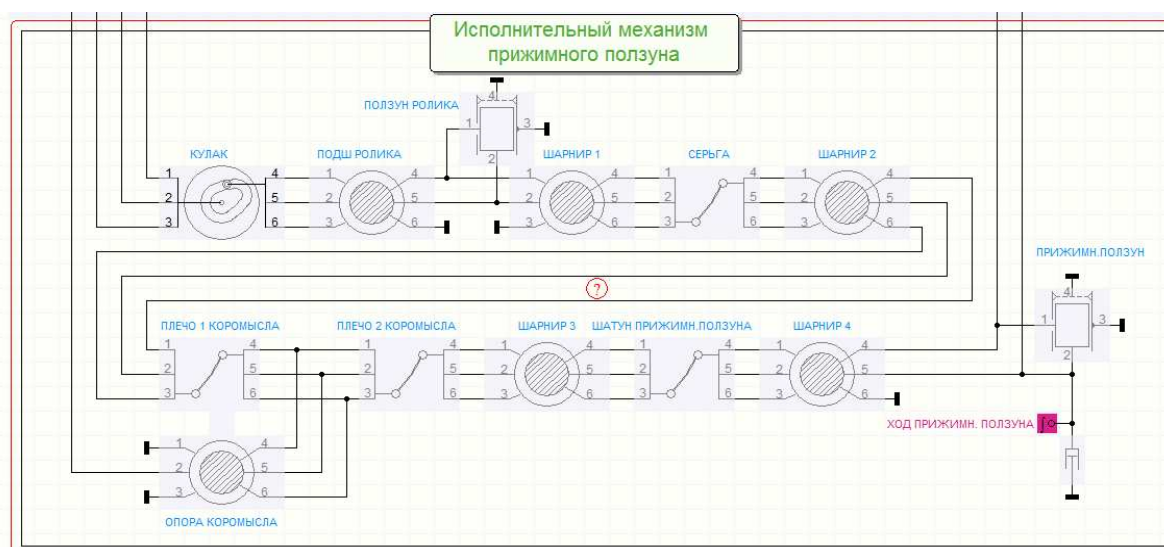
График, отображающий работу:



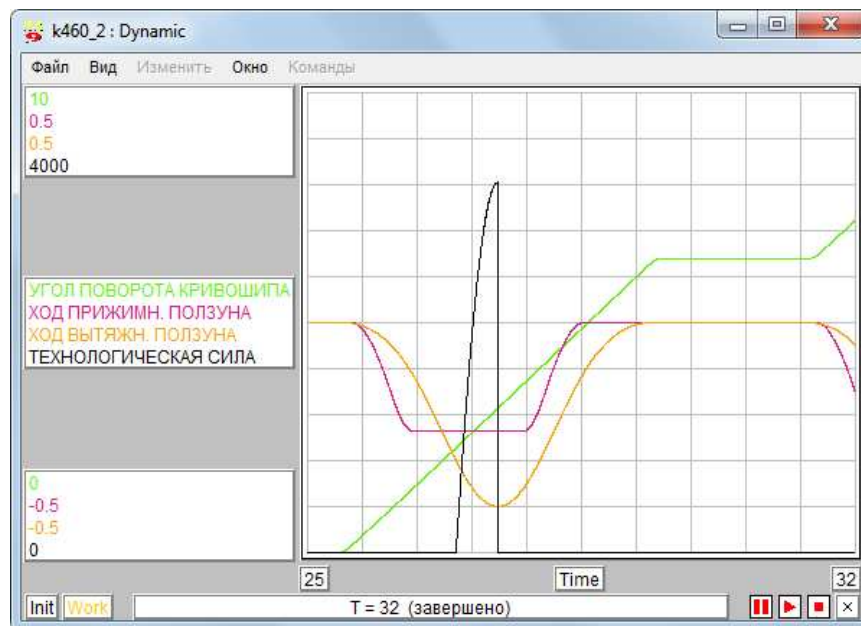
Характер графика движения ползуна синусоидальный. В точке А ползун пошёл вверх, а в точке В – вниз. Можно заметить, что график частоты вращения кривошипа повторяет график частоты вращения ведомой части муфты. В первом случае это кривошипный вал, а во втором – приводной, а они соединены передаточным отношением.

- кулачковый механизм привода прижимного ползуна

Схема в ПА9:



График, отображающий работу:



На данном графике показан процесс действия кулачкового механизма привода прижимного ползуна.

Легко заметить, что прижимной и вытяжной ползуны начинают движение вместе. В это же время угол поворота кривошипа начинает расти. Весь процесс длится 5,89474сек. Далее он циклично повторяется.

Автор: Веселов Евгений Александрович, ГБОУ Республика Марий Эл «Политехнический лицей-интернат», г. Йошкар-Ола, 11 класс.

Научный руководитель: Гладков Юрий Анатольевич, доцент кафедры «Технологии обработки давлением» МГТУ им Н.Э.Баумана, кандидат технических наук.

Разработка и создание беспилотного летательного аппарата на фотоэлектрических элементах в условиях домашней мастерской

ГАВРИЛИН А.В.

МИЩЕНКО А.В.

Одним из самых важных достижений не только в самой истории самолетостроения, но и в самолетостроении 21 века – стало, безусловно, создание самолетов на солнечных батареях, способных длительное время находиться в воздухе, не расходуя при этом ни капли горючего. Возможно, в ближайшем будущем использование солнечных батарей станет безальтернативным источником энергии в полете.

Оперативное обследование больших сухопутных и водных поверхностей, в том числе для экологического мониторинга, производится с помощью авиационных комплексов на базе самолетов, вертолетов или же зондов. В мире в последние несколько лет интенсивно развиваются направления по использованию летательных аппаратов на искусственном интеллекте (беспилотные летательные аппараты – БПЛА).

Эти технологии обладают рядом преимуществ, не требуют специально подготовленных площадок и стартовых комплексов, они сравнительно недорогие в отличие от больших авиаккомплексов, и не связаны с риском для человека. Наибольшее развитие и распространение в мире получили БПЛА крылатого или самолетного типа.

Многие страны мира успешно разрабатывают и внедряют БПЛА вертолётного типа для разного вида деятельности, в том числе и для экологического мониторинга. Особенностью комплексов является возможность укороченного взлёта и посадки, что определяет их основные преимущества (по сравнению с БПЛА самолетного типа).

Особое внимание стоит уделить летательным аппаратам, а именно – беспилотным. Миниатюрность электроники позволяет создавать как миниатюрные, так и довольно большие летательные комплексы с широким спектром возможностей, начиная от простого фото и видеонаблюдения в видимом спектре и заканчивая установкой тепловизорных и лазерных считывающих устройств.

Если рассматривать возможность применения БПЛА для нужд народного хозяйства с получением данных, доступных для восприятия простому человеку, то тут раскрываются довольно большие перспективы развития данных технологий. И на сегодняшний день установка цифровых визуализирующих устройств, а именно фото и видеокамер позволяет использовать малогабаритные беспилотные комплексы в

следующих востребованных областях: проведение аэрофотосъемки и составление подробных планов районов по данным аэрофотоснимков или же получение перспективной съемки с проекцией на горизонт с целью использования для коттеджной и жилой застройки, планирования использования земель сельскохозяйственного и промышленного назначения – это особенно актуально для районов с плотной застройкой; обследование районов сброса и складирования вредных и отравляющих веществ, где доступ человеку либо ограничен, либо даже опасен; использование для получения необычных воздушных ракурсов с высоты птичьего полета, даже в таких мероприятиях как свадьба или любое другое праздничное мероприятие; воздушная видеосъемка для фильмов и видеороликов.

Малые беспилотные комплексы по качеству исполнения отвечают самым высоким стандартам, а работы выполняемые с их применением позволяет рекомендовать их как для получения научных данных – дистанционный экологический мониторинг малой площади, так и для получения данных точечных объектов – аэрофотосъемка для строительства практически в режиме реального времени.

Разработка модели беспилотного летательного аппарата на солнечных батареях, способного к длительным беспосадочным полетам и оперативному мониторингу местности, проходила в три этапа: обзор и анализ существующих теоретических и экспериментальных исследований беспилотных летательных аппаратов на фотоэлектрических элементах; проектирование и изготовление действующей модели беспилотного летательного аппарата на солнечных батареях; испытания сконструированного беспилотного летательного аппарата.

Полет модели даже в спокойной атмосфере можно сравнить с полетом самолета при скорости звука, причем модели приходится летать в критических условиях постоянно. Самое небольшое возмущение атмосферы (ветер 5-10 м/с) приводит к значительным изменениям скорости полета и, следовательно, аэродинамических сил.

При разработке модели в условиях домашней мастерской учитывались технологические возможности, доступные в использовании материалы, габариты, масса, особенности эксплуатации и транспортированная модели.

Подъемная сила модели складывается из подъемной силы крыла, фюзеляжа и горизонтального оперения. Некоторая часть площади крыла занята фюзеляжем. Эта площадь выключена из работы, однако при расчетах используют ее полную площадь, так как полагают, что подъемная сила, создаваемая фюзеляжем и остальными элементами модели, примерно компенсирует потери подъемной силы участка крыла, занятую

фюзеляжем. Следовательно, можно считать, что подъемная сила модели равна подъемной силе крыла.

Сопротивление модели складывается из всех элементов конструкции, находящихся в воздушном потоке. Отношение подъемной силы к силе любого сопротивления модели при любом угле атаки называют аэродинамическим качеством модели.

Аэродинамическое качество модели при любом угле атаки меньше аэродинамического качества крыла. Основную долю сопротивления составляет сопротивление трения. Оно снижается с уменьшением поверхности фюзеляжа.

Поэтому фюзеляж модели должен иметь минимальные размеры, но внутренний объем его должен быть достаточным для размещения механизмов и дополнительного оборудования.

Наиболее выгоден в отношении сопротивления фюзеляж с достаточно заостренной носовой частью и тонкой хвостовой балкой, имеющей плавный переход, который соединяет ее с передней частью. Коэффициент сопротивления модели с верхним расположением крыла на 13% меньше, чем модели со средним расположением крыла.

Хвостовое оперение модели практически не создает подъемной силы, поэтому конструктивно обеспечивая свое назначение, оно должно обладать наименьшим аэродинамическим сопротивлением.

Основным движением полета модели является планирование – равномерное движение модели по наклонной траектории. Угол планирования не зависит от полезного веса модели при постоянном угле атаки крыла, при увеличении угла планирования скорость планирования и скорость снижения увеличивается.

Для обеспечения устойчивости модели учитывают статистические данные относительным размерам площадей горизонтального и вертикального оперения моделей. Учитывая вышеизложенное, можно рассчитать полезные характеристики БПЛА на солнечных батареях: площадь крыла 42 дм², полетный вес 1300 г, нагрузка на крыло 31 г/дм², профиль крыла kFm-2, коэффициент тяги 7/10.

Определив диапазон выбранных параметров, была выбрана модель планера, которая в дальнейшем была масштабирована. Компонировочный чертеж был рассчитан и распечатан.

В зависимости от назначения радиоуправляемая модель планера может иметь различные системы управления, отличающиеся количеством каналов управления и элементов, на которые воздействует оператор, подавая радиокоманды.

Система управления радиоуправляемой модели состоит из трех элементов:

- передающее устройство с шифратором команд, преобразующее манипуляции оператора с элементами управления на пульте в высокочастотные электромагнитные волны, модулированные особым образом и несущие информацию о необходимых перемещениях рулей или механизмов, находящихся на модели;

- приемное устройство с дешифратором команд, которое должен принятый сигнал преобразовывать таким образом, чтобы нужная информация была своевременно и точно направлена к соответствующему исполнительному механизму;

- аэродинамические рули и другие механизмы, которые приводятся в действие посредством исполнительных механизмов для изменения траектории или режима полета или каких-либо других действий с элементами передачи механических усилий от исполнительного механизма к рулям. Усилия от исполнительного механизма передается на руль по средствам тяги через специальную качалку. Тяга управления соединяется с качалкой и сервомашинкой с помощью специальных карабинов, позволяющих в небольших пределах регулировать длину тяги.

Ответственной операцией является сборка узлов и модели в целом (рис.1.). Контроль точности взаимного расположения и симметрии крыльев, оперения и точности установки углов крыла и оперения производилось на ровной поверхности с разметкой. После изготовления и сборки модель была закреплена и произведены замеры в контрольных точках, вычислены установочные углы, устранены перекосы и неточности.

Система движения была подключена к дистанционному пульту управления. Для проверки прочности крыла были выбраны две точки опоры, на которые была вывешена модель. Изгиб крыла не превысил максимально допустимое значение в 13 градусов.

Перед полетом было измерено напряжение на аккумуляторе – оно составило 9,9В. Планируемое повышение напряжения должно было составить 0,12В/час. Низкая температура воздуха (-20С) не позволила планеру взлететь, вследствие нехватки электроэнергии для полноценного функционирования электромотора и рулей управления.

Принимая во внимание условия эксплуатации БПЛА в зимний период, солнечные батареи частично справились с поставленной задачей. Для полета планера на энергии, полученной от солнечных батарей необходимы более мягкие температурные условия (от 5С и выше).



Рис.1. Планер с закрепленными фотоэлементами готов к полету

Исходя из нагрузки на крыло, полезная нагрузка на данном этапе разработки полноразмерного БПЛА составила 61гр. Это позволяет установить в модель дополнительную аппаратуру:

- Спутниковую навигационную систему (ГЛОНАСС/GPS);
- Устройства радиолинии видовой и телеметрической информации;
- Устройства командно-навигационной радиолинии с антенно-фидерным устройством;
- Устройство обмена командной информацией;
- Устройство информационного обмена;
- Бортовая цифровая вычислительная машина (БЦВМ);
- Устройство хранения видовой информации.

Вследствие получения энергии от солнца, эксплуатация данного типа летательных аппаратов дешевле существующих на рынке БПЛА аналогичных размеров.

Применение сменных модулей устройств получения видовой информации позволяет снизить стоимость и реконфигурировать состав бортового оборудования для решения поставленной задачи в конкретных условиях применения.

Перспектива дальнейшей разработки состоит в создании полноразмерного БПЛА на фотоэлектрических элементах, формованного из стеклоткани.

Автор: Гаврилин Александр Вадимович, МБОУ Лицей №1, Московская область, г. Ступино, 11 класс

Научный руководитель: Мищенко Александр Васильевич, доцент кафедры «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации» МГТУ им. Н.Э.Баумана

**Исследование алгоритмов сшивки изображений и разработка
программного модуля сшивки**

ГАВРИЛОВА А.М.

РУДАКОВ И.В.

В различных областях науки и техники, например в аэрокартографии, в качестве результата получается ряд перекрывающихся друг с другом снимков. При этом перекрытие может быть горизонтальным, когда перекрывается левый край одного снимка и правый край другого, и вертикальным. При вертикальном перекрывается нижняя часть одного снимка и верхняя часть другого.

В таких ситуациях желательно получить панорамное изображение, состоящее из ряда снимков соответствующим образом сшитых в одно изображение. Такая задача, на первый взгляд, является простой, однако при её решении возникает ряд непростых вопросов. И главный из них заключается в нахождении соответствующих точек. Это точки, которые принадлежат одному и тому же предмету, но находятся на разных снимках.

На рис.1 представлены два соседних кадра, имеющие общую область, расположенную справа на левом кадре и слева на правом кадре. Цифрами 1 и 1.1; 2 и 2.1 отмечены соответствующие точки.



Рис.1

Задача нахождения соответствующих точек решалась для случая поступательного движения снимающей камеры, в этом случае линии, соединяющие соответствующие точки 1 и 1.1; 2 и 2.1 (эпиполярные линии) оказываются параллельными. Такая ситуация имеет место при аэрофотосъёмке, когда самолёт движется прямолинейным курсом.

В работе рассматриваются четыре способа нахождения соответствующих точек:

Метод суммы квадратов разностей.

Самый простой способ – это посчитать функцию суммы квадратов разностей (SSD, sum of squared differences)

$$E_{SSD}(u, v) = \sum_{(x, y)} (I_1(x + u, y + v) - I_0(x, y))^2 = \sum_{(x, y)} e(x, y)^2$$

где $e(x, y)$ называется остаточной ошибкой (residual error). Меньшее значение функции SSD означает большую схожесть изображений.

Метод суммы модулей разностей.

Часто используется, например, функция суммы модулей разностей (SAD, sum of absolute differences) из-за своей вычислительной простоты.

$$E_{SAD}(u, v) = \sum_{(x, y)} |I_1(x + u, y + v) - I_0(x, y)| = \sum_{(x, y)} |e(x, y)|$$

Однако эта функция слабо изменяется около нуля.

Метод Джимана-МакКлура.

Обычно, вместо метода модуля разности (из-за её поведения около нуля) используются функции, около нуля растущие как квадрат, а при больших значениях аргумента – как линейные. Пример такой функции, это функция Джимана-МакКлура (Geman-McClure function)

$$\rho(x) = \frac{x^2}{1 + \frac{x^2}{a^2}}$$

где a – это константа, называемая порогом выброса (outlier threshold). Подходящее значение порога можно узнать, посчитав медиану модулей значений (MAD, median of absolute differences) и умножив ее на 1.4, для получения сильной оценки стандартного безвыбросного шумового процесса.

Метод нормализованной кросс-корреляции.

$$E_{NCC}(u, v) = \frac{\left[\sum_{(x, y)} [(I_0(x, y) - I_{0_mean}) \cdot (I_1(x + u, y + v) - I_{1_mean})] \right]}{\sqrt{\left[\sum_{(x, y)} (I_0(x, y) - I_{0_mean})^2 \right] \cdot \left[\sum_{(x, y)} (I_1(x + u, y + v) - I_{1_mean})^2 \right]}}$$

где $I0_mean$ и $I1_mean$ – средние значения $I0(x, y)$ и $I1(x, y)$ по области суммирования соответственно.

Преимуществами нормализованной кросс-корреляции являются:

1. Коэффициент корреляции принимает значения от -1 до 1
2. Нет зависимости от яркости изображений.

В данной работе проведён анализ различных методов поиска соответствующих точек по критерию минимальной ошибки. В Табл. 1 результаты сравнения четырёх методов по точности определения соответствующих точек для изображений с одинаковым контрастом.

Таблица 1.

№ п/п	МЕТОД	ОТКЛОНЕНИЕ		СРЕДНЕЕ ОТКЛОНЕНИЕ
		X	Y	
1	метод суммы квадратов разностей	11	9	14
2	метод суммы модулей разностей	0	0	0
3	метод Джимана-МакКлура	5,75	10,5	11,97
4	метод нормализованной кросс-корреляции	33,75	11,25	35,58

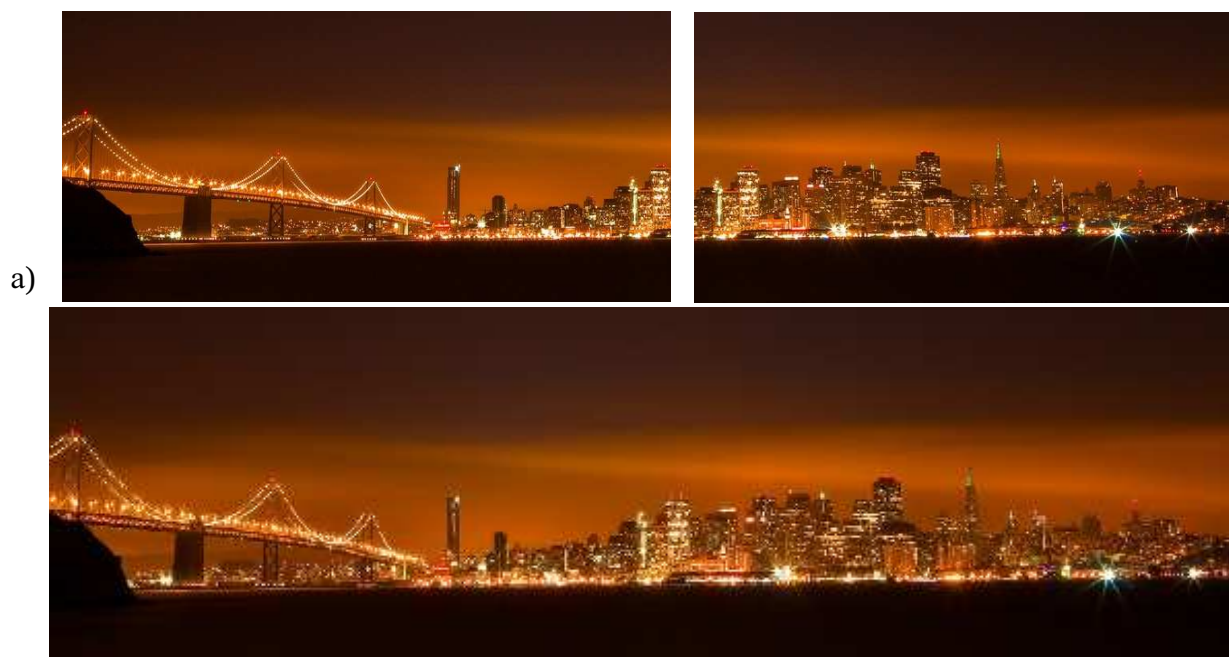
Таблица 2.

№ п/п	МЕТОД	ОТКЛОНЕНИЕ		СРЕДНЕЕ ОТКЛОНЕНИЕ
		X	Y	
1	метод суммы квадратов разностей	11	15	18,6
2	метод суммы модулей разностей	0	0	0
3	метод Джимана-МакКлура	4	6	7,21
4	метод нормализованной кросс-корреляции	2	7	7,28

В Табл.2 представлены результаты сравнения четырёх методов по точности определения соответствующих точек для изображений с разным контрастом.

После определения соответствующих точек по ним происходит наложение одного изображения на другое, то есть сшивка. При сшивке изображений возникает так же несколько серьёзных вопросов. В частности, используемые изображения на предыдущих этапах работы программы были исправлены. Так как для наглядности, выделяемые пользователем объекты для дальнейшего поиска общих точек, были выделены контрастным цветом поверх изображений. Для того, чтобы панорамное изображение не

содержало никаких пользовательских отметок используется класс TBitmap. При сшивке изображений используются файлы из bm1 и bm2, так как в них хранятся изображения без каких-либо исправлений. Поэтому копировать изображения из Image в Bm следует до непосредственной работы с кадрами (до выделения областей поиска общих точек). На Рис.2 приведен результат сшивки двух изображений



Исходные изображения

б) Результат сшивки

Рис.2.

Рассмотренные в работе алгоритмы реализованы в программном комплексе сшивки изображений. Программный комплекс использует среду программирования Delphi. Он снабжён удобным пользовательским интерфейсом и средствами визуализации изображений.

Список литературы:

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. 1072 с.
2. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное Пособие / И.С.Грузман, В.С.Кирчук и др. Новосибирск: Изд-во НТГУ, 2002. 352 с.

Автор: Гаврилова Юлия Михайловна, ГОУ гимназия №1567, г. Москва, 11 класс

Научный руководитель: Рудаков Игорь Владимирович, заведующий кафедрой «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии» МГТУ им.Н.Э.Баумана, доцент, кандидат технических наук

Разработка автоматизированной системы поиска рациональных параметров и решений для кулачково-плунжерных оправок с пневматическим приводом

ГЕМБАЧ В.В.
ВАСИЛЬЕВ А.С.

Разработана автоматизированная система поиска рациональных параметров центрирующего зажимного механизма кулачковых пневматических оправок для обработки заготовок точно обработанными технологическими базами, возможности которой показаны на примере.

Ключевые слова: оправка, установка, безопасность, точность, работоспособность.

Кулачковые оправки применимы для установки на токарные, круглошлифовальные, зубообрабатывающие станки заготовок колец, втулок, зубчатых колёс. Технологическими базами служат центральное отверстие и торец заготовок.

Кулачковые оправки имеют следующие преимущества перед приспособлениями аналогичного назначения: по сравнению с прессовыми оправками – заметно повышает производительность, и позволяют отказаться от вспомогательного пресса для запрессовки-распрессовки заготовок; по сравнению с оправками жесткими цилиндрическими – обеспечивают большую точность центрирования заготовок;

Схема центрирующего зажимного механизма (далее ЦЗМ) кулачковой пневматической оправки показана на рисунке 1. Вал 1 соединен со штоком вращающегося пневмоцилиндра. При движении вала 1 влево кулачки 3 равномерно раздвигаются, центрируют и закрепляют заготовку 5 после обработки вал 1 перемещается вправо, кольцевая пружина 4 возвращает кулачки 3 в исходные положение.

К ответственным параметрам кулачкового ЦЗМ относят угол "Альфа" клиновой пары и число M_k кулачков. Угол "Альфа" влияет на надежность закрепления заготовок. При "Альфа" меньше либо равное 7 градусам, ЦЗМ становится самотормозящим. Однако раскрепление заготовок сопровождается характерным шумом. Выбор числа M_k кулачков зависит от точности базового технологичного отверстия заготовки.

Если отверстие сравнительно грубо, имеет большие отклонения от круглости, используют только три кулачка, т.к. все другие не вступают в активную работу. Если отверстие изготовлено не грубее 9 квалитета имеет незначительные отклонения формы, выгодно использовать четное и по возможности большее количество кулачков: M_k

больше чем три, но больше или равно 12. Чем больше кулачков, тем равномернее деформируется закреплённая заготовка, а ее обработанная поверхность вращения получит меньше отклонений от круглости. Использование четного количества кулачков уменьшает биение обработанного торца. Однако с увеличением числа кулачков усложняется компоновочное решение ЦЗМ. Конструктора кулачковых оправок находят рациональные решения графически, для чего вычерчивают варианты ЦЗМ в увеличенном масштабе. У опытного конструктора на это уходит до двух смен. Предлагаемая система позволяет сократить время до минуты.

Система реализована на языке программирования VisualBasic.

Вывод. Разработанная система резко повышает производительность работы конструктора. Однако основной эффект достигается в сфере эксплуатации оснастки, т.к. оправки с рациональными ЦЗМ повышают параметрическую надежность всей станочной технологической системы, уменьшают дефектность продукции, число и длительность простоев, ремонтных и наладочных воздействий.

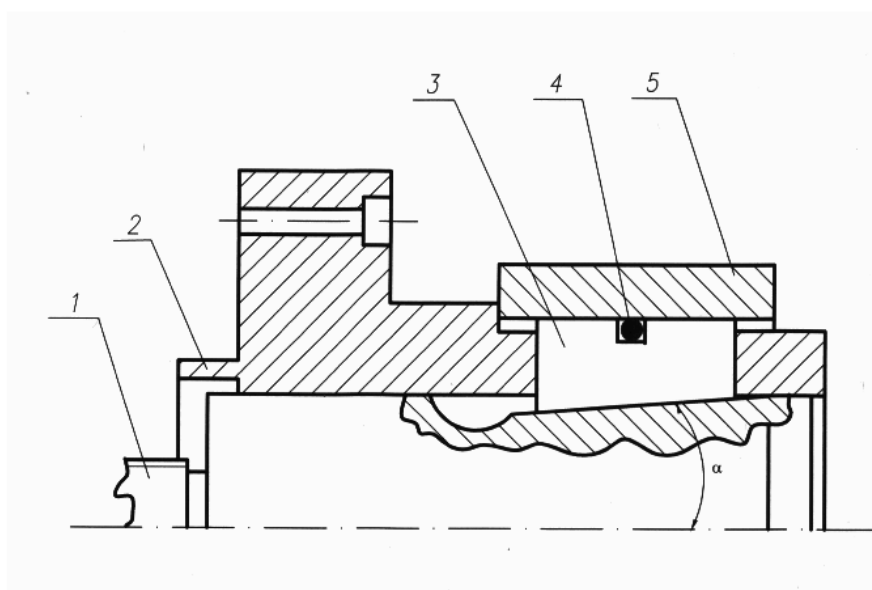


Рис.1

Схема ЦЗМ кулачковой пневматической оправки (1-вал, 2-корпус, 3-кулачок, 4-пружина, 5-заготовка. Условно не показаны: соединения вала 1 со штоком пневмоцилиндра, шпонка, маслёнка)

Автор: Гембач Владимир Владимирович, ГОУ СОШ №1227 с углубленным изучением английского языка, г. Москва, 11 класс.

Научный руководитель: Васильев Александр Сергеевич, заведующий кафедрой «Технологии машиностроения» МГТУ им.Н.Э. Баумана, профессор, доктор технических наук

Исследование оптических характеристик эндоскопа

ГУЛА И.С.

КУЗИЧЕВ В.И.

История практического применения эндоскопов насчитывает всего около 130 лет. Эндоскопы появились значительно позже других оптико-механических приборов, так как только использование электрической лампочки в качестве источника подсветки рабочего поля позволило создать прибор, достаточно удобный для применения сначала в медицинской практике, а затем и в технике.

Различают медицинские и технические эндоскопы. Технические эндоскопы используются для осмотра труднодоступных полостей машин и оборудования. Медицинские эндоскопы используются в медицине для исследования и лечения полых внутренних органов человека.

Современные эндоскопы подразделяют на жёсткие эндоскопы – с линзовыми, градиентными или волоконными трансляторами изображения, или без них и гибкие фиброскопы которые относятся к приборам волоконной оптики.

Цель работы:

- 1) изучение оптической системы эндоскопа
- 2) измерение его оптических характеристик.

В качестве испытуемого объекта использовался жёсткий технический эндоскоп прямого обзора, предоставленный кафедрой «Оптико-электронных приборов научных исследований» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Задачи работы:

- построение схемы эндоскопа при помощи программы для черчения corelDRAW X4 Graphic, с целью более наглядного изучения его оптической системы;
- провести измерение основных характеристик эндоскопа в лаборатории.

1. Оптическая система эндоскопа

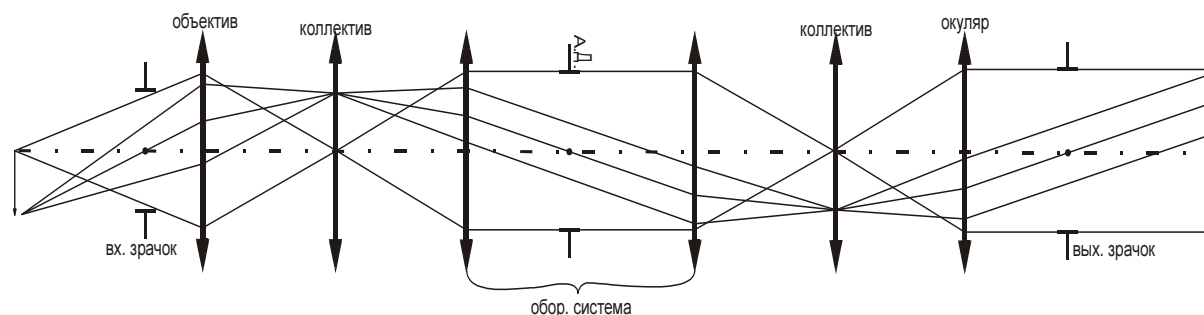


Рис. 1 Оптическая система эндоскопа

На рис. 1 показана оптическая система испытуемого эндоскопа. По ней видно, что эндоскоп состоит из окуляра, объектива, оборачивающей системы и коллективов. На рисунке также показана апертурная диафрагма, входной и выходной зрачки.

Диаметр светового пучка, входящего в эндоскоп, ограничивается апертурной диафрагмой. Ее изображение через последующую часть оптической системы эндоскопа является выходным зрачком, в плоскости которого должен располагаться глаз наблюдателя. Наибольший размер изображаемой части плоскости предмета называется линейным полем эндоскопа. Отношение размера изображения наблюдаемого через эндоскоп предмета к размеру предмета называют видимым увеличением эндоскопа.

Разрешающей способностью (иногда силой) эндоскопа называется способность давать раздельное изображение двух близких точек или линий. Разрешающая способность является величиной, обратной линейному пределу разрешения, которых характеризуется линейным расстоянием между двумя точками, раздельно изображаемыми оптической системой эндоскопа.

Диаметр выходного зрачка, линейное поле в пространстве предмета, видимое увеличение и разрешающая способность в пространстве предмета являются основными оптическими характеристиками эндоскопа.

2. Экспериментальная часть работы

В лаборатории кафедры РЛ-З были исследованы четыре основные характеристики жесткого, технического эндоскопа прямого обзора:

- 1) диаметр выходного зрачка;
- 2) линейное поле в пространстве предмета;
- 3) видимое увеличение;
- 4) разрешающая способность в пространстве предмета.

Для проведения всех измерений использовано следующее оборудование: источник света, мира, диоптрийная трубка, оптический стол Newport.

2.1. Измерение линейного поля

При измерении линейного поля была использована мира №5. Мира занимала половину поля, при переднем отрезке в 22 мм линейное поле составило 10 мм.

2.2. Измерение разрешающей способности

Для разрешающей способности также использовалась мира № 3, и при рассмотрении был виден 17-ый элемент. Следовательно, разрешающая способность составила 18 линий на мм.

2.3 Измерение видимого увеличения

При измерении увеличения была использована диоптрийная трубка и мира № 3. База мира составляет 4,8 мм, следовательно, размер предмета составляет 4,8 мм. С учётом фокусного расстояния объектива диоптрийной трубки цена одного деления шкалы диоптрийной трубки составила примерно 0,4 мм. Изображение занимало 18 делений, следовательно, размер изображения составил 7,2 мм. Исходя из того, что размер изображения равен 7,2 мм, а размер предмета – 4,8 мм, видимое увеличение равно примерно $1,5^{\times}$.

2.4. Измерение диаметра выходного зрачка

Для измерения диаметра выходного зрачка использовалась диоптрийная трубка с дополнительным объективом. Она наводится на плоскость выходного зрачка эндоскопа. При наблюдении через диоптрийную трубку, изображение выходного зрачка занимало 18 делений шкалы диоптрийной трубки с ценой деления 0,1 мм. Следовательно, диаметр выходного зрачка составил 1,8 мм.

Заключение

В ходе проделанной работы были достигнуты все поставленные цели и задачи:

1. Изучена оптическая система эндоскопа.
2. Исследованы его основные оптические характеристики.
3. В результате экспериментальных исследований установлено, что:
 - диаметр выходного зрачка равен 1,8 мм;
 - линейное поле в пространстве предмета – 10 мм;
 - разрешающая способность – 18 линий на мм;
 - видимое увеличение – $1,5^{\times}$.

Список литературы:

1. Анищук А.А. Эндоскопия. Взгляд изнутри. МИА, 2008. 240 с.
2. Чернеховская Н.Е. Современные технологии в эндоскопии. Российская медицинская академия последипломного образования, 2004. 136 с.
3. Заказнов Н.П., Кирюшин С.И., Кузичев В.И. Теория оптических систем. М.: Машиностроение, 1992. 448 с

Автор: Гула Иван Сергеевич, гимназия № 1563, г. Москва, 11 класс.

Научный руководитель: Кузичев Владимир Иванович, доцент кафедры «Оптико-электронные приборы научных исследований» МГТУ им. Н.Э. Баумана, кандидат технических наук

Анализ российского рынка окон из ПВХ

ГУЛЯЕВ И.В.

КЛЕМЕНТЬЕВА С.В.

Цели исследования:

определение перспектив развития российского рынка окон из ПВХ с точки зрения привлекательности для компаний – участников рынка;

определение наиболее оптимальной компании с точки зрения покупательских предпочтений.

Задачи исследования:

1. Проведение анализа влияющих рынков, в том числе строительного рынка.
2. Разработка классификации участников рынка.
3. Проведение анализа деятельности компаний – участников рынка окон из ПВХ.
4. Разработка рекомендаций по выбору оптимальной компании-производителя с точки зрения покупательских предпочтений.
5. Определение перспектив развития рынка с точки зрения компаний – участников рынка.

В работе проведен анализ производства на российском рынке пластиковых окон по следующим параметрам: объем и динамика производства в натуральном выражении, география производства, доли крупнейших производителей. В работе рассматриваются влияющие рынки – строительный рынок в целом и рынок жилищного строительства.

В результате работы проведен анализ компаний-участников рынка окон из ПВХ по следующим параметрам: стоимость изделий, цена на услуги по установке, срок изготовления, гарантийный срок, что позволило определить наиболее оптимальную компанию с точки зрения покупателя.

Актуальность:

Прошедшее десятилетие в части динамики становления и развития в России рынка окон из ПВХ по праву можно было бы назвать «золотым» десятилетием, когда покупательский спрос значительно превышал предложения и на рынке появились десятки компаний – участников. Текущий период развития российской экономики характеризуется продолжающимся уже не первый год мировым экономическим кризисом.

Проведение исследования, направленного на определение перспектив развития рынка окон из ПВХ актуально с точки зрения принятия решения по участию на данном рынке потенциальным участником.

Кроме того, определение оптимальной компании – производителя окон из ПВХ, удовлетворяющей требованиям покупателя, актуально как с точки зрения аналитических подразделений компаний в целях совершенствования деятельности предприятий, так и с точки зрения оказания помощи рядовому покупателю.

Основные параметры рынка окон из ПВХ

Характеризуя рынок окон из ПВХ в целом, следует отметить, что высокие темпы роста рынка на уровне 27% в год наблюдались на протяжении с 2003 по 2005 гг. На динамику оконного рынка существенное влияние оказал мировой экономический кризис. В 2006 году темпы роста рынка достигли своего пика – оконный рынок вырос по отношению к предыдущему году на 56%, а объем рынка составил 41,3 млн.м.кв.

Резкий всплеск активности на рынке потребительского кредитования в 2006 году вызвал ажиотаж среди потребителей пластиковых окон. В результате увеличился спрос на ПВХ-конструкции, возник дефицит комплектующих, производственные мощности были загружены полностью. В 2007 году под влиянием различных факторов, прежде всего вследствие дефицита комплектующих и перебоев с поставками, рост рынка уменьшился и составил 24%. В 2008 году рост рынка снизился за счет влияния экономического спада. В конце 2008 – начале 2009 года эксперты и участники рынка ожидали падение в 40–50%. Однако, падение объемов продаж оказалось не таким большим, как в первые три месяца 2009 года. Под влиянием кризисных тенденций, снижения показателей строительного сегмента, увеличения инфляционных показателей и снижения доходов населения рынок окон ПВХ упал на 30% и составил 40,4 млн. кв. м.

Объем рынка ПВХ-конструкций

Разные сегменты рынка показали неодинаковую динамику падения: рынок корпоративных заказов и заказов в строительстве, по оценкам экспертов, упал до 70%, рынок же частных заказов снизился в меньшей степени, позволив оконщикам удержаться на плаву.

В 2009 году произошло снижение цен как на сырье и комплектующие, так и на конечный продукт рынка – окна. Окна эконом-класса стали пользоваться большим спросом по сравнению с окнами, предусматривающими дополнительные опции. По мнению экспертов, если до кризиса клиент выбирал хорошее и по возможности дешевое, то в период кризиса выбор был в пользу дешевого и по возможности хорошего. В

докризисный период покупатели легко шли на покупку качественных окон под известным брендом, в условиях же кризиса потребители выбирали дешевые окна, планируя сменить их лет через пять. В этой ситуации гораздо лучше стали себя чувствовать российские производители: они зафиксировали все цены в рублях и предлагали большие скидки. Производители немецких профилей были вынуждены поменять свою сбытовую и дилерскую политику, дабы удержать завоеванные ниши на рынке. В крупнейших российских городах, таких как Москва, Новосибирск, Санкт-Петербург наметились признаки снижения динамики темпов роста. Если в Москве основные участники рынка забеспокоились еще в 2004 году, то, например, в Новосибирске такая тенденция обозначилась совсем недавно. Основная причина снижения темпов роста, безусловно, кроется в насыщении рынка. Поэтому сейчас в своих стратегических планах компаниям производителям пластиковых окон следовало бы обратить внимание на региональные рынки, которые развиваются достаточно динамично.

Тенденции развития рынка

Ряд экспертов уверен, что после кризиса можно ожидать стремительный рост на рынке окон. Это обусловлено тем, что в период кризиса возник отложенный спрос, который рано или поздно проявится. На сегодняшний день в России установлено 500 млн. окон, причем спрос по-прежнему значительно превышает предложение: потребности рынка оценивают в 1500 млн. окон.

Наличие отложенного спроса, связанного, прежде всего, с падением производства в период 2008-2009 годов, вызванного наличием инфляционных показателей и снижением доходов населения, обуславливает возможные перспективы роста российского рынка окон их ПВХ.

Увеличению спроса на окна из ПВХ будет способствовать принятый в декабре 2009 год закон об энергоэффективности: развивается активная деятельность по установке тепловых счетчиков, разрабатываются программы по повышению энергоэффективности в образовательных учреждениях и другие мероприятия. Потребители уже сейчас начинают задумываться над энергосбережением и установкой новых окон для будущей экономии на отоплении. Ведь чем раньше они поменяют старые деревянные окна на новые энергосберегающие пластиковые окна, тем дешевле они обойдутся. Согласно закону уже в 2012 году все квартиры должны быть оборудованы счетчиками потребления ресурсов, что в свою очередь ведет к увеличению спроса на энергосберегающие окна.

Кроме того, перспективы роста рынка окон из ПВХ в обозримой перспективе могут быть связаны с развитием столичного региона, строительством объектов в различных

городах России в обеспечение проведения Зимних Олимпийских Игр 2014 года, а также развитием сектора кредитования.

Рекомендации по выбору оптимальной компании-производителя

В работе были проведены исследования факторов, влияющих на качество работы компаний, реализующих окна ПВХ, на основе которых даны рекомендации потребителям по выбору компании. Предлагается оценивать компании в баллах (чем ниже балл, тем лучше компания). Оценки и рекомендации приведены в таблицах.

Таблица 1.

Анализ лидирующих компаний по производству и продаже окон из ПВХ

Компании – лидеры на рынке Москвы	Рейтинг компании по уровню работы	Год основания компании	Кол-во филиалов (точек продаж)	Срок выполнения работ	Гарантия выполнения	Стоимость откосов	Стоимость изделий	Стоимость доставки	Стоимость монтажа	Итоговая стоимость	Итого баллов
Kaleva	1 (1 балл)	1995	1	4 дня (1)	3 года (2)	11.400	52.400	1300 (3)	12.000	77.100 (10)	17
Евроокна	2 (2 балла)	1996	9	8 дней (4)	3 года (2)	11.700	50.300	бесплатно (1)	8.400	70.400 (6)	15
Оконный континент	3 (3 балла)	2008	5	7 дней (3)	5 лет (1)	7.100	57.900	Бесплатно (1)	8.500	73.500 (9)	17
Окна роста	4 (4 балла)	1996	55	6 дней (2)	5 лет (1)	9.900	53.100	Бесплатно (1)	6.790	66.770 (4)	12
Московские окна	5 (5 баллов)	1992	32	7 дней (3)	5 лет (1)	10.500	49.000	960 (2)	10.100	70.390 (5)	16
Дивные окна	6 (6 баллов)	1998	25	7 дней (3)	5 лет (1)	8.250	52.000	Бесплатно (1)	13.750	74.000 (8)	19
Фабрика окон	7 (7 баллов)	1992	20	7 дней (3)	5 лет (1)	12.300	51.500	Бесплатно (1)	6.900	70.750 (7)	20
ОКНА-СУПЕР	8 (8 баллов)	1997	1	7 дней (3)	5 лет (1)	10.600	39.990	1700 (4)	7.200	99.100 (1)	18
Достойные окна	11 (11 баллов)	1994	1	6 дней (2)	3 года (2)	9.000	45.300	Бесплатно (1)	7.400	61.700 (3)	19
РусОкон	12 (12 баллов)	2006	1	6 дней (2)	3 года (2)	12.000	40.300	Бесплатно (1)	8.700	61.000 (2)	19

Таблица 2.

Рекомендации по выбору компании

№	Показатели компании-производителя	Примечания
1	Год основания компании-производителя	Чем старше компания, тем больше у нее опыта работы в данной отрасли
2	Количество филиалов (точек продаж)	Является положительным фактором с точки зрения территориальной доступности.
3	Срок выполнения работы	Меньший срок выполнения работ предпочтителен для покупателя
4	Гарантия на изделие	Большой гарантийный срок предпочтителен для покупателя
5	Гарантия на монтажно-сборочные работы	Большой гарантийный срок предпочтителен для покупателя
6	Цена на дополнительные опции (установка откосов, подоконников, отливов и др.)	Компании предлагают дополнительные опции по различным ценам.
7	Стоимость изделий	Необходимо обращать внимание, что компании не всегда учитывают в цене стоимость демонтажа и вывоз мусора
8	Доставка	У некоторых компаний доставка оплачивается отдельно
9	Монтаж	Информацию о качестве монтажных работ целесообразно уточнять по отзывам покупателей в интернете.
10	Работа продавцов-консультантов	Грамотная работа продавцов-консультантов является важным фактором при покупке товара

Основные выводы по работе

- 1) Проведенный анализ структуры рынка окон показал, что лидирующие позиции занимают конструкции ПВХ – 87%, алюминиевые конструкции занимают 5,3% рынка, а 7,4% – деревянные окна.
- 2) Предложена классификация участников рынка окон из ПВХ по 5-ти уровням.
- 3) Анализ параметров производства окон из ПВХ за 2009 и 2010 годы показал, что:
 - максимальный рост производства наблюдается практически во всех округах;
 - максимальные темпы роста были отмечены в Сибирском и Центральном федеральных округах;
 - лидерами среди регионов-производителей выступают Московская и Новосибирская области;
 - самым крупным импортером профилей ПВХ в Россию является компания PROFINE KOMMERLING (Германия).
- 4) Анализ перспектив развития рынка окон из ПВХ показал, что основными факторами роста рынка в обозримой перспективе являются:
 - наличие отложенного спроса;

- развитие влияющих рынков с учетом принятых решений руководства страны по расширению столичного региона.

5) Предложена бальная оценка компании-производителя окон из ПВХ, с помощью которой потребитель может выбрать оптимальную компанию. Кроме того проведение данного анализа может представлять интерес для аналитических подразделений компаний в целях совершенствования деятельности организаций.

Автор: Гуляев Иван Вячеславович, ГОУ гимназия № 1554, г. Москва, 11 класс

Научный руководитель: Клементьева Светлана Вячеславовна, доцент кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им.Н.Э. Баумана, кандидат экономических наук

Привод для юстировки зеркала адаптивного составного телескопа

ДОЛИНИН П.А.

МИХАЙЛОВ В.П.

Человечество стремительно движется вперёд по пути технического прогресса. С каждым годом становится всё больше отраслей производства и областей исследований, которые требуют прецизионного оборудования. А высокоточное оборудование требует точных юстирующих устройств.

Приводы прецизионных перемещений

Привод – это совокупность устройств, предназначенных для совершения перемещения разными объектами. Приводы делятся на группы в зависимости от принципа их действия. Электромеханический привод – это электромеханическая система с возможностью управления, предназначенная для осуществления перемещения узлов оборудования путем преобразования электрической энергии в механическую энергию (рис. 1 и 2).

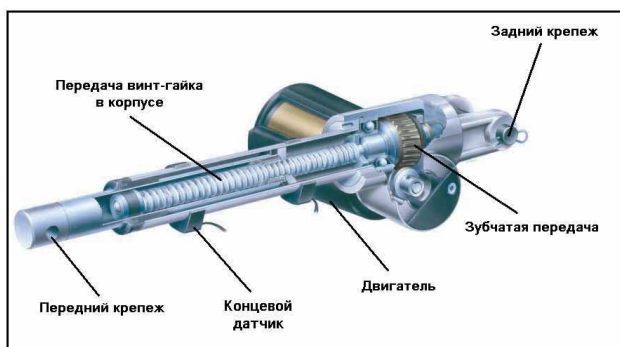


Рис. 1 Электромеханический привод

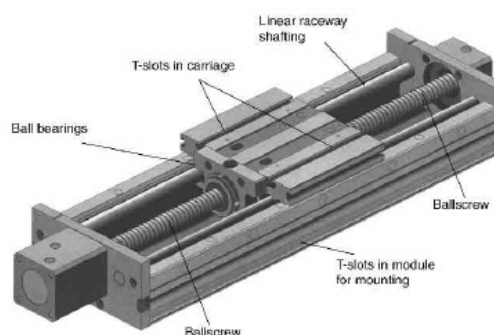


Рис. 2 Передача винт гайка

Типичный пример электромеханического привода приведен на рис. 1. Электропривод состоит из двигателя, зубчатой червячной передачи, передачи винт-гайка (рис. 2) в защитном корпусе, переднего и заднего крепежей, и концевого датчика в качестве ограничителя рабочего хода. Основными недостатками подобного типа приводов является длинная кинематическая цепь, что приводит к низкому быстродействию и большой погрешности перемещений (более 1 мкм).

Гидравлический привод предназначен для приведения в движение машин и механизмов посредством гидравлической энергии. Безусловными достоинствами его являются высокая нагрузочная способность (более 10000Н) и высокая большой диапазон

перемещений, ограниченный только длиной гидроцилиндра. Однако, наличие инерционных элементов (клапанов, золотников, мембран и т.д.) приводит к снижению точности (~ 50 мкм) и быстродействия (~ 500 мс).

Пневматический привод предназначен для приведения в движение машин и механизмов посредством энергии сжатого воздуха. Обязательными элементами пневматического привода являются компрессор (генератор пневматической энергии). Этот тип привода также отличается высокой нагрузочной способностью (до 10000Н) и высоким диапазоном перемещений объекта. Наличие инерционных элементов (клапанов, распределителей, газовых редукторов и т.д.) приводит к снижению точности (~ 50 мкм) и быстродействия (~ 500 мс).

Принцип действия пьезоэлектрического привода (рис. 3) основан пьезоэлектрических свойствах некоторых веществ, пьезоэлектриков (в основном, керамик) и работает за счет обратного пьезоэлектрического эффекта. Т.е. при приложении электрического поля к пьезоэлектрику он меняет свои размеры и за счет этого может перемещать объекты.

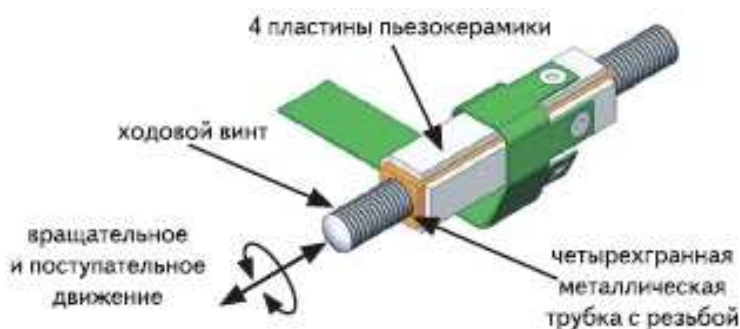


Рис. 3 Пьезоэлектрический привод

К достоинствам пьезопривода относится очень низкая погрешность перемещений ($\sim 0,1$ нм) при малой постоянной времени (до 10 мс). Недостатками его является малая нагрузочная способность, ограниченная свойствами керамики, и малый диапазон перемещений, требующий мультиплицирующих механизмов, а также температурная зависимость пьезоэлектрических свойств.

Магнитострикционный привод (рис. 4) по принципу действия аналогичен пьезоэлектрическому. Этот привод работает на эффекте магнитострикции и изменение формы материала (чаще всего, это Терфенол-Д) происходит под действием магнитного поля. Достоинства и недостатки аналогичны пьезоэлектрическому приводу, только его свойства не зависят от температуры.

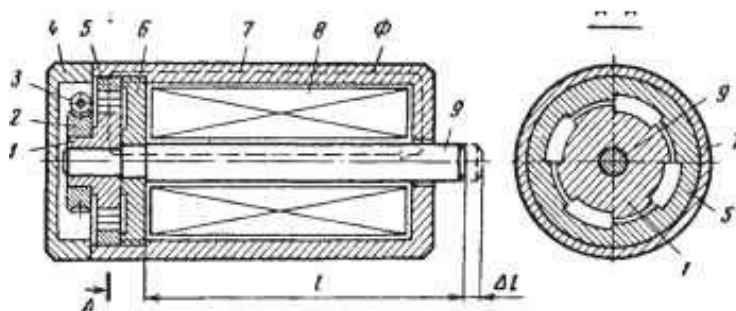


Рис. 4 Магнестрикционный привод

Магнитореологический (МР) привод – это разновидность гидравлического привода, в котором в качестве рабочей жидкости применяется МР жидкость (МРЖ), свойства которой изменяются под действием магнитного поля, что позволяет, воздействуя непосредственно на жидкость, избежать применения инерционных элементов, при этом существенно снизить погрешность перемещений (до 0,1 мкм) и постоянную времени (до 100 мс) [2]. Данный привод сочетает в себе достоинства гидравлического привода: высокую нагрузочную способность и высокий диапазон перемещений, и высокую точность и высокое быстродействие за счет применения МРЖ (рис. 5).

Магнитореологическая жидкость (МРЖ) является взвесью магнитных частиц (восстановленное железо, чистое железо, кобальт, карбонильное железо, никель, диоксид хрома) порядка 10...30 мкм в жидкости-носителе. Жидкостью-носителем могут выступать различные жидкости, в зависимости от назначения устройства это могут быть: вода, кремнийорганическая (силиконовая) жидкость, синтетические и полусинтетические масла, минеральные масла и, в частности, полиэтилсилоксановая и полиметилсилоксановая жидкости [3].

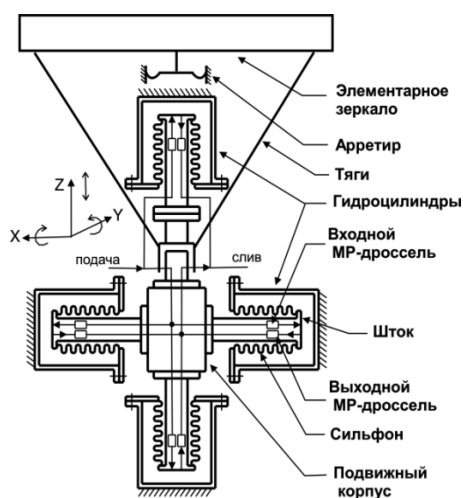


Рис. 5 МР привод

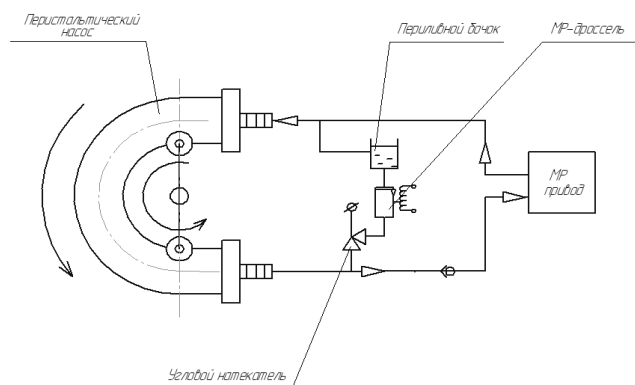


Рис. 6 Принцип работы МР модуля

Для перемещения поршня (штока) МРЖ подаётся в цилиндры и при помощи подачи электрического тока на управляющие катушки МР дросселей регулируется ее поступление в цилиндры и, тем самым, создается разность давлений в цилиндрах, которая заставляет шток совершать перемещение.

Прецизионное оборудование

Рассмотренные устройства прецизионных перемещений могут быть успешно применены в ряде типов прецизионного оборудования.

Одним из наиболее характерных примеров служит микролитография, которая лежит в основе технологии микроэлектроники, производства печатных плат и интегральным микросхем. Важный показатель микролитографии – разрешающая способность – характеризуется мин. шириной линий рисунка (проектной нормой). При возникновении микролитографии (1958 год) проектная норма составляла 30-100 мкм, ко 2-й половине 80-х гг. она достигла 1-2 мкм. Формирование рисунка с шириной линий до 0,01-0,001 мкм (0,1-0,01 НМ) называется нанолитографией. Очевидно, что для осуществления этой технологии необходимо осуществлять перемещение объектов с точностью до единиц нанометров при диапазоне перемещений объектов до 500 мм.

При изготовлении оптоволоконных систем требуется точное совмещение (до 50 нм) источника излучения с волокном, по которому будет передаваться сигнал.

Высокая точность (высокое разрешение) и вибрации не совместимы. Полностью устранить вибрации не возможно, но можно их уменьшить. Системы активного виброподавления незаменимы при работе со сканирующими зондовыми микроскопами, электронными микроскопами, сканирующими лазерными микроскопами, оптическими микроскопами высокого разрешения, наноманипуляторами, профилометрами и т.д. Особенно актуально использование высокотехнологичного виброизолирующего оборудования (рис. 7) в области нанотехнологий.

Широкое применение системы точных перемещений получили в адаптивной оптике – автоматической оптико-механической системе, предназначенной для исправления в реальном времени атмосферных искажений изображения, которое дает телескоп. Системы адаптивной оптики применяются в оптических и инфракрасных телескопах наземного базирования для повышения четкости изображения. При этом привод должен обеспечивать совмещение элементарных зеркал (рис. 8) с погрешностью не более 50 нм.

В сканирующих зондовых микроскопах исследование микрорельефа поверхности и ее локальных свойств проводится с помощью специальным образом приготовленных зондов в виде игл. Рабочая часть таких зондов (острие) имеет размеры порядка десяти

нанометров. Характерное расстояние между зондом и поверхностью образцов в зондовых микроскопах по порядку величин составляет 0,1 – 10 нм. Поэтому погрешность привода иглы (или образца) должна быть ниже 1 нм.



Рис. 7 Активный антивибрационный рабочий стол Halcyonics

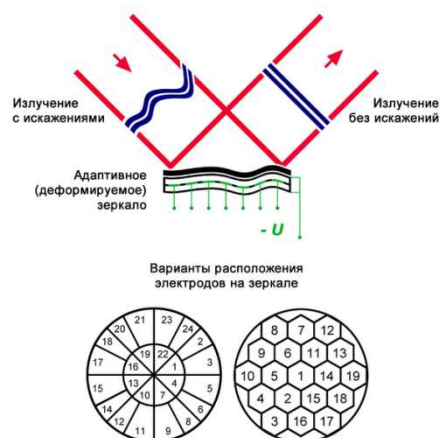


Рис. 8 Принцип работы адаптивной оптики

Магнитореологический модуль для точных перемещений объектов

При постоянно ужесточающихся требованиях к системам точного позиционирования необходимо разрабатывать альтернативные варианты механизмов. Одним из таких типов механизмов точных перемещений являются устройства на основе так называемых «умных» («смарт») материалов [1,3]. Среди них магнитореологические жидкости (МРЖ), электрореологические жидкости (ЭРЖ), магнитоуправляемые эластомеры (МУЭ) и др. За счет возможности воздействовать управляющим сигналом непосредственно на рабочее тело (жидкость, эластомер) эти механизмы потенциально способны обеспечить высокую точность (погрешность до 50 нм) и высокое быстродействие (постоянная времени до 100 мс). Схема гидравлического модуля с МР управлением (МР модуль) представлена на рис. 9. МР модуль механизм параллельной кинематики.

Основным управляющим элементом МР модуля является МР дроссель (МРД) (рис. 10). Он регулирует поступление МРЖ в гидроцилиндры модуля. За счет воздействия внешним магнитным полем, создаваемым катушкой (1) на МРЖ в рабочем зазоре (5).

В каждом цилиндре МР модуля расположено по два МРД, один регулирует подачу МРЖ в цилиндр, другой – ее слив. МРД в каждой паре гидроцилиндров модуля подключены по мостовой схеме (рис. 11). Для обеспечения герметичности цилиндров служат сильфонные узлы, которые, кроме того, выполняют функцию направляющих при движении штоков и подвижного корпуса за счет различной жесткости сильфона в осевом

и радиальном направлении. Благодаря применению подобной схемы удалось избежать применения направляющих трения и различных инерционных элементов (клапанов, заслонок, мембран, золотников и т.п.) и, таким образом, повысить точность модуля. При перемещении подвижного корпуса (5) (рис. 9) происходит деформация сильфонов. Таким образом, жесткость системы сильфонов является важной характеристикой МР модуля.

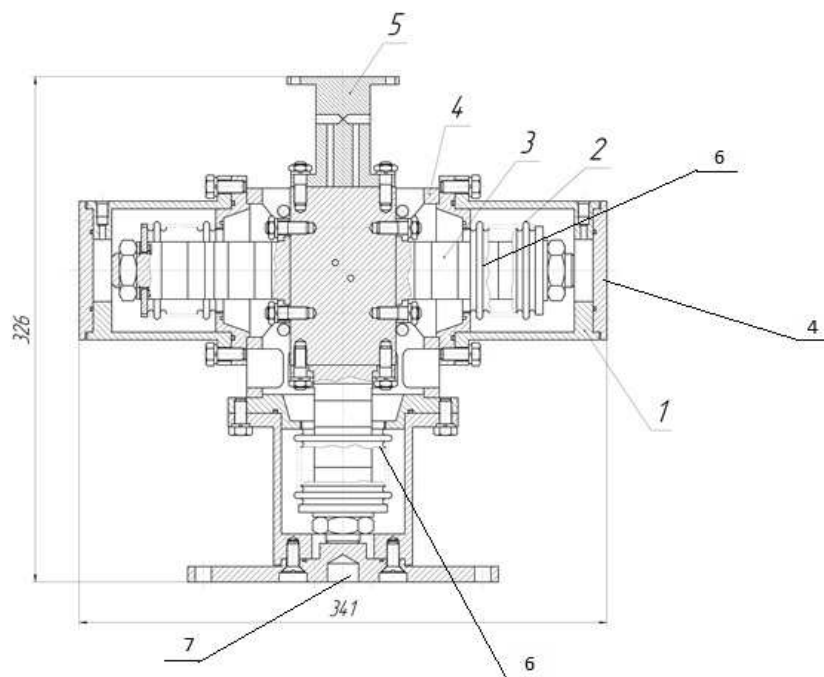


Рис. 9 Схема МР модуля

1 – гидроцилиндр, 2 – сильфонный узел, 3 – управляющая электромагнитная катушка, 4 – неподвижный корпус, 5 – подвижный корпус, 6 – шток, 7 – неподвижное основание

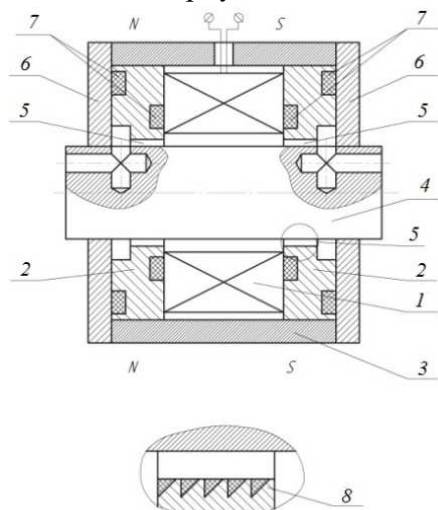


Рис. 10 Схема магнитореологического дросселя: 1 – катушка, 2,3,4 – магнитопровод, 5 – рабочий зазор с МРЖ, 6 – корпус, 7 – уплотнения, 8 – концентраторы магнитного поля

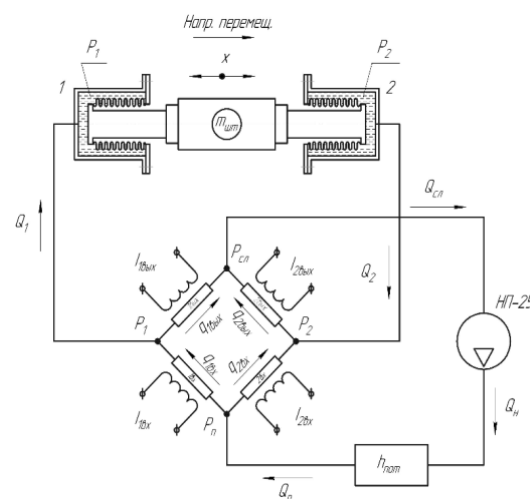


Рис. 11 Принцип работы МР модуля

Определение жёсткости сифонной системы МР модуля

Определение коэффициента жесткости сифонной системы теоретически – сложная задача. Поэтому, были проведены экспериментальные исследования по разработанной методике по схемам (рис. 12а,б), позволившие определить коэффициент жесткости системы при движении по вертикальной координате вниз (рис. 12а) и вверх (рис. 12б).

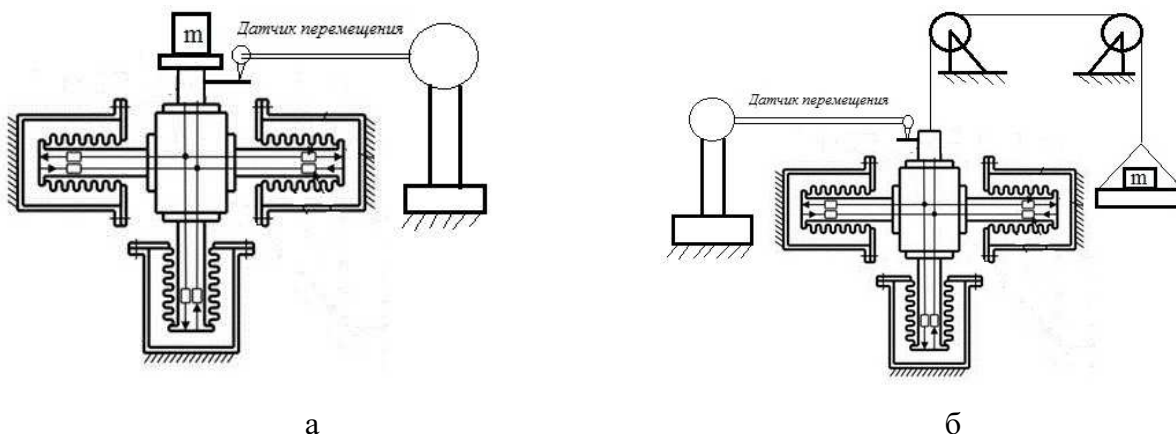


Рис. 12 Схема эксперимента по исследованию коэффициента жесткости сифонной системы МР модуля

Экспериментальные исследования показали, что при движении подвижного корпуса вниз жесткость сифонной системы составляет $k_1=198,3$ Н/мм, а при движении вверх – $k_2=384,9$ Н/мм.

При движении вниз определена остаточная деформация сифонной системы, которая не превышает 10% от общей деформации и составляет 7,8 мкм (рис. 13а), что допустимо при работе модуля и может быть устранено за счет компенсации системой управления. Зона нечувствительности МР модуля (усилие трогания) составляет 10Н (рис. 13б), что также должно быть учтено при создании системы управления.

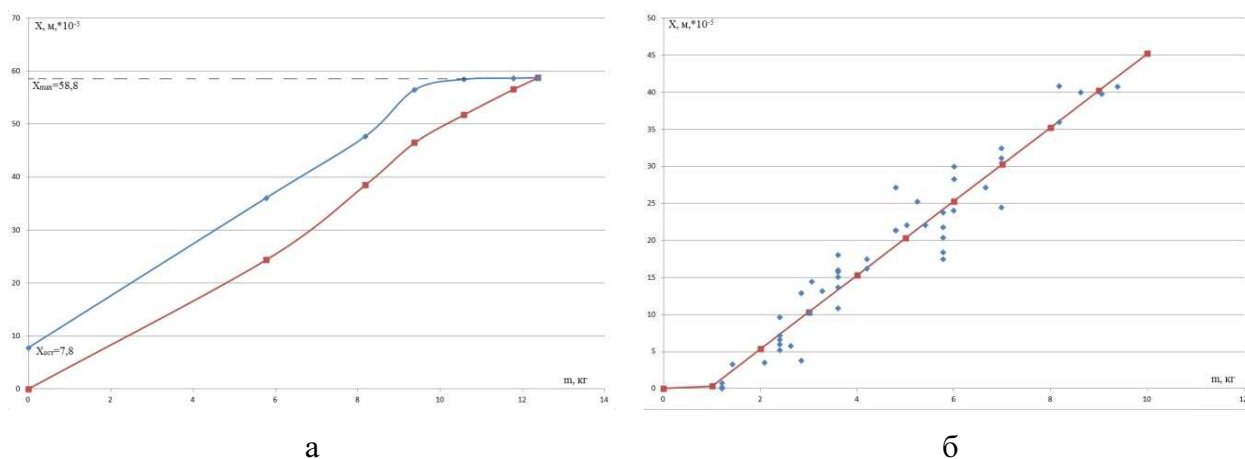


Рис. 13 Результаты экспериментов при движении подвижного корпуса вниз

Разработка алгоритма управляющей программы для МР механизмов в режиме предварительного позиционирования

Для разработки управляющей программы успешно применена система визуального программирования National Instruments LabView 8.2 с блоком аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователя (далее блок АЦП/ЦАП) NI DAQ USB-6009. Для усиления управляющего сигнала блока АЦП/ЦАП применялся источник тока управляемый напряжением, который преобразовывал управляющее напряжение от блока (0...5В при токе до 10мА) в управляющий ток на катушку МР устройства (0...2А).

Пользовательское окно разработанной программы (рис. 14) позволяет следить в комплексе за состоянием МР системы.

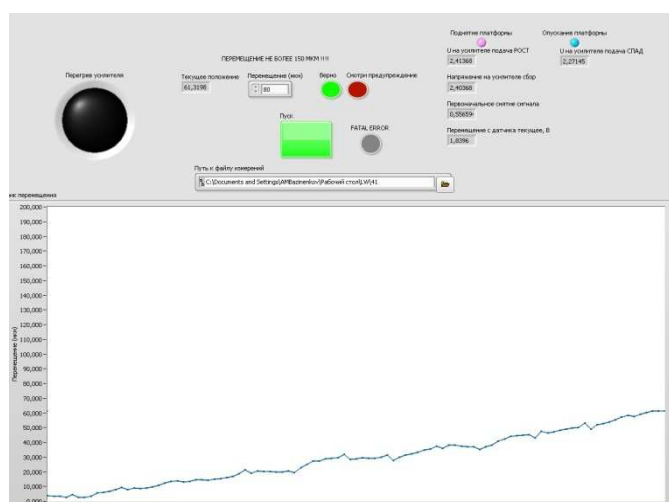


Рис. 14 Пользовательское окно программы

В окно «Перемещение» пользователь вводит перемещение в микрометрах, не более 200 (максимально допустимый предел измерения датчика). Кнопка «Пуск» запускает/останавливает программу, а «Путь к файлу измерений» указывает расположение файла с записью данных эксперимента. Текущее положение штока отображается на графике. Индикаторы справа отвечают за контроль промежуточных вычислений и данных.

Испытание управляющей программы

Программа для управления МР модулем тестировалась на демпфере на основе МУЭ [4]. Тестирование программы проводилось по схеме на рис. 15.

При подаче управляющего тока на катушку демпфера происходит перемещение вниз его платформы, что и фиксировалось датчиком перемещения. Сигнал с датчика преобразовывался в блоке АЦП/ЦАП, обрабатывался на персональном компьютере по разработанной программе, после чего автоматически выдавалось корректирующее

управляющее воздействие, которое через блок АЦП/ЦАП и усилитель выдавалось на катушку.

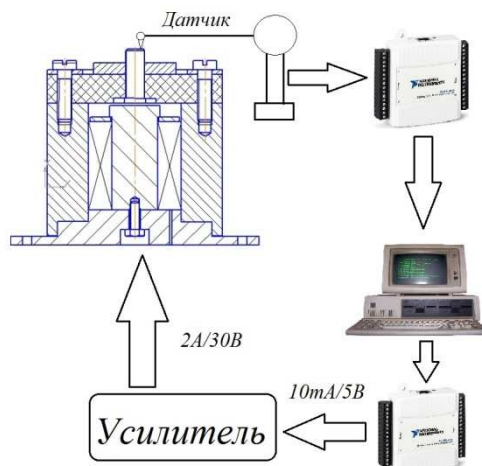


Рис. 15 Схема стенда эксперимента с демпфером

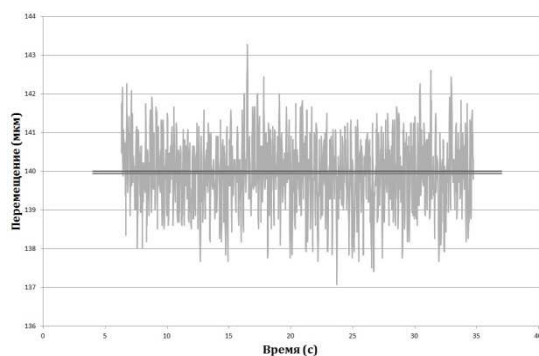


Рис. 16 Перемещение платформы при достижении точки 140 мкм

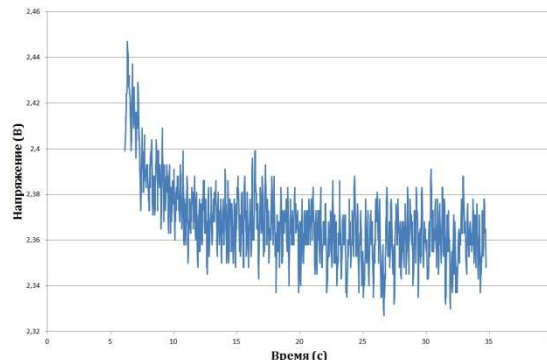


Рис. 17 Колебания управляющего напряжения на блоке АЦП/ЦАП

В результате тестирования рабочей программы подтверждена ее работоспособность и применимость для МР модулей. При этом получена максимальная погрешность перемещения платформы МУЭ демпфера в 6 мкм под управлением разработанной программы, которая может быть связана с колебанием управляющего напряжения на выходе блока АЦП/ЦАП с максимальной амплитудой 0,05В.

Общие выводы

1) Анализ прецизионного оборудования и механизмов точных перемещений показал, что МР устройства удовлетворяют требованиям к механизму перемещений прецизионного оборудования.

2) Разработанная управляющая программа МР модулем успешно протестирована на демпфере на базе МУЭ, при этом максимальная погрешность позиционирования составляет 6 мкм, что связано с колебаниями выходного сигнала блока АЦП/ЦАП.

3) Коэффициент жёсткости сильфонной системы составляет: $k_1=198,3$ Н/мм (при движении объекта вниз), $k_2=384,9$ Н/мм (при движении вверх). Остаточная деформация сильфонной системы без МРЖ – 8 мкм, а зона нечувствительности модуля без жидкости составляет 10 Н, что допустимо для работы МР модуля и должно быть учтено при проектировании системы управления модулем.

Список литературы:

1. Механика и физика точных вакуумных механизмов: Моногр., В 2 т. / А.Т.Александрова, Н.С. Вагин, Н.В. Василенко и др.; Под ред. Е.А. Деулина. М.: НПК “Интелвак”; Вакууммаш, 2002. Т.2. 152 с.
2. Positioning magnetorheological actuator / V.Mikhailov, D.Borin, A.Bazinenkov, I.Akimov. Journal of Physics: Conference Series 149 (2009) 01 2075.
3. Михайлов В. П. Управление трением в элементах прецизионного вакуумного привода // Вакуумная наука и техника: Материалы девятой научно-технической конференции с участием зарубежных специалистов. М., 2002. С. 174-178.
4. Горбунов А.И., Михайлов В.П., Степанов Г.В., Борин Д.Ю., Андриянов А.А., Темнов Д.В., Семеренко Д.А. Исследование свойств и новое применение магнитных силиконовых композитов // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. 2008. № 1(70). С.90-107.

Автор: Долинин Павел Александрович, ГБОУ СОШ №549, 11 класс

Начный руководитель: Михайлов Валерий Павлович, профессор кафедры «Электронные технологии в машиностроении» МГТУ им.Н.Э. Баумана, доктор технических наук

***Исследование организационно-экономических характеристик
геораспределенной сети международного радиовещания***

ИВАНЧИН И. А.

ДРОГОВОЗ П.А.

Актуальность работы. Радиовещание и сегодня, в эпоху телевидения и Интернета, мобильных телефонов и спутниковой связи, продолжает обладать уникальными свойствами, делающими радио незаменимым средством массовой информации, позволяющим оперативно охватить вещанием огромные территории и довести информацию до граждан практически любой точки земного шара.

При организации сети международного радиовещания (СМРВ) стоит задача доставки сигнала с хорошим качеством, с территории одного государства на территорию другого, до радиослушателя находящегося в движении: по статистике, в основном – в автомобиле. Как показывает практика, наиболее эффективным решением является использование эфирного вещания в СВ и КВ диапазонах в цифровых форматах. Альтернативой являются спутниковые каналы диапазонов L и S, но их количество ограничено и в ряде государств занято спецсвязью.

Анализ современных характеристик СМРВ России позволяет выделить ряд проблем. После распада СССР большое количество средств иновещания оказалось на территории других государств. Существующая сеть радиовещания не подготовлена к внедрению перспективного режима цифрового радиовещания, который обеспечивает высокое качество принимаемого сигнала при низких энергетических затратах на его передачу.

Следует признать, что парк российского радиопередающего оборудования не обновлялся около 40 лет. Более 60% отечественных ВЧ-передатчиков устарели морально и не отвечают современным требованиям. Радиотехническое оборудование, антенные системы, энергетическое и другое технологическое оборудование радиоцентров работает в течение 30-45 лет без текущего и капитального ремонта, стоимость эксплуатационно-технического обслуживания передающих центров с учетом степени его износа и трудоемкости поддержания в рабочем состоянии постоянно растет.

Существующие передатчики сети мощного радиовещания загружены на половину, работают не более 5 часов, при этом КПД радиовещательных передатчиков в большей

части ниже 50%. Кроме того, налоговые платежи на землю, и на имущество резко снижают рентабельность предприятий.

Вместе с тем, сходные проблемы существуют и у операторов связи других государств, поэтому пути их решения являются актуальной международной задачей мирового сообщества вещателей.

Целью настоящей работы является исследование организационных и экономических характеристик государственных сетей международного радиовещания и улучшение этих характеристик на базе развития глобальной сети обмена программ.

Организация эффективной работы почти 2500 передатчиков – сложная задача, которая требует согласованной работы, как на международном уровне, так и внутригосударственном.

В настоящее время в международном эфире работает около 2600 радиопередатчиков, расположенных на 1600 радиостанциях в более чем 160 странах мира. На межгосударственном уровне этой проблемой не занимаются. Вопросы оптимизации использования существующих СМРВ различных государств, для повышения экономических, экологических и технологических параметров объединенной глобальной СМРВ не проработаны, что приводит к строительству неэффективно используемых радиопредприятий в одних государствах при одновременном закрытии в других. Внутригосударственные убытки и расходы на строительство передающих радиоцентров (ПРЦ) исчисляются сотнями миллионов евро.

Анализ состава и структуры затрат ПРЦ. Изучим структуру затрат на создание и доставку радиопрограмм до слушателя (см. рис. 1). Основные затраты на доставку сигнала до слушателя состоят из оргвзносов (обязательных платежей и взносов регулирующим органам), затрат на создание радиопроодукции (тракт формирования программ), затрат на доставку радиопроодукции до передающей сети (тракт первичного распределения программ), затрат на доставку радиопрограммы до зарубежного слушателя (тракт вторичного распределения программ). Величина этих расходов достигает 70% от общих затрат радиокompаний.

С учетом существующей структуры затрат определим точку окупаемости [4] передающего радиоцентра. Постоянные расходы на радиопередающий комплекс, не зависят от загрузки. Это – земельный налог, амортизационные отчисления, содержание антенно-фидерных устройств, заработная плата обслуживающего персонала, отопление, содержание зданий, оплата вспомогательных служб, и т.д.

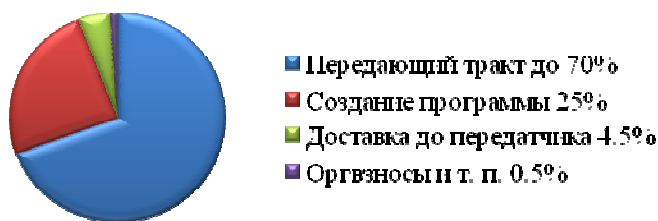


Рис. 1 Затраты на создание и доставку радиопрограмм до слушателя.

На рис. 2 представлен существующий график расходов и доходов ПРЦ. На нем выделены две точки: а – начало окупаемости (загрузка 18 часов в сутки), б – начало окупаемости с учетом законсервированных ПРЦ (загрузка 23,5 часа в сутки).



Рис. 2 График расходов и доходов ПРЦ до оптимизации

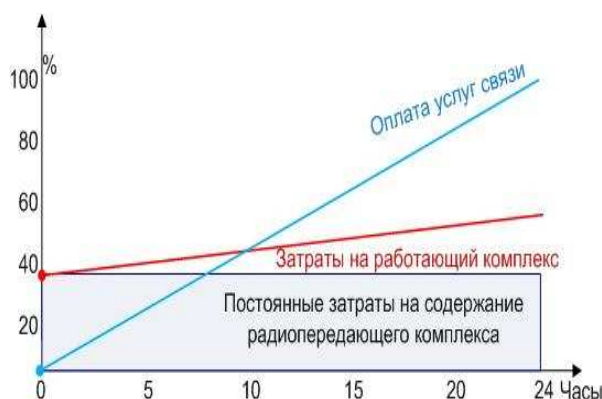


Рис. 3 График расходов и доходов ПРЦ после оптимизации

Оптимизация геораспределенной СМРВ. В работе был изучен алгоритм оптимизации использования СМРВ различных государств для условий компании «Голос России». Оценка изменения расходов и доходов ПРЦ после оптимизации представлена на рис. 3. Исходя из графика расходов – доходов ПРЦ окупаемость наступит при загрузке 10 часов в сутки.

Этот эффект достигается за счет реализации следующего алгоритма.

1. Сбор информации о неиспользуемых технических средствах СМРВ.
2. Сбор и обработка заявок международных СМИ на текущее и долговременное иновещание.
3. Выбор параметров объединенной СМРВ для оптимального выполнения заявок с учетом текущего и долговременного планирования иновещания.
4. Определение стоимости заявок СМИ на текущее и долговременное иновещание.
5. Предложения для СМИ в соответствии с их заявками и технико-экономическими решениями по текущей и долговременной загрузке объединенной СМРВ.

6. Принятие администрациями связи и владельцами СМРВ решения о дальнейшем использовании своего долговременно не загруженного оборудования.

7. Принятие администрациями связи и СМИ решения о целесообразности замены своих технических средств на технические средства других государств.

Оценка экономической эффективности мероприятий по оптимизации СМРВ.

В России запланированы капитальные вложения в размере 9 274 млн руб. в рамках системного проекта по развитие СМРВ в 2012-2015 годах в соответствии с действующими федеральными целевыми программами [5, 6].

Следует учесть, что в настоящее время активно развиваются и переводятся в цифровой формат передающие сети КВ-диапазона в Мексике, Индии, Канаде, Китае и ряде других государств. Вместе с тем, от использования уже построенных радиопредприятий в связи с финансовыми проблемами отказываются страны СНГ, Германия, Монголия. Сокращают количество объектов связи Франция, Англия и ряд других государств. Закрываются ПРЦ в Португалии и Шри-Ланка. Таким образом, эти мощности могут быть использованы компанией «Голос России» для построения геораспределенной СМРВ. Некоторые закрывающиеся передающие радиочастоты (ПРЦ) прошли модернизацию менее 10 лет назад. Они имеют уникальные антенны, с помощью которых могут быть покрыты радиовещанием зоны, планируемые для вещания с территории России, и зоны, которые с территории России закрыть сложно.

Ожидаемые эффекты от рассмотренных мероприятий приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Ожидаемая экономия расходов от оптимизации использования СМРВ

№ п/п	Статьи расходов	Экономия в %
1	Закрытие законсервированных ПРЦ	18
2	Снижение эксплуатационных затрат на единицу продукции за счет увеличения загрузки	до 5
3	Отказ от неиспользуемого оборудования, технических зданий, площадей на действующих ПРЦ	до 10
4	Перевод загрузки с устаревших ПРЦ на современные	до 5
5	ИТОГО	38

Выводы. Оптимизация использования существующих СМРВ различных государств за счет отказа от строительства неэффективных радиопредприятий в одних государствах при одновременном закрытии в других, позволит повысить экономические и экологические параметры объединенной глобальной сети международного радиовещания.

Основной экономический эффект достигается за счет отказа от эксплуатации неперспективных ПРИЦ, за счет снижения капитальных затрат на строящиеся объекты, а также за счет увеличения их загрузки. Уменьшая количество радиопередатчиков, можно производить частотно-территориальное планирование. Это позволит улучшить экологическую обстановку во всех странах за счет сокращения радиопомех и излучаемой мощности. Реализация данного решения уже в 2012 году позволит при резком снижении капитальных затрат и сохранении эксплуатационных характеристик, организовать качественное вещание на территории Африки, Центральной, Южной Америки, а также вещание в современном формате (DRM) на территорию Европы и европейскую часть России.

Наличие свободных площадей, на зарубежных ПРИЦ позволит при необходимости организовывать студии компании «Голос России» и прорабатывать вопросы расширения вещания в форматах используемых вещателями этих региона.

Список литературы:

1. Рихтер С.Г. О выборе системы радиовещания для России // Broadcasting. Телевидение и радиовещание. 2007. №4 (27). С. 60-64.
2. DSB Handbook. Terrestrial and satellite digital sound broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers in the VHF/UHF bands. ITU: Radiocommunication Bureau, Geneva, 2002, P. 826.
3. Никитин А.Ю. Система радиовещания: унификация подхода к использованию частотных ресурсов различных диапазонов // Технологии ЭМС. 2010. №2. С. 21-25.
4. Садовская Т.Г., Дадонов В.А., Дроговоз П.А. Анализ бизнеса: В 4 ч. Ч. 2. Финансово-хозяйственная деятельность наукоемкого предприятия / Под ред. Т.Г. Садовской. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 328 с.: ил.
5. Распоряжение Правительства РФ № 1349-р. «Концепция Федеральной целевой программы «Развитие телерадиовещания в РФ на 2009-2015 годы» // 21 сентября 2009.
6. Постановление Правительства РФ № 985. «О Федеральной целевой программе «Развитие телерадиовещания в РФ на 2009-2015 годы» // 03 декабря 2009.

Автор: Иванчин Илья Алексеевич, ГБОУ ЦО№1439, 11 класс

Научный руководитель: Дроговоз Павел Анатольевич, профессор кафедры «Предпринимательство и внешнеэкономическая деятельность» МГТУ им. Н.Э. Баумана, доктор экономических наук

Солнечная электростанция бытового назначения

КЛИШИНА Н.А.

КЛИШИН А.Н.

ИВАНОВ В.Л.

«Если люди не изменят свой стиль жизни,
им понадобится другая планета».

А. Эйнштейн, 1940 г.

В последние четверть столетия 20 века энергопотребление более чем в два раза превысило таковое за первые 75 лет. Объективно это вызвано как ростом энергопотребления на душу населения планеты, так и возрастающей численностью населения. Например, за период 1975...1985 г.г. Население мира возросло с 3796 до 4480 млн. чел (18%), а энергопотребление от уровня 2320 до 3350 кг.у.т./чел.год, или более чем на 44%. Если в 1970 г.г. Население мира не превышало 4800 млн чел, то в 2011 г оно достигло 7000 млн. чел и по прогнозам к 2050 г составит 9500 млн. чел. Запасы углеводородного топлива в кладовых Земли не безграничны, не безграничны и запасы урана. Даже по самым оптимистическим прогнозам их хватит не более чем на пару столетий, если не будет предложена реальная альтернатива. Не следует забывать, что последствием сжигания углеводородов является тепловое загрязнение, а также угрожающее повышение концентрации CO₂ в атмосфере.

А какие альтернативы? Для гидроэнергетики практически задействовано абсолютное большинство потенциальных природных источников. Следовательно, основное развитие альтернативной энергетики на возобновляемых источниках энергии – это ветер и солнечная энергетика.

Одним из направлений развития альтернативной энергетики является прямое преобразование солнечной энергии в электрическую. Мировую динамику развития этого направления можно характеризовать следующими данными: установленная мощность фотоэлектрических источников в 1971 году составляла 0,1 МВт, в 1990 г. – 48 МВт, в 2000 г. – 280 МВт, в 2010 г – 1700 МВт. Используются кремниевые солнечные панели. При этом удельная стоимость кремниевых панелей за период 1970...2000г. Снизилась в 20 раз.

Существенно также возрос КПД преобразования, как это показано в таблице 1.

Таблица 1.

Экономичность кремниевых панелей

КПД модуля, %	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2010 г.
Монокристаллический кремний	14	17	19	24
Поликристаллический кремний	13	16	18	22
Модуль с концентратором солнечной энергии	17	20	25	30

Очевидно, что при использовании концентратора солнечной энергии существенно возрастает КПД преобразования, который по величине уже сопоставим с КПД тепловых машин (паротурбинной и газотурбинной установок).

Целью настоящей работы является солнечная электроэнергетическая установка, максимально приближенная к бытовому потребителю. Такая установка обладает целым рядом полезных качеств:

- Источником энергии является Солнце, в воображимом будущем вечный источник энергии; материалом для панелей является кремний, запасы которого на Земле безграничны, Кремний сам по себе материал не токсичный, однако технология получения «солнечного» качества являет сбой пока что весьма «грязное» производство. По прогнозам этот недостаток будет ликвидирован в ближайшем будущем.
- Кремневая панель работает бесшумно, не создает вредной эмиссии, не является потенциальной причиной глобального потепления.
- Является автономным источником энергии, что особенно ценно для удаленных районов сельской местности
- Солнечные панели могут быть эстетично интегрированы в архитектуру здания
- Техническое обслуживание практически сводится к периодическому удалению пыли с приемной поверхности панели.

Объектом исследования данной работы является солнечная мини-электростанция, в состав которой вошли 2 аккумулятора, инвертор, автоматическое устройство контроля электрического тока, аккумулятор, инвертор. Общий вид установки показан на рис. 1.

На выполненном этапе работы создано устройство ориентации панели (в двух плоскостях) на Солнце, исполненное пока что в ручном режиме поворота, а также снята вольтамперная характеристика панели.



Рис. 1 Солнечная электростанция на базе блока из двух кремниевых панелей на территории участка сельского дома

Результаты экспериментального определения вольтамперной характеристики блока солнечных панелей приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Вольтамперные характеристики установки при фиксированной ориентации и при ориентации на солнце (ч, А)

Время суток	А в системе без ориентации**	А в системе с ориентацией*	Время суток	А в системе без ориентации	А в системе с ориентацией
07:00	0,2	0,3	13:00	4,0	4,2
08:00	0,6	1	14:00	3,1	3,8
09:00	1	1,1	15:00	3,8	4,0
10:00	1,5	2	16:00	2,5	2,8
11:00	3,3	3,8	17:00	1,1	1,8
12:00	4,1	4,2	18:00	0,8	1,5

**Панели ориентированы на Юг под углом 36 градусов

*Ориентация с наведением на солнце

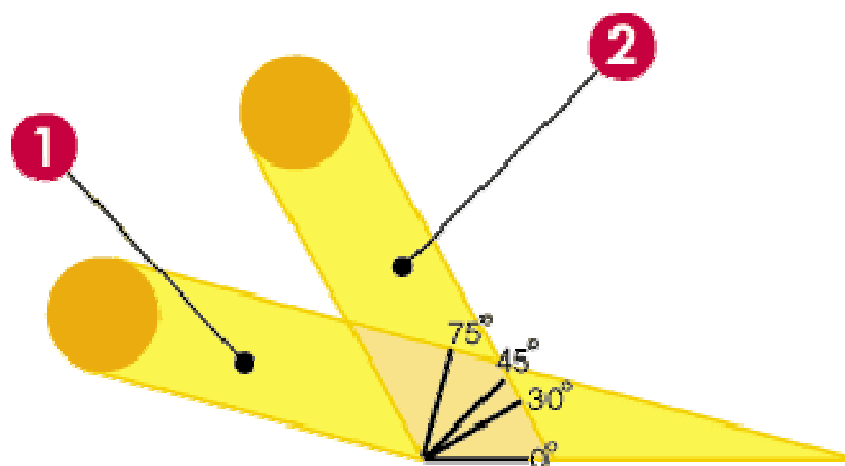


Схема оптимального наклона панелей зимой и летом

1 солнце зимой, 2 солнце летом

В дальнейшем предполагается дистанционное управление углом ориентации, вероятнее всего двухпозиционное «Зима – лето», а так же комплектация панели цилиндрическим или аксимметричным концентратором солнечной энергии с коэффициентом концентрации порядка $K=3$.

Геометрическая схема концентратора приведена на рис. 2. Концентратор будет изготовлен из стеклопластика. Предварительно будет изготовлена конструкция для формовки. Схема концентратора представлена на рис.2.

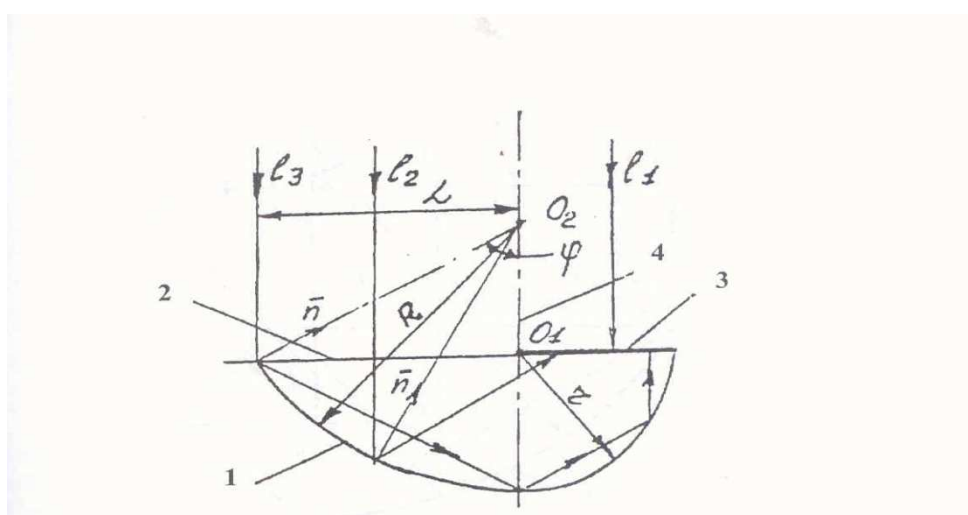


Рис 2. Солнечный модуль с цилиндрическим концентратором и расположением приемника излучения – солнечной панели в плоскости миделя: 1 – зеркало концентратора; 2 – световое окно, через которое идет поток солнечных лучей (L – ширина окна); 3 – двухсторонняя солнечная панель; 4 – плоскость сопряжения цилиндрических поверхностей радиусов R и r ; l_1, l_2, l_3 – направления солнечных лучей

Концентрация излучения подсчитывается по формуле:

$$K=(L+r)/r.$$

При $f=60$, $L=\cos 30$; $R=2r$; $K = 2,7$

На основе разработанной установки можно создать автономную солнечную электростанцию, востребованную в сельской местности. Введение в систему концентратора солнечной энергии повышает степень энергетического использования панели, уменьшает срок ее окупаемости, а также расширяет географию местности возможного использования солнечной электроэнергетики.

Список литературы:

1. Безруких П.П., Стребков Д.С. Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы, технологии. М.: Российская академия сельскохозяйственных наук ВНИИЭСХ, 2005. 264 с.
2. Виссарионов В.И., Белкина С.В., Дергюшка Г.В. Энергетическое оборудование для использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. М.: ООО фирма ВИЭН. 447 с.

Автор: Клишина Наталья Андреевна, МОУ СОШ №8, Московская область, г. Красногорск, 11 класс

Научный руководитель: Клишин Андрей Николаевич, директор ЗАО «ПромКомпозит»

Научный консультант: Иванов Вадим Леонидович, доцент кафедры «Газотурбинные и нетрадиционные энергоустановки» МГТУ им.Н.Э. Баумана, кандидат технических наук

Технология получения и применения водородного топлива в качестве альтернативы углеводородов для двигателя внутреннего сгорания

КОЗЛОВ Д.С.

ГРУДИНИНА В.В.

Проблема использования экологически чистого топлива – водорода в различных видах двигателей на сегодняшний день становится актуальной. Водорода на нашей планете очень много, но он в основном находится в связанном состоянии. Однако если эффективно выделять атомы водорода из молекул других веществ, то появляется возможность использовать его в качестве топлива для двигателя внутреннего сгорания [1].

Целью работы является исследование способов получения водородного топлива и использования его в двигателях внутреннего сгорания, а также расчет и создание действующей установки для получения водорода.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: оценка возможности использования водородного топлива в двигателях внутреннего сгорания, разработка способа получения водорода в домашних условиях и создание экспериментальной установки для получения водорода.

Разработка установки для получения водорода и анализ эффективности ее работы

Автором собрана экспериментальная установка - генератор газа Брауна [2]. Данная установка предназначена для получения водорода на борту транспортного средства. Эксперимент проводился в домашних условиях.

Действие генератора основано на действии постоянного электрического тока на воду. В результате воздействия получается 2 атома водорода и 1 атом кислорода. Из 1 литра воды в генераторе получается 1866 литров горючего газа. Поэтому не нужно часто заливать воду, одного литра хватит примерно на 40 часов работы двигателя. Питается он от понижающего трансформатора, а в автомобиле от генератора.

Для электродов использовались пластины из нержавеющей стали. Она химически нейтральна в отличие от железа, поэтому подходит в качестве материала для электродов. Прокладками между пластинами служит резиновая трубка, разрезанная на кольца. Сам электролизёр состоит из ряда герметичных полостей, образованных электродами и прокладками между ними. Герметизация набранного таким образом пакета осуществляется стяжкой болтами (рис. 1). Расстояние между пластинами около 4 мм.

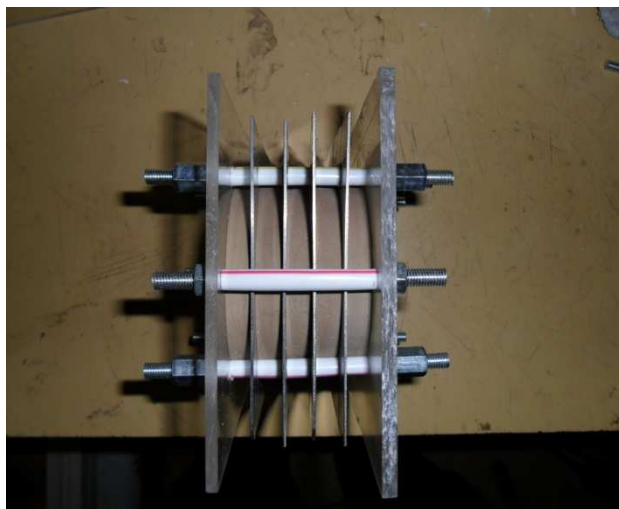
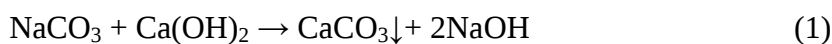


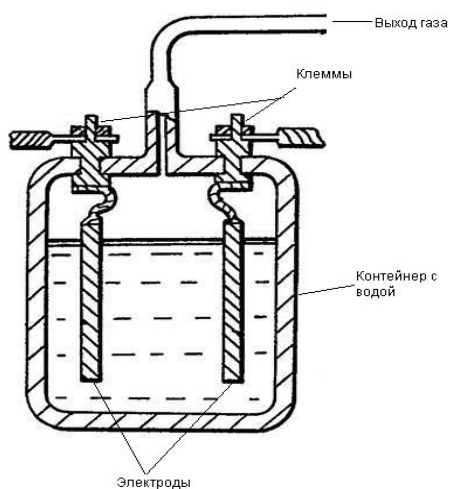
Рис. 1 Сборка электродов экспериментальной установки для получения водорода

Обязательная часть устройства – водяной затвор. Он препятствует проникновению пламени обратно в электролизёр. Состоит он из сосуда с водой, в котором газ барботирует. В качестве источника питания для генератора был выбран понижающий трансформатор 220/12В (рис. 2).

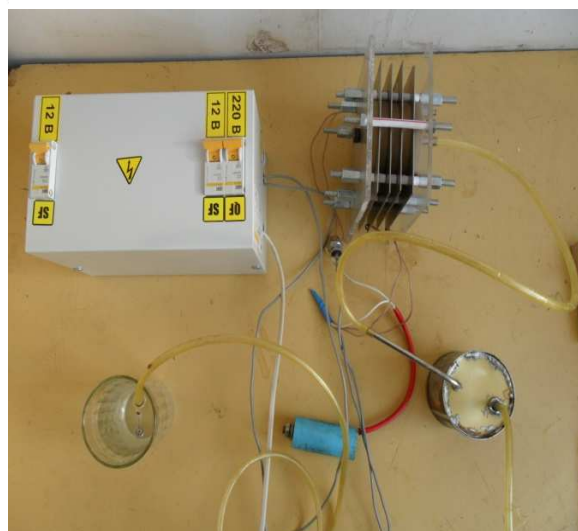
В электролизёре в качестве рабочего тела использовалась дистиллированная вода с добавлением электролита NaOH. Щелочь получилась из кальцинированной соды. В результате реакции [3]



мел выпал в осадок, остальное сливается и фильтруется.



а)



б)

Рис. 2 Схема экспериментальной установки для получения водорода (а) и ее практическая реализация (б)

Масса водорода рассчитывается по следующей формуле [3]:

$$m = \frac{\mu_B \cdot I \cdot t}{q_e \cdot N_A \cdot Z}, \quad (2)$$

где μ_B – молярная масса водорода,

I – сила тока,

t – время работы электролизера,

q_e – заряд электрона,

N_A – число Авогадро,

Z – валентность водорода.

Учитывая, что $I=5\text{А}$, $t=10\text{с}$, $\mu_B = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$, $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, $N_A = 6,62 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$, $Z=1$ получается:

$$m = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot 5\text{А} \cdot 10\text{с}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 6,62 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \cdot 1} = 9,44 \cdot 10^{-7} \text{ кг}.$$

Далее определяется полезная работа электролизёра, равная энергии, выделяющейся при сгорании полученного водорода. Количество теплоты рассчитывается по формуле:

$$Q = q_g \cdot m, \quad (3)$$

где Q – количество теплоты,

m – масса водорода,

q_g – удельная теплота сгорания водорода.

Учитывая, что $m = 9,44 \cdot 10^{-7} \text{ кг}$, $q_g = 120 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$:

$$Q = 120 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 9,44 \cdot 10^{-7} \text{ кг} = 113 \text{ Дж}.$$

Затраченная работа равна

$$A_3 = I \cdot U \cdot t = 5\text{А} \cdot 12\text{В} \cdot 10\text{с} = 600 \text{ Дж} \quad (4)$$

КПД установки определяется по формуле [4]:

$$\text{КПД} = \frac{A_n}{A_3}. \quad (5)$$

$$\text{КПД} = \frac{113 \text{ Дж}}{600 \text{ Дж}} = 0,188.$$

Полученное значение КПД, равное 18,8%, является удовлетворительным результатом для установки, собранной в домашних условиях. Тем не менее, добавка даже небольшой дозы водорода, полученной на данной установке, к традиционному моторному

топливу способно значительно повысить эффективность процессов горения и, как следствие, эффективные и экологические показатели двигателя внутреннего сгорания.

Заключение

В результате работы создана установка, которая может использоваться для получения водорода на борту транспортного средства с КПД 18,8%.

Оценка эффективности работы установки подтвердила возможность ее применения в составе транспортного средства для снижения расходов топлива и уменьшения вредных выбросов в атмосферу.

Список литературы:

1. Мищенко А.И. Применение водорода для автомобильных двигателей. М.: Издательство «Наукова думка», 1984. 141 с.
2. <http://neutrino.mk.ua/alternativnie-istochniki/vodorodniy-generator-svoimi-rukami>. Ссылка проверена 29.05.2012 г.
3. Гамбург Д.Ю., Дубовкин Н.Ф., Семенов В.П. Водород. Свойства, получение, хранение, транспортировка, применение. Справочник. М.: Издательство «Химия», 1989. 672 с.
4. Якименко Л.М. Электролиз воды. М.: Издательство «Химия», 1970. 264 с.

Автор: Козлов Дмитрий Сергеевич, МОУ СОШ №5 с углубленным изучением отдельных предметов, Московская область, г. Клин, 11 класс

Научный руководитель: Грудинина Виктория Витальевна, МОУ СОШ №5 с углубленным изучением отдельных предметов, г. Клин, учитель физики и информатики

Анализ эффективности работы бытовых фильтров по очистке воды питьевого качества

ЛАЗАРЕВА И.В.

КОЗОДАЕВ А.С.

Потребление воды для человека жизненно необходимо, и очень важно отслеживать, какого качества воду потребляет человек. Для такой воды существует конкретное понятие – питьевая вода. В 2002 г. Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации был принят «МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ ГОСТ 30813-2002.ВОДА И ВОДОПОДГОТОВКА», который с 1 января 2004 г. введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации. Водоканал гарантирует поступление в систему водоснабжения воды, удовлетворяющей всем нормативам, касающимся питьевой воды. Но практически это не всегда удается: загрязнение труб, некачественные ремонтные работы, недостаточное внимание, уделяемое экологии – все это приводит к тому, что в домашние краны поступает вода, не соответствующая критериям питьевой воды. Очевидно, что воду, полученную из-под крана, необходимо очищать дополнительными бытовыми фильтрами, т.к. простым кипячением воды от большинства загрязнителей не избавиться, а повышенное содержание употребляемых вместе с водой веществ, в особенности тяжелых металлов, может привести к серьезным заболеваниям.

Множество фирм предлагают различные фильтры с разнообразными системами очистки. Ставится задача – оценить эффективность работы предлагаемых фильтров по очистке от тяжелых металлов.

Для этого была проведена серия опытов. В исследовании участвовало четыре фильтра:

1. Самый простой в использовании и самый популярный фильтр типа «Кувшин».
2. Система многоступенчатой очистки (сочетание механической и угольной фильтраций и ионного обмена)
3. Установка нанофильтрации (нанофильтрационная мембрана)
4. Современный фильтр-кувшин с коралловым сорбентом.

Эксперименты по выявлению содержания металлов в воде были проведены с помощью прибора Colorimetr HACH DR890 (рис. 1).



Рис. 1

Представляем результаты опытов:

Опыт №1

	Содержание Fe мг/л	Содержание Cu мг/л	Содержание Ni мг/л	Содержание Zn мг/л
Нефильтрованная	0.54	2.58	1.60	8.41
Мембрана	0.12	1.10	0.10	2.00
Фильтр с многоступенчатой очисткой	0.49	1.20	0.18	2.29
Кувшин	0.48	2.36	0.38	5.41
Коралловый сорбент	0.30	1.54	0.22	3.33

Опыт №2

	Содержание Fe мг/л	Содержание Cu мг/л	Содержание Ni мг/л	Содержание Zn мг/л
Нефильтрованная вода	0.54	2.54	1.63	8.40
Мембрана	0.12	1.10	0.05	2.11
Фильтр с многоступенчатой очисткой	0.30	1.22	0.12	2.66
Кувшин	0.64	2.36	0.32	5.00
Коралловый сорбент	0.32	1.52	0.12	3.01

Опыт №3

	Содержание Fe мг/л	Содержание Cu мг/л	Содержание Ni мг/л	Содержание Zn мг/л
Нефильтрованная вода	0.58	2.50	1.52	8.40
Мембрана	0.12	1.12	0.11	2.06
Фильтр с многоступенчатой очисткой	0.29	1.18	0.18	2.37
Кувшин	0.54	2.32	0.32	5.30
Коралловый сорбент	0.30	1.90	0.20	3.24

Опыт №4

	Содержание Fe мг/л	Содержание Cu мг/л	Содержание Ni мг/л	Содержание Zn мг/л
Нефильтрованная вода	0.48	2.58	1.56	8.42
Мембрана	0.09	1.10	0.11	2.00
Фильтр с многоступенчатой очисткой	0.32	1.20	0.34	2.18
Кувшин	0.26	2.36	0.38	5.37
Коралловый сорбент	0.27	2.36	0.27	3.25

Анализ результатов опытов

Сравнительный анализ (относительно рекомендаций СанПиН).

В неочищенной воде, содержание Fe превышено на 0.24 мг/л(в 1.8 раза), содержание Cu на 1.55 мг/л(в 2 раза), содержание Ni на 1,48 мг/л(в 14.8 раза), содержание Zn на 3.41 мг/л(в 1.7 раза).

В образце воды, очищенной с помощью нанофильтрационной мембраны, содержание металлов полностью удовлетворяет показателям СанПиН.

В образце воды, очищенной фильтром многоступенчатой очистки, содержание Fe превышено лишь на 0.05 мг/л(в 1.2 раза), содержание Cu на 0.20(в 1.2 раза) мг/л, содержание Ni на 0.11 мг/л(в 2 раза), содержание Zn удовлетворяет показателям СанПиН.

В образце воды, очищенной фильтром типа «кувшин», содержание Fe превышено на 0.19 мг/л(в 1,6 раза), содержание Cu на 1.35 мг/л(в 2.4 раза), содержание Ni на 0.25 мг/л(в 3.5 раза), содержание Zn на 0,28 мг/л(в 1.1 раза).

В образце воды, очищенной фильтром с коралловым сорбентом, содержание Fe и Zn полностью удовлетворяет показателям СанПиН, содержание Cu превышено на 0.73 мг/л(в 1.73 раза), содержание Ni превышено на 0.10 мг/л(в 2 раза).

Выводы

- За счет изначальной эффективности системы очистки содержание металлов в образцах воды, очищенной с помощью мембраны и фильтра трехступенчатой очистки, минимально по сравнению с содержанием тех же в образцах воды, очищенных с помощью фильтров, основой работы которых является использование сорбента. К тому же такие фильтры менее склонны к устареванию и загрязнению чем сорбирующие и ионообменные фильтры.
- Далее следует фильтр Nikken. За счет сильного современного сорбента – коралла является достаточно эффективным фильтром, но на территории России приобретение такого фильтра и его составляющих предполагает большие денежные затраты. Коралловый порошок требует довольно частой регенерации, но сделать это среднестатистическому потребителю в домашних условиях просто невозможно: это определяется самой конструкцией фильтра, которая не предполагает доступа к сорбирующим веществам.
- Завершает список тестируемых фильтров «кувшин», основанный на применении активированного угля для очистки воды, по итоговым результатам содержание металлов (мг/л) в образцах воды максимально превышено содержание металлов. Причин может быть несколько: быстрое загрязнение или уменьшение эффективности работы активированного угля, излишне длительное время контакта воды с углем, некорректное изготовление сорбента.

Автор: Лазарева Ирина Викторовна, ГБОУ СОШ с углубленным изучением математики информатики и физики №444, г. Москва, 11 класс

Научный руководитель: Козодаев Алексей Станиславович, доцент кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им.Н.Э. Баумана, кандидат технических наук

Современный детекторный приёмник

ЛЁГКАЯ А.С.

МУРАШЕВ А.В.

За последние 100 лет радиотехника шагнула настолько далеко, что вряд ли люди в 30-х годах прошлого столетия могли себе представить радиоприёмник размером с горошину с массой функций, повышающих удобство пользования. Но изучая в Интернете историю развития радио, я обратила внимание не только на большой интерес к истории, но и желание большого количества людей повторить и усовершенствовать раритетные схемы радиоприёмников.

Поэтому я в качестве цели своей работы выбрал разработку конструкции детекторного приёмника, в котором бы было максимальное количество самодельных деталей, и который бы работал в диапазоне средних и длинных волн. Кроме того, я добавила к нему усилитель низкой частоты, который питается от оригинальных источников питания.

В ходе работы решались следующие задачи:

- изучить схемотехнику и принцип работы детекторных приёмников;
- разработать оригинальную конструкцию конденсатора переменной ёмкости;
- изучить возможность использования в детекторе природных кристаллов;
- изучить возможность использования полупроводниковых диодов разных типов;
- изготовить малогабаритный детекторный приёмник.

Несмотря на «раритетную» направленность, данная работа актуальна, так как собранный приёмник может использоваться в качестве учебного пособия, но и в качестве резервного приёмника в условиях стихийных бедствий.

Изобретателем детекторного приёмника был Александр Степанович Попов. 14 июля 1899 он подал в Комитет по техническим делам при Департаменте торговли и мануфактур России прошение о выдаче ему патента на разработанный детекторный радиоприёмник с наушниками. К заявке были приложены: описание приёмника, чертежи схем и квитанция Санкт-Петербургского губернского казначейства об уплате взноса в размере 30 рублей.

В 20-е годы большой популярностью пользовался детекторный приёмник, разработанный сотрудником радиолaborатории Шапошниковым С.И. А другой сотрудник радиолaborатории, Лосев О.В., разработал детекторный приёмник с полупроводниковым

усилителем, известный как «Кристадин Лосева». Изобретение Лосева стало мировой сенсацией. Лишь через много лет получило объяснение использование детектора в кристадине, который фактически явился прообразом современных туннельных диодов.

Детекторный приёмник с кристаллическим детектором и наушниками был долгое время самым распространённым радиоприёмным устройством благодаря своей простоте и дешевизне. Детекторный приём – это целая эпоха в истории развития радиотехники. Главным преимуществом этого приёмника является то, что он не требует источника электрического тока.

Детекторный радиоприёмник в XXI веке, естественно, не может конкурировать с современными приёмными устройствами на микросхемах. Однако, сам процесс его создания и последующее прослушивание на него радиопередач может доставить не меньше положительных эмоций радиолюбителю, чем во время конструирования современных радиолюбительских приёмников, а во многих случаях даже больше. В настоящее время существуют Интернет-сообщества, где обсуждаются конструкции детекторных приёмников. Кроме того проводятся международные соревнования по радиоприёму на детекторные приёмники.

Дадим определение детекторного приёмника: это приемник, работающий за счет энергии радиоволн и не имеющий усилителя и предназначенный для приёма амплитудно-модулированных сигналов. Схема детекторного приёмника состоит всего из нескольких деталей (рис. 1)

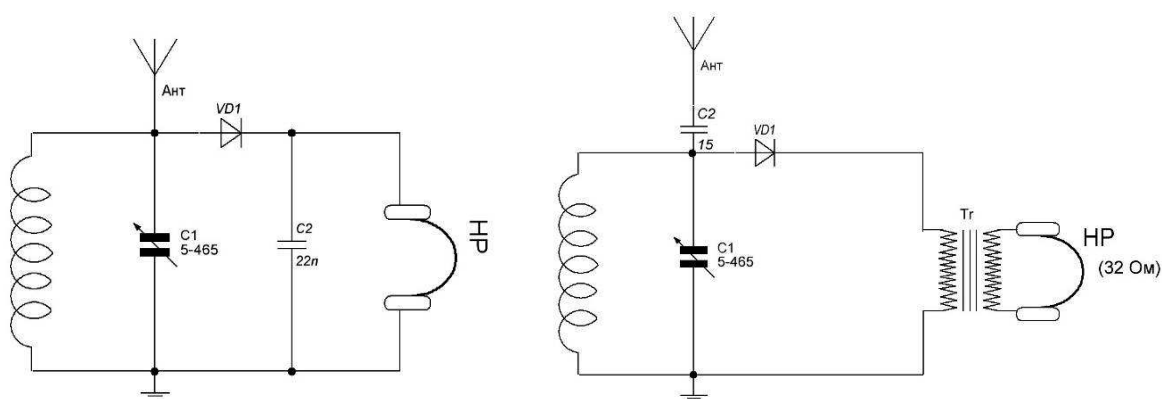


Рис. 1 Схема обычного детекторного приёмника (слева) и моего экспериментального приёмника (справа)

Сигнал наведённый в антенне поступает на колебательный контур, состоящий из катушки L1 и конденсатора C1. На резонансной частоте контур имеет высокое сопротивление, а на других частотах – низкое. Поэтому не детектор поступает только сигнал, соответствующий резонансной частоте, а другие – «замыкаются» на землю. Диод

VD1 демодулирует сигнал, при этом колебания несущей частоты через конденсатор C2, представляющий для них малое сопротивление, «замыкаются» на землю, а низкочастотный сигнал проходит через наушники НР и преобразуется в акустические колебания.

Но этой схеме присущ ряд недостатков. Основным недостатком является малая избирательность, что является следствием рассогласования высокого сопротивления колебательного контура, нагруженного на сравнительно низкоомный детектор и наушники.

Для согласования этих сопротивлений я решила использовать низкочастотный трансформатор, который намотала на Ш-образном ферритовом сердечнике. Высокоомная обмотка содержала 1500 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,09мм. Низкоомная обмотка содержала 100 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,15мм. К низкоомной обмотке подключались стандартные наушники для плеера сопротивлением 32 Ом.

Я собрала макет приёмника навесным способом. Его внешний вид приведён на рис. 2.

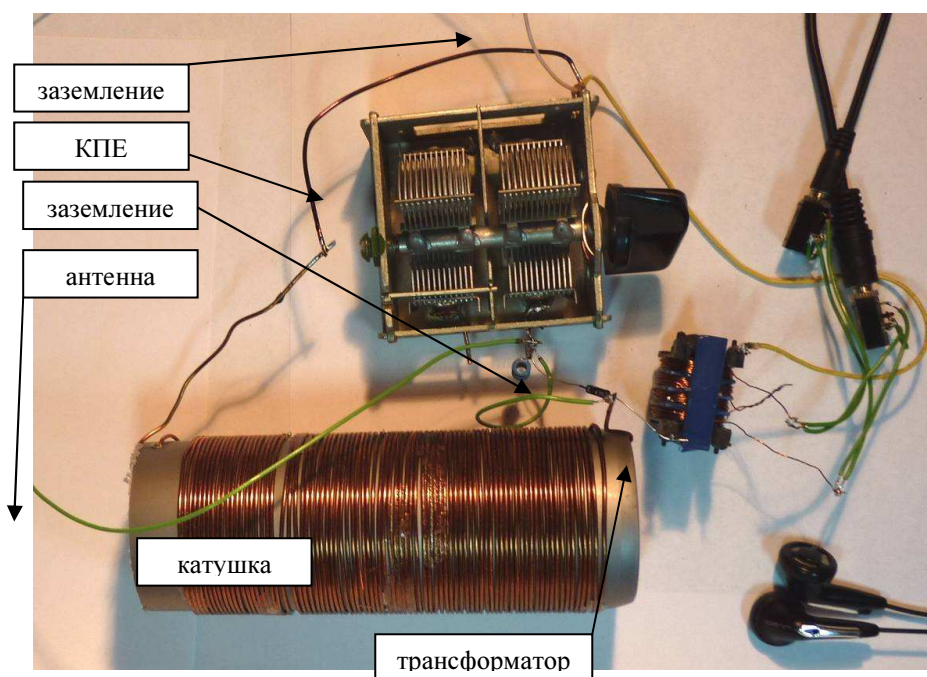


Рис. 2 Внешний вид экспериментально приемника

На этом макете я проверила диапазон частот, которые я могла принимать с разными катушками. Оказалось, что я правильно рассчитала количество витков катушек и при изменении ёмкости переменного конденсатора от максимальной до минимальной перекрывался диапазон от 550 до 1300 кГц, т.е. почти полностью перекрывался диапазон средних волн. Источником сигнала служил генератор Г4-102, а индикатором – цифровой

осциллограф PDS 6062T, который я подключала к вторичной обмотке трансформатора, параллельно наушникам. В качестве антенны я использовала провод типа МГШВ длиной около 40м, а в качестве заземления – трубу отопления.

Вечером я сумела принять на этот приёмник следующие станции:

- «Народное радио» на русском языке, частота 612кГц;
- «Всемирная радиосеть» на русском языке, частота 738кГц;
- «Голос Америки» на английском языке, частота 810кГц;
- «РТВ» на русском языке, частота 846кГц;
- «Радио Свобода» на русском языке, частота 1044кГц;
- Религиозная радиостанция на русском языке, частота 1134кГц;

Затем я приступила к измерению уровня сигнала НЧ при использовании разных диодов. По литературным данным наиболее пригодными должны были быть диоды с наименьшим прямым сопротивлением, т.е., в моём случае, германиевые диоды типа ДЗ11. Но эксперименты показали, что не всё так однозначно. Данные, полученные мной, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

№ п/п	Тип диода	U _{нч} , мВ	№ п/п	Тип диода	U _{нч} , мВ
1.	ДЗ11	40	2.	КД103А	50
3.	ДЗ10	40	4.	КД512А	30
5.	Д9Б	30	6.	ГИ401А	10
7.	Д220	35	8.	КД503Б	30
9.	КД522	30	10.	IN2822	15
11.	КД213	35	12.	SF16	60
13.	КД102	40			

Как оказалось, большинство кремниевых диодов давали чуть более худший результат, чем ДЗ11. Однако рекордсменами оказались кремниевый диод КД103 свехбыстрый выпрямительный диод с барьером Шоттки SF16, хотя другой диод с барьером Шоттки – выпрямительный сильноточный IN2822 – показал противоположный результат.

Кроме промышленных изделий мне очень хотелось попробовать использовать в качестве диода кристалл природного галенита. В принципе я готова была и сама изготовить такой кристалл путём сплавления серы и свинцовых стружек.

Галенит (свинцовый блеск) — это сульфид свинца, представляющее собой кристаллическое соединение с окраской от сине-серого до серебристо-серой. Кусок

породы с очень красивыми кристаллами галенита нашёлся в коллекции минералов кабинета химии. Мне не только разрешили сфотографировать его, но и отколоть кусочек. Хотя конструкции кристаллического детектора, описанного в статьях 50-х годов достаточно проста, но для первого раза я ещё более упростила её. Я взяла кристалл галенита и обернула его с одной стороны фольгой. Под фольгу я подложила зачищенный конец многожильного монтажного провода. Другой частью моего детектора была пружинка, которую я свернула из отрезка стальной гитарной струны (рис. 3). Кончик проволоки, который должен был соприкасаться с кристаллом, я постаралась заострить на точильном бруске.



Рис. 3 Основные детали моего детектора

Подключив один вывод детектора к колебательному контуру, а другой к трансформатору я надела наушники и с трепетом прикоснулась проволочкой к кристаллу. Предварительно я настроила приёмник на самую громкую станцию диапазона – «Радио Свобода». И, о чудо, я услышала треск и слабые сигналы станции. Я стала водить проволочкой к кристаллу, и вдруг услышала громкий, чистый сигнал. Осциллограф показал амплитуду сигнала почти в два раза больше, чем с самым лучшим диодом – почти 100мВ! Хотя я и читала, что кристалл может работать не только как детектор, но и как усилитель, не верилось, что у меня получится.

Я не только измеряла напряжение низкочастотного сигнала, но и записывала сигнал на компьютер, подсоединив параллельно наушникам микрофонный вход звуковой карты компьютера. Для записи я использовала свободно распространяемую программу Power Sound Editor Free. Запись осуществляется в файл формата wave.

Для своего приёмника я сделала соосный конденсатор переменной ёмкости из баночки от лекарств и полоски фольги. Его внешний вид приведен на рис. 4. Ёмкость конденсатора при повороте внутреннего цилиндра относительно внешнего на 180° изменяется от 15 пФ до 140 пФ. Это, конечно, меньше, чем в промышленном КПЕ, но при наличии отводов у катушки, позволяет перекрывать диапазон средних волн. Катушку я

намотала на ферритовом стержне диаметром 8мм из феррита 400НН, что позволило резко уменьшить её размеры.



Рис. 4 Внешний вид моего конденсатора

В результате работы я получила очень много полезной информации и навыков, познакомилась с новыми измерительными приборами. Я поняла, что несмотря на все современные технологии, не существует другого приёмника, для работы которого не требуется источник питания. И в экстремальных условиях такой приёмник можно изготовить самостоятельно из подручных средств, даже не имея никаких радиодеталей. Я знаю, что начинается переход на цифровое теле- и радиовещание. Это позволит повысить качество передач, но без микропроцессора в приёмнике не обойтись, а им нужно питание. Поэтому я считаю, что для экстренных случаев необходимо сохранить радиостанции с амплитудной модуляции, а в школах изучать устройство детекторных приёмников.

Список литературы.

1. А.С. Попов в характеристиках и воспоминаниях современников. М.: Академия наук СССР, 1958.
2. Кубаркин Л.В., Енютин В.В. Как построить детекторный приёмник. М.,Л.,: ГОСЭНЕРГОИЗДАТ. серия ВРЛ. вып. 4. 1948.
3. Поляков В.Т. .Техника радиоприема. М.: «ДМК пресс», 2001.
4. Chao R. Design with ultra low voltage MOS.
5. <http://www.crystal-radio.eu/>
6. <http://www.crystalradio.us/>

Автор: Лёгкая Анастасия Станиславовна, ГБОУ специальная (коррекционная) общеобразовательная школа-интернат II вида №22, г. Москва, 5 класс
 Научный руководитель: Мурашев Александр Владимирович, учитель биологии школы-интерната № 22

Анализ существующих методов внедрения систем планирования ресурсов предприятия

МАРТИРОСЯН К.Г.

ЗАХАРОВ М.Н.

Главная черта современного развития мировой экономики – это огромные достижения в области техники и технологии, развитие наукоемких производств. Высокие темпы развития науки и технологий, масштабы и темпы внедрения их в производство, и нашу жизнь превратили научно-техническую революцию в естественный процесс.

Одной из составляющих управленческой деятельности предприятия является эффективное планирование деятельности. Необходимость планирования вызвана тем, что основные задержки в производстве продукции связаны в первую очередь с неритмичными поставками заказанного оборудования и комплектующих изделий. Вследствие этого снижается эффективность производства.

Первая вычислительная программа для планирования деятельности предприятий возникла еще в начале 1960-х годов. В 1965 году появился термин Bill Of Material Processing для обозначения систем обработки состава (спецификации) изделия с целью расчета потребности в материалах. В основе таких систем лежит понятие спецификации изделия (Bill of Material), которое показывает зависимость спроса на сырье, комплектующие изделия, полуфабрикаты и др. от плана выпуска готовой продукции.

Естественное развитие таких систем – добавить учет запасов на складах и учет времени выполнения операции. В результате получается: план закупок и план производства + исправление к планам. Такие системы получили название «Планирование материальных потребностей предприятия» (Material Requirement Planning, MRP). Однако у MRP был серьезный недостаток. При расчете потребности в материалах не учитываются загрузка и амортизация производственных мощностей, стоимость рабочей силы и т.д. Далее была разработана концепция «Планирование производственных ресурсов» (Manufacturing Resource Planning, MRP II). В рамках MRP II можно уже планировать все производственные ресурсы предприятия: сырье, материалы, оборудование, людские ресурсы, все виды потребляемой энергии и пр. Далее MRP II развивалась в соответствии с изменением рынка и новыми потребностями в управлении предприятиями. К MRP II постепенно добавлялись новые возможности по учету и управлению другими затратами предприятия. Так появилась концепция «Планированием ресурсов в масштабе

предприятия» (Enterprise-wide Resource Planning, ERP). В основе методологии ERP лежит принцип единого хранилища данных, содержащего всю деловую информацию, накопленную организацией в процессе ведения бизнеса, включая финансовую информацию, данные, связанные с производством, управлением персоналом, или любые другие сведения.

Начиная с середины 1990-х годов, концепция ERP стала очень популярной в производственном секторе, поскольку ее использование для планирования ресурсов позволило существенно сократить время выпуска продукции, снизить уровень товарно-материальных запасов, а также улучшить обратную связь с потребителем при одновременном сокращении административного аппарата. Методология ERP позволила объединить информацию обо всех ресурсах предприятия добавляя, таким образом, к MRP II возможности управление заказами, поставками, финансами и т.д.

Ведущие вендоры на рынке ERP-систем: SAP, Oracle, Microsoft.

Продукты SAP в области ERP: управление ресурсами предприятия (SAP ERP), управление современным предприятием (SAP Business Suite), управление производством (SAP Manufacturing), решения для стратегического планирования и управления, формирования отчетности и анализа деятельности предприятия, решения для предприятий среднего и малого бизнеса (SAP Business One).

Продукты Oracle в области ERP: Oracle E-Business Suite.

Продукты Microsoft в области ERP: Microsoft Dynamics AX, Microsoft Dynamics NAV.

Варианты внедрения ERP-систем по характеру изменений: минимальные изменения процессов и минимальная доработка ERP-системы, серьезные изменения процессов и минимальная доработка ERP-системы, минимальные изменения процессов и серьезная доработка ERP-системы, серьезные изменения и бизнес-процессов, и системы.

Методы внедрения по характеру процесса перехода от старой системы к новой: единовременный (старая система управления «отключается», и ERP-система «ставится» сразу во всех подразделениях), поэтапный (внедрение системы отдельными модулями и(или) в отдельных подразделениях).

Существует связь между размерами предприятия и выбираемым методом внедрения. Чем крупнее организация, тем более она склонна к выбору поэтапного внедрения. Это связано, как со сложностью автоматизируемых процессов, так и с высокой степенью риска провала внедрения.

Методы внедрения по характеру масштабов внедрения: по участкам (процесс автоматизации отдельных производственных или управленческих подразделений предприятия, объединенных по функциональному признаку), по направлениям (подразумевает автоматизацию отдельных направлений деятельности предприятия, таких, как производство, сбыт, управление финансами), полная автоматизация предприятия (такое объединение и согласование управленческих функций и процедур, чтобы в ходе процесса управления предприятием обеспечивалась улучшение его поведения).

Выбор ERP-системы сторонних производителей требует затрат, как на саму систему, так и на процесс внедрения. Необходимо представлять себе примерную цену внедрения. Зачастую лучше сразу купить дорогую и многофункциональную систему, чем несколько недорогих программных пакетов, стоимость доработки которых может превысить цену более дорогой системы. Не следует экономить также на услугах внедренческих фирм. При этом фирма должна выполнить следующие условия: подготовить контрольные и тестовые примеры работы внедряемого программного обеспечения на основе данных, предоставленных клиентом; представить подробное описание проекта внедрения (стоимость, содержание и сроки выполнения этапов, подробное описание предполагаемых результатов); обучать специалистов предприятия работе с внедряемой системой уже на этапе внедрения; участвовать в составлении первого после внедрения системы баланса предприятия и необходимых отчетных форм.

В проекте внедрения (на всех его этапах) обязательно должны участвовать сотрудники предприятия с целью накопления опыта для последующего сопровождения системы. При этом уровень квалификации и способности привлекаемых сотрудников будут непосредственно влиять на успех всего проекта внедрения. Чем серьезнее отношение руководства к подбору персонала для группы внедрения, тем большую отдачу от внедрения получит предприятие.

При организации проекта внедрения необходимо четко разделять консультационное сопровождение внедрения ERP-системы и непосредственное внедрение ERP-системы. Под консультационным сопровождением внедрения понимается обучение и консультации сотрудников предприятия по различным вопросам. Консультационное сопровождение выполняется специалистами-внедренцами. В свою очередь, непосредственным внедрением (формированием базы нормативно-справочной информации, моделированием процессов деятельности, проведением опытной эксплуатации ERP-системы и вводом ее в промышленную эксплуатацию) должны заниматься сотрудники предприятия, входящие в группу внедрения.

В процессе внедрения предприятие должно получить не только настроенную и функционирующую ERP-систему, но и собственных профессионально подготовленных сотрудников, способных самостоятельно управлять ей.

Руководство предприятия должно понимать, к чему приведут эти изменения, и после принятия решения об изменениях последовательно реализовывать их.

Эффективность внедрения системы должна оцениваться отдачей от инвестиций. При этом в общем случае учитываются следующие показатели: общая стоимость владения, время внедрения, возврат инвестиций, общая сумма затрат предприятия на внедрение ERP-системы.

Несмотря на достоинства ERP-систем, существует и ряд проблем, связанных с ними. Главные причины провалов внедрения: сложность эффективной интеграции ERP-систем с приложениями третьих фирм, ограниченные аналитические возможности ERP-систем и недостаточная поддержка процессов принятия решений, недостаточное понимание цели внедрения и плохая организация взаимодействия с заказчиком.

Список литературы:

1. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRP II. СПб.: Питер, 2005. 416 с.
2. Инженерная логистика: логистически-ориентированное управление жизненным циклом продукции: Учебник / Л.Б. Миротин, И.Н. Омельченко, А.А. Колобов и др.; Под ред. Л.Б. Миротина, И.Н. Омельченко. М.: Горячая линия-Телеком, 2011. 644 с.
3. О'Лири Д. ERP-системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия. Выбор, внедрение, эксплуатация: Пер. с англ. М.: Вершина, 2004. 272 с.

Автор: Мартиросян Карина Григорьевна, МБОУ СОШ №1, Московская область, г. Королев, 11 класс

Научный руководитель: Захаров Михаил Николаевич, профессор МГОУ, доктор экономических наук

Получение тонких металлических лент аморфной структуры

МОИСЕЕВ А. А.

ШИНКАРЕВИЧ Ю.П.

Аморфные вещества – это вещества, которые не имеют кристаллической структуры, как правило – изотропны, т.е. не обнаруживают различных свойств в разных направлениях, не имеют определенной точки плавления. К аморфным веществам относятся стекла (искусственные и вулканические), смолы, клеи и др. Поэтому аморфное состояние часто называют стеклообразным.

Изучение металлов, представляющих собой в твердом состоянии конгломераты кристаллических образований, поставило вопросы о возможности их существования в аморфном состоянии, что не наблюдается в природных условиях, и о новых свойствах, которыми они будут обладать.

При обычной кристаллизации атомы успевают занять положенные им места в пространстве, образуя кристаллы, например, кубической формы у железа и сплавов на его основе. В расплавленном веществе атомы находятся в свободном состоянии. Оказалось, что при очень большой скорости отвода тепла от металлического расплава, порядка миллионов градусов в секунду, кристаллы не успевают сформироваться и возможно получение аморфного металла.

Широкое признание аморфных металлических материалов в науке и технике началось в 70-е годы прошлого века, когда были разработаны высокоэффективные методы их получения в виде тонкой ленты и проволоки.

В настоящее время уже не вызывает сомнений, что аморфные металлические сплавы – это материалы новой техники, это те материалы, разработка, промышленное получение и внедрение которых не в малой степени будет определять научно-технических прогресс в ряде отраслей промышленности: электро- и радио-технической, электронной и приборостроительной (табл.)

По химическому составу аморфные сплавы представляют собой сплавы на основе Fe, Co, Ni с добавлением металлоидов (B, C, N, Si и др.), выполняющих роль аморфизирующей добавки. Характерными свойствами аморфных сплавов являются высокая прочность, твердость и вязкость. По этим показателям они значительно превосходят высокопрочные кристаллические материалы, кроме того они отличаются высоким электросопротивлением и низкими потерями на вихревые токи.

Таблица

Свойства и области применения аморфных сплавов		
№	Свойства сплавов	Виды изделий
1	Прочность и вязкость	Проволока, металлокорд, пружины, тензодатчики
2	Коррозионная стойкость	Масляные фильтры, химическое и атомное оборудование, медицинская техника
3	Высокая магнитная проницаемость, малая коэрцитивная сила и потери на гистерезис	Магнитные экраны, трансформаторы, магнитные головки
4	Магнитострикция	Вибраторы, линии задержки, датчики
5	Инварный и элинварный эффекты	Пружины точных приборов, датчики
6	Сверхпроводимость	Уравнемеры жидкого гелия, температурные датчики, магнитометры
7	Прочие	Сигнализаторы утечки электрического тока, припои, газовые датчики

Методы получения аморфных структур могут быть сведены в три группы:

- осаждение металла из газовой среды;
- затвердевание жидкого металла;
- введение дефектов в металлический кристалл.

Промышленные способы получения тонких металлических лент основаны на сверхбыстром охлаждении (закалке) тонкого слоя жидкого металла, наносимого на быстровращающийся диск (барабан).

Поскольку из вытекающей лужицы расплава выбрасывается лента, по аналогии с забросом "наживки" спиннингом при рыбной ловле – этот способ назван "спиннингованием" расплава.

Толщина ленты, обеспечивающая аморфность из условия ее теплопроводности оказывается в максимальных пределах 0,02 – 0,028 мм.

Рассматривая формирование ленты как гидродинамическую модель, ее толщина определяется соотношением:

$$\delta = \frac{6S}{\pi D \omega} \left[\frac{2(P_r - P_o)}{\rho} - 2gH \right]^{1/2},$$

где S – площадь сечения сопла; D – диаметр диска (барабана); ω – угловая скорость диска; P_r – давление газа на расплав; P_o – давление на срезе сопла; ρ – плотность расплава; H – высота столба расплава в тигле; g – ускорение земного тяготения.

Создание опытно-промышленных образцов машин для получения аморфной ленты в АХК «ВНИИМЕТМАШ» типа «Сириус» и «ЛМПАЛ» потребовало решения многих технических проблем.

В числе их необходимо отметить:

- создание плавильных камер с нейтральной газовой средой и индукционным нагревом расплава;
- разработку системы подачи газа для обеспечения избыточного давления и компенсации изменения уровня расплава в плавильной камере;
- разработку конструкции и выбор материала сопла;
- разработку конструкции водоохлаждаемого диска и выбор материала его поверхности;
- разработку устройств для зачистки поверхности диска;
- определение основных технологических параметров работы оборудования и оснащение оборудования контрольно-регистрирующей аппаратурой и средствами стабилизации технологических режимов.

В результате проведения комплекса научно-исследовательских работ и опытных отливок были определены материалы для изготовления сопел. В качестве рекомендуемых материалов для сопел с шириной щели 120 – 160 мм приняты кварцевая керамика (шликерное литье) и боросил (горячее прессование) для развесов плавков 50...100 кг.

Основным критерием подбора материала диска должно служить оптимальное сочетание его основных свойств: теплопроводности, теплоемкости, смачиваемости, обрабатываемости, износостойкости. В этом отношении предпочтение отдано бронзам типа БрХ (медь-хром) и БрХЦр (медь-хром-цирконий).

В качестве конструкции диска принят бандажированный высокотеплопроводным материалом валок, при этом система охлаждения организована путем прокачки воды по каналам, расположенным вблизи от поверхности.

Расчеты на ЭВМ методом конечных элементов показали, что целесообразно применять бандажи диаметром 800 мм с охлаждающими отверстиями с диаметром 8 – 10 мм в количестве порядка 140 шт., которые при скорости течения воды 7...10 м/с отдают в систему охлаждения мощность до 440 кВт, выделяемую затвердевающей лентой. Коэффициент теплоотдачи составляет $\alpha = 25000 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}$. Рекомендуемая окружная скорость диска до 25 м/с.

Исследование качества получаемых аморфных лент показало, что большое влияние оказывает температурный режим в плавильной камере.

Так, например, структура ленты из сплава 10НСП оказывается полностью аморфной, если используется перегрев расплава до 1560°C с дальнейшим его охлаждением и разливкой при температуре 1350°C. Для других сплавов после перегрева температура разливки составляла 1420 - 1450°C. Снижение температуры разливки после перегрева благоприятно влияет на стойкость сопла и диска.

Полученная лента сбрасывается на приемную площадку для дальнейшей смотки в рулоны.

Основные трудности новых разработок машин для отливки широкой (более 200 мм) ленты будут связаны:

- с разработкой сопел соответствующих размеров из новых материалов;
- с введением секционного охлаждения диска большей ширины ввиду неравномерности его диаметральных деформаций при нагреве;
- с разработкой новых сплавов со сниженной температурой кристаллизации;
- с решением проблемы непрерывной смотки ленты после литья.

Тем не менее, широкое применение в технике аморфных материалов приведет к созданию новых технологий и конструкций машин для их получения. Несомненно, полученные результаты на опытном оборудовании ускорит их создание.

Список литературы:

1. Комолов И.В., Суконкин В.В. Машины конструкции ВНИИМЕТМАШ для получения ленты из аморфных и кристаллических сплавов // ВНИИМЕТМАШ и металлургическое машиностроение. М.: Наука, 2009. С. 159-168.
2. Манохин А.И., Митин Б.С., Васильев В.А., Ревякин А.В. Аморфные сплавы. М.: Металлургия, 1984. 160 с.
3. Майоров А.И., Суконкин В.В., Степанов В.И., Любчиц П.Д. // Тяжелое машиностроение, 1999. № 5. С.13-16.
4. Ковнеристый Ю.К., Осипов Э.К., Трофимова Е.А. Физико-химические основы создания аморфных металлических сплавов. М.: Наука, 1983. 144 с.

Автор: Моисеев Андрей Анатольевич, МОУ СОШ №48, Московская область, Люберецкий район, п. Малаховка, 11 класс

Научный руководитель: Шинкаревич Юрий Павлович, доцент кафедры «Оборудование и технологии прокатки» МГТУ им. Н.Э. Баумана, кандидат технических наук

Исследование процесса упрочнения инструментальной стали У8 излучением волоконного лазера

НИГАЙ А.Р.

СМИРНОВА Н.А.

Для повышения ресурса работы деталей машин и инструмента используют упрочняющие технологии. Методам поверхностной обработки уделяется все большее внимание как эффективному средству повышения надежности и долговечности деталей машин, оборудования, технологической и инструментальной оснастки.

В работах по лазерному термоупрочнению показана высокая эффективность его использования для повышения таких свойств металлов и сплавов, как износостойкость в условиях абразивного износа и трения без смазки.

Лазерное упрочнение – один из основных методов получения требуемых физико-механических свойств поверхности деталей машин и инструмента. Процессы, связанные с высокими скоростями нагрева и охлаждения приводят к возникновению мелкодисперсных приповерхностных структур и повышению физико-механических свойств поверхностей деталей. В результате лазерного поверхностного упрочнения стали приобретают в локальных объемах свойства, недостижимые при традиционных методах упрочнения. Но лазерная термическая обработка (ЛТО) имеет технологические проблемы. Это необходимость применения поглощающих покрытий, так как в процессе взаимодействия лазерного луча с поверхностью металла происходит отражение до 95% энергии.

Появление новых лазерных источников излучения – волоконных лазеров – привлекло внимание к вопросу выбора эффективного источника для лазерной закалки. Основной недостаток закалки излучением CO_2 - и твердотельных лазеров – низкая энергетическая эффективность. Для CO_2 - лазера энергетический КПД не превосходит 10%, а коэффициент поглощения излучения с длиной волны 10,6 мкм металлами низкий. Для его повышения приходится использовать технологии нанесения поглощающих покрытий, что усложняет процесс обработки. Для твердотельных лазеров с длиной волны излучения 1,06 мкм коэффициент поглощения повышается, но полный КПД самого лазера обычно составляет не более 2-3 %. Для волоконных лазеров с длиной волны излучения 1,07 мкм коэффициент поглощения тоже повышается, а КПД волоконных лазеров составляет 25%, что в 2,5-3 раза выше КПД CO_2 - лазеров. Общая энергетическая эффективность процесса закалки излучением волоконных лазеров оказывается выше в 20-30 раз.

Цель работы – повышение ресурса работы пресс-инструмента-пуансона из стали У8 путем упрочнения излучением волоконного лазера поверхностей, подвергаемых износу. Разработка рекомендаций по выбору режимов ЛТО для упрочнения поверхности пресс- инструмента – пуансона.

Задачи исследований:

1. Исследование влияния скорости обработки и мощности излучения на геометрические размеры и микротвердость зон лазерного воздействия (ЗЛВ) стали У8.
2. Анализ распределения микротвердости по глубине ЗЛВ стали У8.
3. Исследование микроструктуры ЗЛВ стали У8.
4. Определение оптимального режима ЛТО стали У8.

Материал и методика исследований

Для проведения исследований применяли образцы размером $\varnothing 26 \times 12$ мм из стали У8. Лазерное термоупрочнение поверхностного слоя образцов проводили непрерывным излучением иттербиевого волоконного лазера YLS-3000 серии ЛС-3,5 мощностью 3,5 кВт (с длиной волны излучения 1,07 мкм).

Обработку образцов в исходном состоянии после нормализации при температуре $760-800^{\circ}$, охлаждение на воздухе проводили без оплавления поверхности с предварительным нанесением поглощающего покрытия на основе лака ВМЛ (поглощательная способность не менее 85 %) и без него при одном и том же диаметре лазерного пятна. Образцы подвергали обработке излучением волоконного лазера по режимам:

- 1) Мощность излучения изменяли от 230 Вт до 1,5 кВт при скорости обработки $v = \text{const} = 0,083$ и $0,025$ м/с,
- 2) Скорость обработки изменяли от 0,01 до 0,083 м/с при мощности излучения $P = \text{const} = 230$ Вт и 1,0 кВт.

Микрошлифы в поперечном сечении упрочненного участка изготавливали по стандартной методике. Для травления использовали 4 %-ный раствор азотной кислоты в этиловом спирте. Металлографические исследования выполняли на оптическом микроскопе Neophot-2 при увеличении от 50 до 1000. Микротвердость на поперечных шлифах измеряли на приборе ПМТ-3 при нагрузке на индентор $49 \cdot 10^{-2}$ Н.

Микротвердость фазовых составляющих определяли как среднее значение по результатам трех измерений. Среднюю микротвердость зоны лазерного воздействия (ЗЛВ) определяли по результатам трех серий измерений распределения микротвердости по ее толщине.

Результаты исследований

Одна из самых актуальных задач в широком спектре процессов закалки стали – это закалка без оплавления поверхности, например, для закалки штамповой оснастки, пресс-инструмента – пуансона. Поскольку в этом случае недопустимо локальное плавление металла даже в микрizonaх.

Сталь У8 в исходном состоянии имеет структуру перлита и сетки цементита с микротвердостью 229-296HV. На рис. 1 показана микроструктура ЗТВ и основного металла стали У8, обработанной излучением волоконного лазера.

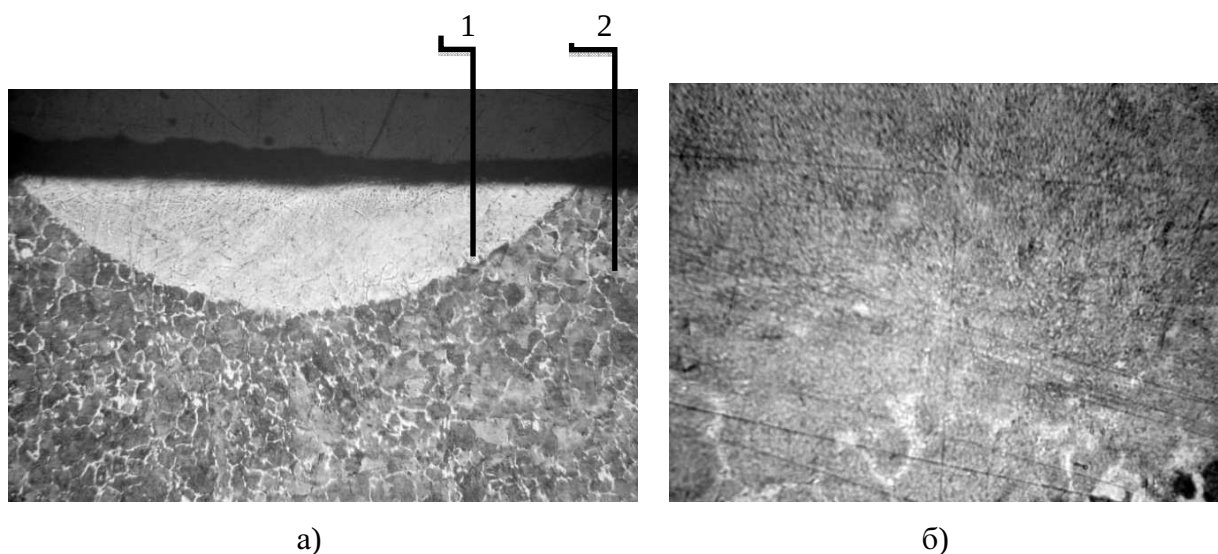


Рис. 1 Микроструктура стали У8 после нормализации и ЛТО излучением волоконного лазера: а) общий вид ЗТВ и основной металл ($\times 50$) 1-ЗТВ; 2- основной металл; б) нижняя часть ЗТВ ($\times 400$)

Зона оплавления стали У8 отсутствует. На месте бывших перлитных зерен образуется мелкодисперсный мартенсит. В зоне закалки из твердой фазы можно выделить две области: вверху – область растворенных карбидов и внизу – область нерастворенных карбидов.

В области растворенных карбидов твердый раствор насыщен углеродом, что приводит к образованию повышенного количества остаточного аустенита. В области нерастворенных карбидов остаточного аустенита значительно меньше, и это приводит к тому, что эта часть ЗТВ отличается максимальной твердостью (рис. 2).

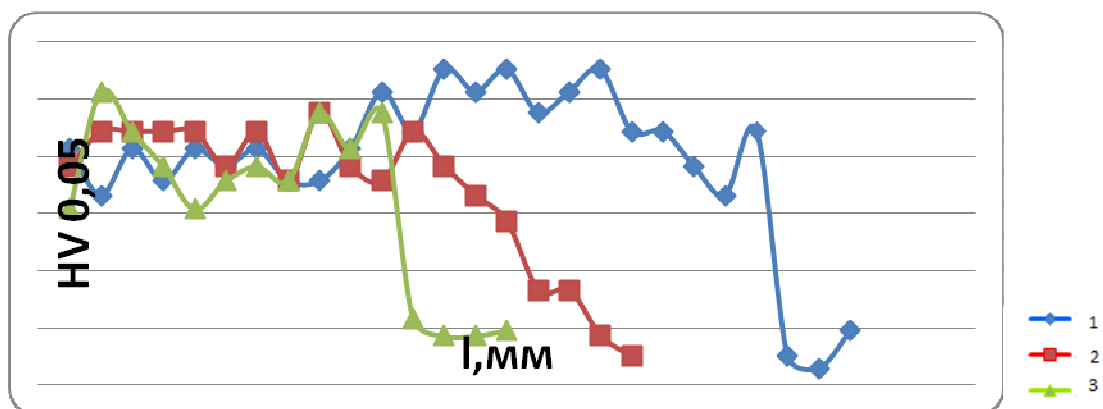


Рис. 2 Распределение микротвердости по глубине ЗТВ стали У8 при ЛТОпоглощающим покрытием излучением волоконного лазера мощностью $P=1$ кВт: 1 - $v_1=0,01$ м/с; 2 - $v_2=0,033$ м/с; 3 - $v_3=0,05$ м/с

Поэтому заэвтектоидные стали рекомендуется упрочнять на режимах, обеспечивающих получение структур с нерастворенными карбидами. В нижней части ЗТВ цементит растворен не полностью (рис. 16). Переходная зона почти полностью отсутствует. Результаты исследования показали, что размеры ЗЛВ и микротвердость зависят от режимов лазерной обработки. Глубина ЗЛВ уменьшается при увеличении скорости обработки и возрастает при увеличении мощности излучения (рис. 3а).

На рис.3б видно, что при постоянной скорости $v=0,083$ м/с среднее значение микротвердости с увеличением мощности до 1 кВт увеличивается, а при дальнейшем ее увеличении до 1,5 кВт уменьшается. Так как с растворением карбидов увеличивается содержание остаточного аустенита, поэтому микротвердость уменьшается. Максимальные геометрические характеристики (глубина, ширина) и среднее значение микротвёрдости ЗЛВ $\langle HV \rangle = 635$ были получены с применением поглощающего покрытия при мощности излучения $P = 1$ кВт и скорости обработки $v = 0,01$ м/с. При упрочнении стали У8 излучением волоконного лазера поглощающее покрытие особо на эффективность процесса не влияет (рис.3). Это значит, что можно просто исключить данную технологическую операцию.

Таким образом, установлены параметры ЗТВ, полученные при воздействии излучения волоконного лазера на поверхность стали У8. Определены значения твердости упрочненного слоя, а также зависимости микротвердости от его глубины. На основании анализа зависимости размеров и микротвердости упрочненного слоя от параметров ЛТО даны практические рекомендации по выбору рациональных режимов обработки излучением волоконного лазера инструмента из стали У8.

Оптимальный режим при обработке стали У8 с применением поглощающего покрытия и без него излучением волоконного лазера: $P = 1 \text{ кВт}$, $v = 0,01 \text{ м/с}$. Обработкой стали У8 в этом режиме глубина ЗТВ достигает значения 1,14 мм, а микротвердость – до 800 НВ. При обработке на этой скорости и такой же мощности излучения CO_2 -лазера глубина ЗТВ составила 0,6 мм даже при использовании поглощающих покрытий. Мощность, затрачиваемая волоконным лазером на практически равноценные по объему зоны закалки ниже.

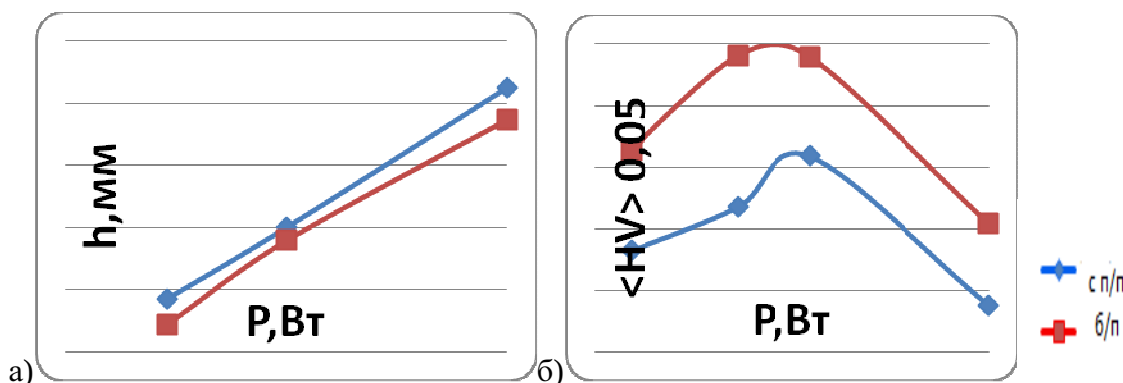


Рис. 3 Влияние мощности излучения а) на глубину (при $v = 0,025 \text{ м/с}$) и б) микротвердость (при $v = 0,083 \text{ м/с}$) ЗТВ стали У8 с поглощающим покрытием и без поглощающего покрытия

Список литературы:

1. Григорьянц А.Г., Сафонов А.Н. Лазерная техника и технология. В 7 кн. Кн. 3. Методы поверхностной лазерной обработки / Под ред. А.Г. Григорьянца. М.: Высшая школа, 1987. 191 с.
2. Григорьянц А.Г., Смирнова Н.А. Упрочнение поверхности стали 45 и литейного алюминиевого сплава АК9 излучением волоконного лазера // Технология машиностроения. 2011. № 11. С. 52-56.

Автор: Нигай Анастасия Руслановна, ГБОУ лицей № 1581, г. Москва, 11 класс

Научный руководитель: Смирнова Наталия Анатольевна, доцент кафедры «Лазерные технологии в машиностроении» МГТУ им. Н.Э.Баумана, кандидат технических наук

Исследование структуры и механических свойств высокопрочного чугуна с шаровидным графитом в толстых сечениях массивных отливок

НУРАЛИЕВ Н.Ф.

КОРОТЧЕНКО А.Ю.

Получение толстостенных отливок из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом, является актуальной научно-технической задачей. В США фирмой "Чембесбург" отливаются шаботы ковочных молотов массой 60 т и более из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом. В Италии высокопрочный чугун находит широкое применение при производстве крупных штампов.

В Германии фирмой "Зимпелькампф" изготавливаются и поставляются во многие страны мира контейнеры из чугуна с шаровидным графитом для хранения и транспортировки отработавшего топлива АЭС массой до 130 т, толщиной стенки 400-500 мм. Этой же фирмой получена пока рекордная отливка из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом – рама пресса массой 170 т и толщиной стенки 450 мм.

Для получения толстостенных массивных отливок из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом необходимо решить следующие задачи:

- стабильное получение шаровидного графита в центральных частях массивных сечений отливок;
- применительно к массивным крупнотоннажным отливкам изучить влияние химического состава на физико-механические свойства высокопрочного чугуна в толстых сечениях;
- разработка эффективных методов получения больших масс высокопрочного чугуна.

Из обработанного сфероидизирующими присадками чугуна заливались отливки цилиндрической формы диаметром 25мм стандартная (ГОСТ 7293-85) проба; 100 мм; 200 мм; 300 мм; 400 мм; и 500мм. В центральные части форм устанавливали термпары для снятия кривых охлаждения и определения продолжительности затвердевания чугуна.

Исследование микроструктуры чугуна проводили с помощью автоматического количественного анализатора изображения "Квантимет-720", определяли процентное соотношение структурных составляющих и коэффициент формы графита чугуна. В основу определения коэффициента формы графита был заложен двухмерный фактор формы:

$$\Phi_2 = 3,545 \sqrt{F} / P ,$$

где F – площадь рассматриваемого включения графита; P – периметр круга, равновеликого площади рассматриваемого включения графита.

Временное сопротивление разрыву, предел текучести, относительное удлинение и относительное сужение, и твердость чугуна определяли на образцах стандартными методами. Продолжительность затвердевания чугуна в зависимости от толщины стенки отливки представлена на рис. 1/



Рис. 1

Очевидно, что продолжительность кристаллизации и последующего остывания определяется рядом переменных: конструкцией отливок, теплофизическими свойствами металла и формы, температурой заливки, технологией формы и т.д., вследствие чего значительно изменяется морфология включений графита и структура металлической основы высокопрочного чугуна.

Включения графита в стандартной пробе с толщиной стенки 25 мм, имеют, в основном, правильную шаровидную форму с размерами 15-25 микрон. Распределение графита при этом равномерное. С увеличением толщины стенки до 100 мм картина резко меняется. В результате уменьшения степени переохлаждения чугуна, увеличения продолжительности кристаллизации включения графита укрупняются до размеров 45-60 мк, приобретая при этом, в основном, неправильную шаровидную и компактную формы.

При дальнейшем увеличении продолжительности кристаллизации до 5 часов, что имеет место в сечении 500 мм, форма графита продолжает ухудшаться, размеры включений графита увеличиваются, а их количество уменьшается. Все это связано с дальнейшим снижением степени переохлаждения и уменьшением количества центров графитизации. Особенности формирования структуры чугуна в массивных сечениях отливок в значительной степени обусловлены длительным интервалом кристаллизации, а также уменьшением скорости охлаждения отливок. Структурные изменения в твердом

состоянии при охлаждении отливок начинаются с выделения высокоуглеродистой фазы из аустенита. Известно, что с понижением температуры растворимость углерода в железе уменьшается и в зависимости от скорости охлаждения, происходит либо выделение графита, либо цементита. В зависимости от состава и условий охлаждения аустенит распадается по-разному. В одних случаях происходит лишь реакция $A \rightarrow \Phi + \Gamma$, и тогда создается ферритная матрица. В других – преобладает реакция $A \rightarrow \Phi + \text{Ц}$, и возникает перлитная матрица. Часто протекают обе реакции, и тогда образуется ферритно-перлитная основа.

Результаты исследований металлической основы чугуна в отливках с различной толщиной стенки представлены на рис. 2.

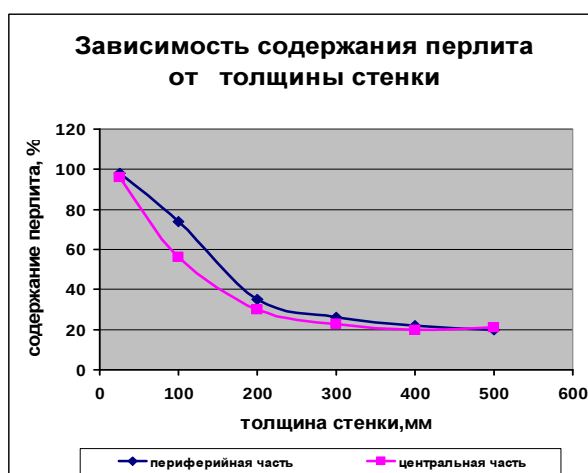


Рис. 2

Как видно из рис. 2 структуры металлической основы чугуна, количество перлита в периферийной области в отливке с толщиной стенки 100 мм больше, чем в центральной ее части, что естественно связано с более быстрым охлаждением наружных слоев. Как показали проведенные исследования, выявленные закономерности структурообразования в массивных толстостенных отливках имеют сложный характер и свои специфические особенности, требующие проведения дальнейших исследований.

Продолжительность кристаллизации чугуна, определяемая толщиной стенки отливки, оказывает существенное влияние на уровень физико-механических характеристик чугуна, что вызвано изменением формы графита и структуры металлической основы.

Были проведены исследования физико-механических свойств чугуна в отливках цилиндрического типа диаметром 25, 100, 200, 300, 400 и 500 мм, продолжительность кристаллизации которых соответственно составляла 10, 20, 65, 130, 230 и 340 мин. Чугун

имел следующих химический состав (%): C – 3,2; Si – 2,4; Mn – 0,35; P – 0,05; S – 0,008; Mg – 0,055. Из различных зон отливок вырезались образцы для определения свойств чугуна. Результаты исследований приведены на рис. 3.

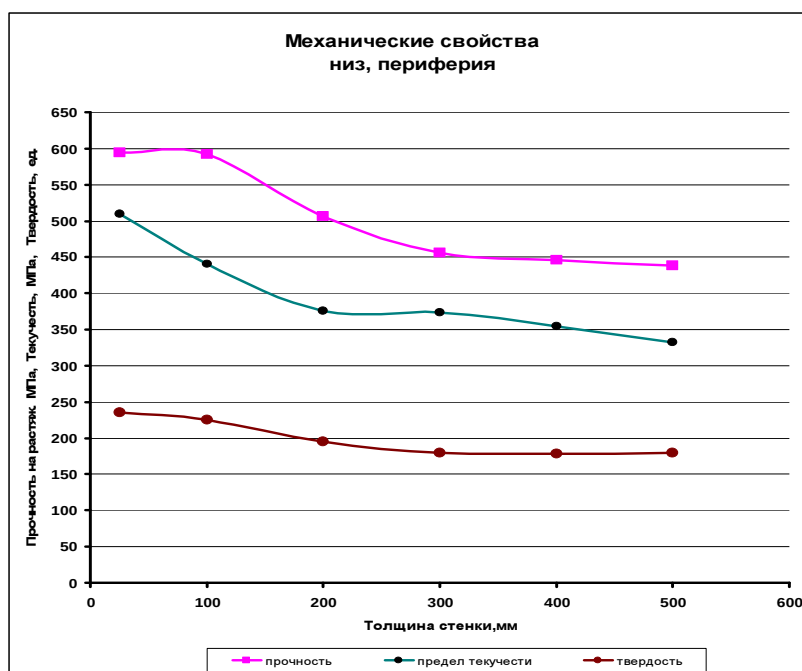


Рис. 3

Как видно из приведенных данных, предел прочности при растяжении уменьшается в чугуне 400 мм-й отливки по сравнению со стандартной пробой на 42% или на 240 МПа. В отливке с толщиной стенки 100 мм в периферийной части предел прочности практически такой же, как и в стандартной пробе, и лишь в центре его величина ниже на 5-9%. В центре отливки диаметром 200 мм предел прочности ниже, чем в стандартной пробе, уже на 24%, а в центре 300 мм отливки на 33%. При этом разница в значении этой механической характеристики в периферийной и центральной зонах.

Наименее чувствительной характеристикой чугуна к изменению продолжительности кристаллизации является предел текучести (рис. 4).

Относительное удлинение в стандартной пробе составляет всего 2,5%, что связано с перлитной основой чугуна и наличием структурно свободного цементита в его структуре. В отливке с толщиной стенки 100 мм относительное удлинение имеет небольшую разницу в значениях в центре и на периферийных участках.

Необходимо также отметить практически одинаковые значения предела текучести в наружных и центральных частях отливок.

Твердость чугуна понижается от 235 ед. в стандартной пробе до 182 ед. в центре 200 мм отливки, что связано с уменьшением доли перлита в структуре чугуна.

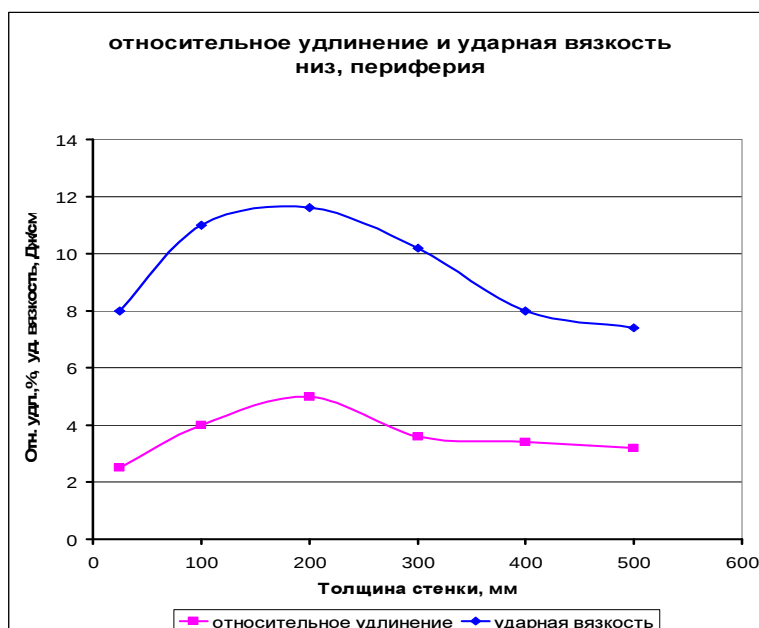


Рис. 4

Список литературы:

1. Баландин Г.Ф. Основы теории формирования отливки. М.: Машиностроение, 1976. 328 с.
2. Гиршович Н.Г. Кристаллизация и свойства чугуна в отливках. М.; Л.: Машиностроение, 1966. 430 с.
3. Высокопрочные чугуны для отливок / Под ред. Н.Н. Александрова. М.: Машиностроение, 1982. 222 с.
4. Литовка В.И. Повышение качества высокопрочного чугуна в отливках. Киев: Наук. думка, 1987. 208 с.
5. Курганов В.А., Краузе Л.А., Лесовский В.В. и др. Применение комплексных модификаторов для сфероидизирующей обработки больших масс чугуна // Литейное производство. 1983. №10. С. 4-5.
6. Захарченко Э.В., Левченко Ю.Н., Горенко В.Г., Вареник П.А. Отливки из чугуна с шаровидным и вермикулярным графитом. Киев: Наук. думка, 1986. 248 с.
7. Бунина Ю.К., Пузырьков-Уваров О.В., Ермолин И.Г. и др. Оценка формы графита в массивных отливках из высокопрочного чугуна // Литейное производство. 1977. №5. С 25.

Автор: Нуралиев Нурлан Фейзуллаевич ГБОУ СОШ №1922, г. Москва, 11 класс

Научный руководитель: Коротченко Андрей Юрьевич, зав. кафедрой «Литейные технологии» МГТУ им. Н.Э.Баумана, кандидат технических наук

**Электронное учебное пособие для мобильных устройств по решению
квадратных и линейных уравнений**

ПАВЛОВА Д.А.

КОВАЛЕВА Н.А.

АНТОНОВА М.К.

Введение

Один из наиболее важных материалов в школьном курсе математики – это теория решения квадратных и линейных уравнений. Рано или поздно все школьники овладевают этим материалом, однако в пособиях, используемых в школьной программе, обычно не хватает практической части с возможностью поэтапной проверки своего решения, а приложения, распространяемые в сети, зачастую не содержат теоретического материала или самостоятельно решают уравнение и не дают возможности попрактиковаться самому.

Целью данной работы является создание программы, готовой к применению в общеобразовательной среде для обучения школьников теоретическим основам решения квадратных и линейных уравнений, а также проверки полученных знаний с помощью имеющегося в программе средства решения заранее заготовленных вариантов уравнений.

Программа представляет собой набор экранов, переход между которыми осуществляет нажатием тех или иных кнопок на дисплее устройства. В программе имеется раздел теоретической информации, содержащий тексты учебного характера, и раздел практики, где учащиеся могут проверить свои знания.

Решение квадратных и линейных уравнений представлено в двух видах. В первом случае учащемуся на экран выводится одно из заготовленных уравнений и предлагается самостоятельно вычислить его дискриминант и корни (для квадратных уравнений) или решение (для линейных уравнений).

На каждом шаге решения имеется возможность вывести окно-напоминание с теорией решения и подсказать результат, если самостоятельное его вычисление вызывает затруднения.

Во втором случае учащемуся предлагается ввести коэффициенты уравнения A , B и C , а программа выведет на экран информацию о том, является ли введенное уравнение квадратным или линейным, и предоставит его решение.

В обоих случаях, не уходя с одного экрана, можно повторять процесс решения уравнений несколько раз.

Использование библиотеки jQuery

Библиотека jQuery и модуль к ней jQuery Mobile позволяют с лёгкостью строить пользовательские интерфейсы, ставшие привычными для владельцев мобильных устройств. Модуль даёт возможность хранить все экраны приложения в одном файле HTML и переключаться между ними с помощью простого механизма, заложенного в стандарт HTML.

Функционал библиотеки jQuery по назначению различным событиям соответствующих обработчиков делает создание новых программ весьма несложным делом.

jQuery Mobile предоставляет выбор из 5 готовых стилей, в которые может оформляться приложение, а также механизм для их расширения и создания своих собственных оформлений. Присвоение стиля ко всем экранам или к одному конкретному экрану или элементу подразумевает указание одной атрибута для нужного тэга HTML, таким образом, изменение внешнего вида всего приложения занимает всего несколько секунд.

Всё взаимодействие между активными элементами интерфейса, начиная от уровня экрана и заканчивая уровнем кнопки и поля ввода, поддерживается передачей сигналов о возникновении различных событий, таких как «открытие экрана», «нажатие на кнопку» или «изменение значения поля ввода». Механизм привязки обработчиков к событиям заложен в базовой библиотеке jQuery, а модуль Mobile лишь добавляет некоторые новые события, специфичные для визуальных пользовательских интерфейсов.

На верхнем уровне иерархичной структуры описания интерфейса данного приложения располагаются экраны, которые можно хранить в пределах одного файла HTML, загружаемого в устройство.

Это делает приложение более компактным, а его распространение лёгким. Переключение между экранами происходит посредством переходов по меткам внутри страницы HTML, что является частью стандарта HTML, начиная с самых первых его версий.

Модуль Mobile перехватывает события перехода по таким меткам и заменяет стандартное поведение браузера на отображение нового экрана на дисплее устройства вместо старого, имитируя таким образом эффект перехода между страницами.

Другим преимуществом этого подхода, наряду с компактностью, является отсутствие задержек между загрузками множества страниц из сети, так как вся страница находится уже в памяти устройства.

Экраны обладают набором общих для всех них зон: верх (например, заголовок, навигация), низ (подпись, статусная информация) и центр (основное содержание экрана). Для единообразного оформления всех экранов достаточно лишь наметить эти зоны в разметке HTML и объявить, какая из них будет играть роль заголовка, а какая станет содержимым.

Вслед за экранами следуют активные элементы интерфейса, такие как кнопки, поля ввода, выпадающие списки, ссылки и т.д. Их создание также облегчается модулем Mobile: в коде страницы для формирования кнопки надо записать лишь одну строку, а всю работу по рисованию элемента с эффектом нажатия, тенью, закруглёнными краями, надписью, а также декларации всех возможных событий, которые может породить этот элемент, берёт на себя модуль. От программиста ожидается объявление и написание обработчиков событий, реакцию на которые требует поставленная задача.

Для обеспечения взаимодействия с удалёнными серверами – отправки запросов и получения на них ответов – модуль Mobile поддерживает работу со стандартными формами HTML, модифицируя их с учётом специфики мобильных устройств.

Кроме обычных элементов форм HTML, для улучшения визуального восприятия интерфейса модуль добавляет свои собственные, такие как полоса с бегунком, переключатель с двумя состояниями вкл./выкл., поле текстового ввода с изменяемыми размерами или текстовое поле, являющееся поисковым.

Состоянием всех компонентов форм можно управлять программно. Более того, элементы форм можно добавлять динамически, например, получая их в качестве ответа сервера, или заполнять компоненты серверными значениями.

Различные однотипные данные можно представить в виде списков и оформить их множеством методов. Каждый элемент списка представляет собой не просто строку текста, а полноценный компонент, который может иметь ссылки, изображения, отформатированное содержание, другие компоненты, а также раскрываться сам, отображая вложенный список элементов нижнего уровня.

Отдельными элементами интерфейса модуля Mobile можно считать диалоговые окна. С точки зрения содержащей их страницы HTML они представляют собой отдельные экраны, имеющие особую пометку, говорящую о том, как они должны быть отображены на дисплее устройства.

Особенными такие окна делает способ их появления на экране: в центре отображается само окно, а остальное содержимое экрана затемняется и блокируется, говоря о том, что работа сейчас возможна только с содержимым показанного окна. Принято в

таких окнах делать как минимум одну кнопку, по нажатию на которую окно закрывается, а содержимое основного экрана разблокируется и снова готово к взаимодействию с пользователем.

Обязанностью программиста является создание такой кнопки, остальной функционал берёт на себя модуль Mobile.

Также приложение, написанное с помощью Mobile, может иметь на каждом своём экране несколько стандартных активных элементов, привычных для мобильных графических интерфейсов: это, как минимум, кнопки «В начало» (или «Домой») и «Назад».

Модуль имеет особые реализации таких элементов, так что разработчику приложения требуется лишь указать, что в данном месте должна быть такая кнопка. Хорошим тоном считается «умное» размещение таких элементов управления: если приложение понимает, что оно запущено на устройстве, которое имеет аппаратные аналоги таких кнопок на самом корпусе устройства, то логично предположить, что пользователь предпочтёт использование таких кнопок их программным дубликатам, и в этом случае кнопки программы лучше на экране не показывать, освобождая больше места для полезных данных.

Благодаря использованию таких кроссплатформенных стандартов и языков программирования, как HTML и Javascript, а также языку оформления CSS, разработанное пособие может быть использовано на множестве мобильных устройств. Список операционных систем, в браузерах которых запускается это пособие, весьма широк:

Apple iOS 3.2-5.0 – Протестировано на устройствах iPad (4.3/5.0), iPad 2 (4.3), iPhone (3.1), iPhone 3 (3.2), iPhone 3GS (4.3) и iPhone 4 (4.3/5.0).

Android 2.1-2.3 – Протестировано для HTC Incredible (2.2), Droid (2.2), NookColor (2.2), HTC Aria (2.1), GoogleNexus S (2.3). Также модуль jQuery Mobile работает на ОС Android 1.5 и 1.6, но производительность может быть невысока (проверено на устройстве Google G1 с версией Android 1.5).

AndroidHoneycomb – Протестировано на SamsungGalaxyTab 10.1 и Motorola XOOM.

WindowsPhone 7-7.5 – Протестировано на HTC Surround (7.0), HTC Trophy (7.5) и LG-E900 (7.5).

Blackberry 6.0 – Протестировано на Torch 9800 и Style 9670.

Blackberry 7 – Протестировано на BlackBerryTorch 9810.

BlackberryPlaybook – Протестировано на PlayBook версий 1.0.1/1.0.5.

PalmWebOS (1.4-2.0) – Протестировано на PalmPixi (1.4), Pre (1.4) и Pre 2 (2.0).

PalmWebOS 3.0 – Протестировано на HP TouchPad.

FirefoxMobile – Протестировано на Android 2.2.

OperaMobile 11.0 – Протестировано на iPhone 3GS и 4 (5.0/6.0), Android 2.2 (5.0/6.0).

Meego 1.2 – Протестировано на Nokia 950 и N9.

Kindle 3 и Fire – Протестировано на встроенном браузере WebKit.

ChromeDesktop 11-15 – Протестировано на OS X 10.6.7 и Windows 7.

FirefoxDesktop 4-8 – Протестировано на OS X 10.6.7 и Windows 7.

InternetExplorer 7-9 – Протестировано на Windows XP, Vista and 7 (с небольшими сложностями в интерпретации правил CSS).

OperaDesktop 10-11 – Протестировано на OS X 10.6.7 и Windows 7.

Отдельного внимания заслуживает учёт в коде модуля Mobile соглашений, позволяющих написанным на его базе приложениям одинаково хорошо работать как на полнофункциональных устройствах типа настольных компьютеров, так и на менее производительных, ограниченных в возможностях карманных смартфонах. Эти соглашения предусматривают включение отдельных блоков кода, организующих визуальный интерфейс системы по упрощённой методике в случае, когда приложение понимает, на каком конкретно устройстве оно было запущено. Также, некоторые карманные компьютеры обладают функцией чтения экранного текста, что полезно владельцам с какими-либо физическими ограничениями. Такие технологии требуют создания программ, которые бы учитывали перечисленные особенности путём предоставления пользователям упрощённых способов управления приложениями и особых методов преподнесения им нужной информации, таких как чтение с экрана синтезированным голосом. Разработчики модуля Mobile придерживались именно этих рекомендаций, и приложения на основе Mobile обладают такими возможностями ещё в процессе их создания, не требуя от их авторов каких-либо дополнительных усилий.

Работа с программой

Примеры работы с программой представлены на рис. 1.

Пользователь начинает работу с программой на первом её экране, где отображается информация о её названии, авторе, а также имеются две кнопки, ведущие на экраны для проведения обучения и решения уравнений, соответственно.

В свою очередь, экран обучения, помимо общего вводного текста, имеет кнопки для перехода к чтению теоретического материала и практических занятий. В разделе теории расположены материалы, объясняющие способы решения двух видов уравнений, обучение которым заложено в данное пособие – квадратным и линейным.

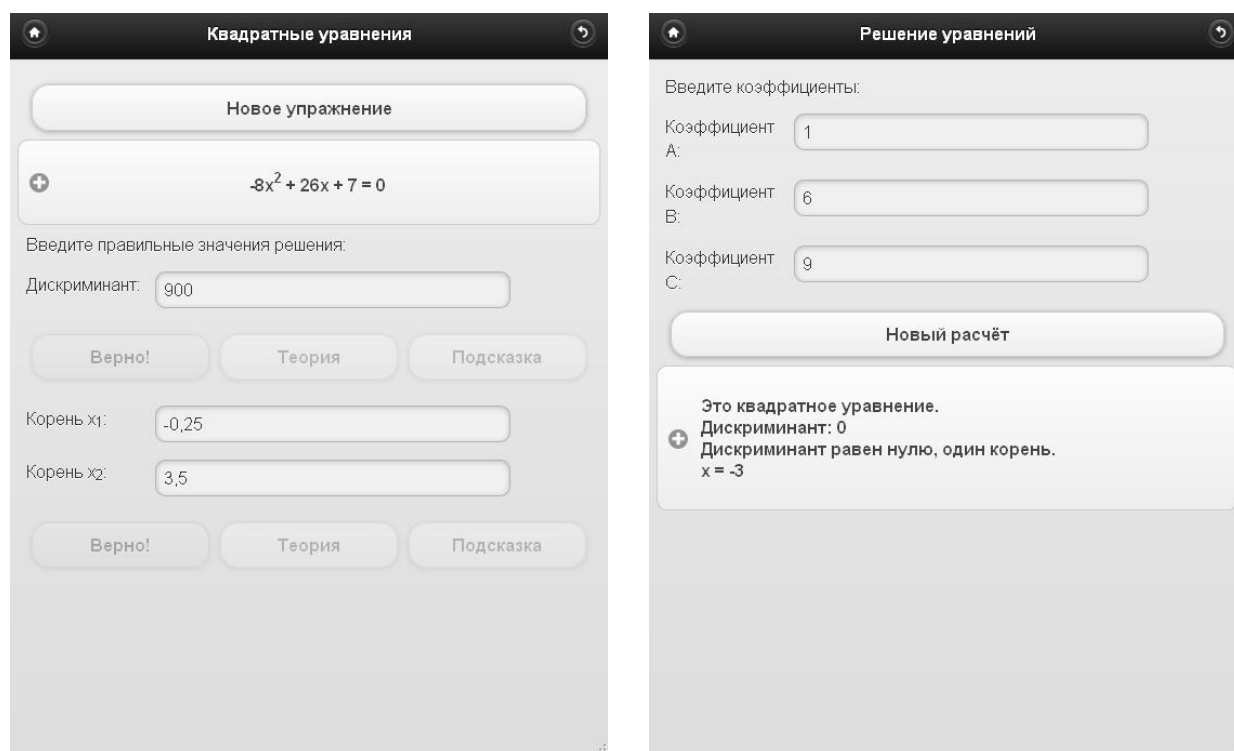


Рис. 1 Примеры работы с программой

Экран практического материала отображает вводный текст, объясняющий пользователю правила работы с интерфейсами программы, предназначенными для решения уравнений. Там же имеются кнопки перехода непосредственно к экранам, где пользователь имеет возможность проверить приобретённые навыки решения.

Экран решений квадратных уравнений состоит из области, где представляется случайным образом выбранное программой уравнение, предлагаемое для решения. В центре экрана имеется поле ввода дискриминанта и ниже кнопки проверки правильности ввода, просмотра краткой справки по решению таких уравнений, а также кнопка подсказки решения, которой можно воспользоваться в случае, когда самостоятельный расчёт вызывает у пользователя затруднения.

При вводе своего решения и нажатии учащимся на кнопку «Проверить» программа сравнивает введённое значение с известной ей величиной дискриминанта, и в случае правильности ввода отображает поля ввода корней уравнения и предлагает их ввести. Одновременно с этим надпись на кнопке «Проверить» заменяется на «Верно», а сама кнопка блокируется, так как в этой ситуации ею пользоваться уже нет смысла. Если же дискриминант введён неверно, на дисплее устройства отображается информационное окно с сообщением об ошибке. Закрыв это окно, пользователь может провести повторный расчёт и ввести правильное значение дискриминанта.

Так же организован ввод значений корней (или корня) уравнения: учащийся вводит значения и, нажав на кнопку «Проверить», сравнивает свои величины с известными программе, и в случае правильного ввода на экране оказывается полностью сформированная страница с элементами, в которые введены все значения решения уравнения (дискриминант и все корни) и надписи «Верно» на кнопках проверки дискриминанта и корней.

Теперь, не уходя с этого экрана, пользователь может нажать кнопку «Новое уравнение» вверху экрана, приведя текущую страницу к первоначальному виду, готовому для нового решения. В этот же момент пособие заново случайным образом выбирает одно из известных ему уравнений и отображает его на экране, предлагая его решить.

Аналогичным образом функционирует экран решения линейных уравнений: случайный выбор уравнения, поля для ввода его решения, и три кнопки проверки ввода, получения быстрой справки и подсказки ответа.

Экран решения уравнений, куда учащийся попадает с первой страницы пособия, состоит из трёх полей ввода коэффициентов A , B и C и кнопки «Рассчитать». При вводе трёх этих коэффициентов (для квадратного уравнения) или двух последних (для линейного уравнения) программа определяет, какое из двух видов уравнения требуется пользователю, и рассчитывает его решение.

Для линейного уравнения выводится фраза «Это линейное уравнение» и его решение.

Для квадратного уравнения выводится фраза «Это квадратное уравнение», величины дискриминанта и корней.

Если уравнение имеет два корня, отображается сообщение «Дискриминант положительный, два корня», если один – «Дискриминант равен нулю, один корень», если ни одного – «Дискриминант отрицательный, корней нет». После проведённого программой расчёта надпись на кнопке «Рассчитать» заменяется на «Новый расчёт», и по нажатию на эту кнопку страница приводится к первоначальному виду, готовому для нового решения.

Все кнопки, нажатие на которые имеет смысл при вводе пользователем каких-либо данных, изначально заблокированы и разблокируются только при наличии этих данных.

Описание программы

Исходный код данного электронного пособия представляет собой файл HTML со встроенными в него блоками программного кода, написанного на языке программирования JavaScript. В начале файла к нему подключаются библиотеки jQuery и

модуль к ней jQuery Mobile, а также сопутствующие им файлы стилистического оформления CSS.

Каждый экран пособия представляет собой отдельный HTML-тэг DIV с уникальным идентификатором. Переходами между экранами пособия управляет модуль Mobile при нажатии пользователем на соответствующие экранные кнопки программы.

Общепринятой практикой программирования визуальных интерфейсов являются обработчики событий. Это значит, что для каждого видимого на дисплее элемента программист может назначить некоторый код (в данном случае написанный на языке Javascript), который должен быть выполнен при возникновении заданного события. Порождением событий занимается среда исполнения программы, в случае данного пособия такой средой является интернет-браузер.

Библиотека jQuery помогает преобразовать низкоуровневые события среды исполнения в события высшего уровня, имеющие заранее известные мнемонические имена, такие как «onclick» («нажата кнопка мыши»), «onchange» («произошло изменение значения поля ввода») или «pagebeforeshow» («код вызывается перед отображением на дисплее какого-то экрана»). Первые два события являются стандартными для языка Javascript, последнее же применяется при работе с модулем Mobile.

Библиотека jQuery позволяет программно порождать события, не произошедшие по воле пользователя, например можно имитировать нажатие кнопки мыши на каком-либо элементе, что приведёт к вызову обработчика, зарегистрированного и связанного с этим событием.

Ещё одной удобной для создания приложений функцией jQuery является возможность программного создания кода HTML, когда во время исполнения скрипта на языке Javascript можно сгенерировать тэги HTML и потребовать от браузера их отображения. Таким образом, можно создавать визуальные интерфейсы, зависящие от некоторых условий, возникающих во время исполнения кода, а не программировать их заранее, пока условия будущего исполнения кода неизвестны.

Все визуальные интерфейсы пособия написаны на языке HTML, а после подключения к странице кода модуля Mobile все элементы HTML, для которых в модуле предусмотрена особая обработка, преобразуются в элементы интерфейса, привычного пользователям различных мобильных устройств. Таким образом, интерфейс приложения программируется стандартными тэгами HTML, а применение к ним модуля Mobile приводит к видоизменению визуального восприятия всего интерфейса.

Выводы

Данное пособие может быть распространено во всех учебных заведениях, имеющих свои компьютерные классы или использующих в процессе обучения планшетные компьютеры. Из-за своих низких требований к аппаратному и программному обеспечению пособие может быть запущено даже на смартфоне со средней производительностью и небольшим экраном. Созданное пособие позволяет взаимодействовать с пользователем как с помощью реагирующего на прикосновения экрана (touchscreen), так и с использованием обычной компьютерной мышки.

В то же время пособие может загружаться из сети с помощью любого интернет-браузера, как web-страница. В этом случае программа будет работать без каких-либо изменений.

Таким образом, пособие может использоваться для обучения в школах на большом спектре устройств, как подключённых к сети интернет, так и работающих автономно.

Кроме того, школьники могут использовать пособие самостоятельно, без использования компьютера, на мобильных устройствах.

Список литературы:

1. Мордкович А.Г. Алгебра 8 класс.
2. Официальный сайт библиотеки jQuery Mobile. <http://jquerymobile.com>
3. Основы jQuery Mobile. <http://ruseller.com/lessons.php?rub=32&id=930>
4. Учебник JavaScript. <http://javascript.ru/tutorial>
5. Введение в JavaScript. <http://www.elitisbook.ru/dhtml/javascript.php>.
6. Учебник HTML. <http://ru.html.net/tutorials/html/>
7. Справочник по HTML. <http://html.manual.ru/>
8. Учебник CSS. <http://ru.html.net/tutorials/css/>

Автор: Павлова Дарья Александровна, ГОУ лицей информационных технологий №1533, г. Москва, 11 класс

Научные руководители: Ковалева Наталья Александровна, старший преподаватель кафедры «Системы обработки информации и управления» МГТУ им.Н.Э. Баумана, Антонова Марианна Константиновна, учитель информатики лицея №1533

**Решение некоторых задач типа С6 Единого государственного экзамена
по математике методами целочисленного программирования**

СЫЧУГИНА А.С.

КРАСНОВСКИЙ Е.Е.

В настоящее время линейное программирование является одним из наиболее употребительных и разработанных аппаратов математической теории оптимального принятия решения. Это математическая дисциплина, посвященная теории и методам решения задач об экстремумах линейных функций на множествах, задаваемых системами линейных уравнений и неравенств.

Основными факторами, определяющими актуальность и важность рассматриваемой темы, являются следующие: возможность моделирования производственных, научно-технических, экономических и других ситуаций, выбор оптимального варианта из достаточно значительного количества вариантов, разработка специальных методов решения поставленных задач.

Особое внимание при решении задач на оптимальный выбор уделено целочисленному программированию, где элементы расчета принимают целые значения. Такие задачи также возникают при решении многих инженерно-технических задач. Кроме того, задачи, в которых переменные могут принимать целые значения, можно встретить в Едином государственном экзамене по математике. Они соответствуют задачам С6, которые являются наиболее трудной его составляющей. Постановка таких задач допускает решение методами целочисленного программирования.

Исходя из этого, целью работы явилась разработка компьютерной программы для решения задач целочисленного программирования симплекс-методом и методом Гомори. Для анализа были выбраны задачи типа С6 Единого государственного экзамена по математике. В рамках работы решены две такие задачи: одна с ограничением в виде уравнения, другая – с ограничением в виде неравенств. Приведено решение математическими методами, изучаемыми в рамках школьной программы, что служит доказательством достоверности полученных результатов.

Физическая (техническая) постановка задач

Задача «О сборке домов»: из строительных деталей двух видов можно собрать три типа домов. Для сборки 12-квартирного дома необходимо 70 деталей первого и 100 деталей второго вида. Для 16-квартирного дома требуется 110 и 150, а для дома на 21

квартиру нужно 150 и 200 деталей первого и второго видов соответственно. Всего имеется 900 деталей первого и 1300 деталей второго вида. Сколько и каких домов нужно собрать, чтобы общее количество квартир в них было наибольшим?

Задача «Путевки»: имеется 2 млн. рублей на путевки в дома отдыха. Путевки есть на 15, 27 и 45 дней. Стоимость их соответственно 21 тысяча рублей, 40 тысяч рублей и 60 тысяч рублей. Сколько и каких путевок надо купить, чтобы истратить все деньги и сделать суммарное число дней отдыха наибольшим?

Математическая постановка задач

Постановка задачи «О сборке домов»:

$$\begin{cases} Z = 12x_1 + 16x_2 + 21x_3 \rightarrow \max, \\ 70x_1 + 110x_2 + 150x_3 \leq 900, \\ 100x_1 + 150x_2 + 200x_3 \leq 1300, \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0, \\ x_1, x_2, x_3 \in Z \end{cases}$$

где x_1 – количество домов, состоящих из 12 квартир, x_2 – количество домов, состоящих из 16 квартир, x_3 – количество домов, состоящих из 21 квартиры. Целевая функция Z показывает общее количество квартир в зависимости от числа домов каждого типа.

Постановка задачи «Путевки»:

$$\begin{cases} Z = 15x_1 + 27x_2 + 45x_3 \rightarrow \max \\ 21x_1 + 40x_2 + 60x_3 = 2000, \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0, \\ x_1, x_2, x_3 \in Z \end{cases}$$

где x_1 – количество путевок на 15 дней, x_2 – количество путевок на 27 дней, x_3 – количество путевок на 45 дней. Целевая функция Z показывает суммарное число дней отдыха, которое по условию задачи должно быть наибольшим.

При решении поставленных задач симплекс-методом и методом Гомори, их следует записать в каноническом виде. Что в данном случае принимается под каноническим видом? Считается, что задача записана в каноническом виде, если ограничения представлены в виде уравнений.

Постановка задачи «О сборке домов» в каноническом виде:

$$\begin{cases} Z = 12x_1 + 16x_2 + 21x_3 \rightarrow \max, \\ 70x_1 + 110x_2 + 150x_3 + x_4 = 900, \\ 100x_1 + 150x_2 + 200x_3 + x_5 = 1300, \\ x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0, \\ x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \in Z \end{cases}$$

Что касается задачи «Путевки», то в ее постановке уже присутствует ограничение в виде уравнения, поэтому задача не нуждается в приведении к такому виду.

Особое внимание в работе уделено методам решения задач линейного и целочисленного программирования. Во-первых, рассмотрен алгоритм симплекс-метода, и на основе его написана программа, которая за конечное число шагов находит решение задачи линейного программирования. Симплекс-метод реализуется в три этапа: запись задачи в симплекс-таблицу, определение допустимого решения, определение оптимального решения. Они продемонстрированы на основе выбранных для анализа задач. Главное преимущество симплекс-метода состоит именно в том, что он гарантирует нахождение оптимального плана или установление того факта, что задача неразрешима за конечное число шагов.

В задаче «О сборке домов» оптимальное нецелочисленное решение было получено на втором шаге симплекс-метода: количество квартир будет наибольшим, если собрать около 12.857 домов по 12 квартир, а дома из 16 и 21 квартир не собирать. Что касается задачи «Путевки», то здесь решение симплекс-методом осуществляется за один шаг, и в результате получаем, что суммарное количество дней отдыха будет наибольшим, равным 1500, если купить 33.(3) путевки на 45 дней и не покупать на 15 и 27 дней.

Во-вторых, поставленные задачи решены методом Гомори для получения целочисленного результата. Согласно алгоритму данного метода на каждом шаге рассматривается задача с ослабленными ограничениями без требования целочисленности, для которой определенным образом строится дополнительное ограничение, отсекающее некоторые нецелочисленные точки.

После конечного числа шагов программа выдает целочисленное решение задачи «О сборке домов»: для того, чтобы количество квартир было наибольшим, равным 148, следует собрать 11 домов по 12 квартир, 1 дом по 16 квартир, а домов по 21 квартире не собирать. А также целочисленное решение задачи «Путевки»: наибольшее значение целевой функции, равное 1494 дней, достигается, если купить 2 путевки на 27 дней, 32 путевки на 45 дней и ни одной путевки на 15 дней.

В работе приведено решение математическими методами, изучаемыми в рамках школьной программы. Основная идея состоит в том, что в процессе нахождения оптимального целочисленного решения следует применять свойства целых чисел, признаки делимости, решать линейные уравнения и неравенства. В результате были получены такие же результаты, что и при решении методами линейного и целочисленного программирования.

Таким образом, в работе рассмотрены задачи типа С6 Единого государственного экзамена по математике, постановка которых допускает решение методами целочисленного программирования, а ограничения представлены как в виде уравнений, так и в виде неравенств; составлены соответствующие условиям задач математические модели; изучены методы решения задач линейного и целочисленного программирования: симплекс-метод и метод Гомори; разработана компьютерная программа на языке Object Pascal (Delphi) для нахождения оптимального решения задач целочисленного программирования симплекс-методом и методом Гомори.

Проект состоит из трех отдельных модулей. В первом модуле реализован графический интерфейс для ввода исходных данных и для вывода результатов вычислений. Все математические вычисления содержатся в отдельном модуле. Третий модуль – вспомогательный, он отвечает за графический интерфейс, методы которого используются для реализации вывода результатов вычислений в формате html разметки в окно встроенного в программу браузера.

Приведено решение задач математическими методами, изучаемыми в рамках школьной программы. Полученные результаты совпали, что свидетельствует о работоспособности написанной программы.

На основе вышеизложенного был сделан вывод о том, что по сравнению с математическими методами, изучаемыми в рамках школьной программы, симплекс-метод и метод Гомори позволяют решить задачи с большими числами и ограничениями, которые вручную осуществить практически невозможно. Не менее важным является и то, что они применимы к любой задаче целочисленного программирования, правда целевая функция и ограничения должны быть линейны, что заметно сужает область применения симплекс-метода и метода Гомори.

Автор: Сычугина Анна Сергеевна, МОУ СОШ №23, г. Орел, 11 класс

Научный руководитель: Красновский Евгений Ефимович, доцент кафедры «Прикладная математика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, кандидат технических наук

***Разработка безызносных узлов машин и механизмов XXI века на основе
металлоплакирования поверхностей трения***

ТЯЛИНА Д.А.

МЕЛЬНИКОВ Э.Л.

В основу представленной работы положено открытие российским ученым основателем международной школы трибологии Дмитрием Николаевичем Гаркуновым явления безызносности (избирательного переноса при трении). Явление безызносности – это новый вид трения, который обусловлен самопроизвольным образованием в зоне контакта двух твердых тел не окисляющейся тонкой металлической пленки (сервовитная пленка) с низким сопротивлением сдвигу и неспособной накапливать при деформации дислокации. На сервовитной пленке, образуя с ней химическую связь, возникает дополнительная защитная пленка (серфинг-пленка) из продуктов деструкции углеводородов смазки.

Указанные пленки на порядок снижают силы трения в трибопаре, износ которого при этом уменьшается в 100 ...1000 раз.

Работа посвящена исследованию повышения износостойкости узлов трения за счет применения металлоплакирующих смазочных материалов, когда введении в активную смазочную среду на минеральной или синтетической основе мягких металлов переменной валентности: меди, олова, свинца, цинка и др., в различных формах соединений (оксиды, гидроксиды, металлоорганические соединения, соли жирных кислот указанных выше металлов) на поверхностях трения в местах фактического контакта образуется защитная металлическая пленка толщиной 1-2 мкм, которая примерно в 10 раз превышает толщину пленок, образующихся при смазке с присадками химического действия.

Патент создания безызносных узлов трения безраздельно принадлежит природе, которая за миллионы лет развития «разработала» универсальный – один узел трения для человека, животного, птиц, рыб. В нем сопряженные поверхности костей суставов покрыты мягким материалом – хрящем, на котором имеется полимерная пленка, пропитанная синовиальной жидкостью. Природа создала только одну «конструкцию» закрытого узла трения, использовав один материал и одну смазку, обеспечив надежность и универсальность его.

При трении в режиме безызносности с использованием металлоплакирующих смазок, материал одного твердого тела отделён от материала другого твердого тела

сопряжения мягким металлическим слоем – сервовитной пленкой, на котором находится серфинг-пленка (металлоорганическая пленка). Такое строение поверхностей трения совершенно аналогично строению поверхностей трения в суставах живых организмов.

В работе на специальной машине трения МТ-10 по патенту 2378637 исследованы различные металлоплакирующие смазки, сделана оценка термостойкости и интенсивности износа при применении различных смазок в одинаковых условиях эксплуатации узлов трения, а также приведены рекомендации по применению их в ряде отраслей техники: машиностроении, станкостроении, авиации, транспорте, сельскохозяйственной технике, машинах и аппаратах химических производств бытовой техники.

Доказана высокая эффективность применения металлоплакирующих смазок в условиях разразившегося мирового кризиса, в решении ряда экологических проблем.)

К середине XX века триботехника чётко разделилась на три раздела, тесно связанных между собой:

1. Трение не смазанных поверхностей;
2. Граничное трение
3. Гидродинамическое трение.

Это положение о трех видах трения существовало до открытия нового вида трения – безызносного, когда экспериментально в 1956 году два крупных российских учёных – триботехника Д. Н. Гаркунов и И. В. Крагельский установили, что при граничном трении трущиеся детали могут самопроизвольно разделяться не только тонкой плёнкой смазки толщиной около 0,1 мкм, но и металлической плёнкой толщиной 1-2 мкм, образующейся в процессе работы узла трения. Установленный вид трения вначале был назван «избирательным переносом», а впоследствии – «эффектом безызносности» или «безызносным трением». Износ деталей при «безызносном трении» может полностью отсутствовать. Детали при этом выдерживают более высокие нагрузки и материалы деталей не соприкасаются между собой – они разделены тонкой металлической, так называемой, сервовитной пленкой.

Приведем определение эффекта безызносности. Эффект безызносности – новый вид трения, который обусловлен самопроизвольным образованием в зоне контакта тонкой неокисляющейся металлической пленки с низким сопротивлением сдвигу и неспособной накапливать при деформации дислокации. На пленке, образуя с ней химическую связь, может происходить образование координационных соединений из продуктов механической деструкции углеводородов смазки, создавая дополнительный антифрикционный слой.

Поскольку при эффекте безызносности трение сопровождается эволюционными процессами – образование металлической пленки на трущихся поверхностях, то главным в этом случае становится самоорганизующийся характер трения, который обусловлен обменом трущейся пары с внешней средой энергией и веществом, а также коллективным поведением ионов металла, из которых формируется металлическая пленка. Она представляет собой металл в особом состоянии, имеющим место только в процессе трения. Трение не может уничтожить пленку, так как оно ее воспроизводит.

Пленка при трении образуется из одного из материалов, участвующих в трении (бронзы, латуни), или другого медного сплава, или же из смазочного материала, содержащего порошки пластичных металлов, их соли, комплексные соединения металлов, металлоорганические соединения. Массоперенос при обычном трении повышает износ или делает сопряжение неработоспособным. При эффекте безызносности это явление снижает или полностью исключает изнашивание поверхности трения.

Таким образом, трение из разрушительного процесса при граничной смазке, в условиях безызносности превращается в созидательный и его можно представить как самоорганизующееся явление неживой природы со свойствами, напоминающими функции работы сустава живого организма. В этом случае при трении не достигается уровень деструкции материала, при котором происходит износ, из-за периодической разрядки дислокаций на поверхности и аннигиляции их с вакансиями.

Разработаны теоретические основы создания маслорастворимых добавок к смазочным материалам с использованием металлов, обеспечивающих реализацию в узлах трения эффекта безызносности.

Теоретически Д.Н. Гаркуновым обоснованно и экспериментально доказано, что введение мягких металлов (Cu, Sn, Pb, Ag, Au, Cd, Zn) в смазочные масла может в значительной степени повысить износостойкость пар трения, как следствие, повысить их ресурс.

Механизм образования защитных сервовитных и серфинг – пленок трибосопряжений. Патенты живой природы. Синергитика и самоорганизация трибосистем. В середине 50-х гг. прошлого столетия при исследовании технического состояния шасси самолетов было обнаружено явление самопроизвольного образования тонкой пленки меди в парах трения бронза-сталь при смазывании их спиртоглицериновой смесью. Пленка меди толщиной 1...2 мкм в процессе трения покрывала, как бронзу, так и сталь. Она резко снижала износ узла трения и уменьшала силу трения примерно в 10 раз. Почти в то же время подобное явление было обнаружено в парах трения сталь-бронза при

смазывании смазкой ЦИАТИМ -201 (в шарнирно-болтовых соединениях самолетов), а несколько позднее – в паре сталь-сталь в узлах трения компрессора домашнего холодильника при смазывании маслофреоновой смесью.

Исследования показали, что медная пленка в паре сталь-бронза образуется в результате анодного растворения бронзы. При этом легирующие элементы цинк, олово, алюминий, железо уходят в смазочный материал, и поверхность обогащается медью. После того как поверхность бронзы и стали покроется медью, растворение бронзы прекращается и устанавливается режим избирательного переноса (ИП). В узлах трения компрессора домашнего холодильника медная пленка в паре сталь-сталь возникает в результате растворения медных трубок охладителя холодильника. Ионы меди, поступая в маслофреоновую смесь, двигались в зону контакта, где формировалась защитная медная пленка. Компрессоры холодильников могут работать десятки лет без ремонта.

Избирательный перенос при трении (эффект безызносности) – явление, по своему характеру противоположное изнашиванию: если при изнашивании во время трения все процессы в зоне контакта сводится к разрушению поверхности, то процессы при избирательном переносе носят созидательный характер: они необратимы и относятся к самоорганизующимся процессам неживой природы.

Контактирование деталей происходит не по всей поверхности трения, а только в отдельных точках (отношение фактической площади контакта к номинальной составляет 1:100 – 1:10000). Учитывая указанные выше факторы, вызывающие изнашивание узлов трения, длительное время главным направлением борьбы с изнашиванием и уменьшением сил трения было повышение твердости поверхностей трения деталей машин. При повышении твердости материала уменьшается взаимное внедрение одной поверхности в другую, снижаются пластические деформации и окислительные процессы, а также действие абразива. Было разработано много методов повышения твердости деталей: цементирование, хромирование, азотирование, поверхностная закалка, наплавка твердыми материалами и др. Это решило многие вопросы, связанные с повышением ресурса машин и оборудования. Однако с увеличением нагрузок в узлах трения, ухудшении условий смазывания методы повышения износостойкости деталей путем увеличения их твердости перестали себя оправдывать.

При тяжелых условиях нагружения, значительных давлениях на контакте (>100 МПа) трущуюся пару можно рассматривать как термодинамическую систему, где возможен обмен поверхностями трения с внешней средой (смазкой) энергией и веществом

и, следовательно, возможно образование новых структур на основе самоорганизующихся процессов.

Это и было обнаружено в стойках шасси самолетов при работе пары трения сталь-бронза и узлах трения компрессора домашнего холодильника в парах трения сталь-сталь.

В поисках новых путей повышения износостойкости деталей машин целесообразно обратиться к живой природе. Анализ нагруженных подвижных сочленений живых существ показывает, что имеются два типа узлов трения – открытые и закрытые. Открытость и закрытость здесь понимаются не в термодинамическом понятии, а в смысле попадания на трущиеся поверхности абразивных части, влаги, пыли и других веществ. В открытых узлах трения работает твердый материал по твердому – это зубы животных. Закрытые узлы трения – суставы живых организмов, «сконструированные» на принципах, которые в машиностроении не применяют. На твердой кости располагается мягкий хрящ, на поверхности которого имеется тонкая подвижная полимерная пленка. Сопряженная поверхность имеет такую же структуру. В суставе работают два одинаковых материала, причем мягкий по мягкому. Суставы здорового человека имеют коэффициент трения 0,001...0,03, что много ниже коэффициента трения в гидродинамических радиальных подшипниках или в прецизионных подшипниках качения. Хотя поверхность хряща сустава и имеет шероховатость, но в процессе нагружения сустава и его движения площадь фактического контакта в результате смятия шероховатости близка к 100%.

Сравним работу сустава человека и пары трения бронза-сталь в режиме избирательного переноса. Анализ приведенных схем показывает, что имеется достаточно четкая внешняя аналогия между работой сустава живого организма и пары трения бронза-сталь в режиме избирательного переноса. Эта аналогия лишь внешняя. В действительности механизм работы сустава живого организма в тысячи раз сложнее. Заметим, что подобные пары трения (у мыши, слона, рыбы, птицы) являются универсальными узлами, обладающими «безызносностью». Известно, что биологические системы обладают способностью к самовосстановлению и могут работать десятки лет без износа. Долгое время существовало как бы противоречие законов развития живой и неживой природы. Основной закон термодинамики Клаузиуса предсказывает рост энтропии, т. е. беспорядка в замкнутой системе. Эволюционная теория Дарвина, наоборот, устанавливает, что в основе отбора лежит повышение степени организованности биологических систем. Однако в последние десятилетия биологическая эволюция стала рассматриваться с кибернетических позиций и понятий автоматического регулирования и обратной связи, что в значительной степени сблизило эти два закона развития мира.

Во многих явлениях неживой природы явно отсутствуют какие-либо признаки самоорганизации, наблюдается распад системы и увеличение энтропии. Так, кусочек обычного сахара, выставленный на воздух, через некоторое время испаряется, исчезает. Обратного явления не происходит, сахар «из ничего» не образуется. След самолета в небе из конденсированных паров воды также вскоре рассеивается, пропадает. Подобных примеров множество.

Но вот и другие примеры. При определенных условиях из паров воды, находящихся в воздухе, образуются (выпадают) снежинки. Они имеют правильную форму и по структуре более высокую организацию, чем обычный пар. Здесь налицо явная самоорганизация. Из расплавов металлов или растворов солей образуются кристаллы. Это примеры самоорганизации неживой природы. Самоорганизация не является универсальным свойством материи и существует лишь при определенных внутренних и внешних условиях. Вместе с тем это свойство не связано с каким-то особым классом веществ. Узел трения в неживой природе может удовлетворять требованиям самоорганизации. Он представляет собой открытую систему. К нему подводится энергия от электродвигателя, вращающего механизм, или от двигателя внутреннего сгорания. Как, правило, узлы трения смазываются. Смазочный материал состоит из множества одинаковых элементов, в данном случае – молекул. В нем могут быть ионы металлов. Все это создает условия для самоорганизации новых структур.

До последнего времени считалось, что трение является разрушительным процессом. Обратное утверждение считалось абсурдом, как и то, что можно создать узел, который бы не изнашивался.

Феномен бытового холодильного агрегата, узлов трения летательных аппаратов. Однако природа позаботилась и о машинах. Рассмотрим один из примеров самоорганизации – узлы трения компрессора домашнего холодильника. Компрессор холодильника, как уже отмечалось, работает десятки лет в тяжелых условиях (постоянные пуски и остановки) практически без износа. Детали, работающие на трение, выполнены из стали, смазочным материалом служит смесь 50% масла и 50% фреона. В процессе работы на поверхностях трения стальных деталей – шейках коленчатого вала (шатунной и коренных), сопряженных подшипниках, поршне и цилиндре – самопроизвольно образуется тонкая медная пленка толщиной 1...2 мкм. Пленка формируется из ионов меди, образующихся в смазочном материале в результате незначительного коррозионного процесса медных трубок охладителя. Медные трубки растворяются маслофреоновой смесью, и в ней появляются ионы меди. К месту контакта трущихся деталей ионы

приносит охлаждающая смесь из фреона и масла, исполняющая также роль смазочного материала. После того, как в зоне контакта образуется медная пленка, условия трения деталей резко изменяются: снижается давление на контакте, уменьшается сила трения, падает температура, снижается износ пар трения.

На основании рассмотренного примера можно утверждать, что трение сопровождается эволюционными процессами, в результате которых разрушение поверхности становится второстепенным. Главным выступает созидательный характер трения, который обусловлен обменом узла трения с внешней средой энергией и веществом, образование медной пленки, защищающей поверхности трения от изнашивания. Эту защитную пленку называют сервовитной (от лат. Servo-witte-спасать жизнь). Она представляет собой вещество (металл), образованное потоком энергии и существующее только в процессе трения. Трение не может уничтожить пленку, оно её создает. Образование защитной пленки относится к новому классу самоорганизующихся явлений неживой природы. Их изучение только началось.

При деформировании сервовитная пленка не разрушается и не подвергается усталостному разрушению. Она воспринимает нагрузки, покрывая шероховатости поверхностей трения стальных и чугунных деталей, которые практически не участвуют в процессе трения. В этих условиях мягкий металл работает по мягкому, нагрузка распределяется равномерно по поверхности трения поэтому на единицу площади она незначительна. Это способствует продлению ресурса узла трения. Между трущимися поверхностями, покрытыми тонкой пленкой, располагается тонкая защитная серфинг-пленка, образуемая в результате наличия смазки в узле трения и обеспечивающая мягкое скольжение при трении. Самоорганизация медных пленок возникает на основе синергетики, науки о переходе сложных систем в живой и неживой природе от неупорядоченного состояния к упорядоченному и обратно. Подобные явления образования сервовитных и серфинг-пленок были обнаружены и при эксплуатации летательных аппаратов, например, на бронзовой буксе шасси самолета ТУ-104.

Металлоплакирующие смазочные материалы для трибосопряжений в XXI веке. Многие десятилетия (более 60 лет) для обеспечения нормального режима работы и снижения износа сопряженных пар трения в смазочные материалы для химического модифицирования поверхностей трения вводились противоизносные – противозадирные присадки, включающие элементы V, VI, VII групп системы Менделеева, в основном серу, хлор и фосфор в количестве до 15%.

Общим в механизме действия защиты поверхностей трения таких присадок является образование тонких пленок около 0,1 мкм в виде сульфидов, хлоридов, фосфидов железа в результате химического взаимодействия присадок или продуктов их химического распада с контактирующими поверхностями металлов. Защита трущихся поверхностей применением сложных элементоорганических соединений продолжается до тех пор, пока не израсходовалась присадка, после чего наблюдается ускоренный износ пар трения. В связи с ужесточением условий эксплуатации машин и механизмов, большими тепловыми и фрикционными нагрузками, традиционно применяемые органические присадки не могут удовлетворить требования, предъявляемые к смазочным материалам. В решении этой проблемы получает развитие принципиально новое направление в создании смазочных материалов, основанное на научном открытии эффекта безызносности с использованием в узлах трения «металлоплакирующих» смазочных материалов.

Впервые термин «металлоплакирующий» появился в 1962 году в связи с изобретением смазочного материала, реализующего эффект безызносности (избирательный перенос) – авторское свидетельство №179409 от 14.05.1962 г.

Металлоплакирующие смазочные материалы (МСМ) – это материалы, содержащие (по массе от 0,1 до 10%) присадки: порошки металлов, сплавов и их оксидов, соли и комплексные соединения металлов, металлоорганические соединения. При использовании металлоплакирующих СМ реализуется эффект безызносности, который проявляется в том, что на трущихся деталях в процессе работы узлов трения формируется тонкая, трудно поддающаяся окислению, защитная самовосстанавливающаяся металлическая пленка из введенных в СМ присадок.

Толщина пленки составляет от нескольких атомных слоев до 1-2 мкм. Природа за миллионы лет развития выработала универсальный – один узел трения для человека, животного, птицы и рыбы. Здесь сопряженные поверхности костей покрыты хрящом, на котором имеется полимерная пленка, пропитанная синовиальной жидкостью. Работают в суставах одноименные материалы, причем мягкий по мягкому. Природа создала только одну «конструкцию» закрытого узла трения, использовав один материал и одну смазку, сосредоточив внимание на надежности и универсальности узла. Человечество при своем развитии и при совершенствовании научно-технических разработок не раз использовало аналоги явлений, выработанных за миллионы лет природой. Можно сказать, что в России впервые начаты работы по созданию узлов трения, которые по своему принципу напоминают суставы живых организмов.

За последние 10 лет в материаловедении появился новый термин – «интеллектуальные» материалы. Это ознаменовало новую фазу в конструировании материалов. Работы проводятся в Японии и Америке. Научных работников по изучению эффекта безызносности можно отнести к специалистам по созданию «интеллектуальных» узлов трения. Взять хотя бы метод восстановления изношенных узлов трения машин без их разборки. Это напоминает выздоровление живого организма после какой-либо травмы.

Формирование сервовитной пленки в результате самоорганизации наночастиц на стальных поверхностях трущихся деталей машин в процессе трения, происходит из ионов меди, которые подходя к ювенильной поверхности трения, захватывают электроны от стальной поверхности и превращаются в атомы; последние кооперативно начинают строить на контактирующих поверхностях кристаллическую решетку меди толщиной 1-2 мкм. Примечательно то, что кристаллизация пленки происходит в стесненных условиях: большие контактные давления, сдвиговые деформации, комнатные температуры и др. Здесь кристаллизационные силы природы преодолевают все эти «препятствия» и выстраивают пленку меди с иными свойствами по сравнению с пленкой из обычной меди: огромное количество вакансий; малое число дислокаций; микропористость и уменьшение параметра кристаллической решетки.

Следует признать, что это лишь самое начало работ по данному направлению в области триботехники. Однако уже в данное время можно утверждать, что при решении такой важной проблемы на первый план теоретических исследований должны быть поставлены самоорганизующиеся процессы наночастиц в зоне фрикционного контакта.

Для осуществления процесса металлоплакирования в режиме избирательного переноса, в смазочном материале наряду с металлоплакирующим соединением необходимо наличие поверхностно-активных веществ, а также соединений, способных растворять окислы металлов. В зазоре между трущимися поверхностями генерируется ЭДС, напряженность электрического поля достигает значений 10^4 В/м^3 , благодаря чему и осуществляется перенос ионов металлов, молекул поверхностно-активных веществ.

Сравнительные исследования снижения интенсивности износа узлов трения при использовании металлоплакирующих смазочных материалов в лаборатории триботехники кафедры МТ-13 приведены в реферате, подготовленном мною к олимпиаде «Шаг в будущее». Широкие перспективы металлоплакирования поверхности трения в последнее время намечаются в металлообработке (штамповке, волочении, прокатке).

Заключение. Опыт прошлого свидетельствуют, что научные прогнозы всегда значительно перекрывались новыми открытиями и возможностями. К этому есть все

основания, ведь триботехника находится в начале нового этапа своего развития. Может быть, в ближайшее время специалисты по триботехнике в содружестве с физиками, химиками и металловедами разрабатывают «интеллектуальные» материалы на их основе универсальные узлы трения механизмов и машин; новые конструкционные и смазочные материалы, обеспечивающие эффект безызносности; технологические процессы обработки деталей, которые вообще исключают приработку машин и оборудования; точные методы расчета износа узлов трения при заданном времени работы машины; способы фрикционного нанесения на поверхности трущихся деталей не только меди и ее сплавов, но и алюминия, хрома, никеля и других металлов в сочетании с полимерными материалами; внедрят в промышленное производство триботехнологии и нанотриботехнологии на основе процессов самоорганизации наночастиц в трибосопряжениях, а также решат многие другие задачи.

Список литературы:

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника. Износ и безызносность. Учебник для Вузов. М.: Издательство МСХА, 2001. 614 с.
2. Гаркунов Д.Н. Триботехника. Конструирование, изготовление и эксплуатация машин. Учебник для Вузов. М.: Издательство МСХА, 2002. 629 с.
3. Гаркунов Д.Н., Мельников Э.Л., Гаврилюк В.С. Триботехника. Краткий курс. Учебное пособие. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. 308 с.
4. Гаркунов Д.Н., Мамыкин С.М., Мельников Э.Л., Гаврилюк В.С. Экологическая и экономическая эффективность новых решений трибологических проблем // Промышленная политика в Российской Федерации. 2008. №8. С. 41-52.
5. Балабанов В.И., Беклемешев В.И., Гамидов А.Г., Ищенко С.А., Михонин И.И., Филлипов К.В. Безразборный сервис автомобиля. М.: Издательство «Известия», 2007. 272 с.
6. Гаркунов Д.Н., Бабель В.Г., Мамыкин С.М., Мельников Э.Л., Гаврилюк В.С. Новые направления в триботехнике и их использование в повышении износостойкости механизмов и машин. М.: Издательство МСХА, 2007. 58 с.

Автор: Тялина Дарья Александровна, ГБОУ СОШ №767 г. Москва, 10 класс

Научный руководитель: Мельников Эдуард Леонидович, профессор кафедры «Технологии обработки материалов» МГТУ им.Н.Э. Баумана, доктор технических наук

Координация действий метрополитена в сложившейся нештатной ситуации

ЩЕТИНИН Г.А.

РОМАНОВА Т.Н.

Работа транспортно-инфраструктурных объектов, особенно такого большого города как Москва, очень напряженная. К сожалению, в работе транспортных систем (в частности метрополитенов) случаются сбои, чрезвычайные ситуации, иногда теракты. В таких стрессовых ситуациях очень важно избежать хаоса, паники, перегрузки подвижного состава.

Для этого нужно в кратчайшие сроки определить новые маршруты движения поездов (для диспетчеров и машинистов), а также представить новую интерактивную схему метрополитена с расчетом кратчайших путей (она может быть использована как сотрудниками метрополитена, так и обычными пассажирами). Для решения этих задач создан мой программный продукт.

Мой программный продукт применим для практически любой системы метро. Схема метро либо скачивается из открытого доступа и заносится в разработанную в рамках этого проекта базу данных (про неё детальнее чуть позже), либо схема метро может быть выбрана из базы данных.

После этого пользователь программы – в нашем случае, это диспетчер метрополитена – вводит неработающие участки системы метрополитена (в перспективе они могут вводиться автоматически в случае внедрения программы в метрополитен). Далее введенная информация и информация из базы данных формализуются в виде взвешенного графа, где вершины графа (S_i) – это станции, а перегоны и переходы между ними – ребра графа. Роль веса ребра выполняет время (t_i) прохождения перегона/перехода.

В качестве примера, показана одна из самых несложных, но уже содержащих две линии метро, схема Новосибирского метрополитена (рис. 1).

Для работы алгоритма Дейкстры (определение кратчайшего пути между двумя вершинами графа) необходимо чтобы граф был взвешен и ориентирован. В штатной ситуации, когда все участки работают, мы знаем маршруты двупутного и однопутного движения. Но в случае сбоя эта схема может быть нарушена, и требуется выстроить новый ориентированный граф.

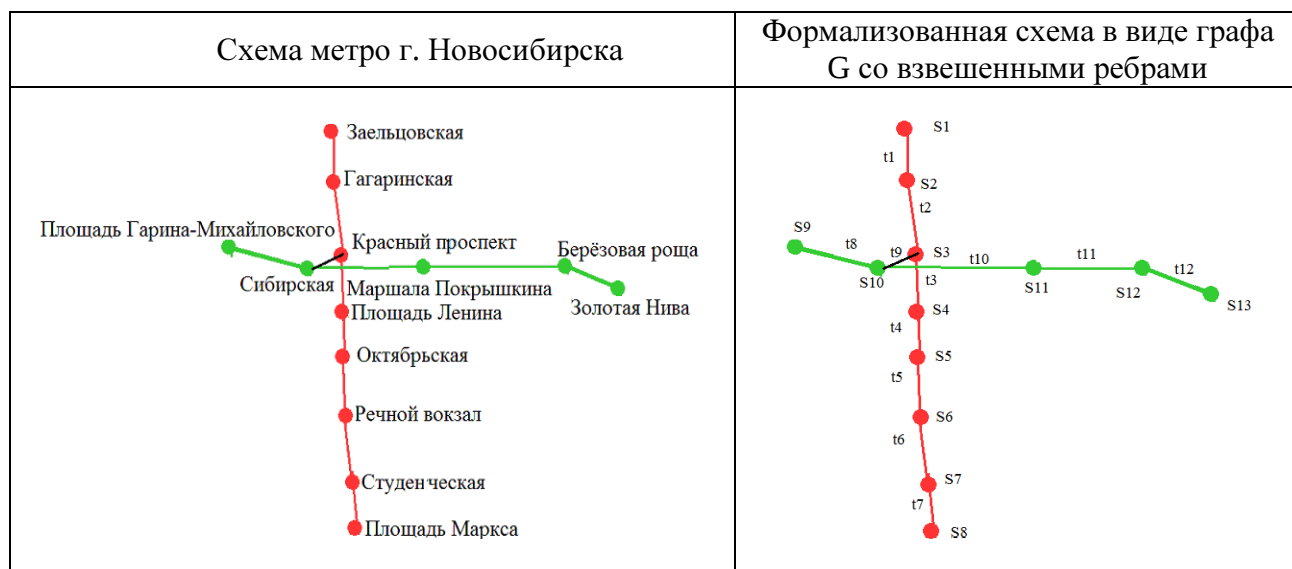


Рис. 1

Для этого был разработан новый алгоритм:

1. Программа на основании введенных данных формирует для каждой линии маршруты движения по I и II путям.
2. Программа, сравнивая маршруты движения по I и II путям, формирует маршруты двупутного движения, отдавая им предпочтение.
3. Программа, сравнивая маршруты движения по I и II путям и двупутного движения, формирует маршруты однопутного движения.

Тем самым в программе определяется новый ориентированный граф, учитывающий все сбойные ситуации. После этого применяем алгоритм Дейкстры: строим по графу ту ветку, по которой суммарное время в пути будет минимальным.

Каждое время t_i вычисляется по следующей формуле:

$$t_i = t_{\text{ст}} + t_{\text{ух}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{вх}}$$

где $t_{\text{ст}}$ – время стоянки поезда на станции; $t_{\text{ух}}$ – время ухода поезда со станции в туннель; $t_{\text{пер}}$ – время проезда поезда по перегону; $t_{\text{вх}}$ – время входа поезда на станцию из туннеля; $i = 1 \div n$, где n – количество станций.

Тогда пусть время в пути ($T_{\text{пути}}$) – время, которое пассажир затратит на движение от одной станции до другой. Это время следует минимизировать. Тогда целевая функция имеет следующий вид:

$$T_{\text{пути}} = t_1 + t_2 + \dots + t_n \rightarrow \min.$$

Результат выводится на экран. Общее время работы алгоритмов программы не занимает больше 2-3 минут.

Теперь подробнее про базу данных: в ней есть информация про метрополитены городов России (это Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Нижний Новгород, Самара, Екатеринбург, Казань, Волгоград), а также Вашингтона и Нью-Йорка (США).

Одна элементарная база данных (т.е. база данных про один метрополитен) содержит минимум 3 таблицы, связанные между собой: одна таблица «Депо», одна таблица «Тип линий» и одна и более таблица «Линии». В программе есть возможность модификации базы данных в случае ввода в строй новых станций метрополитена, а также пополнения базы данных абсолютно новыми метрополитенами, в случае их ввода в строй.

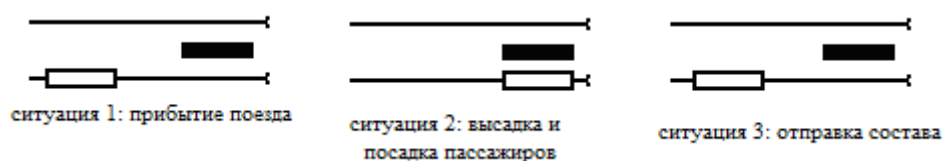
Преимущества моей программы:

- Программа координирует как маршруты двупутного* движения, так и однопутного** движения. *(При закрытии центрального участка Замоскворецкой линии работали только двупутные маршруты: Речной вокзал – Белорусская и Новокузнецкая – Красногвардейская. А ведь работы велись только на перегоне Театральная – Тверская. Насколько было бы удобней, если бы работал однопутный маршрут Белорусская – Маяковская и Маяковская – Тверская).*
- В представляемую схему метро можно быстро и легко вносить изменения маршрутов. *(Для сравнения, 28 августа была открыта 186 станция Московского метрополитена «Новокосино», при этом изменения в схеме метро в Яндексе появились 29 августа, а на официальном сайте метро их нет до сих пор (на 10 сентября 2012г)).*
- Программа имеет психологический и экономический эффекты. *(Это возможность избежать паники, давки, а также возможность сократить неверно принятых решений сотрудниками метрополитена.)*
- Программа также имеет дружеский интерфейс.

*поезд на конечной станции переходит на параллельный путь для отправления в противоположную сторону:



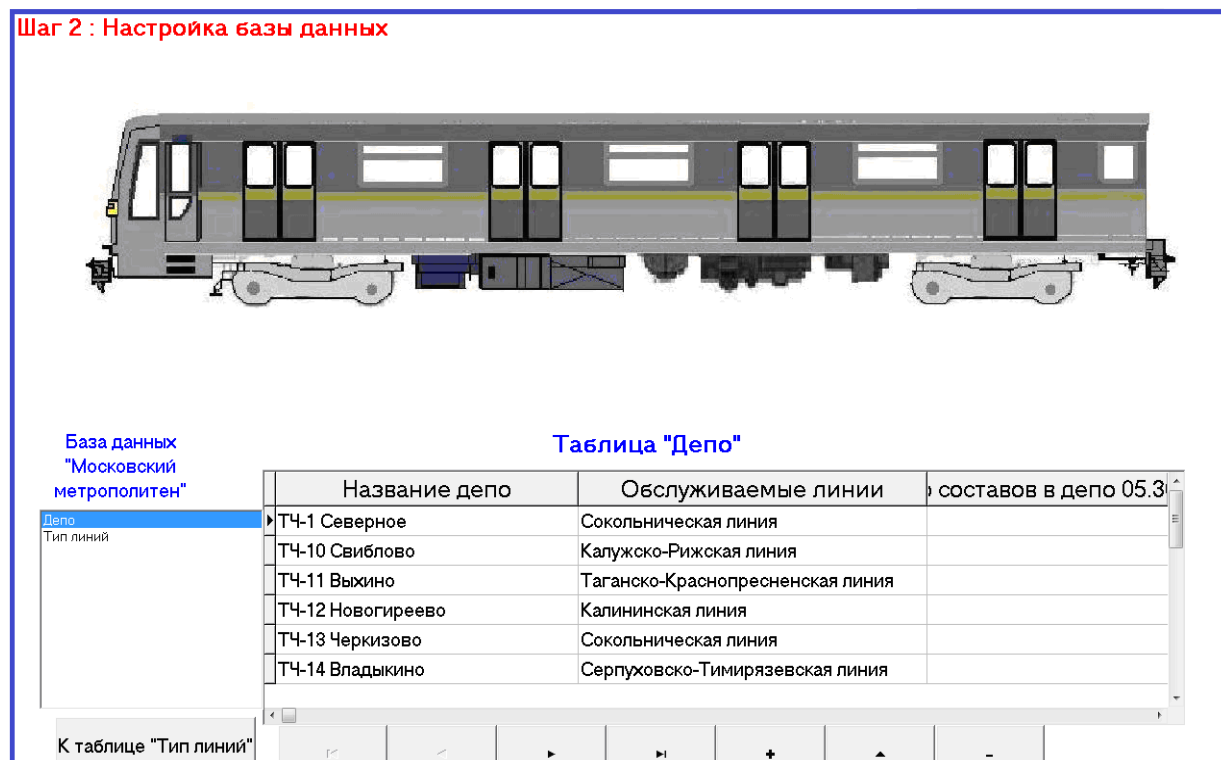
**поезд на конечной станции отправляется в противоположную станцию, не переходя на противоположный путь



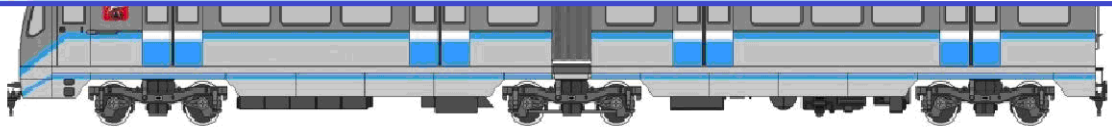
Интерфейс:



Главное меню программы



Модификация таблицы «Депо» Московского метрополитена



"Екатеринбургский метрополитен"

Таблица "Неработающие участки"

Название линии	Линия 1
Неработающие станции	Проспект Космонавтов.
Неработающие перегоны	Все перегоны работают
Неработающие оборотные устройства	Все оборотные устройства работают

Таблица "Маршруты движения"

Название линии	Линия 1
Двупутное движение	Проспект Космонавтов-Ботаническая;
Однопутное движение по I пути	нет маршрута
Однопутное движение по II пути	нет маршрута
Станции, которые "поезд проследует без остановки"	Проспект Космонавтов

Перейти к координации пассажирских потоков
Закончить

*Координация действий Екатеринбургского метрополитена
при неработающей станции «Проспект Космонавтов»*

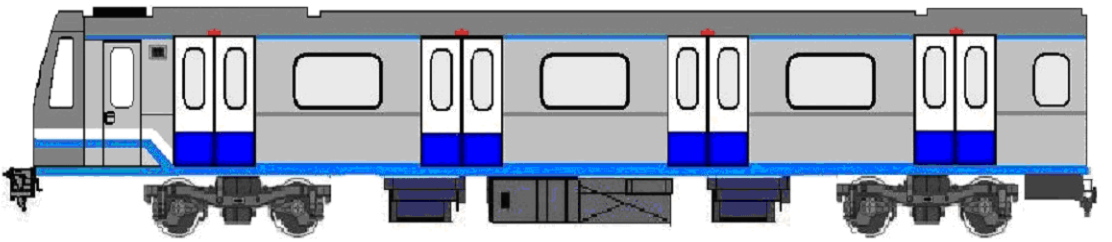


"Координация действий метрополитена в сложившейся нештатной обстановке"




Нижегородский метрополитен

Шаг 2 : Настройка базы данных : графические схемы



Текущий логотип:



Задание логотипа Нижегородского метрополитена



Схема Московского метрополитена (на 09.09.12):

Показан путь от станции метро «Бауманская» до самой новой 186-ой станции Московского метрополитена «Новокосино»

Программа была протестирована в марте 2012 года на примере Московского метрополитена.

Говоря о перспективах развития программы, стоит отметить, что при незначительных доработках программный комплекс может быть использован:

- для работы с наземным общественным и железнодорожным транспортом;
- в системе ГИС;
- результат работы программы может быть выведен в интернет для удобства пассажиров метро.

Автор: Щетинин Григорий Александрович, ГБОУ СОШ №444 с углубленным изучением математики, информатики, физики, г. Москва, 11 класс

Научный руководитель: Романова Татьяна Николаевна, доцент кафедры «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии» МГТУ им. Н.Э. Баумана, кандидат физико-математических наук

Статистические методы в среде LabView

ЭЙВАЗОВ А.Г.

ПЕТРОСЯН О.Г.

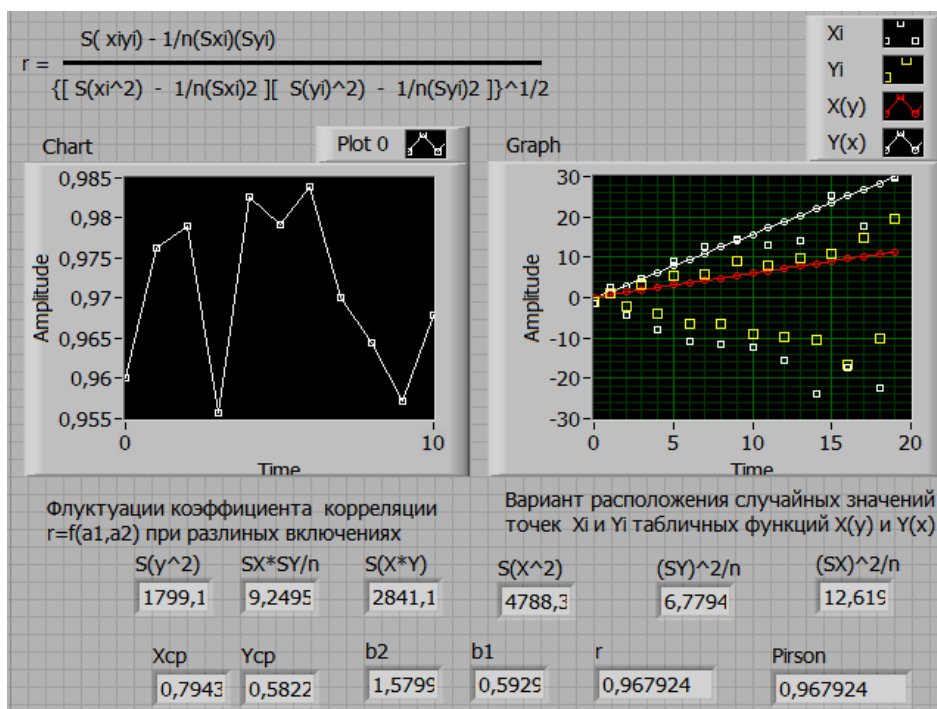
Программный пакет LabView – это графический редактор, направленный, в частности, на решение ряда задач с применением статистических методов.

Дело в том, что пользование программным пакетом LabView не предполагает какой либо специальной подготовки и вполне доступен для учащихся старших классов, которые имеют устойчивое желание научиться программировать и которые готовы потратить часть своего свободного времени на ознакомление и изучение графического редактора LabView.

Среда LabView – это расширяющийся мир виртуальных приборов (ВП). Программы LabView называются Виртуальными Приборами, так как они функционально и внешне напоминают реальные приборы. ВП состоит из двух частей: лицевой панели и блок-диаграммы. Лицевая панель (Приложение 1) – это имитация лицевой панели традиционных приборов (генераторы, измерительные приборы, осциллографы). На лицевой панели размещаются ручки управления, кнопки, графические индикаторы и другие элементы. Пользователь вводит данные, используя мышь и клавиатуру, а затем видит результаты действия на мониторе.

Приложение 1.

Лицевая панель ВП для нахождения коэффициента корреляции



Блок-диаграмма (Приложение 2) является исходным программным кодом ВП. Компоненты блок-диаграммы – это встроенные функции LabView: константы и структуры управления выполнением программы.

Объекты на лицевой панели автоматически наносятся на блок-диаграмму в виде соответствующих терминалов, которые соединяются между собой проводниками. Потоки данных и связь между управляющими элементами и индикаторами осуществляется с помощью проводников.

Содержание исследования – это нахождение статистической связи между двумя линейными функциями, заданных в виде таблиц в среде LabView.

Таблично заданная функция – это числовые характеристики результата совместных измерений физических величин X и Y (например, зависимость тока I от напряжения U). Если аргументом функции Y является переменная X , значения которой устанавливаются в процессе измерения, то аргумент X называется независимой переменной, а численные значения функции Y рассматриваются как случайные величины. И наоборот, если устанавливаются значения Y , то численные значения X рассматриваются как случайные величины. Рассмотрим выражения

$$Y - Y_{cp.} = b_1(X - X_{cp.}), \quad (1)$$

здесь X независимая переменная, а Y будет зависеть от того какое значение примет X и выражение

$$X - X_{cp.} = b_2(Y - Y_{cp.}), \quad (2)$$

где Y независимая переменная, а X будет зависеть от того, какое значение примет Y .

Выражения (1) и (2) это уравнение прямой линии, построенные на основании экспериментальных данных в процессе измерения.

$X_{cp.} = (\sum X_i)/n$ – это среднее значение экспериментальных данных, полученные при установке или измерении X_i ;

$Y_{cp.} = (\sum Y_i)/n$ – это среднее значение экспериментальных данных, полученные при установке или измерении Y_i .

Однако, возможен вариант, когда X и Y одновременно являются случайными величинами.

Исследование статистических зависимостей позволяет проанализировать связь между прошлым и настоящим, сделать прогноз на будущее в таких жизненно важных областях как экономическая целесообразность проекта, социология, демография, динамика изменения курса валют и т. д.

Моделирование генерации линейного ряда чисел x_i и y_i для формирования табличных данных и приведение их к виду (1) и (2) осуществляется с помощью следующих выражений:

$$y=2t-1, \quad (3)$$

$$x=0.5t+0.5. \quad (4)$$

где t принимает значения $1, 2, 3, \dots, n$, n – число измерений.

Для инициирования «случайного разброса» входных данных x_i и y_i вводятся с помощью генератора случайных чисел управляемые «подшумливающие» знакопеременные коэффициенты $a1$ и $a2$. Выражения (3,4) при этом принимают вид:

$$y = a1*2*t-1; \quad (5)$$

$$x = 0.5*a2*t+0.5 \quad (6)$$

Коэффициенты $a1$ и $a2$ – это функции, которые генерируют независимо друг от друга случайные числа в диапазоне 0-1. С помощью числовых управляющих элементов можно регулировать уровень «подшумливания», а функция $\cos(\pi \cdot t)$ (Приложение 2) делает «подшумливание» знакопеременным.

Реализация уравнений (5, 6) задаёт табличную функцию, в которой x_i и y_i имеют некоторую «неоднозначность» результатов «измерения», причём эта неоднозначность при каждом новом включении программы будет зависеть только от числовых характеристик коэффициентов $a1$ и $a2$.

Графики функций (1) и (2) – это прямые линии на плоскости. Коэффициенты b_1 и b_2 определяются по формулам:

$$b_1 = \frac{\sum x_i y_i - 1/n(\sum x_i)(\sum y_i)}{\sum x_i^2 - 1/n(\sum x_i)^2};$$

$$b_2 = \frac{\sum x_i y_i - 1/n(\sum x_i)(\sum y_i)}{\sum y_i^2 - 1/n(\sum y_i)^2};$$

Для вычисления этих коэффициенты, надо вычислить суммы, входящие в эти выражения. Фрагмент блок-диаграммы помещён в «структуру» (Приложение 2), которая осуществляет цикличность процесса, т.е. повторяет процедуру генерации табличных данных N раз (N – это целое число, которое определяет количество пар чисел X_i и Y_i в таблице).

На выходе структуры с помощью различных арифметических функций вычисляются коэффициенты b_1 и b_2 . Если влияние коэффициентов a_1 и a_2 исключить, то статистическая связь между X и Y меняться не будет, и численные значения b_1 и b_2 будут оставаться неизменными.

Для того, чтобы смоделировать случайный разброс табличных данных коэффициенты a_1 и a_2 должны обновляться после каждой итерации, и данные табличной функции (X_i и Y_i) после завершения цикла также будут обновляться.

Изменение статистической зависимости можно наблюдать на экране осциллографа, и оно характеризуется безразмерной величиной « r », которая называется – *коэффициентом корреляции*. Численное значение « r » определяется из выражения:

$$r = \frac{\sum x_i y_i - 1/n(\sum x_i)(\sum y_i)}{\{[\sum x_i^2 - 1/n(\sum x_i)^2][\sum y_i^2 - 1/n(\sum y_i)^2]\}^{1/2}}$$

Коэффициент корреляции « r » может принимать значения от -1 до 1.

На экране осциллографа показан график «случайного» изменения коэффициента корреляции « r » в зависимости от «случайных» изменений табличных данных после завершения цикла.

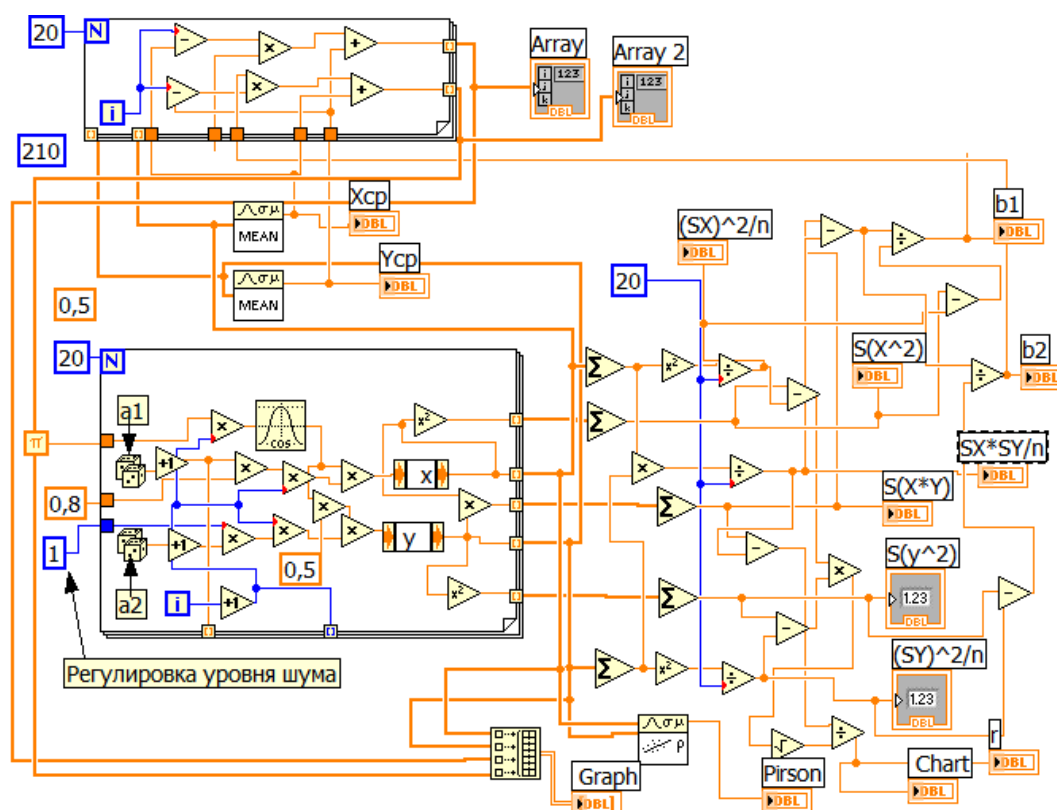
Чем меньше результирующее влияние коэффициентов a_1 и a_2 на числовые характеристики табличных данных, тем меньше становятся флуктуации величины « r ». Программный пакет LabView – это очень удобный и привлекательный графический редактор, особенно для начинающих, так как не требует специальной подготовки.

Книга Дж. Тревиса и Дж. Кринга «LabView для всех» последовательно продвигает читателя в тайны графического программирования.

Знакомство с массивами, структурами, осциллограммами, экспресс-функциями открывает новый увлекательный мир для непосвящённых и профессионалов.

Приложение 2.

Блок-диаграмма ВП. Программное решение задачи с использованием графического редактора LabView



Автор: Эйвазов Араз Гаджихмедович, ГБОУ лицей №1560 г. Москва, 11 класс

Научный руководитель: Петросян Олег Гарегинович, доцент кафедры «Информационно-измерительные системы МГТУ им.Н.Э. Баумана, кандидат технических наук

Система учета выполнения заказов

ЮЗОВ М.В.

АКСЕНОВА Т.Г.

В настоящее время проблема учета заказов на предприятиях является весьма актуальной, так как в большинстве случаев возникают трудности с отслеживанием состояния выполненных заказов. Возникают они из-за того, что на предприятиях недостаточно широко используются системы автоматического учета и контроля.

Целью данного проекта является автоматизация процесса обмена информацией о заказах между исполнителями в цехе, менеджерами в офисе, использующими программу «1С: Предприятие 8.1 Управление торговлей» в офисе и клиентами автотехнического центра «Мотортехника», который занимается обработкой деталей двигателей внутреннего сгорания основными методами машиностроения.

Существует несколько методов реализации поставленной цели:

- Установка на компьютер в цехе программы «1С:Предприятие 8.1» с клиентской лицензией

Стоимость – около 30000 руб. (т. к. 2 цеха).

- Использование «1С – Битрикс» (система управления содержимым, интегрированная с программой «1С-Предприятие»).

Стоимость – более 20000 руб.

Я предложил третий метод: использовать дополнительную базу данных, взаимодействующую с программой «1С:Предприятие».

Этот способ представляет собой использование сервера с базой данных, которая взаимодействует с программой «1С:Предприятие». В качестве сервера используется компьютер, установленный в цехе. Рабочий, используя этот компьютер, получает доступ к базе данных через web-интерфейс, что позволяет ему просматривать план работы и проставлять отметки о выполнении.

Периодически происходит обмен данными между цехом и программой «1С», а также выгрузка информации на сайт, где клиенты, указав номер заказа, могут узнать его статус. Компьютеры офиса и цеха объединены в сеть и имеется выход в Интернет для связи с сайтом. При использовании этого метода денежные затраты минимальны.

На компьютер в цехе был установлен пакет программ ХАМРР, так как требовался сервер с базой данных, в которую будет выгружаться информация о заказах из программы

«1С:Предприятие». Также XAMPP содержит web – сервер Apache, необходимый для работы веб – интерфейса. БД сайта и внешняя БД основаны на СУБД MySQL. Программный модуль 1С, написанный на встроенном языке программирования, необходим, чтобы выгружать информацию о заказах из программы «1С: Предприятие» в базу данных, расположенную на сервере в цехе.

Также задачей модуля является загрузка изменений (т.е. обновление статуса заказа) из базы данных в программу «1С:Предприятие». Еще одна задача модуля – выгрузка информации на сайт. Обмен между цехом и офисом происходит каждые 10 секунд, выгрузка на сайт – каждые 5 минут. Эти интервалы можно корректировать в зависимости от нагрузки на систему.

Для создания web – интерфейса были использованы язык программирования PHP и таблица каскадных стилей (CSS). Для создания сайта также были использованы те же средства.

Главная страница системы содержит форму для авторизации. Поле «Фамилия» представлено выпадающим списком, в котором указаны фамилии рабочих. Выбрав фамилию, рабочий вводит пароль и попадает в «Личный кабинет», где отображается его дневной план работы. Пользователь отмечает флажком выполненные заказы и нажимает кнопку «ОК». Клиенты могут проверить статус своего заказа с помощью специальной формы на сайте.

Преимущества системы:

- низкая себестоимость (для развертывания не требуются мощные компьютеры, используется только свободно – распространяемое ПО);
- простота в освоении (сотрудники освоили ее за 2 дня);
- кроссплатформенность (возможность использования как на windows, так и на UNIX системах);
- широкая сфера применения (может функционировать практически на любом предприятии, использующем программу 1С);
- универсальность (приложение легко трансформируется под конкретные задачи какого-либо предприятия);
- перспектива развития (На сегодняшний день разработка подобных систем является весьма перспективным направлением, так как компания «1С» практически является монополистом в данной области).

Разработанная система полностью отвечает требованиям, поставленным перед ней. Она позволяет предприятию сэкономить рабочее время сотрудников, автоматизировать и

ускорить процесс обмена информацией о заказах между исполнителями в цехе, менеджерами в офисе и клиентами.

За 8 месяцев эксплуатации в АТЦ «Мотортехника» система зарекомендовала себя как удобный инструмент, позволяющий повысить качество обслуживания клиентов и производить более эффективный контроль производственного процесса.

Список литературы:

1. Радченко М.Г. 1С: Предприятие 8.1 Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы. СПб. 1С-Паблишинг, 2008.

Автор: Юзов Максим Валерьевич, МОУ СОШ «15, Московская область, г. Егорьевск, 11 класс

Научный руководитель: Аксенова Татьяна Геннадьевна, учитель информатики школы №15, г. Егорьевск

**Сборник трудов
«Лучшие научно-исследовательские
проекты школьников г. Москвы»**

Научное издание

Все материалы сборника публикуются в авторской редакции
Ответственность за содержание материалов принадлежит авторам

Центр довузовской подготовки МГТУ им. Н.Э.Баумана
105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1
Тел.: (499) 263-61-39
E-mail: cdp@bmstu.ru

Подписано в печать 26.11.2012. Формат 60x84/16.
Печ. л. 9,25.
Тираж 300 экз.

Типография МГТУ им. Н.Э.Баумана
105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1
Тел. (499) 263-62-01