

Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики
ГОУ ВПО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»



Сборник научных трудов

**V Республиканской конференции
молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения
студентов, аспирантов, молодых ученых
строительно-архитектурной отрасли» (19 апреля 2019 г.)**

Том 1: Фундаментальные науки

Макеевка, 2019

Сборник научных трудов V Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» (19 апреля 2019 г.): В 3-х т. Т. 1: Фундаментальные науки. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2019. – 173 с.

Сборник содержит 40 научных работ участников V Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли».

УДК 5(063)
ББК 2я43

Печатается по решению Ученого совета ГОУ ВПО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ», протокол № 10 от 27 мая 2019 г.

Сборник подготовлен по материалам V Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» (19 апреля 2019 г.), представленным на секциях: «Физика», «Математика», «Физико-химическое материаловедение», «Прикладная химия».

Редакционная коллегия:

- | | |
|------------------|---|
| Зайченко Н.М. | – ректор академии, д.т.н., профессор; |
| Нездойминов В.И. | – проректор по учебной работе, д.т.н., профессор; |
| Мущанов В.Ф. | – проректор по научной работе, д.т.н., профессор; |
| Назим Я.В. | – проректор по научно-педагогической работе и международным связям, к.т.н., доцент; |
| Левченко В.Н. | – проректор по научно-педагогической и воспитательной работе, к.т.н., профессор; |
| Братчун В.И. | – заведующий кафедрой автомобильных дорог и аэродромов, д.т.н., профессор; |
| Шажко Я.В. | – заместитель директора по науке ГУ «Институт физики горных процессов», к.т.н.; |
| Улитин Г.М. | – заведующий кафедрой высшей математики им. В.В. Пака ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», д.т.н., профессор; |
| Александров В.Д. | – заведующий кафедрой физики и физического материаловедения, д.х.н., профессор; |
| Шевченко О.Н. | – заведующая кафедрой прикладной химии, к.х.н., доцент; |
| Котов Г.А. | – заведующий кафедрой высшей математики и информатики, к.ф.-м.н.; |
| Ищенко А.В. | – доцент кафедры естествознания и безопасности жизнедеятельности ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского», к.х.н., доцент. |

© ГОУ ВПО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»	6
Гром А.В., Прокопенко Е.В., Масло С.В. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С УЧЕТОМ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ	6
Юрко Ю.С., Прокопенко Е.В. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ПРОГРАММНО- МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОРОДНОГО ОТВАЛА.....	10
Данильчук К.М., Руссиян С.А. СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ И ИХ АЛГОРИТМЫ.....	14
Агуреев К.Д., Максименко Д.В. ИНВЕРСИЯ – КАК РЕШЕНИЕ ПРОЕКТИРОВОЧНОЙ ПРОБЛЕМЫ	20
Труш П.С., Шитов А.А. ЗАДАЧА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ	23
Нырков Н.Ю., Пустовая Ю.В. ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФОВ ПРИ РЕШЕНИИ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ	27
Петрунько А.О., Галибина Н.А. МОДЕЛЬ ЛЕОНТЬЕВА МНОГООТРАСЛЕВОЙ ЭКОНОМИКИ	34
Бардина А.С., Жмыхова Т.В. ВЛИЯНИЕ МАТЕМАТИКИ НА АРХИТЕКТУРНЫЕ СТИЛИ: ОТ ДРЕВНЕГО ЕГИПТА ДО НАШИХ ДНЕЙ ..	38
Мищенко А.С., Чудина Е.Ю. ЗАДАЧА О ПРИЛЕЖНОМ СТУДЕНТЕ И ЕЕ РЕШЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ КРИТЕРИЕВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	48
Самарец Л.Д., Чудина Е.Ю. МЕТОД ДЕРЕВЬЕВ В ТЕОРИИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ	54
Гузенко Ю.И., Галибина Н.А. ВАСИЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ ЛЕОНТЬЕВ – ВЕЛИКИЙ УЧЁНЫЙ КАК МАТЕМАТИК И ЭКОНОМИСТ	59
Жеванов В.В., Кононыхин Г.А. ГЛАВНЫЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК ИПММ НАН УКРАИНЫ, ДОКТОР ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР ГОРР ГЕННАДИЙ ВИКТОРОВИЧ	62
Кротинова В.Н., Сергеев Е.К. ХАРЛАМОВА ЕЛЕНА ИВАНОВНА	65
Волощук И.Е., Сергеев Е.К. ЧИСЛО ЭЙЛЕРА.....	69

Саенко С.А., Кононыхин Г.А. ВКЛАД В МЕХАНИКУ А.М. КОВАЛЕВА	73
СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»	77
Найманова А.Р., Шевченко О.Н., Малинина З.З. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОСТАТОЧНОГО АКТИВНОГО СВОБОДНОГО ХЛОРА В ВОДЕ КРЫТОГО БАССЕЙНА С ЦЕЛЬЮ КОНТРОЛЯ ЕГО УРОВНЯ.....	77
Парасюк К.В., Шевченко О.Н. ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ИНДЕН-КУМАРОНОВОЙ ФРАКЦИИ.....	80
Немыткина К.С., Самойлова Е.Э. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПАКОВКИ, УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ТБО	83
Скорик Д.С., Сохина С.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ РЕЗИНЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	88
Петров Н.А., Ташкинов Ю.А. СОВРЕМЕННАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ	92
Сергеева К.Д., Демяненко И.В. ВЛИЯНИЕ СУШКИ НА АНТИОКСИДАНТНУЮ АКТИВНОСТЬ РЯБИНЫ ШВЕДСКОЙ	95
Соколов Д.Г., Муконина Е.В. ОСОБЕННОСТИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ КУМАРИНА	98
Черенкова Е.Р., Демяненко И.В. КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПЛОДОВ, ЛИСТВЕННОЙ И ДРЕВЕСНОЙ МАСС РЯБИНЫ ШВЕДСКОЙ	104
Жеванов В.В., Ташкинов Ю.А. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-ПРИНТЕРОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	107
Кротинова В.Н., Ташкинов Ю.А. СТРОИТЕЛЬСТВО ЭКО-ДОМА	111
Мех Д.И., Печенева А.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИРПИЧА-ХАМЕЛЕОНА	116
Пауков Н.С., Печенева А.В. ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЗРАЧНОГО БЕТОНА	119
Саенко С.А., Муконина Е.В. УМНЫЙ БЕТОН.....	122
Счастный О.С., Сохина С.И. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ БЕТОНЫ В ОБЛЕГЧЕННОМ ВАРИАНТЕ.....	126
Фролов О.С., Печенева А.В. «СТЕКЛЯННАЯ» СТАЛЬ.....	130

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»	134
Басенко Л.М., Алимов В.И. ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ХОЛОДНОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ИЗНОС ИНСТРУМЕНТА В КОРРОЗИОННОАКТИВНЫХ СРЕДАХ	134
Волощук И.Е., Колесникова А.А., Сорока В.А. ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК CVD – АЛМАЗА	141
Аксенов В.И., Малащенко Т.И. ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОЧНОСТЬ СТАЛИ И СПЛАВОВ	148
Ванин В.А., Малащенко Т.И. УЛУЧШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСОВ ТОКА.....	150
Брегеда А.В., Савченко Т.А. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ	152
Струченкова Я.В., Савченко Т.А. КРИТИЧЕСКИЕ «ТОЧКИ ЧЕРНОВА».....	155
Филимонов Д.В., Соболев О.В. БЕЗВОЗДУШНЫЕ ШИНЫ. ОБЗОР	157
Сафронова Э.А., Савченко Т.А. АВТОМОБИЛЬ НА ВОДОРОДЕ	163
Казначеев Б.Е., Греднев Д.С. ФИЗИКА В МУЗЫКЕ	166
Пак М.О., Добрынин Б.В., Греднев Д.С. ВЛИЯНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН НА ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ И ЗДАНИЙ	169

УДК 621.271.4:004.422.833

Гром А.В.,

студ. группы ПМК-15, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководители: Прокопенко Е.В.,

к.т.н., доцент кафедры прикладной математики,

Масло С.В.,

преподаватель кафедры компьютерных информационных технологий,

ГОУ ВПО «ДонАУиГС»

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С УЧЕТОМ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Аннотация. В данной статье рассматривается концепция взаимосвязи формирования техногенного месторождения (породного отвала) с развитием горных работ.

Ключевые слова: техногенное месторождение, ярус, объем породы, технологическая цепочка.

Введение. В настоящее время внимание промышленности, как в дальнем, так и в ближнем зарубежье вновь обращается к породным отвалам угольных шахт, т.к. отвальные породы могут представлять интерес в качестве источника вторичного минерального сырья. Технология формирования породного отвала предусмотрена с выполнением мероприятий по предупреждению самовозгорания отвальной массы. При формировании ярусов учитываются следующие факторы: время работы шахты, максимальная высота отвала. Данная технология формирования породного отвала предполагает проектное наращивание отдельного яруса в случае, если предусмотрены все технологические мероприятия, что не всегда выполняется при отсыпке пород на отвал. В основном это связано с тем, что породы в отвал отсыпаются в различных

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

соотношениях литологических разностей, которые определить или прогнозировать достаточно сложно.

Проектирование отвалообразования необходимо осуществлять с учетом всех возможных факторов и особенностей вскрышного массива месторождения, состояния основания, которые могут оказать влияние на устойчивость отвала, степень его воздействия на окружающую среду [1].

По технологии отвалообразования порода насыпается на отвал последовательно небольшими порциями (дискретно), т.е. за определенное время и в определенном месте, в соответствии с планограммой развития горных работ (рис. 1).

Особое место в этой цепочке занимает плановое выполнение маркшейдерских съемок породного отвала. В период между съемками можно составить схему отсыпки пород на отвал, а также предусмотреть порядок насыпки породы из конкретного проходческого забоя, который соответствует отрабатываемому в данный период времени пласту. Зная литологический состав пород отрабатываемого пласта, а также технологию и порядок отправки породы на отвал, можно составить хронолитологическую карту породного отвала.

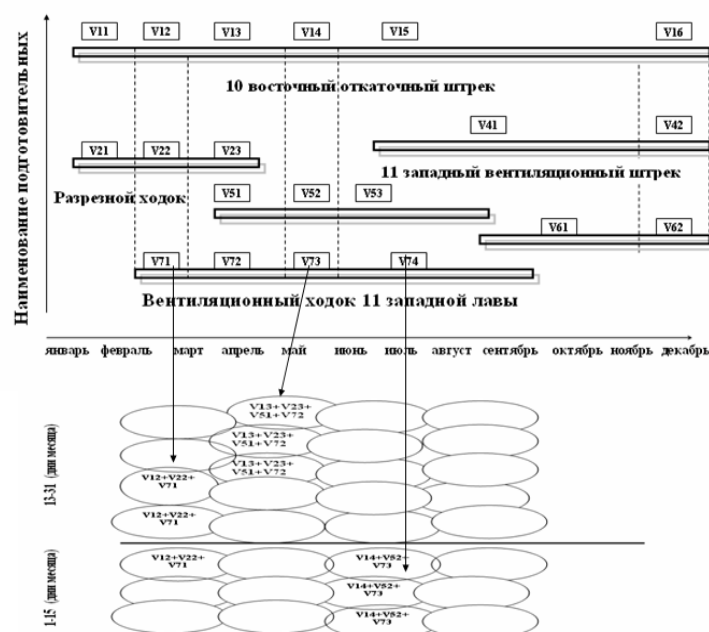


Рис. 1. Технология и порядок отправки породы на отвал из проходческих забоев

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Следовательно, систематизированная отсыпка породы по определенной схеме позволяет найти местоположение породной массы с конкретного горнопроходческого участка с одновременной характеристикой состава пород, отсыпаемых на отвал.

Этот технологический процесс представлен на рисунке 2, где параметры V_1, V_2, \dots, V_i определяют единичный объем породы, отсыпаемой на отвал. Под единичным объемом подразумевается такое количество породы, которое осыпается на отвал в период, равный декаде или одному месяцу. Период отсыпки породы на отвал можно регулировать в зависимости от постановки той или иной задачи. Цифрами 1...15 (работали К забоев) и 16...31 (работали К1 забоев) показано, что данный период насыпки рассматривается в течение одного месяца с интервалом в 15 дней.

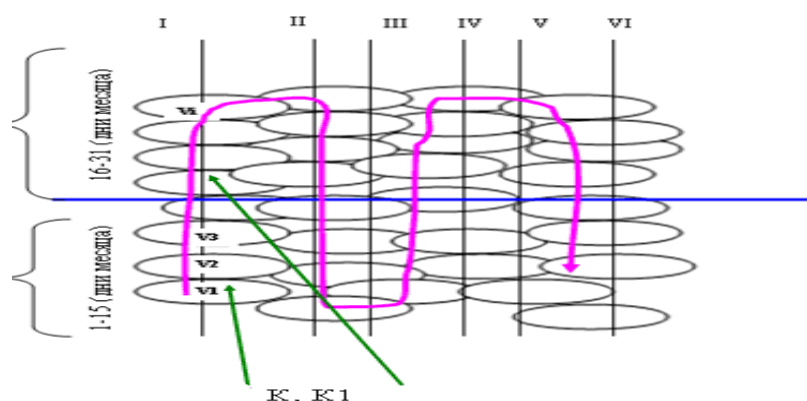


Рис. 2. Схема систематизированной отсыпки породы на отвал

I, II, III...VI – номер месяца; К, К1 – количество забоев, работающих в данный период времени. Так как порода поступает с конкретного забоя в определенное место отвала, то данную технологическую цепочку можно представить с математической точки зрения в виде следующей зависимости:

$$B = \sum_{i=T1}^{T2} \sum_{j=1}^k (t_i, f_j, x_j, y_j, z_j, \gamma_j), \quad (1)$$

где В – общая характеристика пород отвала;

T1 и T2 –соответственно начало и конец интервала передачи породы из конкретного проходческого забоя на отвал; k- количество работающих забоев; t_j -

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

момент передачи и складирования породы из забоя на отвал в определенное место;

f_j – свойства единичных объемов пород, извлекаемых из забоя (химические, физические);

x_j, y_j, z_j – координаты точек, указывающие расположение единичных объемов в определенном месте забоя; γ_j – случайная величина, зависящая от режима работы конкретного забоя (цикличность работы, аварийные ситуации, круглосуточный режим), а также от технологии ведения горных работ (БВР, с помощью комбайнов).

Выводы. Применительно к полученной выше информации можно сказать, что зная свойства горных пород, извлекаемых за определенный промежуток времени из ряда одновременно работающих проходческих забоев, можно формировать отвал как техногенное месторождение путем отсыпки извлеченной породы в определенное место яруса по определенной схеме с учетом его последующей рекультивации при непрерывном геомеханическом контроле устойчивости, несущей способности и осадок [2].

Литература

1. Вахмянин И.С. Разработка модели алгоритма управления информационными потоками в ситуационных центрах органов государственной власти / Вахмянин И.С., Ильин Н.И., Новикова Е.В. – Бизнес-Информатика №1(15). – 2011. – С. 3-9.

2. Прокопенко Е.В. Построение пространственной модели отвала с использованием программного пакета Surfer / С.В. Борщевский, Е.В. Прокопенко// Збірник наукових праць НГУ. – Національний гірничий університет, 2010. – №34, т.1. – С. 82-87.



УДК 622.14+681.332

Юрко Ю.С.,

студ. группы ПМК-15, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Прокопенко Е.В.,

к.т.н., доцент кафедры прикладной математики,

ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ПРОГРАММНО- МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОРОДНОГО ОТВАЛА

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы выбора программно-математического аппарата для создания геометрической модели породного отвала. Для рациональных решений данной модели был выбран пакет SURFER.

Ключевые слова: интерполяция, результат измерения, погрешность вычисления.

Введение. Автоматизация геолого-маркшейдерских работ [1, 2] неразрывно связана с применением компьютерных технологий. На каждом этапе решения конкретной задачи встаёт вопрос выбора наиболее эффективных средств обработки информации. При этом часто отдаётся предпочтение так называемым "стандартным", широко распространённым пакетам и программам, которые, однако, далеко не всегда являются действительно эффективными.

Постановка задачи. Для решения полномасштабных задач подобного рода используется математическое и программное обеспечение геоинформационных систем типа ArcView, MapInfo, AutoCad, Easy Trace и т. п., для эффективного функционирования которых требуются мощные производительные компьютеры.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Одним из наиболее рациональных решений, является использование пакетов фирмы Golden Software SURFER и GRAPHER для Windows.

Математическую основу пакета SURFER составляют восемь алгоритмов интерполяции двумерных функций в узлах регулярной сетки по исходным данным в произвольных точках области: Кригинг [3], инверсные расстояния, минимизация кривизны, радиальные базовые функции, полиномиальная регрессия, метод Шепарда (комбинация метода инверсных расстояний со сплайнами), триангуляция. Эта база позволяет решать широкий круг задач. В частности, триангуляция может быть использована для построения трехмерной поверхности по точным значениям данных геодезической съемки, а алгоритм полиномиальной регрессии - для анализа тренда поверхности. Расчет регулярной сетки может выполняться для файлов наборов данных X , Y , Z любого размера, а сама сетка имеет размеры 10000 узлов. Имеется возможность построения поверхности для функций, заданных в явном виде. При расчете поверхности и ее изображения можно определять границу территории произвольной конфигурации.

Для построения пространственной модели породного отвала, достаточно иметь набор точек, которые находятся на поверхности породного отвала с определенными координатами X , Y , Z , которые определяются в результате маркшейдерских съемок породных отвалов. Как известно, все измерения производятся с погрешностями. Для наиболее распространенных графических моделей, построенных на основе линейной интерполяции, можно считать, что минимальная погрешность прогнозирования признака с их помощью составляет, в среднем, примерно 0,8 от точности измерений.

Проверка выполнялась с использованием математической модели, которая представляла собой 5 концентрических окружностей с радиусами соответственно 1,2,...5 см. Были взяты точки на каждой окружности, найдены их высотные отметки на плане, а для каждой точки были найдены координаты X и Y (рис.1).

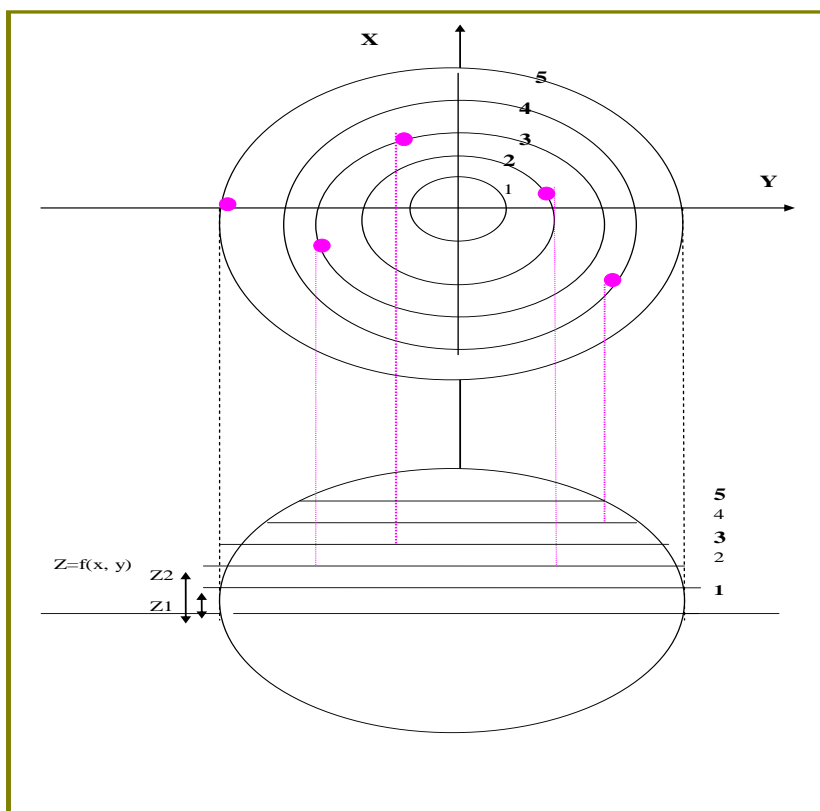


Рис.1. Схема для расчета оценки точности построения изолиний

Для оценки точности выполнено сравнение результатов вычисления с учетом отклонения от тестовой математической модели. Результаты построения данной модели с учетом различных методов интерполяции показаны ниже. В качестве критерия точности, который численно характеризует условия измерения, принимается средняя квадратическая ошибка, которая определяется по формуле Гаусса:

$$m = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}, \quad (1)$$

где m – средняя квадратическая ошибка;

n – количество измерений; $\Delta\Delta$ – разность между истинным значением измеренной величины и результатом измерения, возведенная в квадрат.

Выводы. Таким образом, так как существует несколько вариантов построения поверхности, основанных на использовании методов интерполяции, то на тестовой математической модели, был определен оптимальный метод

интерполяции, который наиболее точно описывает поверхность породного отвала.

Литература

1. М.Н. ДеМерс. Географические информационные системы / М.Н. ДеМерс. – Пер. с англ. Дата+, 1999. – 288 с.
2. Масюков А.В. Модификации интерполяционного метода Шепарда на основе фундаментальных решений. – Вестник ТвГУ, 2007г. – Серия: Прикладная математика (1[4]). – Стр. 99-112. ISSN 1995-0136.
3. Масюков А.В. Итерационный метод интерполяции, основанный на масштабируемом сглаживании / Масюков А.В., Масюков В.В. – Математическое моделирование, 2005. – т.17. – С.46-56.



УДК 51-3

Данильчук К.М.,
студ. группы ПИ-18а, ФКНТ, ГОУ ВПО «ДонНТУ»;
Руководитель: Руссиян С.А., доц., к. т. н.,
кафедра высшей математики, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ И ИХ АЛГОРИТМЫ

Аннотация. Рассмотрены различные системы представления чисел. Составлен алгоритм для исчисления римских чисел в виде программного обеспечения для ПК.

Ключевые слова: системы представления чисел, нумерал, алгоритм систем счисления.

Введение. Понятие о числе зародилось в глубокой древности, когда человек научился считать предметы: два дерева, семь быков и т.д. Сначала счёт вели на пальцах. В разговорной речи мы до сих пор иногда слышим: «Дай пять!», то есть подай руку. А раньше говорили: «Дай пясть!» Пясть – это рука, а на руке пять пальцев. Когда-то слово пять имело конкретное значение – пять пальцев пясти, то есть руки.

Позднее вместо пальцев для счёта начали использовать зарубки на палочках. А когда возникла письменность, для обозначения чисел стали употреблять буквы. Например, у славян буква А означала число «один» (Б не имело числового значения), В – два, Г – три, Д – четыре, Е – пять.

Постепенно люди стали осознавать числа независимо от предметов и лиц, которые могли подвергаться счёту: просто число «два» или число «семь». Наши предки использовали слово число и для указания на дату, год.

Таким образом, слова число и цифра различаются и по значению, и по происхождению. Число – единица счёта, выражающая количество (один дом, два

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

дома, три дома и т.д.). Цифра (ср.-лат. *cifra* от араб. *ṣifr* «пустой, ничего, нуль») – знак (символ), обозначающий значение числа [1].

Нумерал (представление числа) – символ или группы символов, которыми выражается число. Одно и то же число может представляться разными нумералами, например, 9 (десятичная), IX (римская) или 1001 (двоичная) – это одно и то же число, но представлено разными нумералами (именами).

Нумералы начались с унарной системы счисления. Измерялись они в «палочках». У данной системы есть замечательное свойство их очень легко складывать и не очень сложно перемножать. Но возникает проблема, когда нужно работать с относительно большими числами.

Египтяне придумали записывать данные числа в прямоугольник и заменять определенное количество “палочек” на другие более значимые символы. Такая форма записи сделала число более компактное. В итоге египтяне модифицировали унарную систему счисления.

Различные системы представления чисел могут быть более или менее удобны для выполнения различных операций. Также различные системы счисления имеют разную точность и могут демонстрировать различные множества чисел. Более мощные системы нумералов имеют более мощное представление чисел и могут предоставлять наиболее высокую точность вычислений.

Постановка задачи. Составить алгоритм для исчисления римских чисел в виде программного обеспечения для ПК.

Результат. Современные системы счисления позволяют представить достаточно большие или маленькие, положительные или отрицательные числа, а также ноль.

Считается, что появление нуля произошло в Индии в VII-IX веках и привело к окончательному формированию позиционной системы записи. В дальнейшем данная система использовалась в арабском мире и в 1202 г., когда вышла книга Леонардо Фибоначчи “*Liber Abaci*” (Либер Абачи). Этот способ записи и счёта начал проникать в Европу, где получил повсеместное

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

распространение только в XIV веке. В этой книге Леонардо Фибоначчи описал способ счёта с нулём в десятичной системе счисления, а до этого в Европе в основном использовалась римская система записи и счёта. Как известно, в римской системе не было нуля и отрицательных чисел, то есть римские цифры принадлежали только натуральному ряду чисел. Также данная форма записи чисел являлась непозиционной системой счисления, которая строится по принципу аддитивности (англ. *Add* – сумма) – количественный эквивалент числа определяется как сумма символов (цифр).

Операции над римскими числами производить было очень сложно и только некоторые учёные того времени могли это делать. Даже в наше время сложно напрямую производить операции над римскими числами, намного проще перевести римское число в арабское, произвести операцию над числами и перевести обратно в римское, получив точный результат. Однако есть одно замечание: результат будет точен в римской системе только тогда, когда он принадлежит её множеству (натуральному ряду). Если число будет отрицательным или равным нулю, то в римской системе счисления это является неопределенностью.

Пусть требуется умножить 126 на 37 (знаки действий будем употреблять современные; у римлян их не было, названия действий писались словами). Приходится умножать множимое на каждую цифру множителя отдельно, а затем складывать все произведения.

Такая техника выполнения умножения аналогична умножению многочленов [2]. На рис. 1 приведен пример умножения римских (а) и арабских (б) чисел, а также счётная доска «Абак» (в) применявшаяся для арифметических вычислений приблизительно с V века до н. э.

Однако, как видно из примера, римлянам не нужно было знать таблицу умножения, а уметь умножать только на 1, 5 и 10.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

a)

$$\begin{array}{l}
 \text{CXXVI} * \text{X} = \text{MCCLX} \\
 \text{CXXVI} * \text{X} = \text{MCCLX} \\
 \text{CXXVI} * \text{X} = \text{MCCLX} \\
 \text{CXXVI} * \text{V} = \text{DCXXX} \\
 \text{CXXVI} * \text{I} = \text{CXXVI} \\
 \text{CXXVI} * \text{I} = \text{CXXVI}
 \end{array}$$

MMMDCCCCCCCCCCLLXXXXXXXXXXXXXVVII=
=MMMMDCLXII = 4662

б)

$$\begin{array}{r}
 \times 126 \\
 37 \\
 \hline
 882 \\
 + 378 \\
 \hline
 4662
 \end{array}$$

в)




Рис. 1. Умножение римских (а), арабских (б) чисел и счётная доска «Абак» (в)

Арабская система счисления наиболее мощная, гибкая и удобная для математических операций, а разработанный авторский алгоритм реализации арифметических действий прост и интуитивен [3, 4].

1) Нужно перевести число из римской системы счисления в арабскую.

1.1) Переведем число почленно и представим его в виде массива, например, число XCIX – это 10, 100, 1, 10.

1.2) В римской системе счисления есть правило: если число стоит перед большим числом, то оно вычитается из большего числа, если число стоит перед меньшим или равным, то оно складывается. Изначально число равно 0. Идём с начала и проверяем $X < C$ ($10 < 100$), значит из 0 вычитаем 10, получаем -10, далее $C > I$, к -10 прибавляем 100, получаем 90, $I < X$, из 90 вычитаем 1 и получаем 89, и последнее число всегда прибавляем, $89 + 10 = 99$ – это и есть число, представленное в арабской (позиционной) системе.

2) После перевода римского числа в арабское производим над ним привычные нам операции.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

3) Переводим число обратно в римское.

3.1) Разбиваем число на разрядную сумму (1, 10, 100, 1000). Например, $123 = 100 + 20 + 3$. Это легко сделать: для этого нужно взять первое число справа и умножить на 10 в 0 степени, после добавить следующее число, умноженное на 10 в степени на 1 больше и так далее.

3.2) Далее мы почленно переводим: $100 = C$, $20 = 10 * 2 = XX$, $3 = 1 * 3 = III$ и, производя конкатенацию строк CXXIII, получаем наш результат.

Замечание:

1) Число, стоящее в младшем разряде, умноженное на 10, должно равняться или превышать число, стоящее в старшем разряде (это сделано для того, чтобы одно число можно было представить единственным образом).

Например, число 99 не равно IC ($100 - 1$), т.к. $1 * 10 < 100$, а равно XCIX ($90 + 9 = 99$).

2) В римской системе счисления один и тот же нумерал можно писать только 3 раза подряд, то есть III = 3, а IIII не равно 4 (после III века), чтобы представить число 4, 9, 40, 90, 400, 900 и т.д., нужно число представлять в виде разницы, а не в виде суммы, то есть $9 = IX$, $90 = XC$.

Демонстрация работы программы «Абак+», написанной на данном алгоритме представлена на рис. 2 (вычитание), рис. 3 (возведение в степень).

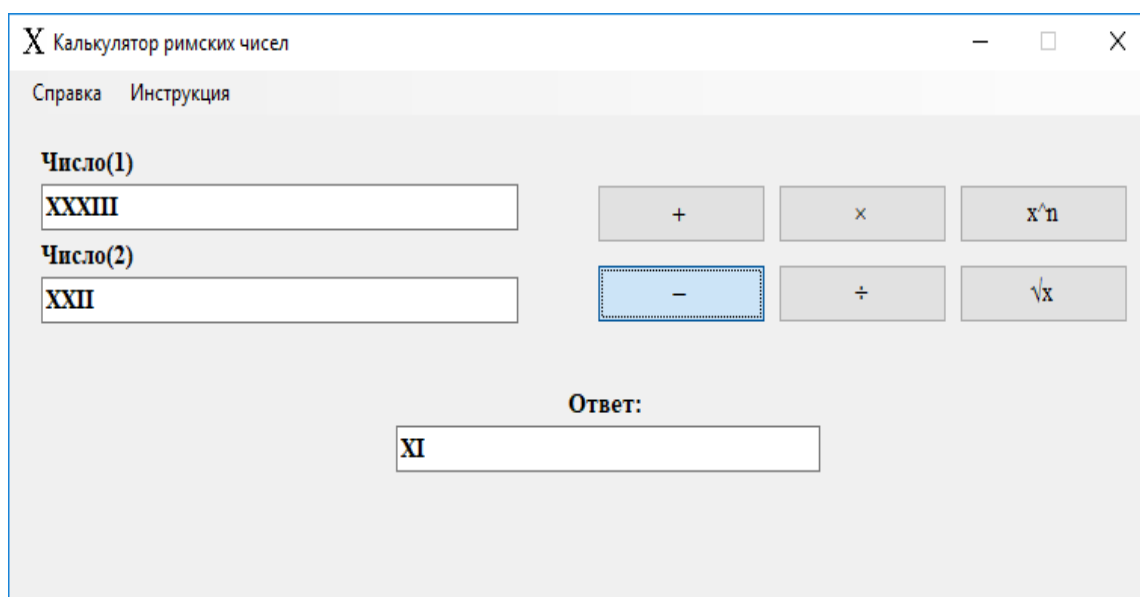


Рис. 2. Демонстрация работы программы «Абак+» – вычитание

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

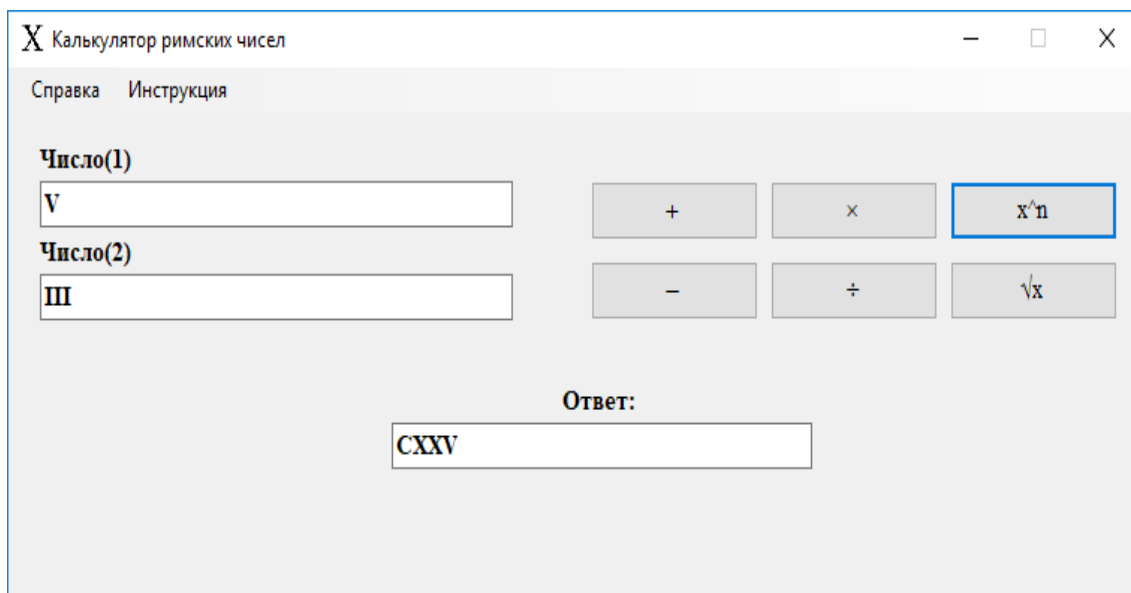


Рис. 3. Демонстрация работы программы «Абак+» – возведение в степень

Выводы. Вызывает удивление то множество цифр, выстроившихся, подобно солдатам в ряды, и лишь для того, чтобы участвовать в решении такого, по существу, пустякового примера как умножение 126 на 37. Такого рода примеры древние римляне решали, скорее всего, в уме, а может быть, на помощь им приходил абак, напоминающий русские счеты.

Стоит отметить трудолюбие и настойчивость наших далеких предков, которые шли к знанию тернистым путем и, преодолевая препятствия, создали стройную и ясную логическую науку, называемую современной математикой.

Литература

1. Наука и жизнь / [Электронный ресурс] // Официальный сайт. Режим доступа: <https://www.nkj.ru/archive/articles/17798/> (дата обращения 27.03.2019г.).
2. Волков А.М. Арифметические действия у древних римлян/ А.М. Волков. Наука и жизнь, э 5, 1970 г.
3. Голицына О.Л., Попов И.И. Основы алгоритмизации и программирования/ О.Л. Голицына, И.И. Попов. Учеб. Пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 432 с.



УДК 514.852

Агуреев К.Д.,

студ. группы ПТМу-366, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Максименко Д.В.,

к. ф.-м. н., доцент кафедры высшей математики

и информатики ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ИНВЕРСИЯ – КАК РЕШЕНИЕ ПРОЕКТИРОВОЧНОЙ ПРОБЛЕМЫ

Аннотация. Рассмотрено применение инверсии к изобретению прямолинейного механизма, преобразующего вращательное движение в прямолинейное.

Ключевые слова: инверсия, прямолинейный, плоские механизмы, прямолинейный Липкина.

Порой далекие друг от друга вопросы, соединяясь, дают превосходные результаты. Так случилось с открытием «прямолинейного Липкина-Посселье» (1864 г.) – механизма, преобразующего вращательное движение в прямолинейное. В истории техники было много попыток изобрести подобный механизм: механизмы Ватта, Хойкена, различные механизмы Чебышева и др. Но все они моделировали лишь приближенное прямолинейное движение, что являлось в некоторых случаях большим недостатком.

Липман Липкин (1846-1876), российский математик, использовал свойство инверсии для создания абсолютно прямолинейного движения. Напомним, что инверсией относительно окружности ω называется преобразование внутренней части окружности на её внешнюю часть, при котором точка A_1 переходит в A_2 , причем $OA_1 \cdot OA_2 = R^2$, где R – радиус окружности.

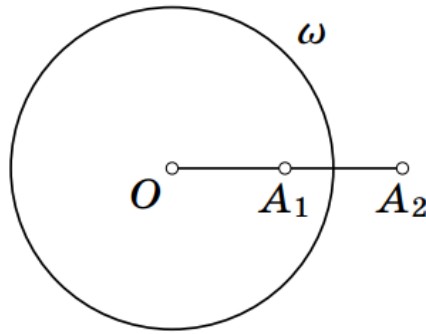


Рис. 1.

Один из простейших механизмов, реализующий инверсию, показан на рисунке: O – неподвижная точка, $OA = OB$, $AMBM'$ – ромб, точка M' – образ точки M при инверсии.

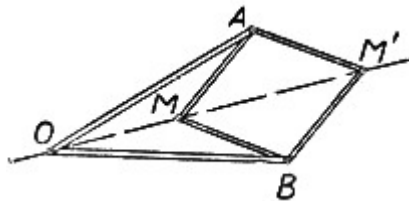


Рис. 2.

Свойство инверсии: окружность, проходящая через центр инверсии, переходит в прямую.

Если теперь заставить точку M вращаться по окружности, проходящей через точку O , то точка M' опишет прямую линию (согласно вышеприведенному свойству).

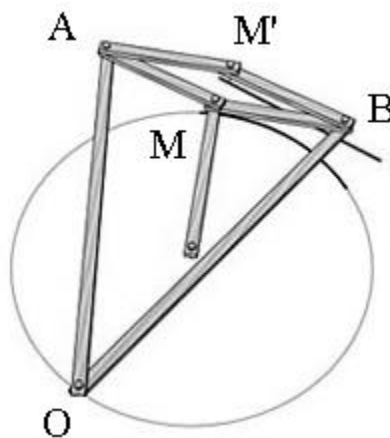


Рис. 3.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Стоит заметить, что существует на 11 лет ранее изобретенный механизм прямолинейного движения Саррюса. Он состоит из нескольких шарнирно-сочленённых прямоугольных пластин, две из которых остаются параллельными, но могут двигаться друг к другу. Однако механизм Саррюса является пространственным, в отличие от механизма Липкина-Посселье, являющегося плоским механизмом.

Данный пример ясно показывает, как идеи фундаментальных наук, в нашем случае математики, могут эффективно использоваться различными инженерными дисциплинами при решении конкретных задач.

Литература

1. Жижилкин И.Д. Инверсия. - М.: Изд-во МЦНМО, 2009. – 72 с.
2. Научное наследие П.Л. Чебышева. Вып. 2: Теория механизмов. Москва, Ленинград, Изд-во АН СССР, 1945. – 192 с.
3. Проект «Механизмы П.Л. Чебышева» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.tcheb.ru> (дата обращения 20.03.2019).



УДК 517.977.56

Труш П.С.,

студ. группы ААХ-246, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Шитов А.А.,

к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики
и информатики, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЗАДАЧА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ

Аннотация. Рассмотрен пример решения задачи распределения ресурсов.

Ключевые слова: ресурс, продукция, задача распределения ресурсов, исследование операций.

Введение. Вопрос об эффективном использовании имеющихся природных, трудовых, производственных и прочих ресурсов всегда является актуальным. Под ресурсом в общем случае понимают физическую или абстрактную величину, которую система использует для производства полезного продукта. Например: горючее, деньги, время, объём склада. Как правило, ресурс ограничен, поэтому встаёт задача так распределить ресурс между отдельными элементами системы, чтобы суммарный эффект был максимальным. Рассмотрим классическую задачу распределения ресурсов.

Постановка задачи. Для изготовления двух видов продукции P_1 и P_2 используют четыре вида ресурсов S_1, S_2, S_3, S_4 . Запасы ресурсов, число единиц ресурсов, затрачиваемых на изготовление единицы продукции, приведены в таблице 1.

Прибыль, получаемая от единицы продукции P_1 и P_2 составляет, соответственно, 2 и 3 тысячи рублей. Необходимо составить такой план производства продукции, при котором прибыль от её реализации будет максимальной.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Таблица 1. Данные по ресурсам задачи.

Вид ресурсов	Запас ресурсов	Число единиц ресурса, затрачиваемых на изготовление единицы продукции.	
		P_1	P_2
S_1	18	1	3
S_2	16	2	1
S_3	5	–	1
S_4	21	3	–

Составим экономико-математическую модель задачи.

Обозначим x_1, x_2 - число единиц продукции соответственно видов P_1 и P_2 .

Для их изготовления потребуется $1x_1 + 3x_2$ ресурса S_1 , $2x_1 + 1x_2$ ресурса S_2 , $1x_2$ ресурса S_3 , $3x_1$ ресурса S_4 . Так как потребление ресурсов не может быть более их запасов, то можно записать

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 \leq 18, & \text{(I)} \\ 2x_1 + x_2 \leq 16, & \text{(II)} \\ x_2 \leq 5, & \text{(III)} \\ 3x_1 \leq 21. & \text{(IV)} \end{cases} \quad (1)$$

По смыслу переменные $x_1, x_2 \geq 0$, (V, VI).

Суммарная прибыль F составит $2x_1$ рублей от продукции P_1 и $3x_2$ от продукции P_2 , т.е. $F = 2x_1 + 3x_2$.

Экономико-математическая модель: найти такой план выпуска продукции $X = (x_1, x_2)$, удовлетворяющий системе неравенства, при котором функция F достигает максимального значения.

Решим задачу геометрически.

Изобразим многоугольник решений:

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

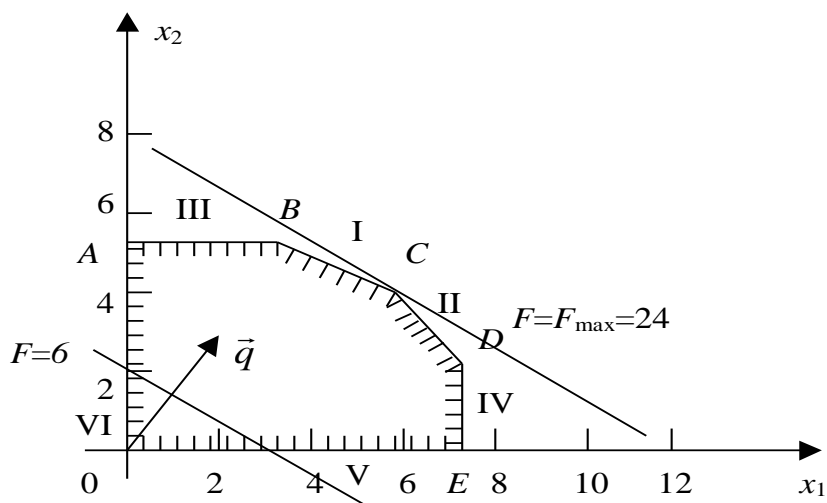


Рис. 1. Многоугольник решений

Очевидно, что при $F = 0$ линия уровня $2x_1 + 3x_2 = 0$ проходит через начало координат (строить ее не обязательно). Зададим, направление $F = 6$ и посмотрим линию уровня $2x_1 + 3x_2 = 6$. Её расположение укажет на направление возрастания линейной функции (вектора \vec{q}). Так как рассматриваемая задача – на отыскание максимума, то оптимальное решение – в угловой точке C , находящейся на пересечении прямых I и II, т.е. координаты точки C определяются решением системы уравнений:

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 = 18, \\ 2x_1 + x_2 = 16, \end{cases}$$

откуда

$$x_1 = 6, \quad x_2 = 4, \text{ т.е. } C(6;4).$$

Максимальное значение линейной функции равно

$$F_{\max} = 2 \cdot 6 + 3 \cdot 4 = 24.$$

Итак, $F_{\max} = 24$ при оптимальном решении $x_1 = 6$, $x_2 = 4$, т.е. максимальная прибыль в 24 тысячи рублей. Может быть достигнута при производстве 6 единиц продукции P_1 и 4 единиц продукции P_2 .

Выводы. Методы решения задач распределения ресурсов позволяют:

- распределять ресурсы между работами таким образом, чтобы максимизировать прибыль или минимизировать затраты;

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

- определять такой состав работ, который можно выполнить, используя имеющиеся ресурсы, и при этом достичь максимума определенной меры эффективности;
- определить, какие ресурсы необходимы для того, чтобы выполнить заданные работы с наименьшими издержками.

Литература

1. Колемаев, В.А. Математическая экономика / В.А. Колемаев. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 240 с.
2. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов. М.: Наука, 1986. – 534 с.
3. Власов В.С. Дискретно-управляемые системы распределения ресурсов в сетевых структурах. Материалы докладов XI Нижегородской сессии молодых ученых. Технические науки, Нижний Новгород, издательство ННГУ, 2006. – С. 9-10.
4. Прилуцкий М.Х., Вяхирев Д.В. Распределение ресурсов в сетевых структурах с интервальными значениями параметров. Вестник Нижегородского государственного университета, серия «Математическое моделирование и оптимальное управление» 1(25), 2002. – С. 224-233.





УДК 519.17

Нырков Н.Ю.,

студ. гр. ЭЛЕТ-186, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Пустовая Ю.В.,

ассистент кафедры высшей математики

им. В.В. Пака, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФОВ ПРИ РЕШЕНИИ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ

Аннотация: рассмотрено применение теории графов для решения систем линейных уравнений.

Ключевые слова: графы, системы линейных уравнений.

Введение. Возникнув при решении головоломок и занимательных игр, теория графов стала в настоящее время простым, доступным и мощным средством решения вопросов, относящихся к широкому кругу проблем. Графы буквально вездесущи. В виде графов можно, например, интерпретировать схемы дорог и электрические цепи, географические карты и молекулы химических соединений, связи между людьми и группами людей. За последние четыре десятилетия теория графов превратилась в один из наиболее бурно развивающихся разделов математики. Это вызвано запросами стремительно расширяющейся области их применений.

Постановка задачи. Рассмотреть основные понятия и операции над графами, а также описать решение систем линейных уравнений с помощью графов.

Результаты. Граф состоит из двух множеств: конечного множества элементов, называемых вершинами, и конечного множества элементов, называемых ребрами. Геометрически граф – это структура состоящая из

разбросанных в пространстве точек (вершин), соединенных системой линий (ребер) (рис. 1) [1].

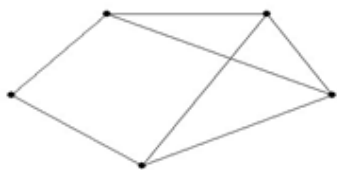


Рис. 1.

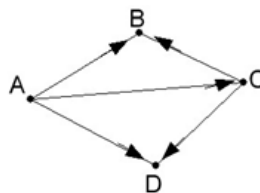


Рис. 2.

Граф, на котором указано направление каждого его ребра, (что обычно показывается стрелкой) называется ориентированным графом (рис. 2) [1].

Все вершины ориентированных графов можно разбить на три вида:

- а) источник – вершина, ребра из которой только выходят;
- б) сток – вершина, ребра в которую только входят;
- в) каскад – вершина, в которую входят и из которой выходят ребра [2].

Рассмотрим алгебраические операции, связанные с предыдущими понятиями.

Каждому ребру может быть поставлено в соответствие некоторое число. Назовем его коэффициентом усиления. Кроме коэффициентов усиления, соответствующих каждому ребру, используем понятие сигнала, передаваемого из вершины [3].

Каждый сигнал, полученный в любой вершине, равен произведению коэффициента усиления ребра, заканчивающегося в данной вершине, на сигнал вершины, из которого это ребро выходит.

Пусть x , y – сигналы соседних вершин, a – коэффициент усиления ребра, соединяющего эти вершины, тогда $y = ax$ (рис. 3):

Если в вершину входит несколько ребер, то его сигнал равен сумме произведений коэффициентов усиления ребер, заканчивающихся в данной вершине, на сигналы вершин, из которых эти ребра выходят (рис. 4) [4]:

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

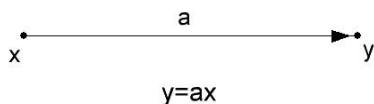


Рис. 3.

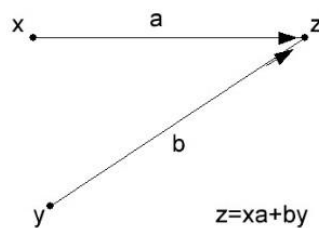


Рис. 4.

Удаление вершины или ребра – это операции, с помощью которых можно из имеющегося графа получить другие графы с меньшим числом элементов.

Два последовательных ребра графа можно заменить одним, коэффициент усиления нового ребра будет равен произведению коэффициентов усиления данных последовательных ребер (рис. 5) [5]:



Рис. 5.

В случае параллельных ребер между двумя вершинами их коэффициенты усиления складываются, а сами ребра можно заменить одним ребром с суммарным коэффициентом усиления (рис. 6):

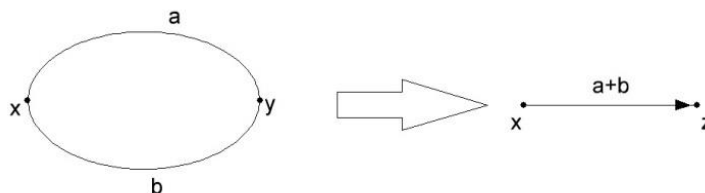


Рис. 6.

В графах можно удалять каскадные вершины (рис. 7) [6].

Направление ребра можно поменять на противоположное, при этом вершина источник становится стоком, а сток – источником. Коэффициент усиления полученного противоположно направленного ребра будет равен числу, обратному коэффициенту усиления исходного ребра (Рис. 8) [7].

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

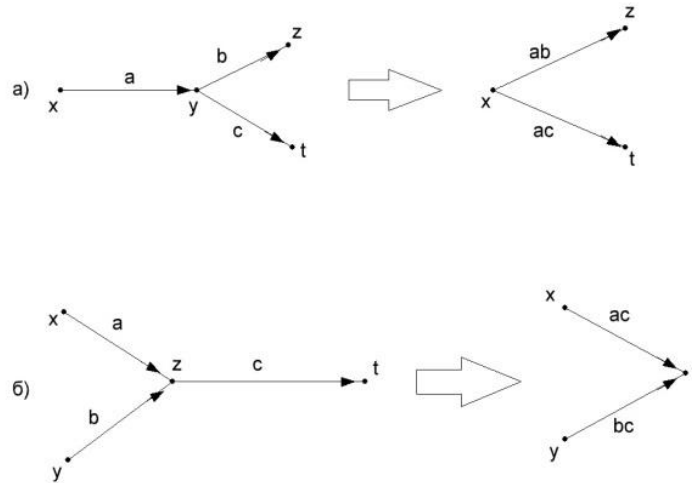


Рис. 7.

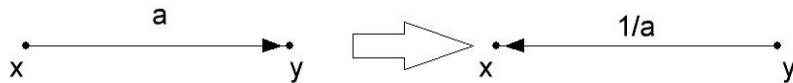


Рис. 8.

При изменении вершины стока коэффициент усиления ребра, с неизменной вершиной источником, равен произведению числа, противоположного коэффициенту усиления данного ребра, на новый коэффициент усиления ребра, входившего в данную вершину – сток и изменившего направление на противоположное (рис. 9) [8].

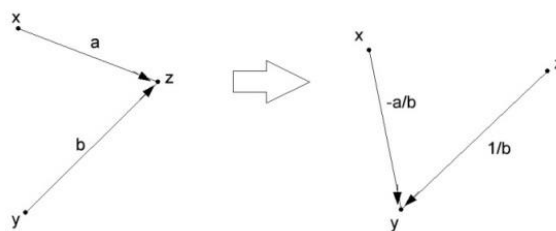


Рис. 9.

Решение систем линейных уравнений с помощью графов.

В алгебре системы линейных уравнений решаются тремя способами: подстановки, сложения и графически. Рассмотрим решение систем линейных уравнений с помощью графов.

Дана система линейных уравнений.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

$$\begin{cases} x + 2y - z = 2 \\ 2x - y + 3z = 9 \\ x + y - 2z = -3 \end{cases}$$

1. Построим граф для данной системы уравнений, считая, что вершины графа соответствуют переменным, а выходящие из этих вершин ребра имеют коэффициенты усиления равные коэффициентам этих переменных (Рис. 10).

Изменим вершину – сток 2 на вершину источник, а вершину – источник y сделаем каскадом (рис. 11).

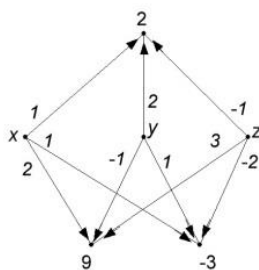


Рис. 10.

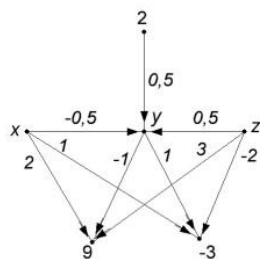


Рис. 11.

2. Заменяв пары последовательных ребер графа на «рис.2.9» соответствующим данным парам ребром, исключим каскадную вершину y (рис. 12).

3. Заменяем пары параллельных ребер соответствующим одним ребром с суммарным коэффициентом усиления (рис. 13).

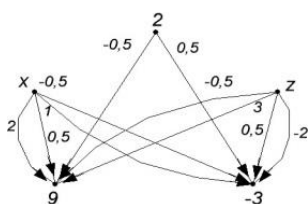


Рис. 12.

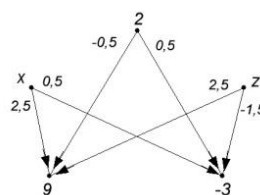


Рис. 13.

4. Будем искать x . Поэтому сделаем каскадом вершину z (рис. 14).

5. Исключаем каскадную вершину z , заменяя пары последовательных ребер на одно ребро, соответствующие каждой паре (рис. 15).

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

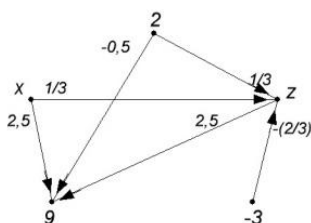


Рис. 14.

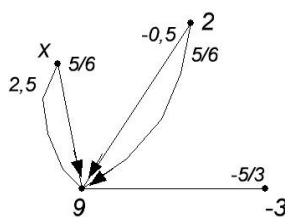


Рис. 15.

6. Заменяем параллельные ребра соответствующим ребром с суммарным коэффициентом усиления (рис. 16).

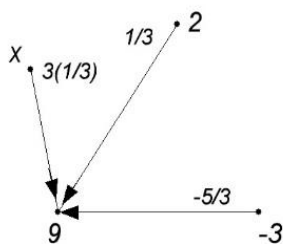


Рис. 16.

Решение системы трех линейных уравнений свелось к решению линейного уравнения с одной переменной:

$$\frac{10}{3}x + \frac{2}{3} + 5 = 9$$

$$\frac{10}{3}x = \frac{10}{3}$$

$$x = 1$$

Чтоб найти переменную z , в граф вместо переменной x подставляем ее значение. Так как ребро, что выходит из узла, на его сигнал не влияет, то достаточно рассмотреть ту часть графа, где вершина z является стоком и записать соответствующее уравнение.

$$Z = 1 \times \frac{1}{3} + 2 \times \frac{1}{3} + 3 \times \frac{1}{3}$$

$$Z = 3$$

Аналогично, находим переменную y

$$y = 2 \times 0,5 + 1 \times (-0,5) + 3 \times 0,$$

$$y = 2.$$

Ответ: (1;2;3).

Выводы. Таким образом, является фундаментальной по своей природе с широкой областью применения. Имея в своей основе простейшие идеи и элементы: точки, соединенные линиями, теория графов строит из них богатое многообразие форм, наделяет эти формы интересными свойствами и в результате становится полезным инструментом при исследовании самых разнообразных систем. Кроме основных чисто структурных соотношений в графе могут задаваться некоторые количественные характеристики точек и линий, образующих граф.

Литература

1. Оре О. Графы и их применение / О. Оре. – М.: Изд-во ЛКИ. – 2007. – 184 с.
2. Свами М. Графы, сети и алгоритмы / М. Свами, К. Тхуласираман. – М.: Изд-во «Мир». – 1984. – 454 с.
3. Емеличев Лекции по теории графов / В.А. Емеличев, О.И. Мельников, В.И. Сарванов, Р.И. Тышкевич. – М.: «Наука»– 1990. – 384 с.
4. Бассакер Р. Конечные графы и сети / Р. Бассакер, Т. Саати. – М.: Изд-во «Наука», 1974 – 388 с.
5. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический и подход. М.: Изд. «Мир». – 1978. – 432 с.
6. Уилсон Р. Введение в теорию графов / Р. Уилсон. – М.: Изд-во «Мир». – 1977. – 208 с.
7. Абрахамс Дж. Анализ электрических цепей методом графа / Дж. Абрахамс, Дж. Каверли. – М.: Изд-во. «Мир» – 1967. – 175 с.
8. Татт У. Теория графов / У. Татт. – М.: Изд-во «Мир». – 1988. – 424 с.



УДК 51-7

Петрунько А.О.,

студ. группы ПМ-25а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Галибина Н.А.,

канд. пед. наук, доцент кафедры высшей математики и информатики,

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

МОДЕЛЬ ЛЕОНТЬЕВА МНОГООТРАСЛЕВОЙ ЭКОНОМИКИ

Аннотация. В статье раскрыта суть метода «затраты-выпуск», называемого моделью Леонтьева. Приведены примеры использования модели в экономике.

Ключевые слова: модель «затраты-выпуск», балансовый анализ, модель Леонтьева, экономика.

Введение. В экономике существует тесная взаимосвязь всех отраслей хозяйства, поэтому изменения даже в одной из них влекут за собой перемены в других отраслях. Например, изменение в количественном отношении выпуска одного вида продукции приводит к изменению объема выпуска других видов продукции в смежных отраслях. Связь между отраслями отражается в таблицах межотраслевого баланса, а метод «затраты-выпуск» и так называемая модель Леонтьева, позволяющие их анализировать.

Постановка задачи. Целью статьи является раскрыть суть метода «затраты-выпуск» и пример его использования для исследования продуктивности экономики.

Рассмотрим n отраслей промышленности, каждая из которых производит свою продукцию. Часть продукции идет на внутрипроизводственное потребление данной отраслью и другими отраслями, а другая часть (конечный продукт) предназначена для личного и общественного потребления. Будем рассматривать процесс производства за некоторый период времени, например, за год.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Введём следующие обозначения: x_i – общий объём продукции i -ой отрасли ($i = 1, \dots, n$); x_{ij} – объём продукции i -ой отрасли, потребляемой j -ой отраслью ($i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, n$); y_i – объём конечного продукта i -ой отрасли ($i = 1, \dots, n$) для непроизводственного потребления.

Балансовый принцип связи различных отраслей производства состоит в том, что валовый выпуск продукции любой i -ой отрасли должен быть равен сумме объёмов потребления в производственной и непроизводственной сферах, т.е. имеет место следующая система n уравнений вида:

$$\begin{cases} x_1 = x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} + y_1; \\ x_2 = x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} + y_2; \\ \dots \\ x_n = x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{nn} + y_n. \end{cases} \quad (1)$$

Будем рассматривать стоимостный межотраслевой баланс, когда все величины имеют стоимостное выражение. Введём коэффициенты прямых затрат:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j}, \quad (2)$$

показывающие затраты продукции i -ой отрасли на производство единицы продукции j -ой отрасли ($i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, n$) и слабо изменяющиеся в течение длительного времени. Следовательно, их можно считать постоянными числами (технологическими константами).

Тогда систему (1) можно записать в матричном виде:

$$X = AX + Y, \quad (3)$$

где $A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} x_1 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \dots \\ y_m \end{pmatrix}.$

Матрицу A в уравнении (3) называют матрицей полных затрат, а само уравнение – уравнением линейного межотраслевого баланса. Из этого уравнения следует, что объём валового выпуска X при известном объёме конечного потребления Y можно вычислить по формуле:

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

$$X = (E - A)^{-1}Y,$$

где E – единичная матрица.

Рассмотрим следующие отрасли экономики: 1 – сельское хозяйство; 2 – лесное хозяйство; 3 – рыбоводство; 4 – угледобывающая; 5 – нефтедобывающая; 6 – добыча металлических руд; 7 – добыча других полезных ископаемых; 8 – пищевая промышленность; 9 – текстильное производство; 10 – химическая промышленность; 11 – металлургия; 12 – производство одежды; 13 – производство изделий из кожи, и производство обуви; 14 – производство мебели и изделий из древесины; 15 – производство целлюлозы, бумаги, картона.

С помощью модели Леонтьева нами вычислен валовый объём этих отраслей, представленный в следующей таблице.

Таблица 1. Статистические данные по отраслям экономики РФ за 2018 г.

Номер отрасли	Валовый объем (усл. ед.)
1	2806,8
2	283,2
3	445
4	740,9
5	2750,8
6	539,8
7	433,7
8	3414,7
9	1098,9
10	1701,5
11	2810,8
12	756,8
13	1104,1
14	651,3
15	767,8

Таким образом, лидирующими отраслями являются пищевая промышленность, сельское хозяйство и металлургия, а наиболее отстающими – лесное хозяйство и добыча полезных ископаемых (всех, кроме угля, нефти и металлических руд). Также на основании модели Леонтьева были

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

сделаны выводы о том, что указанное выше распределение ресурсов является наиболее экономически выгодным.

Выводы. Для эффективного ведения народного хозяйства необходим баланс между отдельными отраслями. На примере, представленном в статье показано, как с помощью модели Леонтьева определить лидирующие и отстающие отрасли, а также предпринять меры по достижению их сбалансирования.

Литература

1. Гранберг А.Г. Василий Леонтьев в мировой и отечественной науке / А.Г. Гранберг. // Экон. журнал ВШЭ. – 2006. – № 3. – С. 45-52.
2. Кремер Н. Ш. Высшая математика для экономистов: учебник / Н. Ш. Кремер. – Москва: Юнити, 2004. – 471 с.



УДК 51-74

Бардина А.С.,

студ. группы АРХ-42а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Жмыхова Т.В.,

к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики и информатики,

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ВЛИЯНИЕ МАТЕМАТИКИ НА АРХИТЕКТУРНЫЕ СТИЛИ: ОТ ДРЕВНЕГО ЕГИПТА ДО НАШИХ ДНЕЙ

Аннотация. Изучено влияние математики на создание и применение композиции в архитектуре и при проектировании от архитектуры Древнего Египта до наших дней.

Ключевые слова: архитектура, геометрические формы, архитектурные стили.

Введение. Объединяющим принципом формы, который лежит в основе архитектуры, является математика, которая в свою очередь служит фундаментом «закона красоты и гармонии», на котором строятся абстрактные формы архитектуры. Однако дело в том, что в разные эпохи было свое понятие красоты: для одного времени простота и ясность форм казались красивыми, а для другого - красотой была сложность и массивность конструкций. Поэтому для того, чтобы прояснить насколько сильно математика повлияла на архитектурные стили, необходимо провести исследования на протяжении нескольких столетий.

Архитектура Древнего Египта. Математика и архитектура зарождались с цивилизации, относящейся к наиболее важным и своеобразным культурам древнего мира – *Египта*. Рассмотрим все известные египетские пирамиды: они имеют совершенно одинаковую правильную форму и их расположение нельзя назвать «случайным»: одна сторона пирамиды смотрит на восток, другие – на

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

север, юг и запад. Снаружи пирамида заключена в идеальную геометрическую форму и в условиях земного притяжения она является самой устойчивой фигурой. В основании пирамиды, как правило, квадрат, стороны – равнобедренные треугольники, вершины которых сходятся в одной точке. Кроме того пирамиды состоят из, так называемых, египетских треугольников, стороны которых равны натуральным числам: 3, 4, 5.

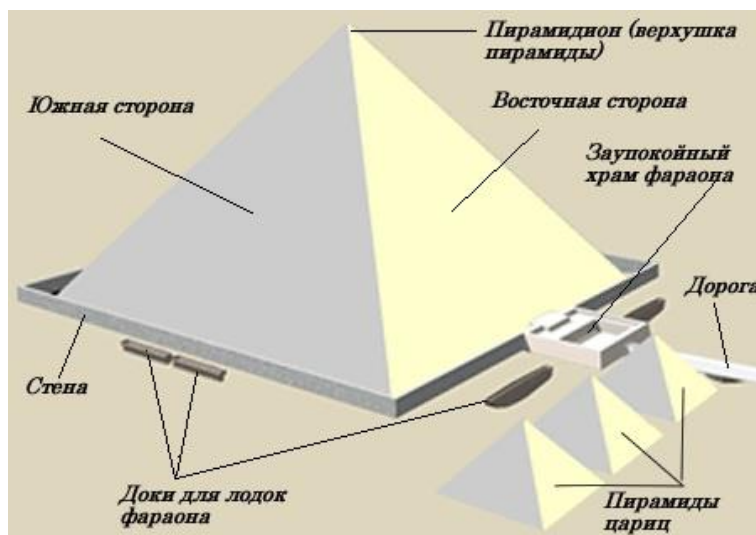


Рис. 1. Египетские пирамиды

Архитектура античности. Среди архитектуры этого времени первое место занимает Парфенон Храм Афины. Как указывает Г. И. Соколов, протяженность холма перед Парфеноном, длины храма Афины и участка Акрополя за Парфеноном соотносятся, как отрезки золотого сечения. Отношение высоты здания к его длине равно 0,618, что является золотым сечением. Если произвести деление Парфенона по «золотому сечению», то получим те или иные выступы фасада.

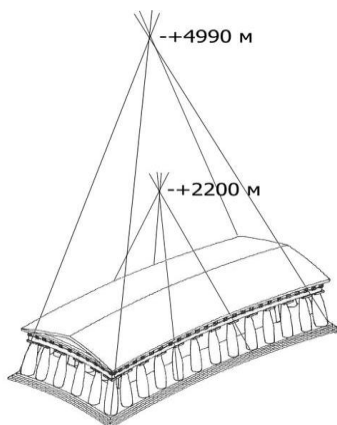


Рис 2. Гиперболическая схема кривизны Парфенона

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Христианская архитектура. Гармония пропорций наблюдается и в формах христианского зодчества. Рассмотрим христианскую архитектуру на примере Преображенской церкви в Кижах, которая относится к типу деревянных восьмериковых ярусных церквей. Основой композиции сооружения является восьмигранный сруб – «восьмерик» – с четырьмя двухступенчатыми прирубам, расположенными по сторонам света. Алтарный восточный прируб имеет в плане форму пятиугольника. С запада к основному сруб примыкает невысокий сруб трапезной (нартекса). На нижний восьмерик последовательно поставлены еще два восьмигранных сруба меньших размеров. В 1999-2001 годах был разработан проект комплексной реставрации церкви Санкт-Петербургским институтом «Спецпроектреставрация». Преображенская церковь в настоящее время реставрируется, вся конструкция держится за счёт внутреннего металлического каркаса. Реставрация проводится методом лифтинга, при котором часть храма вывешивается за счёт вышеупомянутой металлической конструкции, находящиеся ниже вывешенной части церкви брёвна изымаются, обследуются и, если их состояние того требует, заменяются на новые.

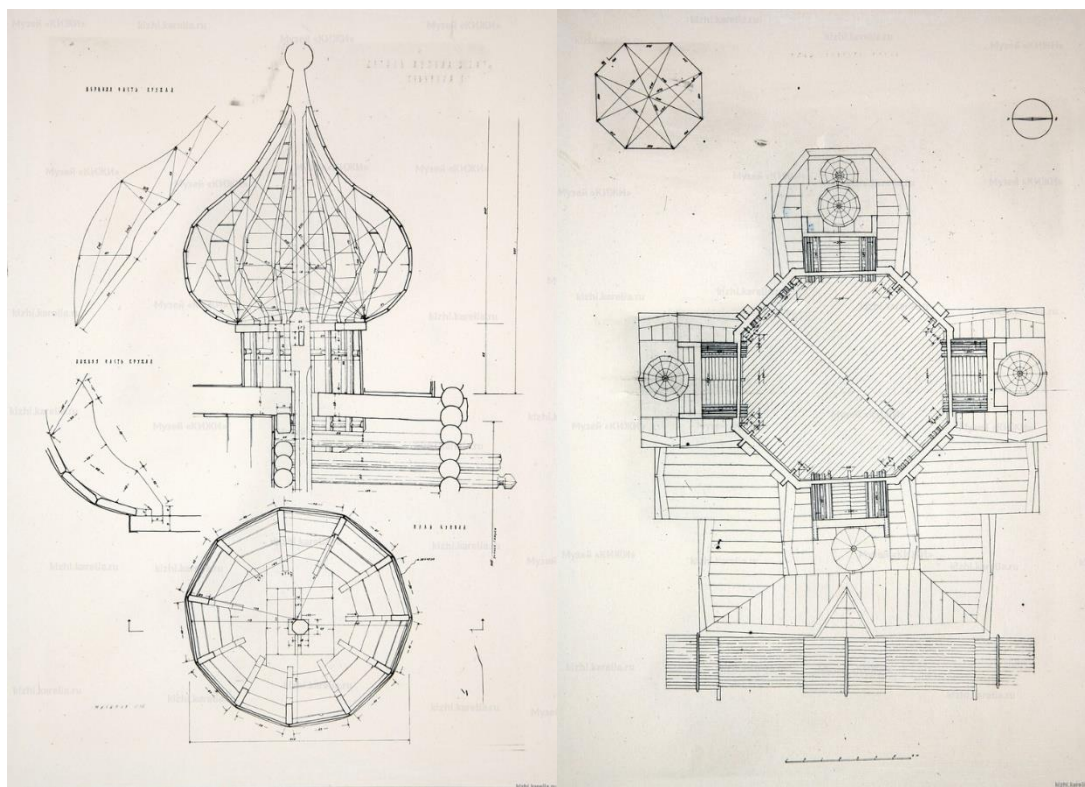


Рис. 3. Купольная система и ее план

Архитектура ислама. Ведущим типом монументальных сооружений в архитектуре арабских стран были мечети, которые имеют массивный объем и увенчаны куполом. В последствии стали воздвигать минареты. На примере мечети, если произнести что-либо шепотом под её сводами, то слова будут четко слышны в другом конце здания: звук фокусируется в центре сферы (такую форму имеет само здание), а затем отражается от стен. В исламской архитектуре четко выражено использование геометрических форм и репетитивной архитектуры, проявляющейся в арабеске, а также использование симметрии. Важной особенностью является Сотовый свод (мукарнас) – разновидность складчатого свода из замкнутых перегородочных складок в виде ромбических гранённых впадин-гексагонов, пирамидальных углублений, похожих на восковые пчелиные соты или на сталактиты.

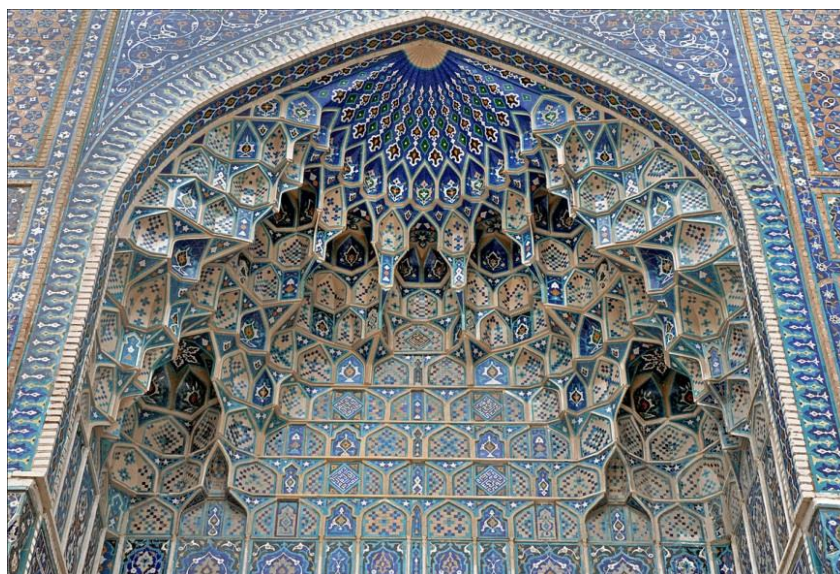


Рис. 4. Сотовый свод (Мукарнас)

Романский стиль. Церковь – главная постройка романского времени. Однако основополагающей и центральной чертой являлся свод. Романский стиль использовал самые разные формы сводов. Крайне распространённым, преимущественно во Франции, был самый простой цилиндрический свод. Но характерным для романского стиля является крестовый свод, который был известен ещё древним римлянам. Он состоит из двух цилиндрических сводов, перекрещённых под прямым углом. В плане получается квадрат с полукруглыми арками по сторонам и эллиптическими на диагоналях. Основными постройками

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

в этот период становятся *храм-крепость* и *замок-крепость*. Главным элементом композиции монастыря или замка становится башня именуемая «донжон». Вокруг нее располагаются все остальные постройки, составленные из простых геометрических форм - кубов, призм, цилиндров. В этот период начинается быстрый рост городов. Это оказывает огромное влияние на светскую архитектуру и градостроительство. Дом представлял из себя простое четырёхугольное сооружение, высокое и массивное, с гладкими или отделанными грубым рустом стенами и минимальным количеством окон.

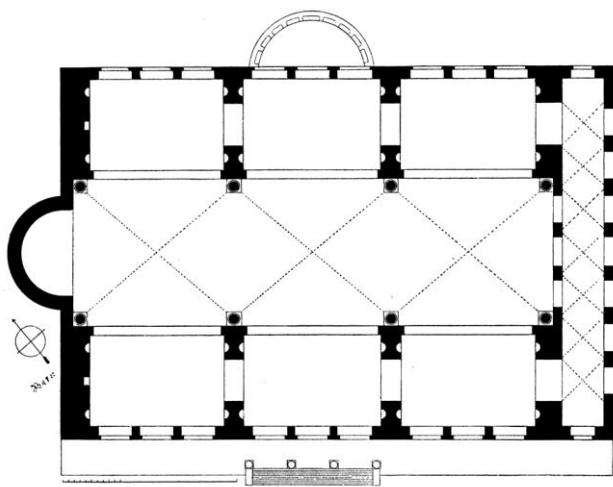


Рис. 5. Базилика

Готическая архитектура. Строгая геометрическая конструкция четко характеризует архитектуру этой поры. Собор занимал почти главенствующее место и представлял собой прекрасный образец синтеза архитектуры, скульптуры и живописи. Благодаря острым вытянутым геометрическим фигурам готические соборы стремятся к высоте, к небу. Самой яркой чертой готики являлось большое окно «Роза», располагающееся на верхней части фасада. Оно имело форму кольца разделенного тонкими ребрами, и его внутренний вид напоминал семейство роз Гранди. Как пример готической архитектуры приведем французский собор – Шартрский: по бокам фасада симметрично расположены две его башни, задающие высоту, но отличающиеся по форме и пропорциям (высота шпиля левой башни равна примерно трети общей её высоты, а нижняя секция – половине высоты фасада). Большое окно «роза» состоит из трех concentric окружностей и соответствует всем геометрическим критериям.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Другой пример архитектуры того времени – Кёльнский собор в Германии, который строился в течении семи веков. Если посмотреть на собор с высоты птичьего полёта, станет ясно, что в плане – католический крест, где одна «перекладина» длиннее другой. Через первую проходит ось симметрии всего здания. Такие соборы называются продольными. Вертикальные своды символизируют стремление к вечной истине. Эта вертикаль имеет особые соотношения ширины и высоты поверхностей (1:3:8). Готику также стоит рассматривать не только на примере соборов и церквей, но и оборонительных сооружений. Хорошим примером готической оборонительной архитектуры является крепость Кафель дель Монте. В основе плана этой крепости лежит круг, хотя в действительности сооружение имеет восьмиугольную форму, как и периметр стен внутреннего двора и каждой башни.

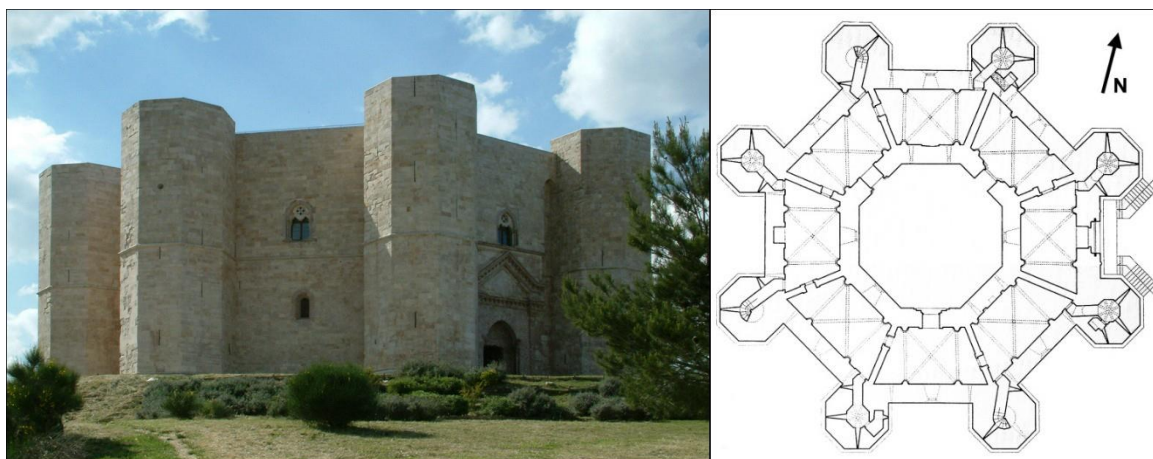


Рис. 6. Кафель дель Монте.

Архитектура Возрождения. Теоретические труды зодчих Возрождения определялись по большей части математическими разработками по теории музыки, а не трудами самих архитекторов. На зодчих оказал значительное влияние трактат Витрувия «Десять книг об архитектуре». Ссылаясь на него, архитекторы представили тезис о том, что более приятными для созерцания должны быть прямоугольники, стороны которых относятся как числа в благозвучных интервалах, (т.е. как октава 2:1, квинта 3:2, кварта 4:3, а также большая 5:4 и малая 6:5 терции и их обращения – малая 8:5 и большая 5:3 сексты). Считается, что приятные для слуха и глаза целочисленные отношения

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

являются таковыми, поскольку они легко постижимы разумом. Мы имеем «музыкальные» соотношения 2:1, 3:2, 5:3, данные Витрувием, наряду с которыми рассматривалось отношение диагонали к стороне квадрата. Планы зданий имели в основе квадрат, круг или греческий равноплечий крест. Пропорции были простыми и ясными, а прелесть постройки – это результат гармоничного синтеза всех её элементов. В основе архитектуры лежит принцип рациональности, которому подчиняется абсолютно всё. Поэтому, все оси – и горизонтальные, и вертикальные – идеального здания, должны быть симметричны. Идея симметрии, как неотделимого качества красоты, отлично воплощена Палладио в вилле Ротонда. Из-под облаков в этом каноне архитектуры Ренессанса видна поворотная симметрия 4-го порядка всего здания и зеркальная симметрия его фасадов, а также там присутствуют простые целочисленные пропорции. По стопам Палладио шли все архитекторы этой эпохи. В пример приведем проект собора, выполненный Леонардо да Винчи и основанный на последовательности восьмиконечных звезд. Мы разбиваем окружность на 8 равных частей и получаем угол в 45 градусов, а эта восьмиконечная звезда порождает систему равнобедренных прямоугольных треугольников, т.е. треугольников с соотношением $\frac{\sqrt{2}}{1}$.

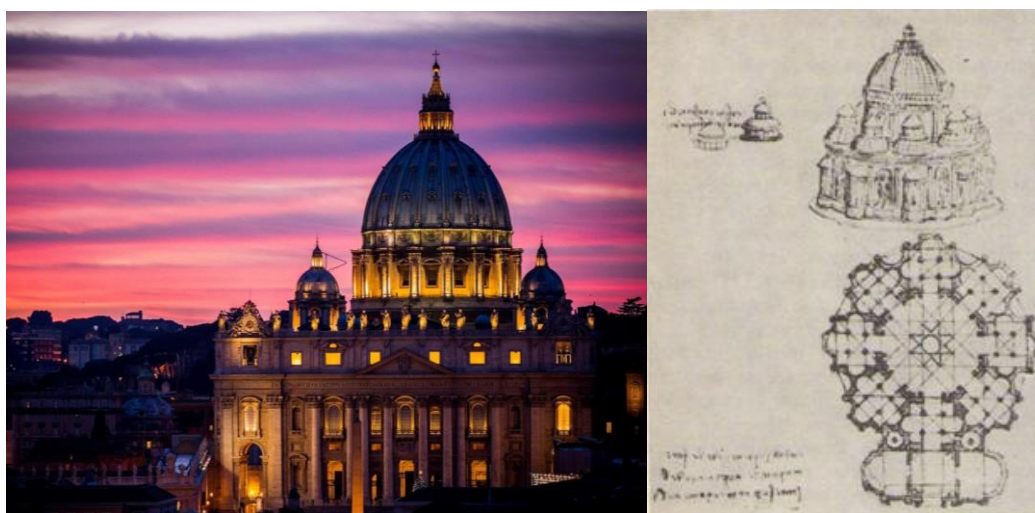


Рис. 7. Собор Санта–Мария– дель– Фьоре

Архитектура барокко. Чаще всего основой барочных планов служили эллипс, овал или другие сложные формы. Окна также не соответствовали классическим формам – прямоугольника или квадрата, которые округлялись в

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

верхней части. Квадратное или овальное окно могло завершаться сегментами круга, также под небольшим овальным окном могли расположить правильный многоугольник. В декоре тоже встречаются сложные геометрические элементы. Рассмотрим декор купола церкви Сан Карло алле Кватра Фонтане в Риме: он основан на сложных сочетаниях крестов, шестиугольников и восьмиугольников. Или другой купол Сан Лоренцо в Турине, построенный Гварино Гварини. Сам Гварини являлся не только архитектором, но и математиком. В отличие от других архитекторов, он смог добиться высот в решении задачи в искусстве барокко – создании иллюзии бесконечного пространства. Архитектура той эпохи разделялась, в основном, на два типа зданий: церковные и дворцовые. План церкви Санта Мария дела Салюте в Венеции имеет сложную геометрическую форму. Он многослоен: восьмиугольник с барабаном и куполом; пресвитерий с двумя апсидами и вторым куполом. Фасад дворца Шёнбрунн в Вене демонстрирует типичный для барокко акцент на центре, а трёхэтажный ордер прекрасно сочетается с размерами здания.



Рис. 8. Купол церкви Сан Карло алле Кватра Фонтане

Классицизм. Основной идеей классицизма являлось использование в архитектуре античных систем формообразования. Архитектура стала зависимой от тектоники, несущей стены и свода, который стал более плоским с преобладанием симметрии. Классицизм является ведущим стилем во Франции. Его начало неотъемлемо связано со строительством храма св. Женевиевы в Париже, упрощённая форма которого сообщает о возникновении нового подхода. Храм был представлен в плане, имеющим форму креста, с куполом в центре, поднимающимся до высоты 120 метров. В этот период закладываются

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

новые города, парки, в которых дома имели простые геометрические формы, но отличались необычностью и красотой на предложение создать идеальный город.

Архитектура XX века. Значительное влияние на архитектуру оказало развитие науки и техники. В связи с быстрой застройкой, жилые дома были упрощенной геометрической формы (прямоугольник, квадрат). В то время в ходу была «свободная застройка», что плохо отразилось на систематизации городов. Внезапный рост промышленности повлек за собой высокую рождаемость и в связи с этим, с конца 20-х годов стали строить преимущественно многоэтажные жилые дома. Ключевыми течениями в архитектуре начала и середины 20 века являлись модерн и классицизм. Первый являлся самым ярким и для него было характерно разнообразие, переливы форм, многоцветность, сочетание не сочетаемых геометрических форм с пластичными линиями. Отправной точкой модерна является Эйфелева башня, построенная в 1889 году, в честь чего за стилем закрепилось французское «ар нуво». Модерн должен был стать «сказкой наяву», того чего нет в обыденной жизни. Архитектуру модерна отличает отказ от классических линий и углов в пользу более декоративных (необарочных, неоготических, неорусских) линий с использованием новых материалов (металл, бетон, железобетон и стекло). Контрастным этому стилю является конструктивизм. Конструктивисты искали выразительность не в декоре, а в динамике простых конструкций, вертикалей и горизонталей строения, свободе плана здания. Они хотели увеличить роль архитектуры в жизни человека за счет использования функциональной схемы, как основы пространственной композиции. В этой архитектуре важна прочность, функциональность, и только потом красота.

Выводы. Проведя анализ различных архитектурных стилей приходим к выводам:

1) чем сложнее геометрия формы, тем она конструктивней: жестче, устойчивей, с более высокой несущей способностью. А если говорить об эстетической части, то этим она пластичней, разнообразней, а также выразительней.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

2) Чем более упорядочена геометрически структура формы, (классическая или архитектура античности), тем она относительно жестче и экономичней с точки зрения использования материала, пластически и эмоционально-целостней. Она является более законченной и выразительной.

3) Когда формы объемнее и массивней (громоздкие формы романских построек, огромный масштаб египетских пирамид), создается впечатление вечности, гармонии с природой.

4) Когда все части постройки являются более соразмерными и пропорциональными (пропорции золотого сечения, соразмерность конструкций), архитектура представляется выразительней, гармоничней.

Литература

1. Клейн Ф. Лекции о развитии математики в XIX столетии. Часть 1 / Ф. Клейн. – М.-Л.: ОНТИ, 2012. – 432 с.

2. Юшкевич А.П. История математики в средние века / А. П. Юшкевич – М.: ГИФМЛ, 1961. – 448 с.

3. Волошинов А.В. Математика и искусство / А.В. Волошинов – Москва: Просвещение, 2002. – 335 с.

4. Иконников А. В. Художественный язык архитектуры / А.В. Иконников. – М.: Искусство, 1992. – 176 с.

5. Шевелёв И.М. Золотое сечение: три взгляда на природу гармонии / И.М. Шевелёв, М.А. Марутаев, И.П. Шмелёв. – М.: Стройиздат, 1990. – 343 с.

6. Фридман И. Научные методы в архитектуре. / И. Фридман – М.: Стройиздат, 1983. – 160с.

7. Математика в архитектуре [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hintfox.com/article/matematika-v-arhitektyre.html>.



УДК 519.816

Мищенко А.С.,

студ. гр. ИСИ-3, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Чудина Е.Ю.,

к. пед. н., доцент кафедры высшей математики
и информатики, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЗАДАЧА О ПРИЛЕЖНОМ СТУДЕНТЕ И ЕЕ РЕШЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ КРИТЕРИЕВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Ключевые слова: критерии принятия решений, игры с природой.

Аннотация. В данной статье рассмотрена проблема принятия решений в хозяйственной деятельности человека. Предложены пути выбора стратегии с помощью критериев принятия решений.

Введение. Любая хозяйственная деятельность человека связана с принятием решений в условиях неопределенности. Данная проблема рассматривается в теории принятия решений как «игры с природой». При постановке такой задачи учитывается совокупность некоторых факторов; влияющих на эффективность принимаемых решений.

Любую деятельность можно рассматривать как игру с природой. Под природой понимают совокупность случайных факторов, влияющих на хозяйственную деятельность – природные факторы, политические, социальные и прочие. Ставится задача выбора стратегии субъекта экономической деятельности с точки зрения максимизации некоторых показателей (прибыли, объема выпуска продукции).

Постановка задачи. Рассмотрим задачу, приводящую к использованию критериев принятия решений. Сергей – прилежный студент, который обычно получает хорошие отметки благодаря, в частности, тому, что имеет возможность

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

повторить материал в ночь перед экзаменом. Перед завтрашним экзаменом Сергей столкнулся с небольшой проблемой. Его сокурсники организовали на всю ночь вечеринку, в которой он хочет участвовать. Сергей имеет три альтернативы:

A_1 – участвовать в вечеринке всю ночь,

A_2 – половину ночи участвовать в вечеринке, а половину – учиться,

A_3 – учиться всю ночь.

Профессор, принимающий завтрашний экзамен, непредсказуем, и экзамен может быть легким (P_1), средним (P_2) или трудным (P_3). В зависимости от сложности экзамена и времени, затраченного Сергеем на повторение, можно ожидать следующие экзаменационные баллы, ожидаемые по результатам опроса однокурсников и оценивания уровня собственных знаний Сергей составил таблицу возможных оценок на экзамене (табл. 1).

Табл. 1. Матрица стоимостей.

	P_1	P_2	P_3
A_1	85	60	40
A_2	92	85	81
A_3	100	88	82

Требуется определить стратегию поведения Сергея: какой выбор он должен сделать (основываясь на каждом из критериев принятия решений в условиях неопределенности) с тем, чтобы получить максимальную оценку на экзамене.

Результаты. Критерий принятия решений – это функция, выражающая предпочтения лица, принимающего решения, и определяющая правило, по которому выбирается приемлемый или оптимальный вариант решения.

Всякое решение в условиях неполной информации принимается с учетом количественных характеристик ситуаций, в которой принимаются решения. Наиболее часто применяются следующие критерии: Севиджа, критерий Гурвица, минимаксный критерий, критерий Байеса-Лапласа и другие критерии.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Эти критерии можно использовать поочередно, причем после вычисления их значений среди нескольких вариантов произвольным образом выделяют некоторое окончательное решение. Рассмотрим эти критерии применимо к нашей задаче

Критерий максимакса. Критерий максимакса основан на выборе самых благоприятных состояний природы, т.е. этот критерий выражает оптимистическую оценку ситуации (табл. 2).

Табл. 2. Критерий максимакса.

A_i	Π_1	Π_2	Π_3	$\max(a_{ij})$
A_1	85	60	40	85
A_2	92	85	81	92
A_3	100	88	82	100

Выбираем из (85; 92; 100) максимальный элемент, он равен 100. Вывод: выбираем стратегию 3.

Критерий Байеса. По критерию Байеса за оптимальные принимается та стратегия A_i , при которой максимизируется средний выигрыш.

Пусть у профессора экзамен в 2 раза чаще сложный, чем легкий или средний. Тогда $p_1 = p_2 = \frac{1}{4}, p_3 = \frac{1}{2}$.

$$\sum(a_{1,j}p_j) = 85 \cdot 0,25 + 60 \cdot 0,25 + 40 \cdot 0,5 = 56,25;$$

$$\sum(a_{2,j}p_j) = 92 \cdot 0,25 + 85 \cdot 0,25 + 81 \cdot 0,5 = 84,75;$$

$$\sum(a_{3,j}p_j) = 100 \cdot 0,25 + 88 \cdot 0,25 + 82 \cdot 0,5 = 88.$$

Табл. 3. Критерий Байеса.

A_i	Π_1	Π_2	Π_3	$\sum(a_{ij}p_j)$
A_1	21,25	15	20	56,25
A_2	23	21,25	40,5	84,75
A_3	25	22	41	88
p_j	0,25	0,25	0,5	

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Выбираем из (56,25; 84,75; 88) максимальный элемент, он равен 88. Вывод: выбираем стратегию 3.

Критерий Лапласа. Согласно этому критерию, все состояния природы полагаются равновероятными, т.е.:

$$p_1 = p_2 = \dots = p_n = 1/n; p_i = 1/3 \ (i = 1, 2, 3).$$

Табл. 4. Критерий Лапласа.

A_i	Π_1	Π_2	Π_3	$\Sigma(p_j)$
A_1	28,333	20	13,333	61,667
A_2	30,667	28,333	27	86
A_3	33,333	29,333	27,333	90
p_j	0,333	0,333	0,333	

Выбираем из (61,67; 86; 90) максимальный элемент: 90. Вывод: выбираем стратегию 3.

Критерий Вальда. По критерию Вальда за оптимальную принимается чистая стратегия, которая в наихудших условиях гарантирует максимальный выигрыш, т.е.

$$a = \max(\min a_{ij}).$$

Критерий Вальда ориентирует статистику на самые неблагоприятные состояния природы, т.е. этот критерий выражает пессимистическую оценку ситуации.

Табл. 5. Критерий Вальда.

A_i	Π_1	Π_2	Π_3	$\min(a_{ij})$
A_1	85	60	40	40
A_2	92	85	81	81
A_3	100	88	82	82

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Выбираем из (40; 81; 82) максимальный элемент: 82. Вывод: выбираем стратегию 3.

Критерий Севиджа. Критерий минимального риска Севиджа рекомендует выбирать в качестве оптимальной стратегии ту, при которой величина максимального риска минимизируется в наихудших условиях, т.е. обеспечивается:

$$a = \min(\max r_{ij}).$$

Находим матрицу рисков. Риск – мера несоответствия между разными возможными результатами принятия определенных стратегий. Максимальный выигрыш в j -м столбце $b_j = \max(a_{ij})$ характеризует благоприятность состояния природы.

$$r_{11} = 100 - 85 = 15; r_{21} = 100 - 92 = 8; r_{31} = 100 - 100 = 0;$$

$$r_{12} = 88 - 60 = 28; r_{22} = 88 - 85 = 3; r_{32} = 88 - 88 = 0;$$

$$r_{13} = 82 - 40 = 42; r_{23} = 82 - 81 = 1; r_{33} = 82 - 82 = 0.$$

Табл. 6. Матрица рисков.

A_i	Π_1	Π_2	Π_3	$\max(a_{ij})$
A_1	15	28	42	42
A_2	8	3	1	8
A_3	0	0	0	0

Выбираем из (42; 8; 0) минимальный элемент: 0. Выбираем стратегию 3.

Критерий Гурвица. Критерий Гурвица является критерием пессимизма-оптимизма. За оптимальную принимается та стратегия, для которой выполняется:

$$a = \max(s_i), \text{ где } s_i = y \min(a_{ij}) + (1-y) \max(a_{ij}).$$

При $y = 1$ получим критерий Вальда, при $y = 0$ – критерий максимакса. Критерий Гурвица учитывает возможность как наихудшего, так и наилучшего для человека поведения природы. Как правило, параметр y выбирают

следующим образом: чем хуже последствия ошибочных решений, тем у ближе к 1. Рассмотрим $y = 0,5$.

$$s_1 = 0,5 \cdot 40 + (1-0,5) \cdot 85 = 62,5;$$

$$s_2 = 0,5 \cdot 81 + (1-0,5) \cdot 92 = 86,5;$$

$$s_3 = 0,5 \cdot 82 + (1-0,5) \cdot 100 = 91.$$

Табл. 7. Критерий Гурвица.

A_i	Π_1	Π_2	Π_3	$\min(a_{ij})$	$\max(a_{ij})$	$y \min(a_{ij}) + (1-y)\max(a_{ij})$
A_1	85	60	40	40	85	62,5
A_2	92	85	81	81	92	86,5
A_3	100	88	82	82	100	91

Выбираем из (62,5; 86,5; 91) максимальный элемент: 91. Выбираем стратегию 3.

Выводы. Таким образом, в результате решения статистической игры по различным критериям рекомендовалась стратегия A_3 – «учиться всю ночь». Данная задача является примером использования критериев принятия решений для практических задач. В экономической практике нахождение оптимальных стратегий участника рынка позволяет определить наиболее неблагоприятные условия, которые его ожидают, и выбрать стратегию поведения, дающую ему возможность получить гарантированный доход.

Литература

1. Диксит А. Теория игр. Искусство стратегического мышления в бизнесе и жизни / А. Диксит, Б. Нейлбафф. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2018. – 464 с.
2. Орлов А.И. Теория принятия решений: учеб. пособие / А.И. Орлов; – М.: Март, 2004. – 656 с.

УДК 519.816

Самарец Л.Д.,

студ. гр. МСО-3, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Чудина Е.Ю.,

к. пед. н., доцент кафедры высшей математики
и информатики, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

МЕТОД ДЕРЕВЬЕВ В ТЕОРИИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы выбора стратегии инвестора. Представлено описание метода деревьев для решения практических задач.

Ключевые слова: принятие решений, метод деревьев.

Введение. Метод дерева решений – это способ выбрать стратегию последовательных действий в условиях неопределенности рынка. Именно неопределенность здесь выступает ключевым словом, поскольку при опасности принять рациональное решение очень сложно, а продуманный план помогает проанализировать сложившуюся ситуацию. Дерево принятия решений строится следующим образом: его ветви – это стрелки с несколькими вариантами ответов, а листья – это ситуации, к которым приведет нас выбранный ответ.

Постановка задачи. Рассмотрим задачу об инвестициях предприятия при выборе стратегии для введения в производство новой продукции.

Фирма планирует производство новой продукции быстрого питания в национальном масштабе. Исследовательский отдел убеждён в большом успехе новой продукции и хочет внедрить ее немедленно, без рекламной кампании на рынках сбыта фирмы. Отдел маркетинга положение вещей оценивает иначе и предлагает провести интенсивную рекламную кампанию. Такая кампания обойдётся в 100 000 долларов, а в случае успеха принесет 950 000 долларов годового дохода. В случае неуспеха рекламной кампании (вероятность этого

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

составляет 30%) годовой доход оценивается лишь в 200 000 долларов. Если рекламная кампания не проводится вовсе, годовой доход оценивается в 400 000 долларов при условии, что покупателям понравится новая продукция (вероятность этого равна 0,8), и в 200 000 долларов с вероятностью 0,2, если покупатели останутся равнодушными к новой продукции.

Необходимо построить соответствующее дерево решений и определить, как должна поступить фирма в связи с производством новой продукции.

Результаты. Принцип построения дерева решений лежит в основе всех компьютерных программ и может быть заложен в основу выбора стратегии при принятии экономических решений в условиях рынка. Дерево решений, как правило, строится на принятии или отклонении одной из стратегий при условии воздействия на игрока рынка некоторых факторов.

Приведем пример построения дерева решений в ситуации выбора стратегии – пойти ли гулять в зависимости от значений определенных факторов. Наш ствол – первый вопрос – это ключевой фактор: «На улице солнечно?» От него зависит наш дальнейший путь. Если ответ положительный, двигаемся по направлению слова «Да». Если температура воздуха высокая, мы получаем окончательный ответ – «Не идти гулять», в противном случае тоже получаем итог, но уже с результатом «Идти гулять» (рис. 1).

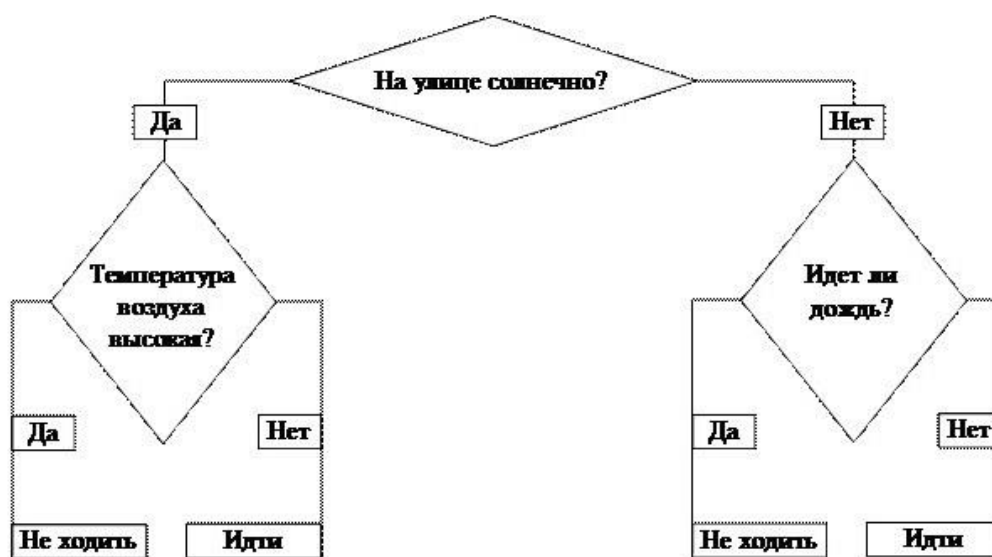


Рис. 1

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Дерево принятия решений подразумевает, что будут проанализированы все варианты движения и спрогнозированы результаты. Метод построения дерева решений позволяет наглядно показать все возможные варианты развития событий в результате воздействия выбранных факторов. Это схема, которая наглядно показывает причинно-следственные связи и позволяет подбирать несколько вариантов поведения игрока рынка.

Область применения. На практике чаще всего о методе построения дерева решений говорят в контексте менеджмента. Так, дерево решений используют в банковском деле для оценки надежности клиентов и принятия решения для выдачи кредита. На производстве данный метод реализуется в специальном алгоритме, с помощью которого брак отсекается на нескольких этапах проверки. Метод построения дерева решений используется и в других отраслях деятельности. Например, медицинской практике данный метод реализуется при постановке диагноза – врач задает пациенту наводящие вопросы, ответы на которые приведут к единому правильному решению.

Метод построения дерева решений может использоваться для решения о том, открывать ли новые производственные мощности, внедрять технологии, формировать новый ассортимент и т. д. Область применения данного метода невероятно широка, однако можно выделить две основные функции данного метода.

1. Описание данных. При постановке проблемы расширения ассортимента схема данной задачи будет состоять из конкретных цифр возможных сумм прибыли и рентабельности. Структурировать такую информацию будет намного проще, если она будет храниться в виде схемы, а не в обширной таблице.

2. Классификация. Появляется возможность сгруппировать исходные данные и сделать для них подборку возможных вариантов развития событий.

Алгоритмы. На сегодняшний день существует несколько известных алгоритмов, позволяющих создавать деревья решений (примеры мы уже рассмотрели). CART – аббревиатура слов Classification and Regression Tree (классификация и регрессия). Согласно его принципам, каждый узел дерева

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

может иметь только два ответвления. С4.5 - метод построения, при котором каждый узел может иметь неограниченное количество веток. В такой схеме тяжело делать прогнозы, поэтому ее используют для классификации. QUEST (Quick, Unbiased, Efficient Statistical Trees). Самая сложная из всех моделей, но очень достоверная. Позволяет создавать многомерное ветвление. Это значит, что в любом узле может создаваться не просто множество веток, а примеров действия.

Сбор данных. Метод дерева решений определяет структуру «жизненного цикла» проекта: сколько будет этапов и какова продолжительность каждого из них, выделяет ключевые события, на этапе которых может возникнуть проблема выбора стратегии поведения участника рынка. Необходимо определить:

- 1) все возможные факторы, влияющие на наступление того или иного события, описанного в предыдущем шаге;
- 2) оценки вероятности принятия этих решений;
- 3) расчет стоимости всех этапов жизненного цикла (между ключевыми событиями).

Чтобы провести математические расчеты, построим графическую схему для рассматриваемой задачи.

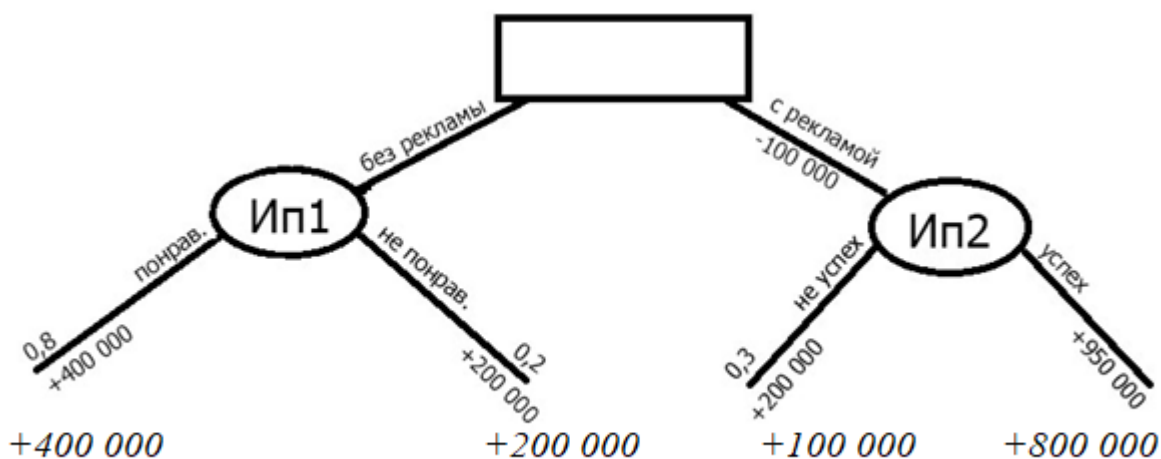


Рис. 2

Для поиска оптимального решения вычислим математическое ожидание прибыли от каждого проекта:

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

$$МИ_{П1} = 400 \cdot 0,8 + 200 \cdot 0,2 = 320 + 40 = 360;$$

$$МИ_{П2} = 100 \cdot 0,3 + 850 \cdot 0,7 = 30 + 595 = 625.$$

Судя по полученным данным, наиболее оптимально для инвестора будет вложить свой капитал во второй инвестиционный проект.

Вывод. Метод построения дерева решений повсеместно используется в обыденной жизни. Важной задачей при его применении является выбор основных вопросов, которые составляют ключевые моменты, и ветвей с результатом. Данный алгоритм помогает выбрать правильное решение, классифицировать и структурировать данные о проблеме, спрогнозировать ее исход.

Литература

1. Гончаренко Л.П. Риск-менеджмент / Л.П. Гончаренко, С.А. Филин. – 3-е изд. – М.: КноРус, 2010. – 215 с.
2. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах: СПб.: Изд. Лань, 2011. – 352 с.



УДК 51-77

Гузенко Ю.И.,

студ. группы ПМ-25а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Галибина Н.А.,

канд. пед. наук, доцент кафедры высшей математики и информатики,

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ВАСИЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ ЛЕОНТЬЕВ – ВЕЛИКИЙ УЧЁНЫЙ КАК МАТЕМАТИК И ЭКОНОМИСТ

Аннотация. В статье раскрыты биографические сведения о математике и экономисте – Василии Васильевиче Леонтьеве. Описаны его жизненный путь и этапы открытия учёным всемирно известной модели «затраты-выпуск».

Ключевые слова: модель «затраты-выпуск», балансовый анализ, модель Леонтьева, биография.

Введение. Василий Васильевич Леонтьев является одним самых выдающихся учёных двадцатого века. Его деятельность оценена практически такими прижизненными знаками мирового признания как Нобелевская премия по экономике, членство в академиях наук различных стран мира, в том числе и в академии наук СССР, орден Почетного легиона (Франция), орден Херувима университета Пизы (Италия), орден Восходящего солнца (Япония), Французский орден искусства и литературы и т.п. Учёный был почетным членом более десятка университетов мира, в том числе Парижского (Сорбонна), Пенсильванского, Йоркского и пр.; членом Американской Национальной академии наук, Эконометрического общества, Американской экономической ассоциации, Американского философского общества, Королевского статистического общества (Великобритания), Японского экономического исследовательского центра, института Франции и т.д.

Постановка задачи. Целью статьи является описать опыт исследования различных биографических и научных источников, связанных с биографией В.В. Леонтьева и его математико-экономическими исследованиями.

Согласно справочной литературе, В. В. Леонтьев родился в Санкт-Петербурге 5 августа 1906 года. Однако в соответствии с документом, переданным в архивы дочерью учёного, Леонтьев родился в Мюнхене 5 августа 1905 года и был крещён в Санкт-Петербурге спустя год после рождения. Предки будущего учёного проживали в Санкт-Петербурге с 1741 года. Детские годы будущего нобелевского лауреата были годами огромных социальных и политических потрясений. Когда Василию младшему исполнилось 8 лет, началась первая мировая война. Лишь два последних года перед получением аттестата В. В. Леонтьев проучился в единой трудовой школе, остальное время он получал образование на дому. В 15 лет он самостоятельно поступил в Петроградский университет на социально-экономическое отделение факультета общественных наук, где сначала изучал философию и социологию, а затем математические и экономические науки.

Закончив в 1925 году университет и получив диплома экономиста, Леонтьев некоторое время работает в университете на кафедре экономической географии. Однако его не публикуют. Первую же научную публикацию Леонтьева запрещает цензура. Поэтому в этом же году Василий Васильевич в этом же году уезжает из страны для продолжения своего образования в Берлинском университете.

В возрасте 22 лет, Леонтьеву присуждают степень доктора экономических наук. В 1929 году он отправляется в Нанкин в качестве экономического советника министерства железных дорог Китая, после возвращения продолжает научно-исследовательскую работу в институте мирового хозяйства. Одна из первых научных статей учёного была посвящена анализу баланса народного хозяйства СССР за 1923-1924 года, в которой Леонтьев попытался впервые в экономической практике тех лет представить в цифрах производство и

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

распределение общественного продукта. Этот балансовый отчет стал прообразом разработанного Леонтьевым метода «затраты-выпуск».

В 1931 году Леонтьев переезжает в США в связи с предложением о работе в Национальном бюро экономических исследований. В 1932 году Леонтьев женится на поэтессе Эстелл Хелен Маркс. В этом же году он становится профессором в Гарвардском университете, возглавляя «Гарвардский проект экономических исследований», ставший центром исследований в области анализа по методу «затраты-выпуск». С 1953 по 1975 гг. Леонтьев заведует кафедрой политической экономии Гарвардского университета.

Научные исследования велись Леонтьевым на фоне мирового экономического кризиса 30-х годов (Великой депрессии). Но лишь после войны Статистическое бюро занятости Соединенных Штатов впервые обратилось к леонтьевскому методу «затраты-выпуск». Сначала в 1939 году, а затем в 1947 году этот метод, получивший название «модель Леонтьева», был использован для прогнозирования того, как всеобщая занятость по секторам будет изменяться по мере того, как экономика переходит от мира к войне и обратно. Анализ по методу «затраты-выпуск» ныне признан классическим инструментом в экономике.

В 1973 году Леонтьев был удостоен Нобелевской премии в области экономики. Умер учёный в Нью-Йорке ночью 5 февраля 1999 г. в Нью-Йорке.

Выводы. Собранная в данной работе биографическая информация о В.В. Леонтьеве может быть полезна для студентов и аспирантов экономических и математических специальностей.

Литература

1. Ногин В. Д. Василий Васильевич Леонтьев – Нобелевский лауреат в области экономики Ломоносова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/nogin/leontiev.pdf> (Дата обращения: 20.03.2019 г.).

2. Гранберг А.Г. Василий Леонтьев в мировой и отечественной науке / А.Г. Гранберг. // Экон. журнал ВШЭ. – 2006. – № 3. – С. 45-52.

УДК 929

Жеванов В.В.,

студ. гр. АД-24, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Кононыхин Г.А.,

к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики и информатики

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

**ГЛАВНЫЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК ИПММ НАН УКРАИНЫ,
ДОКТОР ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР ГОРР
ГЕННАДИЙ ВИКТОРОВИЧ**

Аннотация: рассмотрена биография главного научного сотрудника института прикладной математики и механики НАН Украины, доктора физико-математических наук, профессора Горра Геннадия Викторовича.

Ключевые слова: Г.В. Горр, НАН Украины, высшая математика, теоретическая механика, наука, д.ф.-м.н., профессор, динамика твердого тела, ДонГУ, МГУ.

Г.В. Горр окончил механико-математический факультет НГУ в городе Новосибирске в 1966 г. В 1969 г. в ДонГУ в городе Донецке защитил кандидатскую диссертацию, а в 1983 г. в МГУ город Москва – докторскую. Звание профессора ему было присвоено в 1988 г. на кафедре высшей математики ДонНУ. Заведовал кафедрой высшей математики Донецкого национального университета с 1993 г. по 2008 г. В настоящее время – главный научный сотрудник Института прикладной математики и механики НАН Украины. Основные научные достижения Г.В. Горра относятся к динамике твердого тела. Он получил ряд значительных результатов в разработке теории интегрирования дифференциальных уравнений динамики твердого тела и построения новых решений в задачах о движении тела в разных силовых полях, о движении систем

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

связанных твердых тел; предложил методы построения и исследования специальных классов движений (прецессионных, изоконических, асимптотических), изучил окрестность известных точных решений [3].

Научный задел Геннадия Викторовича Горра составляет свыше 140 статей, шесть монографий и два учебных пособия. Им подготовлены 13 кандидатов наук и два доктора физико-математических наук [2].

Г.В. Горр по приглашению читал лекции в странах дальнего зарубежья (Болгария, Египет и др.). Участвовал в ряде международных конференций по теоретической механике [2].

Геннадий Викторович – член Национального комитета по теоретической и прикладной механике Украины, член Российского комитета по теоретической механике, член Американского математического общества (АМ8); имеет благодарность ВАК Украины за шестилетнюю работу в качестве члена экспертного совета по механике [3].

Вклад Г.В. Горра в развитие динамики твердого тела в Украине отмечен премией им. М.М. Крылова (1995г.) и премией Национальной академии Украины в области математики [2].

В 2013 г. за высокие трудовые достижения Горр Геннадий Викторович получил почетную награду Международного Академического Рейтинга «Золотая Фортуна» – Георгиевская медаль «Честь. Слава. Труд» [3].

Г.В. Горр участвовал в разработках, связанных с созданием гироскопических приборов для искусственных спутников Земли (ИСЗ). Эти работы выполнялись для Харьковского предприятия, занимавшегося проектированием и изготовлением систем управления для баллистических ракет. Геннадий Викторович проанализировал условия решаемости так называемой зондовой навигации [1].

Г.В. Горр – один из авторов книги «Классические задачи динамики твердого тела. Развитие и современное состояние», которая была написана в Донецке в 1978 г. [1].

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

В 1969 году защитил кандидатскую диссертацию. «Исследование некоторых решений уравнений динамики твердого тела, по специальности 01.02.01 – теоретическая механика» в Донецком государственном университете, научный руководитель: член – корреспондент АН УССР, д.ф.-м.н., профессор П.В. Харламов. Официальные оппоненты: академик АН УССР д.ф.-м.н., профессор В.О. Кононенко, д.ф.-м.н., профессор Ю.А. Архангельский, ведущее предприятие: Институт математики АН УССР [2].

В 1983 году – докторская диссертация. «Методы полного решения задач динамики твердого тела, 01.02.01 – теоретическая механика, д.ф.-м.н. защита 22 апреля 1983 в Московском государственном университете им. Ломоносова. Официальные оппоненты: д.ф.-м.н., профессор Ю.А. Архангельский, д.ф.-м.н., профессор А.П. Маркеев, д.ф.-м.н., профессор В.Н. Рубановский, ведущее предприятие: университет Дружбы народов им. П. Лумумбы [2].

Г.В. Горр на данный момент руководит кафедрой высшей математики и методики преподавания математики Донецкого национального университета [3].

Литература

1. Горр Геннадий Викторович и др. Классические задачи динамики твердого тела: Развитие и современное состояние / Г.В. Горр, Л.В. Кудряшова, Л.А. Степанова. – Киев: Наук. Думка, 1978 С. – 294 с., ил.; 22 см.

2. Горр Геннадий Викторович. Кафедра высшей математики и методики преподавания математики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://donnu.ru/math/hmk/gorr-gennadiy-viktorovich> (Дата обращения 09.04.19).

3. Горр Геннадий Викторович – золотая фортуна бизнес бук [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.businessbookgf.org/business_partners/personas/golden_fortune_horr_hennadiy_viktorovych (Дата обращения 10.04.19).



УДК 929.0

Кротинова В.Н.,

студ. гр. АД-24, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Сергеев Е.К.,

к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики и информатики

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ХАРЛАМОВА ЕЛЕНА ИВАНОВНА

Аннотация. Изучена научная и исследовательская деятельность Харламовой Елены Ивановны.

Ключевые слова: Харламова Елена Ивановна, математика, механика, ИПММ, динамика твердого тела.

Елена Ивановна Забелина родилась 1 июля 1928 года в городе Рыбинске Ярославской области. В 1946 году окончила школу с золотой медалью, а затем она поступила учиться в МГУ на механико-математический факультет. Было трудно учиться с «провинциальным военным» образованием на фоне москвичей, занимавшихся до поступления, как правило, на курсах при мехмате или в заочных школах. Однако она окончила МГУ с красным дипломом и рекомендацией в аспирантуру. Во время учебы подружилась, а затем и вышла замуж за Павла Васильевича Харламова, поступившего на мехмат после демобилизации из армии.

С 1952 года, и начинается преподавательская деятельность в Донецком индустриальном институте. Елена Ивановна – ассистент кафедры математики, Павел Васильевич – механики. Оба не оставляют мысль о науке. В 1955 году Елена Ивановна поступила в аспирантуру на кафедру теоретической механики мехмата МГУ.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

В 1958 году – защитила диссертацию «Некоторые задачи динамики твердого тела». Первые работы были опубликованы в журналах «Труды ДПИ», «Вестник МГУ», «Прикладная математика и механика». Общим для рассмотренных в диссертации задач являлось применение методов С.А. Чаплыгина.

Уже в первых работах Елена Ивановна рассмотрела движение твердого тела вокруг неподвижной точки в центральном ньютоновском поле сил. Аналитическое исследование такого движения проведено с помощью характеристической функции, указанной С.А. Чаплыгиным. Она сняла одно ограничение, имеющееся в работе С.А. Чаплыгина, и свела задачу к квадратурам, построив полный интеграл уравнений Чаплыгина–Якоби. Дала простое геометрическое истолкование движения тела в этом случае. Оказывается, твердое тело в центральном ньютоновском поле сил движется так, что неизменно связанный с ним эллипсоид катится без скольжения внутри эллиптического цилиндра, ось которого проходит через притягивающий центр и центр тяжести тела. При удалении притягивающего центра в бесконечность цилиндр вырождается в пару плоскостей, и полученная Е.И. Харламовой интерпретация переходит в известную интерпретацию случая Эйлера, данную Пуансо. Этот результат в значительной степени дополняет исследования С.А. Чаплыгина.

Время защиты кандидатской диссертации совпало со временем образования Сибирского научного центра. В его создании участвовал и академик Юрий Николаевич Работнов, профессор мехмата. Он берет чету Харламовых на работу в отдел прочности Института гидродинамики СОАН.

С 1960 года она – доцент университета, преподает и еще три года подряд «набирает» студентов. Вместе с другими энтузиастами старается готовить достойные кадры сибирской науке. Ее трудовая деятельность в НГУ отмечена правительственной наградой: орденом «Знак почета». Елена Ивановна очень хороший преподаватель, и это всегда отмечали коллеги и студенты, а это может быть лишь при любви к своему делу и неприменной доброжелательности к слушателям. Эти качества у Елены Ивановны присутствуют.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

В 1964–67 годах выходят ее статьи в журналах Доклады АН СССР, ПММ, Известия СОАН СССР.

В 1965 году на Украине в г. Донецке создается новый научный центр АН УССР. Павла Васильевича, уже доктора наук, приглашают возглавить отдел прикладной механики в Институте прикладной математики и механики. Вместе с несколькими учеными – создателями Донецкого научного центра – его избирают членом-корреспондентом АН Украины. Семья переезжает в Донецк. Елена Ивановна – старший научный сотрудник ИПММ (Институт прикладной математики и механики). Все сначала: жизнь семьи (уже два сына), новые коллеги, новые задачи (индустриальный край, угольная промышленность).

В 1971 году она защитила докторскую диссертацию «Алгебраические инвариантные соотношения дифференциальных уравнений динамики твердого тела» в совете Института проблем механики АН СССР в Москве.

К изучению движения твердого тела в диссертации привлечены более общие уравнения, чем уравнения Эйлера–Пуассона. Эти уравнения содержат линейные относительно угловой скорости слагаемые с постоянными коэффициентами и описывают более общие механические системы, такие, например, как тела с полостями, целиком заполненными идеальной несжимаемой жидкостью, или системы тел, связанные определенным образом.

В 1974 году происходит бурное развитие прикладной математики. Ректор Донецкого политехнического института приглашает Елену Ивановну создать кафедру прикладной математики. Она принимает приглашение и переходит в ДПИ на должность “Профессор, заведующая кафедрой прикладной математики”. Задача – воспитать специалистов с новым мышлением, ориентированным во всех областях знаний на ЭВМ. Отсюда новые курсы лекций, вычислительные машины, практика и дипломирование студентов. Кафедра взяла на себя чтение почти всех курсов математического и прикладного характера, имеющих в учебном плане, выполняла работу по хоздоговорам с Донецким металлургическим заводом.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Кафедра теперь называется «Информационные системы и технологии» и является вот уже 45 лет одной из ведущих кафедр Донецкого национального технического университета. С 1975 года Елена Ивановна имеет ученое звание профессора.

Когда наметилась необходимость перехода от прикладных задач к подготовке инженеров-программистов, Елена Ивановна вернулась в ИПММ. Работа в научном институте дала возможность продолжить научную работу – тему построения точных решений на базе одного уравнения и собрать весь материал в монографию «Интегродифференциальное уравнение динамики твердого тела», которая опубликована в соавторстве с Г.В. Мозалевской в 1986 г.

Она не оставляла работу со студентами, аспирантами: руководство практикой, дипломными работами, отзывы, оппонирование. Под ее руководством были подготовлены шесть кандидатских диссертаций, в двух докторских была научным руководителем. Все работы успешно защищены в ведущих советах. У нее более ста работ, монография. Ею написана в 2005 году книга о ИПММ.

В 2001 году не стало Павла Васильевича. Несколько лет Елена Ивановна исполняла обязанности заведующего отделом прикладной механики, сохраняя научную направленность и все традиции отдела, заложенные его создателем Павлом Васильевичем Харламовым. О нем – муже, друге, коллеге, большом ученом – Елена Ивановна написала прекрасную книгу.

Елена Ивановна не теряет связь с ИПММ, она живо интересуется делами института, поддерживает постоянные контакты с его сотрудниками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павел Васильевич Харламов / Е. Харламова. – Донецк: Ин-т прикладной математики и механики НАН Украины, 2001. – 130 с.

2. Институт прикладной математики и механики [Электронный ресурс] // «Национальная академия наук Украины», 2005. – Режим доступа: <http://iamm.su/ru/about/> (Дата обращения: 25.04.2019).

УДК-512

Волощук И. Е.,

студ. гр. АД-24, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Сергеев Е. К.,

к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики и информатики

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ЧИСЛО ЭЙЛЕРА

Аннотация. Смысл математической константы e , история её открытия, способы определения.

Ключевые слова: число Эйлера, константа Эйлера, число e , математическая константа, закономерность.

Константа Эйлера – это одна из самых известных и важных математических констант, на ряду с числом π , золотым сечением и квадратным корнем из двух. e – иррациональное число, оно равно 2,718281828... Проблема константы e в том, что она не определена геометрически, как π – отношением длины окружности к её диаметру, это то, что ещё знали древние греки. Есть много других математических констант, о которых они тоже знали, но только не о e , она не определена ни фигурами, ни геометрически. Это математическая константа, которая связана с ростом, темпом изменения чего-либо. Давайте взглянем на первоначальную проблему, где было использовано число e .

В 17 веке Джейкоб Бернулли заинтересовался сложными процентами, в получении процентного дохода от ваших денег. Представьте, что у вас есть в банке 1 рубль, банк выплачивает 100% каждый год, это означает, что после первого года у вас будет 2 рубля, значит вы заработали 1 рубль, помимо того, что у вас было. Что если вместо этого вам предложат 50% дохода каждые полгода? Так лучше или хуже? Давайте подумаем. Вы начали с одного рубля, а затем

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

получали 50% дохода каждые 6 месяцев, через полтора года у вас есть полтора рубля, затем вы снова ждёте полгода и зарабатываете ещё 50% от того, что уже было, то есть 0,75 рубля, добавьте это к тому, что у вас уже есть и получите 2,25 рубля, это гораздо лучше. Что произойдет если мы будем делать это чаще, что если это делать каждый месяц? Вам предлагают $1/12$ дохода каждый месяц, так лучше? Давайте подумаем. По прошествии первого месяца нужно то, что вы имеете умножить на это: $1+1/12$, ваш доход, $1/12$ вы прибавляете к изначально имеющемуся одному рублю, так вы делаете для первого месяца, затем для второго, то что вы имеете снова умножаете на то же значение, и для третьего месяца так же, и так далее.

По сути так нужно сделать 12 раз, таким образом для одного года вы возводите это выражение в степень 12 и получаете 2, 61 рубля. Это действительно лучше, тот факт, что вы чаще получаете доход, означает лучший результат. Если же проделывать это для каждой недели, то насколько тогда улучшится результат? Я имею в виду, что вы заработаете $1/52$ каждую неделю, и после одного года, или 52-х недель у вас должно быть 2,69 рубля, становится всё лучше и лучше.

Здесь вы можете увидеть закономерность того, что происходит, к единице прибавить $1/n$ и всё это в n -ой степени. Если бы вы это делали каждый день $1 \cdot (1+1/365)^{365}$, что равно 2,71 рубля. Что если бы это происходило каждую минуту, секунду, что если бы это происходило постоянно? Возьмём формулу $1 \cdot (1 + \frac{1}{n})^n = x$ и теперь устремим n к бесконечности, то был бы непрерывный доход, так что это? Чему он равен? Это именно то, что хотел бы знать Бернулли. Он так и не смог разобраться, но догадывался, что число лежит между двумя и тремя, и через 50 лет решение нашёл Эйлер, он сумел его отыскать. И оно равно 2,718281828... Мы были довольно близки при вычислении формулы с $n=365$. Мы получили близкое к этому значение. Если бы вы делали это бесконечно, то получили бы иррациональное число, Эйлер назвал его e , он не называл его в честь себя, хотя это число и известно, как константа Эйлера. Эйлер доказал, что

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

оно иррациональное, он нашел формулу для определения e , новую формулу, и стало ясно, что число иррациональное, он определил, что e равно

$$2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{4 + \frac{1}{\dots}}}}}}$$

и так до бесконечности, это дробь, которая продолжается бесконечно, она непрерывна. Здесь можно увидеть закономерность 2 1 1, 4 1 1, 6 1 1 и т.д. Как видите, эта закономерность бесконечна, и если дробь бесконечна, то её результат иррациональное число, он также определил значение e до 18 знаков после запятой. Для этого он использовал другую формулу, она и сейчас используется для определения константы Эйлера $e = 2 + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \frac{1}{5!} \dots$. Почему же константа e так важна? Потому что e – это естественный язык роста чего-либо, я покажу почему. Давайте построим график $y = e^x$. Если вы берёте точку на прямой, то значение функции в этой точке равно e в степени x . И вот почему это важно. Градиент кривой в этой точке равен e^x , и площадь под кривой на всём пути до минус бесконечности равна e^x .

Это единственная функция, которая обладает таким свойством. Таким образом, значение функции, градиент и площадь равны в любой точке вдоль всей линии. В точке 1 значение функции равно e , потому что e в степени 1 равно e , т.е. значение равно 2,718, градиент равен 2,718 и так же площадь. Почему же это важно? Число Эйлера позволяет значительно упростить математические вычисления, если же записывать не через e , то придется использовать много разных математических констант и операции станут более запутанными.

И конечно, e знаменито объединением всех известных констант в одной формуле, в формуле Эйлера. $e^{i\pi} + 1 = 0$. Так что у нас есть все важные математические константы, собранные в одной формуле (0, 1, квадратный

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

корень из -1 , число Π). И все они собраны в одной прекрасной формуле, которую часто называют самой красивой формулой в математике.

Литература

1. Число e . Wikipedia.org [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/E_\(число\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/E_(число)) (дата обращения: 25.04.2019).
2. Число Эйлера. Краткое знакомство с константой « e ». Concepture.club информ.-справочный портал [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://concepture.club/post/nauka/vse-chto-nuzhno-znat-o-konstante-e> (дата обращения: 25.04.2019).
3. Число Эйлера. Определение и основные понятия числа e Solverbook.com: информ.-справочный портал [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://ru.solverbook.com/spravochnik/logarifmy/chislo-e/> (дата обращения: 25.04.2019).



УДК 929.0

Саенко С.А.,

студ. гр. АД-24, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Кононыхин Г.А.,

к. ф.-м. н., доцент кафедры высшей математики и
информатики ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ВКЛАД В МЕХАНИКУ А.М. КОВАЛЕВА

Аннотация. Рассмотрен вклад А.М. Ковалева в механику.

Ключевые слова: А.М. Ковалев, механические системы, задачи, идентифицируемость, флэт-алгоритм.

Введение. Александр Михайлович Ковалёв (р. 19.01.1944 г.) – советский, украинский и донецкий учёный, директор ГУ «Институт прикладной математики и механики» ДНР, академик НАН Украины.

Родился 19.01.1944 г. в с. Убинское Новосибирской области. Окончил Донецкий университет (1967 г.). Работает в Институте прикладной математики и механики: с 1986 г. старший научный сотрудник, с 1996 г. заместитель директора по научной работе, с 2005 г. – директор. С 1983 г. по совместительству профессор кафедры дифференциальных уравнений Донецкого университета. В 2003 г. Александр Михайлович Ковалев избран член корреспондентом Национальной академии наук Украины.

А.М. Ковалев 11 декабря 1981 года в московском государственном университете им М И Ломоносова защитил докторскую диссертацию на тему «Устойчивость управляемость наблюдаемость нелинейных механических систем». Исследовал устойчивость различных механических систем. Изучал нормальные колебания твердого тела и гидростата около нижнего положения равновесия в параметрах Родрига-Гамильтона. Также Ковалев изучал изгибы и

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

кручение изотропных стержней, равновесие изотропного стержня, деформации стержня концевыми моментами, деформации криволинейного упругого стержня и др.

Ковалевым поставлена и решена задача о включении заданного инвариантного многообразия динамической системы в семействе интегральных многообразий; доказал, что локально такое включение возможно, если только рассматриваемое инвариантное многообразие не является $(n-1)$ -мерным многообразием, состоящих из особых точек.

Разработал метод ориентировочных многообразий, позволивший решить проблему управляемости по всем и по части переменных нелинейных систем общего вида. Этот метод идейно связан с методом функций Ляпунова и методом инвариантных соотношений Пункаре-Леви-Чивита и является естественным продолжением и дальнейшим развитием исследований по методу инвариантных соотношений, производимых в донецкой школе механики.

Успешно применил метод инвариантных к решению обратных задач. Впервые в мировой литературе эти задачи были исследованы с помощью не одной, а множества теорий, что позволило получить наиболее широкое условие их решаемости. Доказана общая теория идентифицируемости нелинейных систем утверждающая идентифицируемость любой системы по измерению её с помощью меньшего числа параметров.

Для систем общего вида введено понятие обратной системы и предложен алгоритм ее построения с использованием обратной системы по множеству траекторий; разработан флэт-алгоритм решения двухточечной задачи управления. В последние годы метод обратной системы успешно применен к задачам обработки и передачи информации с использованием динамического класса.

С использованием метода функции Ляпунова и метода ориентировочных многообразий доказана общая теорема о стабилизации по всем и по части переменных нелинейных управляемых систем. На основе методов современных теории импульсных систем и результатов Красовского и Цыпкина дана

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

постановка задач стабилизации с импульсным управлением в том числе получено решение задачи стабилизации интегратора Брокетта.

Публикации:

- Нелинейные задачи управления и наблюдения в теории динамических систем. К., 1980.
- Управляемость, наблюдаемость, идентифицируемость динамических систем. К., 1993 (соавтор).
- Invariant and integral manifolds of dynamical systems and the problem of integration of the Euler-Poisson equations // Regular & Chaotic Dynamics. 2004. Vol. 9, № 1.
- Импульсно-разрывная стабилизация интегратора Брокетта // Изв. РАН. Теория и системы упр. 2005. № 5 (соавтор).
- Построение функции Ляпунова со знакоопределенной производной для систем, удовлетворяющих теореме Барбашина-Красовского // ПММ. 2008. Т. 72, вып. 2.
- Решение задач устойчивости для нелинейных систем с известной функцией со знакопостоянной производной // Механика твердого тела. 2009. Вып. 39.

Премия им. М. Крылова НАНУ (1994 г.). Государственная премия Украины в области науки и техники (2008 г.).

Вывод. Александр Михайлович Ковалёв – человек, который посвятил всю свою жизнь науке и еще раз доказал, что кем бы ни был человек, он должен стремиться оставить после себя отпечаток в истории, чтобы его помнили и не забывали.

Литература

1. Ковалев А.М. Научно-электронная библиотека изданий НАН Украины. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/116118/16-Kovalev.pdf?sequence=1> (Дата обращения: 29.04.2019).

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

2. Ковалев А.М. Общероссийский математический портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mathnet.ru/rus/person38580/> (Дата обращения: 29.04.2019).

3. Ковалев А.М. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%91%D0%B2,%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80_%D0%9C%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%B9%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87 (Дата обращения: 29.04.2019).



УДК 669.054.8:669.053.4

Найманова А.Р.,
студ. гр. ГСХ-24, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководители: Шевченко О.Н., к.т.н.,
доцент кафедры «Прикладная химия»,
ГОУ ВПО «ДонНАСА»,
Малинина З.З., к.х.н.,
доцент кафедры «Прикладная химия»,
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОСТАТОЧНОГО АКТИВНОГО
СВОБОДНОГО ХЛОРА В ВОДЕ КРЫТОГО БАССЕЙНА С ЦЕЛЬЮ
КОНТРОЛЯ ЕГО УРОВНЯ**

Аннотация. Рассмотрено применение йодометрического метода для определения содержания остаточного хлора в воде крытого бассейна.

Ключевые слова: остаточный активный свободный хлор, крытый бассейн, дезинфекция, бактерицидность воды.

Введение. Сущность обеззараживающего действия хлора заключается в окислительно-восстановительных процессах, происходящих при взаимодействии хлора с органическими веществами микробной клетки. Полагают, что хлорноватистая кислота, образующаяся при гидролизе хлора, вступает в реакцию с ферментами бактерий и тем самым нарушает обмен веществ в бактериальной клетке.

Для того, чтобы требования соответствовали нормам воды плавательного бассейна по содержанию хлора при изменении нагрузки из-за влияния температуры, солнечного света, числа посетителей, погоды и т.п. необходимо

следить за подачей хлора с помощью регулярных измерений. Кроме уровня pH существенное значение для качества воды имеет свободно действующий хлор в воде бассейна. Дополнительный объем дезинфекционных средств должен измеряться, несмотря на неизбежный расход хлора, потому что в воде бассейна постоянно находится избыток хлора от 0,3 до 0,6 мг/л. Этим обеспечивается буферная мощность как при обычной многочасовой циркуляции, так и при мало часовой высокой нагрузке на бассейн.

При обеззараживании или очистке вод активным хлором определяют хлорпоглощаемость подвергшейся этой обработке воды. Это количество активного хлора, необходимое для достижения заметного избытка после обработки исследуемой воды в течение определенного времени (обычно при 30-минутном контакте).

Целью настоящей работы явилось контрольная проверка содержания постоянно находящегося в воде бассейна остаточного хлора, обеспечивающего буферную мощность (бактерицидность) воды.

Постановка задачи. Для достижения цели были поставлены следующие основные задачи исследования:

1. Выбрать метод определения свободного остаточного хлора в воде в воде крытых бассейнов.
2. Выполнить анализ по определению содержания свободного остаточного хлора в воде бассейна.
3. Установить соответствие величины остаточного хлора в воде бассейна существующим нормам.

Результаты работы. Для решения поставленных задач был использовано йодометрическое определение. Хлор выделяет йод из раствора йодида. Выделенный хлор титруют раствором тиосульфата натрия по крахмалу. Титруя 0,01н раствором тиосульфата натрия, можно определить 0,05 мг/л и более активного хлора в пробе объемом 500 мл.

К пробе воды прибавляли 5 мл уксусной кислоты и около 1 г твердого йодида калия. Титрование проводили на белом фоне 0,01н раствором

тиосульфата натрия до получения светло-желтой окраски. Затем добавляли 1 мл 0.5% раствора крахмала и титровали до исчезновения синего окрашивания. Таким же способом находили расход реактива на холостое определение с дистиллированной водой.

Содержание активного хлора (X, мг/л) вычисляли по формуле:

$$X = [(a-b) \cdot k \cdot C_n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot M_{\text{э}}(\text{Cl}_2) \cdot 1000] / V$$

$$X = [(a-b) \cdot k \cdot 0.01 \cdot 35,45 \cdot 1000] / V = [(a-b) \cdot k \cdot 0.01 \cdot 354,5] / V,$$

где а – объем 0.01н раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование пробы, мл; b – объем 0.01н раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование в холостом определении, мл; k – поправочный коэффициент для приведения концентрации раствора тиосульфата натрия к точно 0.01н; V – объем анализируемой пробы, мл; $M_{\text{э}}(\text{Cl}_2)$ – мольная масса эквивалентов хлора, г/моль; $C_n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ – нормальность раствора тиосульфата, моль/л.

$$X = [(20-19,63) \cdot 1 \cdot 0.01 \cdot 354,5] / V = 0,26 \text{ мг/л.}$$

Выводы.

1. Определено содержание остаточного свободного хлора в воде крытого бассейна йодометрическим методом.
2. Содержание свободного остаточного хлора составило 0,26 мг/л;
3. Содержание свободного остаточного хлора в размере 0,26 мг/л не обеспечивает надлежащую бактерицидность воды и является опасной для здоровья людей в инфекционном отношении.

Литература

1. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа воды, издание 2-е, исправленное / Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1973. – 376 с.



УДК 691.175

Парасюк К.В.,

студ. группы ПГС-726, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Шевченко О.Н.,

к.т.н., доцент кафедры прикладной химии,

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ИНДЕН-КУМАРОНОВОЙ ФРАКЦИИ

Аннотация. Предложена расчетно-экспериментальная оценка срока службы защитных покрытий на основе результатов ускоренных испытаний.

Ключевые слова: защитные покрытия, долговечность, гарантированный срок службы защитных покрытий, агрессивность коррозионной среды.

Введение. При разработке новых противокоррозионных материалов значительное внимание уделяется расчетно-экспериментальной оценке срока службы защитных покрытий на основе результатов ускоренных испытаний, позволяющих повысить конкурентоспособность за счет гарантированных показателей долговечности.

Постановка задачи. Определение срока службы новых покрытий выполняется путем сравнительных испытаний с покрытиями, для которых установлен срок службы на основе испытаний в природных условиях.

Целью экспериментальных исследований по моделированию физико-химических воздействий на защитные покрытия, выполненные с использованием разработанных противокоррозионных материалов на основе инден-кумароновой фракции, являлось:

Секция «ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

- совершенствование методики определения гарантированных сроков службы защитных покрытий с учетом состояния поверхности строительных конструкций;

- обоснование критерия отказа для расчетно-экспериментальной оценки срока службы защитных покрытий;

- определение влияния технологических особенностей нанесения противокоррозионных материалов на характеристики относительной долговечности;

- оценка эффективности нанесения защитных покрытий при степени окисленности поверхности конструкции «А» по ГОСТ 9.402-80.

Для реализации поставленных задач предложена математическая зависимость определения срока службы защитных покрытий при выполнении ускоренных испытаний:

$$T_z = \frac{\Delta P(N)}{A(L,G,S)} \lambda \cdot \psi; \quad (1),$$

где T_z – срок службы, установленный по результатам физико-химического моделирования агрессивных воздействий; $\Delta P(N)$ – коррозионные потери незащищенной стали, соответствующие N циклам ускоренных испытаний до отказа защитного покрытия; $A(L,G,S)$ – нормативная характеристика коррозионных воздействий (определяемая исходя из данных табл. 29 СНиП 2.03.11-85 и табл. 1); λ – коэффициент относительной долговечности; ψ – коэффициент, учитывающий тип подложки и качество подготовки поверхности;

$$T_{зг} \geq \gamma_{zn} \cdot T_z; \quad (2),$$

где $T_{зг}$ – гарантированный срок службы защитных покрытий с доверительной вероятностью $\gamma=0,95$; γ_{zn} – коэффициент надежности противокоррозионной защиты.

Для оценки гарантированной долговечности защитных покрытий на основе противокоррозионных материалов использованы методики ускоренных испытаний.

Секция «ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

В качестве основных характеристик, контролируемых при проведении ускоренных испытаний рассмотрены:

A_z – обобщенный показатель качества защитного покрытия;

W_c – показатель сорбционной влажности;

$\Delta P(N)$ – коррозионные потери незащищенной стали.

Результаты позволяют перейти от времени отказа покрытия ($\tau_{отк}$) при ускоренных испытаниях к гарантированному сроку службы ($T_{зг}$) защитных покрытий, считая, что эта зависимость линейная:

$$T_{зг} = k_{ср} \cdot \tau_{отк}, \quad (3)$$

где $k_{ср}$ – коэффициент перевода, зависящий от агрессивности среды.

Сравнивая полученные результаты для $k_{ср}$ методом наименьших квадратов получили следующие значения:

- для слабоагрессивной среды $k_{ср} = 0,1025 \pm 0,0010$;
- для среднеагрессивной среды $k_{ср} = 0,0500 \pm 0,0008$;
- для сильноагрессивной среды $k_{ср} = 0,0165 \pm 0,0004$.

Выводы. Анализ показывает, что, как и следовало ожидать, коэффициент $k_{ср}$ (коэффициент агрессивности среды) обратно пропорционален степени агрессивности среды (определенному согласно СНиП 2.03.11-85 с учетом зонирования агрессивных воздействий на примере коксохимического предприятия).

Литература

1. Горохов В., Королев В.П., Высоцкий Ю.Б., Сохина С.И., Шевченко О.Н. Время жизни защитных покрытий на основе полимеризата инден-кумароновых смол. – Вестник ДГАСА, Композиц. матер. для буд-ва, 2002, №1 (32), с.81-83.

2. Высоцкий Ю.Б., Сохина С.И., Шевченко О.Н., Селютин Ю.В. Оценка долговечности защитных покрытий на основе ИКФ по коэффициенту надежности противокорроз. защиты и методика расчета эксплуатационной оценки срока службы покрытий «Електрохімічний захист і корозійний контроль». Матер. Міжн. конф. – Северодонецьк, – 2007. – С. 148-152.

УДК 678.686

Немыткина К.С.,

студ. гр. Экол-21, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Самойлова Е.Э., к.т.н.,

доцент кафедры «Прикладная химия»

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПАКОВКИ, УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ТБО

Аннотация. Рассмотрено применение полимеров в качестве конструкционных и упаковочных материалов из пластмассы, а также переработка этих материалов из-за необходимости защиты окружающей среды от накопления в ней отходов.

Ключевые слова: полимеры, отходы, утилизация, пластмассы, токсичные газы.

Введение. В современном мире полимеры находят широкое применение, в первую очередь в качестве конструкционных и упаковочных материалов из пластмассы [5], и с каждым годом объемы их производства и потребления только увеличиваются. А значит, постоянно увеличивается количество образующихся при этом отходов, переработка которых актуальна, с одной стороны, из-за необходимости защиты окружающей среды от накопления в ней отходов, а с другой стороны, из-за возможности снижения себестоимости производства новых материалов и изделий за счет экономии первичного сырья, в первую очередь такого, как нефть. В связи с этим традиционно применяемые для большинства отходов методы – сжигание и захоронение на свалках и полигонах – малоэффективны для полимерных отходов. Захоронение является наименее приемлемой технологией утилизации не только по причине больших сроков

разложения полимеров, но также из-за сравнительно невысокой плотности пластиков, а следовательно, большего объема при одинаковой с другими типами отходов массе [10]. А с учетом малого срока службы упаковочных материалов, а значит быстрых темпов накопления отходов, возникает необходимость в больших площадях для захоронения, что приводит к деградации территорий [4,6] и экономически нецелесообразно.

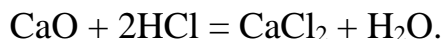
Постановка задачи. Переработка полимерных отходов - дожигание отходов при температурах 1200–1400 °С или непосредственное использование полимеров и предварительные деполимеризация или разложение с получением вторичных сырьевых ресурсов.

Сжигание полимерных отходов является наиболее простым методом их переработки, так как не требует предварительной подготовки отходов (лишь в ряде случаев необходимо дробление на крупные куски [1]) и позволяет утилизировать полимерные отходы совместно с другими отходами.

Сжигание полимерных отходов является наиболее простым методом их переработки, так как не требует предварительной подготовки отходов (лишь в ряде случаев необходимо дробление на крупные куски [1]) и позволяет утилизировать полимерные отходы совместно с другими отходами. Эффективность сжигания связана с хорошей теплотворностью полимерных отходов и ростом цен на невозобновляемые органические виды топлива. По различным оценкам на сегодня сжигается до 40 % полимерных отходов [6].

Однако при сжигании полимерных отходов образуются токсичные газы, наибольшую опасность среди которых представляют фураны и диоксины, возникающие при сжигании хлорсодержащих отходов [1, 2, 3]. Поэтому необходимо проводить дожигание отходов при температурах 1200–1400 °С, при которых токсичные соединения распадаются, очищать дымовые газы при помощи сорбционных методов очистки или сухой очистки, заключающейся во введении в газы пыли негашеной извести, оксида магния или гидроксида натрия, которые взаимодействуют с токсичными продуктами горения и образуют безвредные соединения.

Например, негашеная известь нейтрализует хлористый водород по реакции



При этом наиболее перспективной является применение технологии сжигания полимерных отходов в металлургическом производстве для получения энергии и восстановителей, прежде всего в доменных печах. Это позволяет избежать выброса токсичных продуктов сгорания за счет высоких температур, а большой расход отходов позволяет даже в печах среднего объема утилизировать большое их количество [6, 8].

Для выбора технологии переработки необходимо учитывать тоннажность и однородность полимерных отходов, а также востребованность получаемых вторичных ресурсов и производимых из них материалов и изделий.

Переработка полимерных отходов возможна по двум направлениям: непосредственное использование полимеров и предварительная деполимеризация или разложение с получением вторичных сырьевых ресурсов. При этом следует различать переработку отходов из термопластов, которые способны обратимо переходить при нагревании в высокоэластичное либо вязкотекучее состояние, и реактопластов, переработка которых в изделия сопровождается необратимой химической реакцией, приводящей к образованию неплавкого и нерастворимого материала [7].

При непосредственном использовании отходов термопластов они по завершении сортировки подвергаются мойке, сушке и измельчению [8]. Затем они подвергаются пластикации, а полученный расплав перерабатывается в изделия, гранулы или таблетировается. При этом к измельченному термопласту добавляются различные добавки: модификаторы, стабилизаторы, пигменты и красители [1, 8], а в случае гранулирования и таблетирования в большинстве случаев измельченные отходы смешивают с первичным сырьем [3, 8].

По такой схеме происходит в основном переработка отходов производства, главным образом на том же предприятии, на котором отходы образуются. При этом термопласты подвергают в основном только измельчению, а затем смешивают с первичным сырьем. Это связано с тем, что по своим свойствам

отходы производства практически не отличаются от первичного сырья. В случае с отходами потребления их в основном гранулируют и таблетуют, а затем перерабатывают в другие изделия. Однако у этого метода утилизации термопластов есть свои ограничения, связанные в первую очередь с тем, что у вторичного полимерного сырья нестабильные и худшие физико-механические свойства по сравнению с первичным полимерным сырьем. Ухудшение свойств происходит за счет частичной деструкции и возможного наличия неполимерных включений, особенно в отходах потребления [1, 9, 10]. Это приводит к невозможности бесконечной переработки термопластов, усложнению процесса переработки и снижению свойств получаемых изделий, которые в итоге могут не соответствовать предъявляемым требованиям. Кроме того, изделия из вторичных полимеров часто имеют худший внешний вид [4, 10].

Поэтому из вторичных термопластов получают изделия, к которым не предъявляют высоких требований (например, мусорные пакеты) или используют их в качестве добавки к первичному сырью.

Выводы. Для решения проблем утилизации полимерных отходов необходимо более широкое внедрение селективного сбора твердых бытовых отходов, принятие законов, регламентирующих и стимулирующих утилизацию полимерных отходов, а также обмен опытом и технологиями между странами, проведение научных исследований по совершенствованию существующих и разработке новых эффективных технологий утилизации.

Литература

1. Бабунова М.В., Прочухан Ю.А. Способы утилизации отходов полимеров [Текст] / М.В. Бабунова, Ю.А. Прочухан // Вестник Башкирского университета. – 2008. – Т. 13, № 4. – С. 875–885.
2. Биоразлагаемые полимерные материалы [Электронный ресурс] // Отраслевой портал Unipack.ru: сайт. – Режим доступа: <http://ref.unipack.ru/13/> (дата обращения: 06.10.2016).
3. Бобович Б.Б. Переработка промышленных отходов [Текст]: учебник для вузов / Б.Б. Бобович. – М.: СП Интермет Инжиниринг, 1999. – 445 с.

4. Клинков А.С. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов [Текст]: учебное пособие / А.С. Клинков, Беляев П.С., М.В. Соколов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 80 с.

5. Материалы будущего: перспективные материалы для народного хозяйства [Текст] / К. Бауман, Р. Бернст, Ф.Г. Брауне и др.; пер. с нем. А.Г. Екимова, Н.А. Катуркина, В.В. Михайлова, под ред. В.Н. Красовского. – Ленинград: Химия, 1985. – 240 с.

6. Основные направления переработки полимеров [Электронный ресурс] // ЭКО-процессинг: переработка, покупка ПЭТ, ПВД, ПНД, ПП: сайт. – URL: <http://www.ekoprozess.ru/2015/04/18/основные-направления-переработки-полимеров/> (дата обращения: 06.10.2016).

7. Переработка пластика в России и Европе [Электронный ресурс] // Пиролиз. Оборудование по утилизации и переработке отходов: буровых отходов, нефтешламов, отходов бурения, резины, шин: сайт. – Режим доступа: <http://ipec.ru/info/pererabotka-piroliz-plastika-i-plastikovyx-otxodov> (дата обращения: 06.10.2016).

8. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Ч. 3. Защита литосферы [Текст]: текст лекций по дисциплине «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» / сост. И.Г. Кобзарь, В.В. Козлова. – Ульяновск: изд-во УлГТУ, 2008 – 100 с.

9. Селиванов О.Г. Оценка экологической опасности полимерных строительных покрытий, наполненных гальваническим шламом [Текст] / О.Г. Селиванов, В.Ю. Чухланов, Н.В. Селиванова, В.А. Михайлов, О.В. Савельев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 1, № 3(6). – С. 1956–1960.

10. Снежков В.В. Полимерные отходы – в готовые изделия [Электронный ресурс] / Аналитический портал химической промышленности «Новые химические технологии»: сайт. – Режим доступа: http://newchemistry.ru/letter.php_n_id=1266 (дата обращения: 06.10.2016).

УДК 625.85

Скорик Д.С.,

студ. гр. АД-23, ГОУ ВПО «ДОННАСА»

Руководитель: Сохина С.И., к.х.н.,

доцент кафедры прикладной химии

ГОУ ВПО «ДОННАСА»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ РЕЗИНЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. Рассмотрены методы переработки отработанных автомобильных шин и перспективы дальнейшего практического применения в дорожном строительстве.

Ключевые слова: дорожное строительство, модификация битумов, вяжущие вещества.

Введение. Утилизация отходов на сегодняшний день - одна из самых важных проблем и для промышленных предприятий и для экологических организаций. На сегодняшний день в Республике отсутствуют организации, занимающиеся приемом и переработкой отработанных автомобильных шин. Поэтому, развитие мощностей по измельчению резины для широкого использования в дорожном строительстве с целью повышения эксплуатационных свойств асфальтобетонных покрытий является актуальной темой.

В настоящее время, все известные методы переработки шин можно разделить на две группы [1]

1. Физические методы – это процесс измельчения отработанной резины. Несмотря на кажущуюся простоту метода, процесс измельчения очень сложный не только по определению характера, величины и направления нагрузок, но и по трудности количественного учета результатов разрушения

2. **Химические методы** осуществляются при высоких температурах и заключаются в термическом разложении (деструкции) полимеров в той или иной среде и получению продуктов различной молекулярной массы. К этим методам относятся крекинг, пиролиз.

Чтобы увеличить плотность и прочность горячего асфальтобетона, рекомендуется применять резиновую крошку, содержащую не менее 80% частиц размером мельче 0,63 мм. Кроме резины могут быть использованы также каучуки и термоэластопласты.

Резиновая крошка, полученная в результате переработки изношенных автопокрышек, имеет массу перспективных областей дальнейшего практического применения.

Так, в частности, в строительной индустрии и дорожном строительстве:

1. Порошковую резину с размерами частиц до 1,0мм можно применять для изготовления композиционных кровельных материалов (рулонной кровли и резинового шифера), резинобитумных мастик, гидроизоляционных материалов [2].

2. Порошковая резина с размерами частиц от 0,5 до 1,0 мм применяется в качестве добавки для модификации нефтяного битума в асфальтобетонных смесях [3].

Результаты исследования влияния резиновой крошки на эксплуатационные свойства асфальтобетона показали:

1) Применение резиновой крошки в асфальтобетоне в два раза повышает коэффициент сцепления на мокром покрытии [4].

2) При использовании резиновой крошки от 0 до 1,0 мм трещиностойкость возрастает на 30

3) При небольших размерах частиц повышается упругая деформация при отрицательных температурах [4].

4) Объем дробленой резины в составе таких усовершенствованных покрытий должен составлять около 2% от массы минерального материала. При этом срок эксплуатации дорожного полотна увеличивается в 1,5-2 раза [4].

Модификация резиновой крошки.

Химическая модификация предусматривает применение модификатора с активными функциональными группами в составе полимерных отходов и создает свою полимерную сетку вместе с другими компонентами смеси [5].

При выборе компонентов составов учитывалось, что в крошке имеется значительное количество непрореагировавших при вулканизации активных центров исходного эластомера. При обработке ее возникают дополнительные центры с гидроксильными и карбоксильными, группами.

Модифицированная резиновая крошка обладает более высокой износостойкостью по сравнению с не модифицированной.

Введение до 30% крошки, обработанной модифицирующими составами, позволяет получать резины, которые по комплексу свойств, практически не уступают базовой. [6].

При этом уменьшается вероятность появления вторичных трещин на поверхности дорожного покрытия.

Кроме того, обычные дорожные битумы имеют интервал пластичности как правило не выше 60-65°C. Этого явно недостаточно для верхних слоев покрытий. Кроме того, у вязких дорожных битумов практически отсутствуют упругие свойства, от которых зависит устойчивость композиционных материалов к разрушению под действием циклической нагрузки.

Поэтому битумные вяжущие сами принципиально требуют модификации и улучшения физико-механических свойств, поскольку не могут обеспечить необходимую стойкость асфальтобетонных покрытий дорог в условиях увеличивающихся транспортных нагрузок.

Битум же, **модифицированный резиновой крошкой (БМРК)** значительно улучшает эти свойства. При этом частицы резины полностью не разлагаются и не растворяются, а связываются с компонентами битума прочными химическими связями и проявляют свои качества уже в составе нового материала.

За счет состава и структуры такие вяжущие устойчивы к воздействию высоких технологических температур, а также имеет достаточную деформативность при низкой температуре

Резиновая крошка может вводиться как в битум (так называемый «мокрый» способ), так и непосредственно в асфальтобетонную смесь (так называемый «сухой» метод). Рекомендовано содержание резиновой крошки в дорожном битуме 5-7% по массе как оптимальное.

Известно, что на солнце обычный асфальт окисляется, мелкозернистые материалы, входящие в его состав, такие как песок - "высвобождаются", и асфальт начинает расслаиваться. А вот асфальт с резиновой добавкой лишен этого недостатка.

Выводы. Резиновая крошка является перспективным модификатором вяжущих для асфальтобетона, так как обладает химическим сродством с компонентами битума.

Литература

1. Состояния и перспективы развития способов переработки отходов в промышленности РТИ/ М: УНИИТЭнефтехим. 1981.
2. Пальгунов П.П., Сумаронов М.В. Утилизация промышленных отходов - М: Стройиздат, 1990. – 352 с.
3. Методические рекомендации по строительству а/б покрытий с применением дробленой резины, М. 1985. – 17 с.
4. Способы и технологии повышения характеристик асфальтобетона с помощью добавок [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://regdorstroy.com.ua/article/additive.html> (Дата обращения: 21.04.2019).
5. Христофорова А.А. Влияние параметров механоактивации резиновой крошки на важнейшие эксплуатационные свойства бутадиен нитрильной резины В-14: дипломная работа, 2015 г. – 47 с.
6. Охлопкова А.А., Адрианова О.А., Попов С.Н. Модификация полимеров ультрадисперсными соединениями. – Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2013. – 224 с.

УДК 69.0

Петров Н.А.,
студ. гр. ПСМиК-49, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Ташкинов Ю.А.,
ассистент кафедры «Прикладная химия»,
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

СОВРЕМЕННАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Аннотация. Рассмотрены приборы, требуемые в современной строительной лаборатории для изучения и определения качества бетона, раствора и контроля арматур, подобрана оптимальная комплектация строительной лаборатории.

Ключевые слова: строительная лаборатория, бетон, раствор, оборудование.

Введение. В наше время строительная отрасль нуждается в модернизации, особенно на территории нашей республики в связи с необходимостью восстановления жилого фонда вследствие ведения боевых действий. Остро стоит задача проведения качественного лабораторного анализа строительных материалов. Ведь от этого зависит весь дальнейший строительный процесс. Необходимо качественно обучать новых специалистов, включая внедрение практической составляющей подготовки. Необходимо дать возможность повысить свою квалификацию и опытным работникам, а всё это становится просто невозможным без нового, высококласного оборудования.

Мы детально рассмотрели, какой могла бы быть современная строительная лаборатория для изучения и определения качества бетона, раствора и контроля арматур согласно нормам ГОСТ 7473-2010 [1].

Секция «ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

Постановка задачи. Изучение оборудования для строительной лаборатории изучающей и определяющей качества бетона, раствора и контроля арматур.

Современная строительная лаборатория для более качественного и детального контроля бетона, раствора и арматур должна иметь следующие приборы [1]: бетоносмеситель, виброплощадка, весы лабораторные, измеритель (защитного слоя, расположения и диаметра арматуры), измеритель параметров вибрации, измеритель прочности бетона, молоток Кашкарова, молот Шмидта, набор шпателей. Мы проанализировали актуальную стоимость приборов, используя прайс-листы [2] поставщиков оборудования для строительных лабораторий, результаты представлены в табл.1.

Таблица 1. Сравнение цен на приборы для строительной лаборатории

Наименование прибора	Марка	Цена, руб	Марка	Цена, руб	Марка	Цена, руб
Бетономешалка	Russl-nd RCM 140	13500	Ростех БРТ 140П	13500	Ростех БРТ 1802	11484
Виброплощадка	СМЖ_539	39600	СМЖ_739М	49353	ВМ_6.4	47800
Весылаборантные	ТВЕ-2 1-0	14000	SNUG-II	5400	CERTUS CBA-150	12500
Измеритель	ИПА-МГ4.01	50976	ПОИСК-2.51	50976	ПОИСК-2.51	41064
Измеритель параметров вибр.	ВИСТ-2.41	47153	ВИСТ-2.42	43755	ВИСТ-2.43	31860
Измеритель прочности бетона	ИПС МГ4.01	46728	ИПС МГ4.02	55224	ПОС50-МГ4	45800
Молоток Кашкарова	Молоток Кашкарова	9000	Молоток Кашкарова	11200	Молоток Кашкарова	11800
Молот Шмидта	Молот Шмидт	9800	Молот Шмицта	10500	Молот Шмидта	10000
Набор шпателей	Набор Шпателей	450	Набор Шпателей	600	Набор Шпателей	1200
Итоговая стоимость оборудования		231207		240508		213508

После изучения табл. 1 можно способом вычисления среднего арифметического сделать вывод, что средняя стоимость оборудования одной строительной лаборатории составляет 228 407,00 руб.

Выводы. Оборудование современной строительной лаборатории для контроля и изучения бетона, раствора и арматур достаточно затратное и ответственное событие. Надо быть готовым выложить крупную сумму, чтобы лаборатория была оснащена самыми передовыми технологиями в области строительства. Но главное не забывать, что качественный материал способствует надежным и долговечным зданиям, которые будут служить ни один десяток лет на благо людей и всей республики.

Литература

1. Смеси бетонные. Технические условия: ГОСТ 7473-2010. Принят Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (дополнение 2 к приложению Д протокола № 37 от 6-7 октября 2010 г.). – М.: Стандартинформ, 2018. – 23 с.

2. Лабораторное оборудование [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://c-labor.ru/articles/katalog-laboratornogo-oborudovaniya-dlya-stroitelnoy-laboratorii> (Дата обращения: 16.04.2019).



УДК 544.421.032.76

Сергеева К.Д.,

студ. группы ГК-8, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Демяненко И.В.,

преподаватель-стажер кафедры прикладной химии,

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ВЛИЯНИЕ СУШКИ НА АНТИОКСИДАНТНУЮ АКТИВНОСТЬ РЯБИНЫ ШВЕДСКОЙ

Аннотация. Рассмотрено влияние сушки на антиоксидантную активность рябины шведской.

Ключевые слова: антиоксидантная активность, растительные экстракты, влияние хранения, радикалы.

Введение. Избыток свободных радикалов в организме человека (под влиянием стресса, облучения, инфекционных заболеваний) приводит к различным патологическим состояниям. Разрушающему окислительному воздействию радикалов противостоит система антиоксидантной защиты организма [1]. Применение растительных антиоксидантов приводит к замедлению или полному ингибированию процессов окисления липидов, белков и ДНК и защищает ткани от повреждений, вызванных действием свободных радикалов [2].

Постановка задачи. Для выяснения влияния способа хранения на антиоксидантную активность, в частности сушки, была проведена серия экспериментов со свежими плодами, лиственной и древесной массой рябины шведской, а также с их сушеными сборами.

Материалы и методы. Для получения экстрактов были использованы сушеные сборы лиственной массы, веток и плодов рябины шведской, собранные

в Донецком ботаническом саду осенью 2015 года, в качестве свежих аналогичные образцы 2018 года. В качестве экстрагента использовали 70 об.% водный раствор этилового спирта. Для экстракции использовалось соотношение перетертой растительной массы и экстрагента 1:40 (г:мл) при температуре $293 \pm 1\text{K}$ в течении 1 месяца. Перед проведением фотометрических определений полученный экстракт разбавлялся в 25 раз. Условное соотношение перетертой растительной массы и водно-спиртовой смеси составляет 1:1000 (г:мл). Методом исследования была выбрана спектрофотометрия с реактивом дифенилпикрилгидрозилом (ДФПГ, DPPH) [3].

В качестве оценки антиоксидантной активности в работе используется параметр эффективной концентрации экстракта (EC_{50}) в растворе ДФПГ. EC_{50} – концентрация растворов, обладающих антиоксидантной активностью, которая снижает оптическую плотность раствора модельной системы в 2 раза. Поиск EC_{50} осуществлялся путем добавления в систему эквивалентного количества экстрактов рябины с разными степенями разведения.

При эффективных концентрациях экстрактов были получены зависимости оптической плотности растворов ДФПГ при взаимодействии с экстрактами растительной массы рябины промежуточной. Для дальнейшей кинетической оценки исследуемого процесса были определены начальные скорости (V_0) взаимодействия экстрактов со стабильным радикалом за первые 60 секунд реакции.

Результаты. При использовании в качестве критерия антиоксидантной активности эффективной концентрации экстракта (EC_{50}) установлено, что наиболее сильным ингибитором радикальных процессов среди экстрактов является экстракт веток, со значением EC_{50} , равным 0,0093 г/л, при значениях для листьев 0,0341 г/л и плодов 0,388 г/л. Среди исследуемых экстрактов наименьшей антиоксидантной зависимостью обладают плоды рябины, как для сушеных, так и для свежих образцов. Влияние сушки: EC_{50} для плодов увеличилось в 1,1 раз, лиственной массы в 1,2 раз, древесной массы в 3,1 раз.

Начальные скорости для экстракта лиственной массы и плодов в результате сушки: в случае экстракта веток начальная скорость свежих плодов по сравнению с сушеными увеличилась в 230 раз, экстракта лиственной массы – в 150 раз, плодов – в 216 раз.

Определенные начальные скорости реакций в исследуемой системе подтверждают более сильную антирадикальную активность водно-спиртовых экстрактов веток для сушеных плодов и для свежих образцов.

Выводы. При использовании в качестве критерия антиоксидантной активности эффективной концентрации экстракта (EC_{50}), начальных скоростей взаимодействия с ДФПГ установлено, что наиболее сильным ингибитором радикальных процессов является экстракт веток, затем идет экстракт лиственной массы. Экстракт плодов значительно уступает в антиоксидантной активности. При этом определили, что длительное хранение снижает антиоксидантную активность растительного сырья.

Литература

1. Grosso, C. Antioxidant activities of the supercritical and conventional Saturejamontanaextracts / C. Grosso et. al. //J. of Food Science. – 2009. – Vol. 74. N 9. – P. 713–717.
2. Меньщикова Е.Б. Фенольные антиоксиданты в биологии и медицине. – LAP LambertAcademicPublishing, 2012. – 496 с.
3. Волков В.А. Кинетический метод анализа антирадикальной активности экстрактов растений / Волков В.А., Дорофеева Н.А., Пахомов П.М. // Химико-фармацевтический журнал. – М.: Фолиум, 2009. – Т.43. – №6. – С. 27-31.



УДК 544.032.4

Соколов Д.Г.,
студ. гр. ГСХ-24а, ГОУ ВПО «ДОННАСА»
Руководитель: Муконина Е.В.,
ассистент кафедры «Прикладная химия»,
ГОУ ВПО «ДОННАСА»

ОСОБЕННОСТИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ КУМАРИНА

Аннотация. Рассмотрены особенности кристаллизации кумарина и проведена сравнительная характеристика процессов термоциклирования образцов кумарина и нафталина.

Ключевые слова: кристаллизация, термоциклирование, плавление, переохлаждение.

Введение. Теория кристаллизации расплавов достаточно хорошо развита, она опирается в целом на экспериментальные исследования неорганических веществ. Органические соединения зачастую выступают в этой теории в качестве модельных, в которых не рассматривается связь между параметрами кристаллизации с молекулярным и кристаллическим строением углеводов. Для успешного применения теории кристаллизации для органических веществ экспериментальных исследований явно не хватает. Недостаточно изучено влияние перегрева жидкой фазы относительно температуры плавления, скорости охлаждения, времени изотермической обработки расплава в перегретом и переохлажденном состояниях на характер последующей кристаллизации. В литературе низкомолекулярные органические соединения (НМОС) обычно используются в качестве модельных для изучения кинетики кристаллизации расплавов. При этом зачастую мало уделяют внимания

на связь между параметрами кристаллизации с молекулярным и кристаллическим строением самих углеводов.

Ранее были исследованы явления равновесной и неравновесной кристаллизации таких НМОС как бензол, нафталин, α -нафтол, фенол, антрацен, пирокатехин, резорцин, гидрохинон, дифенил, дибензил, дифенилметан; *o*-, *m*-, *p*-терфенилы, уксусная кислота, пальмитиновая, стеариновая, бензойная кислоты. При этом был обнаружен целый ряд особенностей кристаллизации, не присущих металлам и неорганическим соединениям.

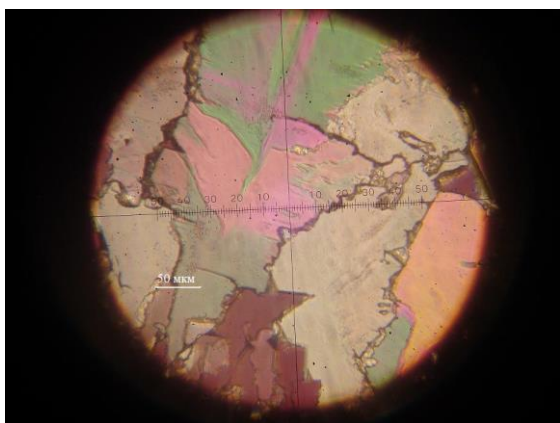
Постановка задачи. Особый интерес представляет такое органическое соединение как кумарин. Он применяется как ароматизатор в производстве табачных изделий и в парфюмерной промышленности, в медицине в качестве антикоагулянтов непрямого действия, а также в гальванической промышленности в качестве сильного блескообразователя. При помощи термического анализа [3] на образцах кумарина проводилось термоциклирование в интервале температур от 308 до 363 К, включающем температуру плавления $T_L = 342$ К [4], относительно которой сверялись те или иные эндо- и экзотермические эффекты при нагревании охлаждении. Всего изучено пять образцов разной поставки, на каждом из которых проводили до 20 термоциклов в непрерывном режиме. Погрешность в измерениях температуры составляла 0.2-0.3К. Достоверность результатов подтверждалась их хорошей воспроизводимостью на основании многократного термоциклирования. Статистическую обработку переохлаждений и нахождения их средних значений проводили методом наименьших квадратов.

Результаты. В ходе термических исследований для кумарина был обнаружен эффект скачкообразного перехода от равновесной кристаллизации (КРК) к неравновесно-взрывной (НРВК), в зависимости от величины предварительного прогрева расплава, аналогично тому, который был обнаружен на других НМОС.

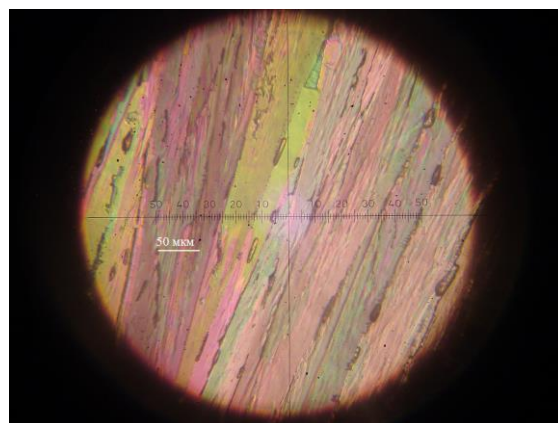
Во-первых, на всех термограммах на линии нагрева вблизи температуры плавления 342 K фиксируется небольшой эндоэффект, связанный с плавлением кумарина.

Была установлена так называемая «критическая» температура (345 K), которая характерна тем, что достаточно было нагреть расплав в последующем цикле хотя бы на один градус выше (346 K), так сразу резко меняется вид термограммы на линии охлаждения.

Характер кристаллизации в зависимости от величины перегрева ΔT^+ сказывается и на структуре образцов, полученных в разных условиях. На рис. 1 приведены фотоснимки кристаллов кумарина, полученных в результате равновесной и неравновесной кристаллизации. Наблюдается следующая закономерность – после слабых прогревов и последующего затвердевания кристаллиты имеют мелкозернистую структуру (рис. 1 а), а при неравновесной кристаллизации формируются в основном длинные столбчатые кристаллы с явно выраженной анизотропией роста (рис. 1 б).



а



б

Рис. 1. Микрофотографии кристаллов кумарина, полученных при равновесной (а) и неравновесной (б) кристаллизации расплава $\times 200$.

Для проверки влияния изотермической выдержки расплава на процесс самопроизвольной кристаллизации были выбраны две температуры 310 и 320 K , т.е. ниже температуры плавления на 21 и 31 K . Как показали эксперименты при

предварительном прогреве расплава кумарина до 366 К и изотермической выдержки в метастабильной области в обоих случаях в течение нескольких часов самопроизвольной кристаллизации не происходило.

На следующем этапе изучали зависимость переохлаждений от массы образцов. Выбирали кроме массы 0.2 г дополнительно 1.0 и 2.0 г. Все образцы нагревали до 363 К, охлаждали с одинаковыми скоростями до 308 К (нижняя граница термоциклов), в ходе чего было установлено, что для всех масс вид кривых был схож.

Также была произведена сравнительная характеристика процессов термоциклирования кумарина и нафталина. Отличие величины переохлаждения кумарина от переохлаждения нафталина, получаемых в одних и тех же условиях можно объяснить различием в молекулярном и кристаллическом строении этих веществ (табл. 1).

Таблица. 1 Физические характеристики нафталина и кумарина [4, 6-7].

Вещество	M , г/моль	T , К	Тип кристаллической решетки	Параметры решетки, Å	Объем ячейки V , Å ³
Нафталин $C_{10}H_8$	128.0	353	Моноклинная $p2_1/a$ ($Z=2$)	$a = 8.23$; $b = 6.00$; $c = 8.66$; $\beta = 122^\circ 55'$	427.6
Кумарин $C_9H_6O_2$	146.1	342	Ромбическая $Rca\ 21$ ($Z=4$)	$a = 15.50$; $b = 5.67$; $c = 7.92$	695.5

Молекула нафталина состоит из двух конденсированных в орто-положениях бензольных колец. В твердом состоянии молекулы $C_{10}H_8$ образуют моноклинную решетку. Между молекулами имеют место три типа слабых вандер-ваальсовых связей $C...C$, $C...H$, $H...H$. Молекула кумарина $C_9H_6O_2$ также состоит из двух конденсированных колец – бензольного цикла и лактонного кольца -пирона. Между молекулами $C_9H_6O_2$ кроме вандерваальсовых связей

проглядываются и дополнительные водородные связи типа $O...H$. Это обстоятельство и наличие дипольного момента создают условия для менее компактной упаковки молекул в кристалле, чем у нафталина. Об этом свидетельствуют и объемы решеток: у кумарина 695.5, а у нафталина 427.6 Å³.

О разнице в величинах переохлаждений этих веществ также можно судить из анализа изменения их энтропий при фазовом превращении.

Выводы. Таким образом, неизменность переохлаждения в зависимости от массы при прочих одинаковых условиях эксперимента требует пояснения. Согласно кластерно-коагуляционной модели кристаллизации [5] за период τ_1 в переохлажденной области идет непрерывный процесс образования зародышей, т.к. движущая сила этого этапа, как разность свободных энергий Гиббса между жидкой G_L и твердой G_S фазами, есть функция переохлаждения. Дойдя до критической концентрации, между готовыми зародышами начинается реакция коагуляции, за счет чего температура растет. За это время формируется начальная доля кристаллической фазы в расплаве.

Сравнение строений молекул кумарина и нафталина, типа решеток и их объемов, а также вероятностей образования упорядоченной структуры молекулами $C_9H_6O_2$ гораздо меньше (на 10 порядков), чем молекулами $C_{10}H_8$. Следовательно, молекулам кумарина требуется больший инкубационный период для этого с соответственно большим переохлаждением.

Литература

1. Данилов В.И. Строение и кристаллизация жидкости/ В.И. Данилов – К.: АН УССР, 1956. – 424 с.
2. Федоров О.П. Процессы роста кристаллов: кинетика, формообразование, неоднородности/ О.П.Федоров – Киев: Наукова думка, 2010. – 207 с.
3. Александров В.Д. Кинетика зародышеобразования и массовой кристаллизации переохлажденных жидкостей и аморфных сред / В.Д. Александров. – Донецк: Донбасс, 2011. – 591 с.
4. Domalski and Hearing, 1996.

Секция «ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

5. Александров В.Д. Исследование кинетики реального зародышеобразования при кристаллизации переохлажденного расплава и аморфной среды: дисс. ... доктора хим. наук: 02.00.04. – Донецк, 1992. – 299 с.

6. Китайгородский А.И. Строение органического вещества / А.И.Китайгородский, П.М. Зоркий, В.К. Вельский – М.: Мет., 1982. – 548 с.

7. Рабинович В.А. Краткий химический справочник / В.А. Рабинович, З.Я. Хавин. – Л.: Химия, 1978. – 356 с.



УДК 544.021

Черенкова Е.Р.,

студ. гр. ГК-8, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Демяненко И.В.,

преподаватель-стажер кафедры прикладной химии,

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПЛОДОВ, ЛИСТВЕННОЙ И ДРЕВЕСНОЙ МАСС РЯБИНЫ ШВЕДСКОЙ

Аннотация. Рассмотрен качественный состав плодов, лиственной и древесной масс рябины шведской.

Ключевые слова: антиоксидантная активность, растительные экстракты, влияние хранения, радикалы.

Введение. Применение растительного сырья в качестве источников природных антиоксидантов находит широкое применение в медицине. Наиболее используемыми природными антиоксидантами являются фенолы, каротиноиды, токоферол, аскорбиновая кислота, β -каротин, селен, цинк, биофлавоноиды. Плоды, древесная и лиственная массы рябины шведской обладают высокой антиоксидантной активностью.

Постановка задачи. Целью данной работы являлось изучение содержания наиболее распространённых групп природных антиоксидантов в рябине шведской (аскорбиновой кислоты, флавоноидов, танинов и полифенольных соединений).

Материалы и методы. Материалом для исследования служили экстракты плодов, древесной и лиственной массы рябины шведской, полученные мацерацией измельченного сырья в 70% водном растворе этилового спирта. Для экстракции использовалось соотношение перетертой растительной массы и

экстрагента 1:40 (г:мл) при температуре $293 \pm 1 \text{ K}$ в течении 1 месяца. Метод основан на определении витамина С титрованием раствором 2,6-дихлорфенолиндофепольта натрия до установления светло-розовой окраски. Для определения содержания аскорбиновой кислоты была использована градуировочная зависимость объема титранта, пошедшего на титрования, от концентрации аскорбиновой кислоты [2].

Метод основан на окислении танина экстрактов рябины перманганатом калия с использованием индигокармина в качестве индикатора. После полного окисления гидроксильных групп, происходит окисление индигокармина с переходом окраски от зеленой до золотисто-желтой [3].

Для количественного определения флавоноидов в экстрактах рябины шведской была выбрана методика, основанная на способности образовывать окрашенный комплекс со спиртовым раствором алюминия хлорида (AlCl_3) [4].

Метод основан на реакции фенолов с реактивом Фолина-Чокальте. В щелочной среде эти соли при взаимодействии с фенолами и полифенолами восстанавливаются с образованием окрашенных в синий цвет комплексов, содержание которых оценивается спектрофотометрически [5]. В качестве стандартного использовали галловую кислоту.

Результаты. Определили, что древесная масса не содержит витамин С, а его содержание в лиственной массе равно 0,225%, в плодах – 0,147%. Для сравнения шиповник – 0,470 %, черная смородина – 0,200%, петрушка, шпинат – 0,110 %.

Наиболее богатым источником танинов, среди исследуемых экстрактов являются древесная масса (10,14%), их содержание выше в 2 раза по отношению к лиственной массе (5,09%) и в 5 раз выше по отношению к плодам (3,16%).

Наиболее богатым источником флавоноидов, среди исследуемых экстрактов являются лиственная масса (0,77%), их содержание незначительно отличается по отношению к лиственной массе (0,64%), но в 5 раз выше, чем в плодах (0,14%).

Секция «ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

Наиболее богатым источником полифенольных соединений, среди исследуемых экстрактов являются древесная масса (9,93%), их содержание выше в 1,5 раза по отношению к лиственной массе (6,71%) и в 3 раза по отношению к плодам (2,98%).

Наблюдается обратная зависимость EC_{50} (коэффициента, используемого в качестве оценки антиоксидантной активности) от содержания полифенолов и танинов с коэффициентом корреляции 0,9914 и 0,9992 соответственно, для аскорбиновой кислоты нахождение взаимосвязи затруднено, для флавоноидов установить взаимосвязь не удалось.

Выводы. Определено содержание наиболее распространённых групп природных антиоксидантов в составе рябины шведской. Было установлено, что древесная масса является наиболее богатым источником полифенольных соединений, в частности танинов. Лиственная масса более богата флавоноидами и витамином С по сравнению с остальными экстрактами.

Литература

1. Березовский В.М. Химия витаминов / В.М. Березовский. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 632 с.
2. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. – Москва: Изд-во стандартов, 1989. – 10 с.
3. ГОСТ 19885-74. Методы определения содержания танина и кофеина. - Москва: Изд-во стандартов, 1989. – 4 с.
4. Зиэп Т.Т. Разработка методики количественного определения суммарного содержания флавоноидов в траве пустырника спектрофотометрическим методом / Т.Т. Зиэп, Е.В. Жохова // Химия растит. сырья. – 2007. – № 4. – С. 73—77.
5. Денисенко Т.А. Особенности взаимодействия 18-молибдодифосфата и реактива Фолина-Чокальтеу с фенольными соединениями / Т.А. Денисенко, А.Б. Вишникин, Л.П. Цыганок // Аналитика и контроль. – 2015. Т. 19, – №3. – С. 242-251.

УДК 69.0

Жеванов В.В.,

студ. группы АД-24, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Ташкинов Ю.А.,

ассистент кафедры «Прикладная химия», ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-ПРИНТЕРОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. Рассмотрены области и возможности применения 3D-принтеров в строительстве.

Ключевые слова: технологии, 3D-принтер, строительство, строительные технологии.

Введение. Технологии не стоят на месте. Не так давно российские ученые объявили, что сумели распечатать на 3D-принтере искусственное сердце. Встречается информация о применении 3D-печати для изготовления деталей велосипедов и автотранспорта, а также иные отрасли применения данной технологии. Инженеры-строители сделали серьёзный технологический шаг, из микромира в макромир, и научились распечатывать на принтерах дома. Сегодня мы решили поподробнее изучить этот вопрос и рассказать, насколько интересна для нас будет такая технология и насколько практично будет распечатать себе новый дом. Также мы рассмотрим иные возможности применения 3D-принтера в строительстве [1].

Постановка задачи. Спрос на технологию 3D-печати домов стремительно возрастает, поскольку ее использование позволяет значительно сократить сроки строительных работ и снизить себестоимость возводимых конструкций в несколько раз. По мнению многих специалистов, будущее за использованием строительных 3D-принтеров, поэтому это оборудование может стать хорошей основой успешного бизнеса уже сегодня [1]. В связи с этим мы ставим перед

собой задачу всесторонне рассмотреть области применения дорожных принтеров, как будущих инновационных технологий в сфере строительных технологий.

Основная часть. *Строительные 3D-принтеры* – устройства, использующие технологию выдавливания строительной смеси, предназначенные для печати как малых, так и крупных архитектурных форм (в зависимости от модели и характеристик). Небольшой бюджетный 3D-принтер позволяет возводить с уникальным дизайном приусадебные постройки, элементы зданий, заборы садовую мебель из бетона с высокой точностью и низкой себестоимостью. Работа устройства требует предварительной подготовки площадки и проекта здания. От обычной печати 3D принтером строительный отличается, разве что, габаритами и используемым сырьём. Раствор подается с помощью автоматического экструдера. Благодаря компьютерному управлению, движения головки принтера имеют отклонения не более 2 мм [3].

Основными материалами для строительства домов с использованием 3D-принтеров являются бетон и пескобетон. Для облицовки могут применяться водостойкие виды гипса. Некоторые модели создают конструкции из смесей, в составе которых содержатся пластификаторы, фиброволокно, геополимеры.

Для получения более прочных конструкций выполняют армирование. Рабочие вручную устанавливают арматуру как горизонтально, так и вертикально. В последствии выполняется заливка пустот бетонной смесью.

Для выполнения задач на строительной площадке могут использоваться две модели принтера: в виде мостового крана или в форме стрелы с манипулятором. Какую из них удобнее использовать решает инженер на площадке. Все зависит от сложности проекта [3].

Подобно другим 3D-принтерам, строительные модели используют метод послойной печати. Они подают строительный материал из специальных сопел, постепенно реализуя конструкцию, которая была задана программой. Печатаемая конструкция максимально соответствует 3D-модели, на основе

которой выполняется строительство. Любые недочеты и погрешности легко исправляются в процессе дальнейшей обработки. Строительные принтеры способны печатать пол, стены, перекрытия, элементы декора. Исключениями являются кровля, внутренняя и внешняя отделка, инженерные сети, которые выполняют вручную специалисты. Технология 3D печати домов показала наибольшую эффективность при возведении строений сложной архитектурной формы. 3D-принтеры позволяют воплотить в жизнь даже самые необычные и сложные дизайнерские идеи [1].

Преимущества новой технологии привлекают современных застройщиков. Если есть необходимость в короткие сроки и с минимальными затратами построить комплект объектов, принтер просто необходим. Затраты сокращаются за счёт сокращения рабочих мест, ведь для этого большого 3D-принтера требуется всего один оператор и водитель с бетономешалкой.

Еще один плюс: практически исключена вероятность строительного брака. Человеческий фактор исключен, всем процессом руководит компьютерная программа, а оператор по факту лишь включает и выключает устройство. И, наконец, несомненным преимуществом является существенное сокращение сроков строительства. Работы на 3D-принтере могут вестись круглосуточно, ему не требуется специальное освещение или выходные дни [1].

Строительные машины имеют ряд недостатков [1]:

1. для строительства невозможно использовать вибробетон, требуются смеси с высокой скоростью схватывания и затвердения;
2. пока не разработана четкая методика армирования конструкций;
3. нет возможности удалять воздух методом виброобработки, могут образовываться полости с воздухом, что снижает прочность конструкции;
4. работать 3D-принтером можно только при положительной температуре в сухую погоду.

Выводы. В статье рассмотрены технологии 3D-печати с точки зрения их применения в строительной отрасли и для производства дорожных покрытий. Они имеют перспективы к применению крупными строительными компаниями,

в том числе и на территории нашей страны. Однако, строительство с использованием 3D-принтеров – сфера, находящаяся в начальной стадии развития. Успех во многом будет зависеть от дизайнерских способностей, величины населенного пункта, востребованности продукции и т.д. Очевидно, что строительные 3D-принтеры будут совершенствоваться и повсеместно внедряться, поскольку они позволяют автоматизировать и ускорить процесс строительства, а также значительно снизить себестоимость построек. Однако пока неизвестно, смогут ли когда-либо эти устройства полностью заменить ручной труд, но первый шаг тенденции уже пройден [3].

За строительной трехмерной печатью, без сомнений, будущее. Но пока эти технологии совершенствуются, и пройдет ещё лет 10, прежде чем подобные машины появятся во всех строительных организациях или станут доступны частным застройщикам. Строительный 3D-принтер, который печатает дом, имеет цену в 4,6 миллиона рублей. Согласитесь, для строительства одного частного дома дороговато. Но для небольшой строительной компании – вполне разумная цена [1].

Литература

1. Гузьева Ю. От фантастики к реальности: применение 3D принтеров в строительстве домов [Электронный ресурс] / Ю. Гудяева. – Режим доступа: <https://www.housechief.ru/primenenie-3d-printera-v-stroitelstve.html> (Дата обращения: 09.04.2019).
2. Распечатай себе дом: изучаем возможности применения 3D-принтера в строительстве [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://homijs.ru/primenenie-3d-printera-v-stroitelstve.html> (Дата обращения: 09.04.2019).
3. Сёмов А.А. Различные виды пространственного сканирования 3D изображений / А.А. Семёнов // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2015. – Т.2. – С. 150-153.
4. Строительные 3D принтеры [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.cncn.com.ua/stoitelnye-3d-printery/> (Дата обращения: 09.04.2019).

УДК 69.0

Кротинова В.Н.,
студ. группы АД-24, ГОУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Ташкинов Ю.А.,
ассистент кафедры «Прикладная химия»,
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

СТРОИТЕЛЬСТВО ЭКО-ДОМА

Аннотация. Теоретически рассмотрена технология строительства домов из экологически чистых материалов.

Ключевые слова: эко-дом, экология, строительные технологии, строительные материалы.

Введение. Экологические проблемы ещё никогда не были для человеческой цивилизации настолько актуальными, как в последние 50 лет. Защита окружающей среды периодически становится темой большинства научных конференций и конгрессов. Строительная отрасль также требует модернизации, чтобы учитывать воздействие строительства на окружающую среду. В качестве одной из технологий, которая обеспечит экологически безопасное строительство, мы видим т.н. «эко-дома»

Эко-дом – это энергоэффективное комфортное жилье с независимыми системами жизнеобеспечения и регенераций отходов. Строительство таких экологических домов началось в разных странах практически, одновременно, как реакция на назревающие экологические и энергетические кризисы. Наибольшего успеха в экологическом домостроении добились Европейские страны и США. Настоящий бум строительства эко-домов начался после того, как в середине восьмидесятых годов Бент Варн построил в Швеции свой стеклянный дом.

Чтобы ни одна частичка тепла не пропала даром, эко-дом полностью герметичен (воздухонепроницаем). Для обеспечения эко-дома свежим воздухом используются специальные системы вентилирования, взаимнообменивающие комнатный и наружный воздух. При таком контролируемом процессе тепло не теряется. Нагрев воды и дополнительного отопления в холодные дни происходит благодаря системам рекуперации тепла и отоплению с помощью природной энергии (посредством тепловых насосов и солнечных коллекторов).

Постановка задачи. Жилые районы составляют основную часть застройки города любого размера и типа. Наряду с совершенствованием градостроительной системы в целом, требуется экологизировать среду проживания и на уровне конкретного дома и квартиры. Для решения этой задачи в последнее время предложено несколько концепций эко-жилья. Большие усилия прилагаются по достижению автономности эко-дома, его независимости от городских систем жизнеобеспечения: энерго-, тепло- и водоснабжения, канализации и т.д. С этой точки зрения эко-дом определяется как дом с высокой степенью автономности, не требующий, в отличие от обычных городских домов, подключения к городским инженерным сетям и системам.

Цель работы: рассмотреть современную идею эко-дома; проанализировать аспекты влияния эко-дома на окружающую среду и здоровье человека; обосновать актуальность строительства эко-дома.

Задачи исследования: дать определение эко-дома; описать его технические характеристики.

Основная часть. Строительные материалы. Для строительства эко-дома можно использовать все не запрещенные санитарно-гигиеническими нормами строительные материалы. Вот, для возведения стен лучше приобрести такие экологически чистые строительные материалы:

1. Красный глиняный кирпич, изготавливают из замешанной с водой глины с последующим формованием, сушкой и обжигом. Красная окраска кирпича обусловлена наличием в глине оксида Fe_2O_3 . Эта окраска получается, если обжиг ведут в окислительной атмосфере, т.е. при избытке воздуха. При

наличии в атмосфере восстановителей на кирпиче появляются серовато-синеватые тона. Важными характеристиками кирпича являются влагопоглощение и морозостойкость.

2. Натуральная древесина – это вещество клеточных стенок (оболочек клеток дерева), состоит в основном из органических веществ (около 99%), и лишь небольшую часть (около 1%) составляют минеральные вещества. Это материал органического происхождения. Ее используют в строительстве обычно после весьма простой обработки.

3. Натуральный камень. Этому материалу свойственны высокие прочностные показатели. Однако ввиду дороговизны полностью каменных сооружений, нуждающихся в прочном фундаменте, данный материал чаще всего применяется только для строительства первых этажей.

Несмотря на то, что современные технологии производства стройматериалов обычно связывают с использованием пластиков и синтетических покрытий, существуют также новые экологически чистые материалы для строительства домов:

1. Керамическая пена – новый высокопористый стройматериал, который производится из легкоплавких глин, цеолитов, перлитов, базальтов, а также отработанных горных пород. Более прочен, чем кирпич, при этом весит значительно весит.

2. Зидарит – строительные плиты, которые состоят на 90% из древесной стружки и на остальные 10% – из жидкого стекла и цемента. Они могут использоваться при строительстве капитальных домов в качестве опалубки, конструкционно-строительного утеплителя.

3. Камышит, соломит. Легкие и прочные блоки из камыша или соломы, в которых в качестве связующего используется глина. Из камышита и соломита в теплом климате могут быть построены небольшие фермерские дома, а в холодном – хозяйственные постройки. Эти материалы могут также использоваться в качестве утепляющего слоя при строительстве капитального дома из деревянных досок или кирпича.

4. Геокар – шумопоглощающие и теплоизолирующие блоки, изготовленные из торфа с добавлением древесной стружки. Обладают высокими бактерицидными свойствами: уничтожают туберкулезную палочку и ряд других вредных микроорганизмов. Пригодны для постройки зданий высотой до трех этажей. Сходными свойствами обладают грунтоблоки, которые имеют немного другой состав: помимо торфа в них могут входить хвоя и зола.

Для крыш. Классическими экологически чистыми материалами для кровли являются керамическая и металлочерепица, листовая медь. Они способны послужить более 50 лет. Менее долговечные решения – мягкие кровельные материалы на основе битума, которые выпускаются в форме волокнистого листа или черепицы. Их преимуществом является возможность вторичной переработки. Некоторые производители предоставляют гарантию на битумную черепицу до 60 лет.

Дом с описанными свойствами не случайно называют тепловой крепостью. В нем при мягком климате не нужны ни система отопления, ни кондиционеры, нет сквозняков, не ощущается холод, так как разница температур комнатного воздуха и внутренних поверхностей ограждающих конструкций пренебрежительно мала. Дом обогревает тепло, выделяемое бытовыми приборами, телами обитателей – хозяев и домашних животных, а также солнечная энергия. Поскольку в здании нет высушивающих воздух отопительных приборов, микроклимат можно сравнить с благодатной летней погодой где-нибудь на курортах горной Швейцарии. Это благоприятно воздействует, например, на тех, кто страдает от аллергии.

Вывод. Реализация проекта «Эко-дом» и последующее широкомасштабное использование заложенных в него технологий должно решить самые актуальные задачи нашего времени: обеспечение жителей России комфортным жильем, построенным и эксплуатируемым на основе ресурсо- и энергосберегающих технологий с использованием местных материалов, и экологизация коммунально-бытового сектора.

Строительство удобного, здорового экологического дома сегодня вовсе не утопия, а необходимая реальность.

Литература

1. Самые дешевые и экологичные материалы для строительства домов [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://greenomak.ru/ekologicheskie-problemy/samye-deshevye-i-ekologichnye-materialy-dlya-stroitelstva-domov.html> (Дата обращения: 09.04.2019).
2. Химический состав древесины [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/4618440/page:57/> (Дата обращения: 09.04.2019).
3. Физико-механические свойства натурального камня [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://arhsreda.ru/svoystva-prirodnogo-kamnya.html> (Дата обращения: 09.04.2019).



УДК 691.4

Мех Д.И.,

студ. группы ПГС-726, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Печенева А.В.,

ассистент кафедры «Прикладная химия»

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИРПИЧА-ХАМЕЛЕОНА

Аннотация. Рассмотрены особенности изготовления и применения кирпича-«хамелеона».

Ключевые слова: велюровый кирпич, оптический эффект, рельефная структура, декор.

Введение. Сегодня много людей задумывается о строительстве своего дома. В том числе, задаются вопросом из какого материала выполнить строительство. Кирпич для строительства зданий применяется очень давно и за свою историю много раз видоизменялся. Также менялась и техника изготовления, и материалы из которых его изготавливали, а также процесс производства. Но потом появился на одном из заводов России в Копейске в 2003 году такой кирпич, который называли велюровым. Отличается он повышенными декоративными качествами и используется не только для отделки снаружи, но и внутри. [1] Данный материал отличается от обычного кирпича бархатной поверхностью. Из-за своего свойства менять оттенок его ещё называют «хамелеоном».

Основная часть. Название данного декоративного кирпича говорит само за себя. Такой материал имеет «бархатно-велюровую» поверхность: отделка кирпичом придает зданию яркий, благородный цвет и значительно его украшает. Отличительной особенностью велюрового красного кирпича является то, что в

зависимости от времени суток, от угла падения солнечных лучей отделка кирпичом способна меняться от бордового до розового. Такой неожиданный оптический эффект создается благодаря особой технологии изготовления. На поверхность изделия наносится особая рельефная структура. Это некий набор бороздок, профиль которых меняется от точки к точке. Наносятся эти углубления с помощью металлической щетки не только по всей длине изделия, но и по сечению. Уникальные свойства этого стройматериала и высокий эстетичный вид делают его очень популярным. Используют его для отделки фасадов здания, для заборов и арок, для внутренних перегородок и лестничных пролетов и других архитектурных решений. Из велюрового кирпича получаются красивые и прочные печи и камины. [2] Смешение велюрового кирпича с другими строительными материалами, такими как дерево, камень, дает широкий простор для воплощения различных дизайнерских проектов.

Причем это может относиться не только к внешней отделке, но и к внутренней. Так, например, стена или камин будут иметь разную яркость цвета и оттенка в зависимости от использования различных источников света. Данный вид кирпича имеет уникальную способность, буквально, «впитывать» свет своей поверхностью, вследствие чего она становится насыщенной, напоминая бархат. Но в действительности, конечно, велюровый декоративный кирпич не является хамелеоном, а все дело в оптическом эффекте.

Выводы. Велюровый кирпич имеет ряд преимуществ:

- высокие декоративные свойства материала, позволяющего получить впечатляющие дизайнерские результаты.
- при сравнении с обычным красным кирпичом можно заметить, что на обычном материале возникают, как правило, небольшие высолы. На велюровом же облицовочном кирпиче они появляются только на плоской части, что является неоспоримым достоинством нового материала.

Секция «ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

- специалисты утверждают, что, если отделка кирпичом производилась по всем нормам, то никакие выцветы велюровому декоративному кирпичу страшны не будут.
- цены на велюровый облицовочный кирпич остаются на довольно демократичном уровне и доступны для большей части населения. [3]

Тот факт, что применение велюрового кирпича дает возможность убить двух зайцев: придать неповторимый вид дому и при этом сэкономить, привело к тому, что такой кирпич в короткий срок стал одним из самых модных материалов в строительстве. Его достоинства уже оценили как строящие коттеджи частники, так и крупные строительные организации. Следствием большой популярности такого материала стало то, что «велюровые» дома можно встретить не только практически по всей территории Российской Федерации, но и за рубежом.

Литература

1. Велюровый кирпич: особенности и технология изготовления [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://china-brick.ru/2015/05/velyurovyj-kirpich-osobennosti-i-texnologiya-izgotovleniya/> (Дата обращения: 21.04.19).
2. Велюровый декоративный кирпич [Электронный ресурс] / Режим доступа https://www.stroy.ru/cottage/build-walls/publications_1454.html (Дата обращения: 21.04.19).
3. Кирпич-хамелеон [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://msc.com.ua/2018/10/kirpich-hameleon/> (Дата обращения: 21.04.19).



УДК 691.32

Пауков Н.С.,

студ. гр. ПГС-726, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Печенева А.В.,

ассистент кафедры «Прикладная химия»

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЗРАЧНОГО БЕТОНА

Аннотация. Рассмотрены основные характеристики прозрачного (светопроводящего) бетона и возможность его применения при строительстве зданий.

Ключевые слова: прозрачный бетон, стекловолокно, цементный камень, армирование.

Введение. Прозрачный или светопроводящий бетон (Litracon) был создан в 2001 году венгерским архитектором Ароном Лошонци. В мелкозернистую структуру этого материала включены волоконно-оптические стеклянные нити. В результате материал представляет собой прочную субстанцию, пронизанную тонкими стеклянными волокнами [1].

Основная часть. Сразу следует отметить, что цена прозрачного бетона очень высокая, что обусловлено технологической сложностью его изготовления. Поэтому его производят исключительно под заказ в виде прямоугольных панелей, размеры которых выбираются в соответствии с пожеланиями заказчика.

Компоненты, которые используют при изготовлении светопроводящего бетона, сертифицированы и перед использованием проходят экологическую экспертизу. В результате готовый материал гарантированно является экологически чистым и безопасным для здоровья.

К недостаткам можно отнести то, что технология производства прозрачного бетона не позволяет получить его в опалубке прямо на строительной площадке. Litracon изготавливают на промышленных предприятиях, которые обладают соответствующим оборудованием.

Изготовление материала осуществляется путем послойного наложения стекловолокна и мелкозернистого бетонного раствора. После схватывания раствора и набора прочности, поверхность блоков дополнительно обрабатывают, чтобы получить хорошие светопроводящие характеристики.

Несмотря на специфичный внешний вид, прозрачный бетон выпускается по технологии классического мелкозернистого композита, поэтому обладает всеми базовыми свойствами данного материала. К основным характеристикам материала можно отнести:

- прочность на сжатие от 20 до 35 МПа;
- прочность при растяжении на изгиб не менее 2 МПа;
- водонепроницаемость на уровне W4 – W8;
- морозостойкость не менее 75 циклов;
- водопоглощение не превышает 6%.

Отсутствие крупного заполнителя в теле композита увеличивает возможность деформаций и сдвига, поэтому стекловолокно для прозрачного бетона дополнительно выполняет функцию внутреннего армирования, являясь неким аналогом фибры. В производственных условиях для изготовления материала может применяться технология поэтапного литья или послойного вибропрессования. Оба варианта обеспечивают надежное крепление волокон при сохранении высоких эксплуатационных характеристик композита в целом [2].

Уникальный материал чаще всего используется в декоративных целях. Высокая прочность позволяет воздвигать из него внутренние перегородки в помещениях, обеспечивая доступ для большего количества света. Такой вариант внутренних стен особенно востребован в офисных помещениях, при оформлении кафе и ресторанов, а также развлекательных комплексов. Из прозрачного

композита часто нарезается плитка для отделки стен, пола или потолка. Использование материала в качестве основного при строительстве зданий в принципе возможно, но экономически не целесообразно. Стоимость прозрачного бетона крайне высока, а производительность любой технологической линии не сможет обеспечить потребности полноценного строительства. Кроме того, стеклянное волокно под воздействием внешней влаги и перепадов температур может вступать в щелочно-силикатные реакции с минералами цементного камня, что приводит к разрушению материала. Сочетание всех факторов привело к тому, что уникальный композит остается весьма экзотическим отделочным материалом, применяемым для создания декоративных перегородок, а также элементов декора [3].

Выводы. Данный материал хоть уже и применяется в строительстве, однако технология его производства ещё сложна и имеет высокую стоимость. В будущем, когда удастся удешевить производство и сделать технологию более простой, прозрачный бетон будет таким же привычным строительным материалом, как кирпич или бетонные плиты.

Литература

1. Прозрачный бетон – высокопрочный материал с отличными декоративными свойствами [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://masterabetona.ru/vidy/527-prozrachnyj-beton> (дата обращения 21.04.19).
2. Прозрачный бетон — декоративный материал будущего [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://tehno-beton.ru/beton/vidy/prozrachnyj.html> (дата обращения 21.04.19).
3. Прозрачный бетон [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://milahunguide.livejournal.com/150786.html> (дата обращения 21.04.19).



УДК 691.32

Саенко С.А.,

студ. гр. АД-24, ГОУ ВПО «ДОННАСА»

Руководитель: Муконина Е.В.,

ассистент кафедры «Прикладная химия»,

ГОУ ВПО «ДОННАСА»

УМНЫЙ БЕТОН

Аннотация. Рассмотрены особенности состава и свойств «самовосстанавливающегося» бетона.

Ключевые слова: бетон, разрушение, восстановление, микроволокно, бактерии.

Введение. Бетон используется в качестве строительного материала уже более 6000 лет, со времён Древней Месопотамии. И до сих пор он – самый популярный строительный материал, позволяющий быстро возводить здания различных форм, и даже использовать для этого технологии 3D-печати. Обычно для зданий используется железобетон – комбинация из металлической арматуры и бетона.

Недостаток бетона в том, что со временем в нём появляются трещины. Когда внутрь через них проникает вода, арматура ржавеет и конструкция теряет прочность. Зимой замерзающая в трещинах вода расширяет их и ускоряет процесс износа. Сейчас с этим борются, используя различные покрытия и пропитки, и добавляя лишнюю арматуру в попытках уменьшить нагрузку на бетон.

Постановка задачи. Общая идея исследовательской работы ученых — разработать некую систему, вещество или субстанцию, которую можно было бы ввести в бетон в момент строительства и которая была бы способна

автоматически отремонтировать повреждение бетонной конструкции без вмешательства человека.

Результаты. Рассматриваются разные технологии, испытания которых помогут определить наиболее перспективное направление для дальнейших научно-исследовательских работ. Состав бетона был изменен на основании идей, почерпнутых в строении человеческих мышц. Как известно, скелетная мышца – это связка пучков, а каждый пучок представляет собой скопление волокон. Каждое волокно состоит из сотен микроволокон, каждое микроволокно представляет собой скопление из около 4500 протеиновых ворсинок. А каждая из ворсинок – это множество протеиновых полимеров. Восстановить большой разрыв бывает очень сложно, однако незначительные травмы обычно с легкостью восстанавливаются.

Обычный состав бетона – это смесь из цемента, песка и воды. По мере высыхания цемент становится довольно хрупким, и при больших нагрузках он ломается. Обычно такие изломы наблюдаются по всей поверхности цемента и требуют дорогостоящего ремонта. Однако если заменить песок микроволокнами, бетон перестает быть хрупким. Когда нагрузка на бетон становится чрезмерной, расчет идет на то, что цемент, окружающий микроволокна, должен сломаться до того, как микроволокна порвутся.

Микроволокна разделяют бетон на небольшие секции, подобно мышечным пучкам. Благодаря этому большие нагрузки распределяются и разделяются. Поскольку микроволокна расположены в произвольном порядке, подобно тому, как они расположены в гладких мышцах, нагрузка, исходящая из любого направления, может быть поглощена. И когда появляется микротрещина, она не распространяется дальше своей секции.

Подобно мышце, этот новый вид бетона способен самостоятельно восстанавливаться. Разрывы в мышцах под влиянием чрезмерной нагрузки обычно бывают небольшими, и неповрежденные волокна в процессе исцеления исполняют роль лонгета. Подобным образом микроволокна в

Секция «ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

самовосстанавливающимся бетоне соединяют небольшие разломы, пока бетон восстанавливается.

Другими словами, в производстве бетона используется т.н. «полимера с памятью формы». В бетон вместо стальной арматуры закладываются стержни из специального полимера, «запоминающего» форму, которые при закладке в бетон растягиваются, а при возникновении трещин активируются путем нагрева слабым электрическим током, сжимаются как пружины, принимая свою первоначальную форму, и стягивают треснувшую бетонную конструкцию.

«Восстановленный» бетон имеет такую же твердость и прочность, как и вначале. Самовосстанавливающийся бетон отлично служит, потому что он способен сгибаться. При возникновении нагрузок в нем вместо одного большого разлома появляется множество микротрещин. В данном случае при деформации растяжения в 5% бетонная плита не ломается. Обычный бетон разламывается уже при деформации растяжения в 0,1%.



Рис. 1. Фото «умного» бетона под механической нагрузкой

Еще одной технологией при изготовлении «умного» бетона предусмотрено использование капсул, содержащих бактерии и питательные вещества, которые способны выживать в очень жёсткой среде. Это бактерии рода бацилл, которые могут существовать в щелочной среде, а их споры десятилетиями выживают без еды и воды. В качестве питания для них используется лактат кальция. Бактерии вместе с их едой заключаются в капсулы из биоразлагаемого пластика. Бактерии

неактивны, пока в бетоне не появится трещина. Поступающая внутрь вода растворяет капсулы и вызывает бактерии к жизни. В процессе жизнедеятельности они вырабатывают известняк, который закупоривает трещины.



Рис. 2. Фото «самовосстанавливающегося» бетона с течением времени

Вывод. Это изобретение может открыть новую страницу в строительстве, позволяя строить здания, мосты и другие сооружения, которые будут стоить дешевле в строительстве, потребуют гораздо меньше ремонта и прослужат гораздо дольше.

Литература

1. Биотехнологии. Самовосстанавливающийся бетон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:j2IOmfkChTIJ:https://habr.com/ru/post/367081/+&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=ua> (Дата обращения: 21.04.19).
2. ФУНДАМЕНТАЛЬНО. РФ: Самозалечивающийся эластичный бетон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn--80aakf5adeeck4bfm6j.xnp1ai/news/jelastichnyj-beton.html> (Дата обращения: 21.04.19).
3. Самовосстанавливающие материалы – будущее строительных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://umnydom.com/samovosstanavlivayushhijsya-materialy-budushhee-stroitelnyx-tehnologij/1195/> (Дата обращения: 21.04.19).

УДК 666.97

Счастный О.С.,

студ. гр. ТСК-476, ГОУ ВПО «ДОННАСА»

Руководитель: Сохина С.И., к.х.н.,

доцент кафедры прикладной химии

ГОУ ВПО «ДОННАСА»

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ БЕТОНЫ В ОБЛЕГЧЕННОМ ВАРИАНТЕ

Аннотация. Рассмотрены два способа получения пластоперлитобетонов с различными органическими связующими, которые могут быть использованы в качестве легких теплоизоляционных бетонов.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, полимербетоны, органические вяжущие, пластобетоны.

Сталкиваясь с понятием «бетон», многие люди представляют себе тяжелый строительный материал с плотной структурой и крупными габаритами. Однако в последнее время на рынке появляются уникальные решения, которые разрушают старые стереотипы и существенно меняют представление о стройматериалах. В их числе – легкий бетон, являющийся наиболее прогрессивным материалом для современного строительства [1].

Производство облегченных бетонов без потери прочности является одним из актуальных направлений создания новых строительных материалов.

В настоящее время уже созданы суперлегкие теплоизоляционные бетоны с объемной массой менее 100 кг на 1 м³.

К ним относятся полимербетоны с органическими связующими. Их еще называют пластобетоны, полистиролбетоны, стиролпорбетоны.

Секция «ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

В таких полимерах в качестве связующего компонента используется полимерная синтетическая смола. Как правило, для связи песка, щебня или минерального порошка используют формальдегидные, фурановые, карбамидные, полиэфирные, поливинилацетатные, эпоксидные и т.п. смолы.

Третьим составляющим рецептуры пластобетона является отвердитель, который через определенный срок превращает раствор в твердое покрытие.

В зависимости от применяемых материалов специалисты выделяют несколько видов полимерных бетонов. Одним из самых легких считается керамзитобетон, поскольку здесь наполнителем является керамзитный гравий, известный своей крупнопористостью и малым весом. Вяжущие компоненты – карбамидная или фенольная смола.

Наиболее популярным среди пластобетонов считается пластоперлитобетон. Основой продукции является перлитовый песок, при этом размер фракций не превышает 2,5 мм. Объединяет в единое целое заполнитель поливинилацетатная эмульсия, в состав рецептуры также входит вода. Чаще всего этот раствор используется для отливки плит и блоков, плотность такой продукции близка к 200 кг/м^3 , максимальная прочность сжатия равна 6 кг/см^2 . При использовании эпоксидной смолы прочность изделия достигает 500 кг/см^2 , полиэфирная смола повышает эту характеристику в 3,5 раза.

Пластоперлитобетон получают двумя способами. В первом варианте разводят эмульсию до необходимой консистенции и добавляют в нее перлитовый песок, производя формирование смеси. Густота раствора контролируется вибрацией и штыкованием. Сушится продукция в течении нескольких дней, отверждение плит и блоков осуществляется при температуре $+105^\circ\text{C}$ в специальных термокамерах.

Во втором варианте смешивают 10% - ную щавелевую кислоту (как отвердитель), мочевиноформальдегидную смолу (связующий компонент), перлитовый песок и воду. Процентное соотношение элементов выглядит так: 3,5/26,5/50/20 соответственно. Отвердевает продукция в течение нескольких часов, поэтому стоит заранее просчитать маршрут доставки

пластоперлитобетона на объект: при транспортировке на дальние расстояния появляется необходимость добавлять в смесь специальные присадки.

Кроме того, полимербетоны подразделяют на наполненные бетоны и вещества с каркасной структурой. Первые материалы содержат примерно 50% вяжущего вещества (от общего объема раствора), что существенно влияет на конечную цену смеси. Поскольку количество связующего компонента зависит от размеров заполнителя, для уменьшения стоимости бетона специалисты уделяют самое пристальное внимание геометрии и размерам фракций перлитового песка.

Объем вяжущего материала в каркасных пластобетонах достигает всего 6%, в качестве заполнителя здесь используются мелкозернистый щебень, кварцевый песок, различные отсеvy. Но, несмотря на низкую стоимость раствора, он не пользуется особой популярностью из-за малой прочности: после твердения в изделиях остается много пустот. Причина проста: недостаток связующего компонента. Еще один минус такого бетона – быстрое загрязнение пористой поверхности блока или плиты (если не провести ее обработку специальным полимерным составом).

Помимо производства бетонных изделий полимербетон используют для заливки полов. Преимущества использования данного материала по сравнению с обычными бетонами следующие:

- Прочность. По этому параметру пластобетон проигрывает раствору, замешанному на цементе, но при заливке стяжки его прочности вполне хватает, чтобы покрытие получилось надежным и долговечным.
- Стойкость к воздействию воды и перепаду температур. Это свойство материалу придают смолы, большинство из которых способно выдерживать различные химические и климатические нагрузки.
- Широкая гамма оттенков. Красители для вяжущих компонентов пластобетона стоят намного дешевле, чем колер для традиционных бетонов.
- Износостойкость. Структура полимерных бетонов такова, что даже сосредоточение большого количества людей в одном месте и их постоянное движение не способны быстро вытереть заполнитель из уникального материала.

Выводы. Несмотря на все недостатки, полимерные бетоны обладают рядом достоинств и становятся все популярнее и востребованные: современные технологии развиваются быстрыми темпами, поэтому не за горами время, когда вяжущие элементы будут стоить недорого, а их мощности будет хватать для объединения самых крупных фракций заполнителей.

Литература

1. СП 63.13330.2012 (СНиП 52-01-2003). Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.



УДК 691.6

Фролов О.С.,

студ. гр. ПГСy-71, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Печенева А.В.,

ассистент кафедры «Прикладная химия»

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

«СТЕКЛЯННАЯ» СТАЛЬ

Аннотация. Рассмотрены особенности строения и применения нового материала, обладающего свойствами металла и стекла.

Ключевые слова: стекло, металл, аморфная структура, кристаллическая решетка.

Введение. Ученые из американской национальной исследовательской лаборатории в г. Окридж разработали интересную новинку - стеклянную сталь. Новый материал внешне на самом деле больше похож на стекло, чем на металл, однако по своим свойствам все же является последним. Высокая прочность этого материала даст возможность использовать его в самолетостроении и в медицине (при изготовлении медицинских имплантатов). А необычайная легкость этого материала позволит конструировать и устанавливать более легкие и практичные сооружения из металлических конструкций.

Основная часть. Причина таких свойств кроется в расположении атомов кристаллической решетки. Если обычный металл имеет строгий порядок, то здесь они расположены хаотично и имеют большую фиксацию, чем в стеклах. Это и придает новой разработке свойства стекла. Такую структуру молекул можно наблюдать еще и в аморфных металлах с палладием и цирконием, но цены на них очень высокие, что значительно уменьшает их конкурентоспособность. Рыночная цена на такой материал около 220 долларов за килограмм.

Новая же стеклянная сталь может стоить 33 доллара за килограмм. Конечно, это дороже обычной стали. Пока что делать масштабные металлоконструкции из такого материала не целесообразно в экономическом плане. Однако производить многие станки промышленного назначения или спортивный инвентарь из стеклянной стали можно и даже выгодно.

Можно отметить и более ранние попытки создания аморфной стали. Но из-за кристаллизации материала при увеличении размера изделия прочность начинала резко падать. Не выходили даже блоки в 5 мм.

Различные добавки в материал помогли значительно решить эту проблему. В состав стеклянной стали входят разнообразные вещества: железо, хром, марганец, молибден, бор, иттрий и углерод. Полный состав держится под секретом [1].

В исследовательской лаборатории профессор Лю и его команда смогла получить бруски около 12 миллиметров в ширину. И они считают, что это не придел, главное правильный подход, который даст положительный результат и эталонный вариант аморфного металла.

С определенной точки зрения аморфная структура металлических стекол обуславливает два важных свойства. Во-первых, как и другие виды стекол, они претерпевают переход стекла в переохлажденное жидкое состояние при нагревании. В этом состоянии растекаемость стекла может регулироваться по многим параметрам, создавая тем самым большое число возможных форм, придаваемых стеклу.

Во-вторых, аморфная атомная структура означает, что металлическое стекло не имеет дефектов кристаллической решётки, так называемые дислокации, которые влияют на многие прочностные свойства большинства обычных сплавов. Наиболее очевидным следствием этого является большая твердость металлических стекол, чем у их кристаллических аналогов. К тому же металлические стекла менее жесткие, чем кристаллические сплавы. Сочетание высокой твердости и низкой жесткости придают металлическим стеклам

высокую упругость – способность аккумулировать энергию упругой деформации и высвободить ее [2].

Еще одно следствие аморфной структуры в том, что в отличие от кристаллических сплавов, металлические стекла ослаблены из-за деформации. «Деформационное разуплотнение» вызывает концентрацию деформации в очень узких полосах скольжения, просвечивающей электронной микроскопии.

Под сканирующим электронным микроскопом хорошо видна ступенчатая структура полосы сдвига.

По краям трещин формируются аналогичные полосы сдвига, что приводит к разрушению вершины трещины и препятствует её дальнейшему росту [3].

Именно такой материал, для которого энергия образования сдвиговых полос будет много меньше энергии, необходимой для их превращения в трещины, и пытались создать авторы. Перепробовав множество вариантов, они остановились на сплаве палладия, фосфора, кремния и германия, позволявшем получить стеклянные стержни диаметром около 1 мм. При добавлении серебра диаметр удалось увеличить до 6 мм; размер образцов, заметим, ограничивается тем, что исходный расплав требует очень быстрого охлаждения.

Благодаря своей аморфной структуре металлические стекла могут быть прочными, как сталь, и пластичными, как полимерные материалы, они способны проводить электрический ток и обладают высокой коррозионной стойкостью. Такие материалы могли бы получить широкое распространение при изготовлении медицинских имплантатов и разнообразных электронных устройств, если бы не одно неприятное свойство: хрупкость. Металлические стекла, как правило, являются ломкими и неравномерно сопротивляются усталостным нагрузкам, что ставит под вопрос их надежность. Использование многокомпонентных аморфных металлов решает эту проблему, однако для монолитных металлических стекол она до сих пор актуальна [4].

Выводы. Металлические стекла обладают множеством достоинств. Кристаллические решетки обычных металлов и сплавов всегда содержат те или иные структурные дефекты, которые снижают их механические качества. В

Секция «ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

металлических стеклах таких дефектов нет и не может быть, поэтому они отличаются особой твердостью. Некоторые металлические стекла к тому же сопротивляются коррозии даже лучше нержавеющей стали. Поэтому специалисты полагают, что эти материалы ожидают блестящее будущее.

Литература

1. Стекланная сталь [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://kamzmk.ru/steklyannaya-stal.shtml> (дата обращения: 21.04.2019).
2. Металлическое стекло [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://objective-news.ru/tehnika-i-tehnologii/metallicheskoe-steklo.html> (дата обращения: 21.04.2019).
3. Металлическое стекло: как победить хрупкость [Электронный ресурс] / Режим доступа <https://www.popmech.ru/science/15035-metallicheskoe-steklo-kak-pobedit-khrupkost/> (дата обращения: 21.04.2019).
4. Объемное металлическое стекло [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://www.objectiv-x.ru/sovremennye-tehnologii-v-bytu/obemnoe-metallicheskoe-steklo.html> (дата обращения: 21.04.2019).



СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

УДК 691.714

Басенко Л.М.,
студ. гр. ТО-15, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Алимов В.И.,

д.т.н., профессор,
ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ХОЛОДНОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ИЗНОС ИНСТРУМЕНТА В КОРРОЗИОННОАКТИВНЫХ СРЕДАХ

Аннотация. Устойчивое развитие сельскохозяйственного производства во многом определяется работоспособностью, надежностью и долговечностью сельхозтехники. Для почвообрабатывающих машин весьма актуальна задача повышения стойкости сменного инструмента типа культиваторных лап. Их изготавливают чаще всего из сталей с содержанием, % масс.: 0,6-0,7 С и 0,9–1,1 Мп (типа 65Г). Долговечность подобного инструмента может быть повышена локальным упрочнением режущих кромок, в том числе путем ХТО, наплавкой, напылением, применением накладных элементов и других сталей, например: 40Х, 40ХС, 30ХГСА и др.

Ключевые слова: сталь, деформация, износ, инструмент, коррозионноактивная среда.

Введение. Устойчивое развитие сельскохозяйственного производства во многом определяется работоспособностью, надежностью и долговечностью сельхозтехники. Для почвообрабатывающих машин весьма актуальна задача повышения стойкости сменного инструмента типа культиваторных лап. Их изготавливают чаще всего из сталей с содержанием, % масс.: 0,6-0,7 С и 0,9-1,1 Мп (типа 65Г). Долговечность подобного инструмента может быть

повышена локальным упрочнением режущих кромок, в том числе путем ХТО, наплавкой, напылением, применением накладных элементов и других сталей, например: 40Х, 40ХС, 30ХГСА и др. [1].

Основной материал. Структурный состав и состояние почвы влияют не только на интенсивность износа, но и на его характер. Особенно это видно на примере износа плужных лемехов, лап культиваторов и дисковых борон. На тяжелых суглинистых и глинистых почвах лезвие и полевой обрез лемеха затупляются и принимают овальную форму. На песчаных и супесчаных почвах он изнашивается достаточно интенсивно как по толщине, так и по ширине. Лезвие при этом сохраняет свою остроту, но на тыльной стороне его создается резко выраженная затылочная фаска, на лицевой – глубокая лучевидная канавка; носок по профилю закругляется [4]. Исследованиями показано, что выход из строя почвообрабатывающего инструмента может быть связан с механическими поломками, усталостным разрушением, коррозией и др.; однако при прочих равных условиях наиболее вероятной причиной такого выхода представляется коррозионный износ.

Основными разновидностями коррозионного износа являются сплошные равномерные, неравномерные, язвенные и точечные поражения (рис. 1).

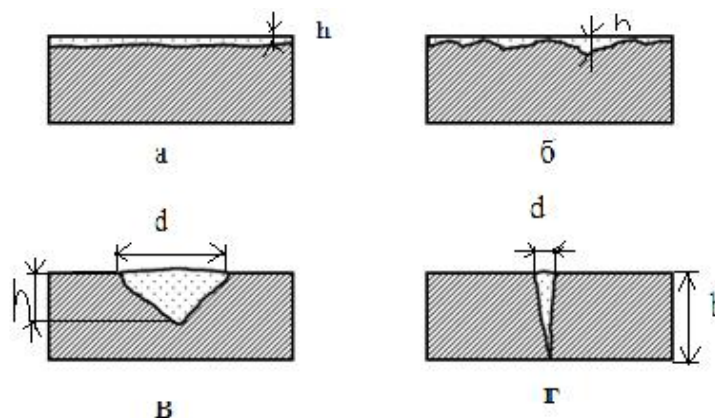


Рис.1. Основные типы коррозионного износа натуральных культиваторных лап (а – сплошной равномерный; б – сплошной неравномерный; в – язвенный; г – точечный. Обозначения: h – глубина; d – ширина; b – толщина изделия

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Равномерное поражение протекает с одинаковой скоростью по всей поверхности металла (рис. 1, а), неравномерное — на различных участках поверхности металла с неодинаковой скоростью (рис. 1, б), для язвенного поражения характерно примерное равенство размеров пораженного пятна по диаметру и глубине (рис. 1, в), а при точечном поражении глубина его соразмерна с толщиной изделия (рис. 1, г) [2].

Характер и интенсивность износа деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин зависят от физико-механических свойств почвы. На песчаной почве детали изнашиваются по толщине, а на глинистой и суглинистой — по ширине [3]. При этом на песчаной почве износ происходит в 8–10 раз быстрее, чем на глинистой. Дифференцированный подбор материала и разработка конструкции деталей рабочих органов повышенной долговечности требуют детальной классификации почв по их изнашивающей способности, которая проявляется при взаимодействии с ней движущегося твердого тела и является одной из ее физико-механических характеристик [2]. Неравномерный износ рабочих органов почвообрабатывающих машин обусловлен, прежде всего, разным удельным давлением почвы на поверхность рабочего органа в различных ее точках, а также зависит от скорости скольжения и ускорения контактирующих частиц [5].

Изложенные результаты исследований свидетельствуют о том, что изнашивание металла в абразивной среде зависит от множества факторов, комплексно связанных между собой; при уменьшении влажности почвы увеличиваются ее твердость и интенсивность изнашивания, что приводит к увеличению давления на рабочую поверхность инструмента и скорости скольжения частиц в активной зоне [5]. Среди факторов, определяющих интенсивность коррозионного изнашивания культиваторных лап, одним из основных является структурное состояние.

Формирование структуры происходит в границах бывшего зерна аустенита; поскольку сами границы зерен являются определенными дефектами кристаллических тел, то изменение протяженности границ зерен может вызвать

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

изменения коррозионной стойкости. О том, что при термической обработке может изменяться размер зерна и впоследствии оказывать влияние на износ, свидетельствуют результаты, полученные нами в данной работе.

Исследования проводили на образцах из стали 65Г с содержанием 0,63% С и 1,03% Мп толщиной 5 мм, что примерно соответствует толщине натуральных режущих лап. Образцы предварительно деформировали в холодную на лабораторном прокатном стане ДУО 100 со степенями деформации 15, 40 и 80%, что имитировало возможную обработку натуральных лап. Термическое упрочнение производили путем последующей заковки и отпуска на твердость 48-55 HRC. Температура аустенитизации составляла 850-950°C (через 50°C), а удельное время нагрева 1 мин на 1мм сечения образца. После изготовления шлифов оценивали размер зерна аустенита методом секущих по ГОСТ 5639; Затем определяли размер поперечника аустенитного зерна, который примерно соответствует:

$$\bar{D} \sim m^{1/2}, \text{ мкм,}$$

где: m – число зерен, приходящихся на 1 мм² площади шлифа.

Далее образцы подвергали коррозионному износу на специальной установке [6].

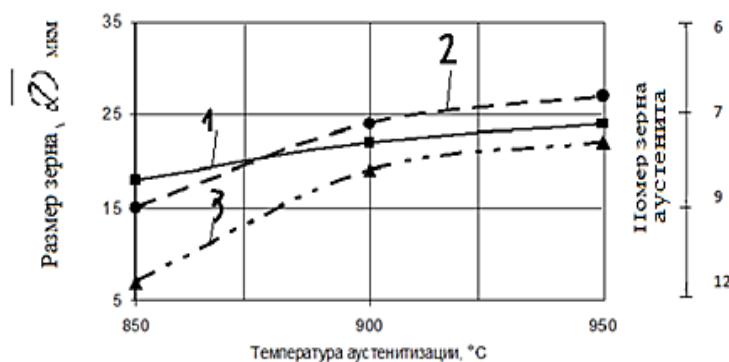


Рис. 2. Зависимость среднего поперечника зерна аустенита от температуры аустенитизации при заковке и степени предварительной холодной деформации ($\epsilon, \%$: 1- 15, 2-40, 3-80).

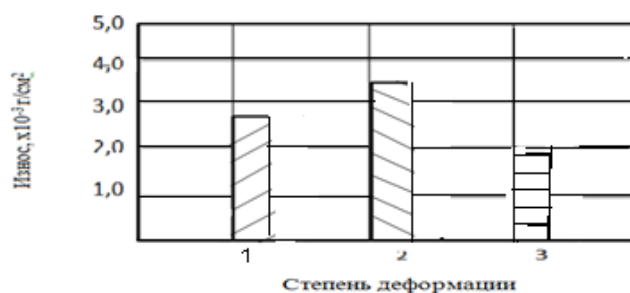


Рис. 3. Зависимость износа от степени предварительной деформации ($\epsilon, \%$ 1-15, 2-40, 3- 80)

В качестве модельной среды служили мелкий щебень, пылевидная порода с донецким углем и добавкой 5% дождевой воды. Путь износа принимали равным 100 м; оценку коррозионного износа производили по удельной потере массы, приходящийся на 1 см² трущейся поверхности.

На рис. 2 показана зависимость среднего поперечника зерна аустенита от температуры аустенитизации при закалке и степени предварительной холодной деформации. Видно, что при повышении температуры аустенитизации при всех степенях предварительной деформации зерно аустенита растет; при минимальной степени деформации 15% размер зерна несколько меньше, чем при степени деформации 40%: очевидно это связано с созданием неоднородной локальной деформации. Однако дальнейшее увеличение деформации до 80% тормозит рост зерна аустенита при всех температурах: это означает, что сильно деформированная лапа культиватора при том же режиме аустенитизации даст более мелкое зерно, имеющее большую суммарную протяженность границ – это может повысить сопротивляемость износу.

На рис. 3 показана относительная коррозионная износостойкость в среде, которая имитирует полевые условия Приазовья. Видно, что минимальный коррозионный износ как раз и характерен для сильно предварительно деформированной стали. Это позволяет включить в технологию упрочнения режущего инструмента типа лап предварительную холодную деформацию. Сталь 65Г вследствие наличия Mn позволяет успешно получать сорбитную структуру, затем вхолдную сформировать и деформировать заготовку лапы.

Необходимая твёрдость лап достигается окончательной закалкой и отпуском.

Выводы.

1. Предварительная холодная деформация с последующей закалкой и отпуском обеспечивает минимальный коррозионный износ в комплексной коррозионноактивной среде, имитирующей почвы Приазовья.
2. Предварительная холодная деформация стали при прочих равных условия способствует измельчению зерна аустенита и повышению дисперсности продуктов распада переохлажденного аустенита, увеличению суммарной протяженности границ зерен и повышению сопротивления коррозионному износу.
3. Основной причиной выхода из строя почвообрабатывающего инструмента является коррозионный износ, обусловленный одновременным трением о почву и ее коррозионным воздействием [7].

Литература

1. Новиков В.С., Петровский Д.И. Повышение долговечности стрельчатых лап культиваторов // Вестник, 2017. – №4. – С.49-53.
2. Гайдар С.М. Хранение и противокоррозионная защита сельскохозяйственной техники: учеб. пособие [Текст] / Е. А. Пучин, С. М. Гайдар. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. – 512 с. - ISBN 978-5-7367-0830-7.
3. Басенко Л.М., Алимов В.И. Оценка возможностей повышения надежности почвообрабатывающего инструмента с использованием химико-термической обработки / В сб. докл. «Металлургия XXI столетия глазами молодых». – Донецк: ДонНТУ, 2018. – 283-286 с.
4. Патент РФ №2270259. Способ упрочнения деталей из среднеуглеродистых и высокоуглеродистых сталей. Заявка №2004113918/02 от 05.05.2004. С211/09, С21D 9/18, В23К 9/04 (2006.01). Оpubл. 20.02.2006. Бюл. №5.
5. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

параметров и режимов работы. – 2-е изд., перераб. и дополненное-М.: Колос,1980. – 671 с.

6. Пат. України №17644, МПК (2006), GO1N 3/56, GO1N 17/00. Пристрій для випробувань на корозійно - абразивний знос / В. І Алімов, А. П. Штихно, М.В.Афанасьєва; заявник і патентовласник Донецький національний технічний університет; заявл. 28.02.2006; опубл. 16.10.2006, Бюл. № 10.

7. Алимов В.И. Коррозия и защита материалов от коррозии / В.И.Алимов, Л.А Рябичева, В.В. Дядичев, С.Г Менюк, А.В. Дядичев. – Симферополь: ООО «Антиква», 2019. – 184 с.



УДК 621.383.51

Волощук И. Е., Колесникова А. А.,
студ. группы АД-24, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Сорока В.А., к.ф.-м.н.,
доцент кафедры физики и физического материаловедения,
ГОУ ВПО «ДонНАСА»

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК CVD – АЛМАЗА

Аннотация. Обнаружен и исследован фотовольтаический эффект в тонкопленочных структурах, изготовленных на основе термически осажденных пленок алмаза (CVD-алмаз). Для алмазных пленок, осажденных на кремниевую подложку, получена генерация фото-ЭДС, проявляющаяся в широком оптическом диапазоне, включая видимую область спектра.

Ключевые слова: алмазная пленка; фотоприемник; фотоЭДС; световая эффективность.

Введение. Фотовольтаические структуры, используются в качестве источников электрического тока в солнечных элементах. Они обусловлены активным развитием альтернативной энергетики, основанной на возобновляемых источниках энергии.

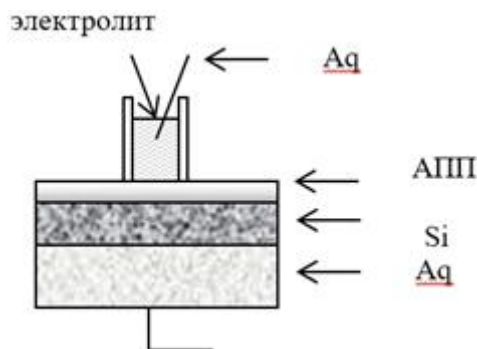


Рис.1. Схема подключения контактов

Такая энергетика идет путем поиска компромисса между максимально достигаемым КПД таких устройств, для преобразования излучения, со стоимостью технологии и материалов при массовом производстве солнечных элементов. С этой точки зрения весьма перспективны фотоприемники, изготовленные на основе алмазных пленок, так как солнечная энергетика движется в сторону тонкопленочных систем, которые являются более экономически эффективны. Анализ физических характеристик алмазных пленок показал, что в них проявляются многие свойства, присущие широкозонным полупроводникам. Алмаз является фактически единственным материалом, который прозрачен в широком оптическом диапазоне, оказывается устойчивым в экстремальных условиях, кристалл не разрушается под влиянием мощного оптического облучения, сильного электрического поля (напряжение пробоя $\sim 10^7$ кВ/см), импульса тока или высоких температур. Механизмы проводимости тонких алмазных пленок изучаются при помощи вольт – амперных характеристик (ВАХ). Электрические свойства пленок могут резко отличаться от свойств, ожидаемых лишь при учете только объемной проводимости. Электрические характеристики образцов определяются еще и типом контактов. Напряжение в несколько вольт способно создать в тонкой структуре пленок большие поля, ВАХ в которых могут иметь некоторые особенности.

Основной материал. Фотоэлектрические исследования алмазных пленок, проведенные в работе [1], действительно показали проявление в «свободных» алмазных пленках фотоотклика в видимом и ближнем ИК-диапазонах. Этот эффект связывается со структурными нарушениями, которые присущи алмазным пленкам. Поэтому, можно ожидать проявление фотогенерации неравновесных носителей и для более сложных структур типа пленка-подложка.

В работе изучалась структура алмазная пленка - кремниевая подложка. В качестве прозрачного контакта использовался электролит на основе очищенной воды, удерживаемый приклеенной стеклянной ампулой. Схема приготовленного образца и его подключение проведена на рис.1. Свет от источника излучения

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

направлялся нормально к поверхности пленки. Тип носителей пленки (предположительно р–тип) с точностью не определен. Тогда на граничном слое подложки р–типа образуется отрицательный объемный избыточный заряд. При приложении прямого поля к МДП–структуре (на пленке «+») приконтактная область подложки обедняется основными носителями и в результате область объемного отрицательного заряда увеличивается, а также уменьшается сопротивление. Данное предположение соответствует значениям тока ВАХ, определенного при прямом и обратном приложении поля. При прямом приложении поля между контактами ток меньше, чем при обратном поле (рис.2).

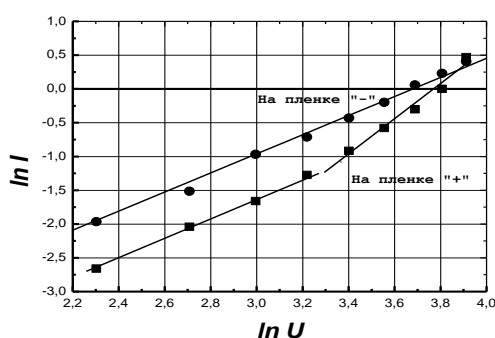


Рис.2. Линейная и суперлинейная ВАХ

При увеличении поля $E > 20$ кВ/см энергия носителей становится достаточной для преодоления барьера, что приводит к другой зависимости проводимости. При полях $E > 35$ кВ/см проводимость при приложении прямого поля становится выше проводимости чем при обратном поле. ВАХ CVD–пленок показали наличие двух областей электропроводности линейную и суперлинейную [2], при различных способах послеростовой обработки, что подтверждает предположение о влиянии условий синтеза на параметры формирования электрически активных центров АП. Линейная область ВАХ наблюдается при малых полях, а нелинейная при больших, как показано на рис. 2. Проводимость пленок составляла $\sim 10^{-6}$ См.

Образец пленки без ростовой подложки облучался монохроматическим светом в диапазоне длин волн 0,35 – 2 мкм. Полученная ВАХ АПП без ростовой подложки при воздействии на образец излучения от теплового источника

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

величина тока меняется по квадратичному закону в зависимости от напряженности поля. Этот эффект можно объяснить дополнительной генерацией свободных неравновесных носителей под воздействием внешнего электромагнитного излучения. Таким образом, под воздействием монохроматического излучения в пленке возникает фототок [3].

Полученные вольт – амперные зависимости симметричны при изменении полярности приложенного напряжения и проявляют нелинейный характер. Построенные в двойном логарифмическом масштабе, графики ВАХ представляют собой прямые, совпадающие при смене полярности. Из наклонов графиков определен показатель степени нелинейности вольтамперных зависимостей, равный 2.

Из рис. 3 можно заключить, что характер протекания тока под действием падающего излучения при изменении полярности от приложенного напряжения эквивалентен. Логарифмическая зависимость ВАХ не меняет показатель нелинейности во всем диапазоне измерений.

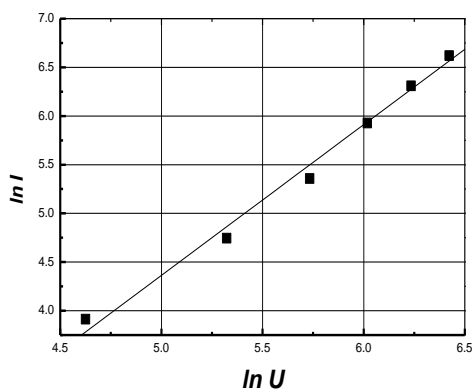


Рис.3. Логарифмическая зависимость ВАХ

Так как кристаллиты алмаза – диэлектрики, то при облучении светом могут возникнуть поляризационные эффекты, для устранения этих эффектов проведены исследования влияния модулированного света на характер зависимости переменной составляющей регистрируемого тока, от величины постоянного напряжения, приложенного к контактам.

В АПП обнаружена фотопроводимость, связанная с особенностями спектрального распределения источника излучения, которая представлена на рис. 4.

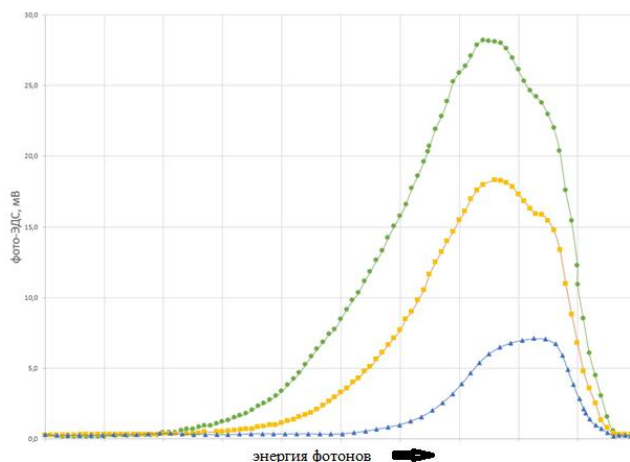


Рис. 4. Спектральная зависимость фото-ЭДС АПП для разных температур источника

Из анализа зависимостей фото-ЭДС, можно считать, что положение максимума фототока зависит от характеристики образца и от характеристики самого источника излучения (плотность потока излучения, температура нити накала). Таким образом, можно сделать вывод, что с ростом температуры источника максимум фотоотклика смещается в сторону более коротких длин волн. В коротковолновом диапазоне значение фототока увеличивается до максимального значения, а в длинноволновом фототок уменьшается. Отметим, что кривые не симметричны относительно максимума. Таким образом, при известном положении максимума фототока можно определить температуру источника излучения. Этот эффект можно использовать при конструировании широкозонных пирометров и датчиков для определения температуры источников излучения, которые недоступны глазу человека, или же расположены в химически агрессивных средах [4].

Из полученных экспериментальных результатов определено, что положение максимума фотоотклика, 5 К /нм, и – 15 К/ нм.

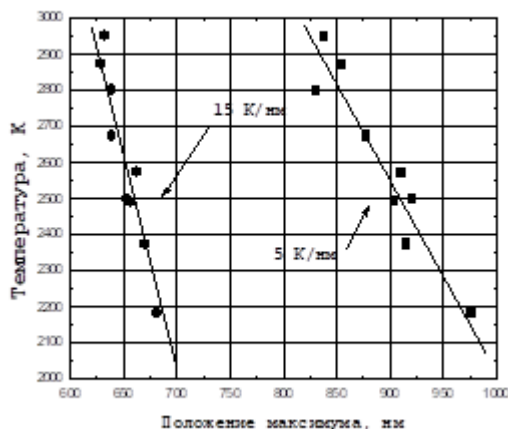


Рис.5. Зависимость максимума фототока от температуры источника

Как видно из рис. 5, положение выявляемых максимумов связано с характеристиками источника излучения, причем длинноволновый более чувствителен к спектральному распределению потока фотонов. Из полученных экспериментальных результатов определено, что положение максимума фотоотклика, в коротковолновой области изменяется 5 К/нм, а в длинноволновой – 15 К/ нм.

Выводы.

1. Метод нестационарной фотопроводимости, при интенсивном облучении длиной волны, на которой излучение не вызывает межзонных переходов в совершенном алмазе, является перспективным для изучения населенности глубоких ловушечных уровней синтетического алмаза. Это прямой метод, который при комнатной температуре позволяет определить глубину залегания ловушечных уровней.

2. На обнаруженном эффекте смещения максимума фототока может быть изготовлен широкозонный пирометр, чувствительным элементом которого является АПП с планарной МПМ структурой. Такой детектор может регистрировать тепловое излучение в широком оптическом диапазоне (от 0.5 до 3 эВ). Излучение, падающее на алмазный фотоприемник, преобразуется в

электрический сигнал, который может быть обработан микропроцессором по заданной программе.

Литература

1. Сорока В.А. Фотоэлектрические свойства поверхности (111) алмазных поликристаллических пленок: автореф. дис. канд. физ.-мат. наук : 01.04.07 / В. А. Сорока ; Нац. акад. наук Украины ; Донецк физ.-техн. ин-т им. А.А. Галкина. – Донецк, 2007. – 17 с.

2. Сорока В.А., Тимченко В.И., Носанов Н.И. Электропроводность CVD-алмаза, Вісник Донецького університету, Сер.А: Природничі науки 2002 вип.1 Донецьк.; – с.277-281

3. Тимченко В.И., Сорока В.А. Вклад поверхностных состояний в электроперенос АППи.//Сборник докладов Второй международной периодической научно- практической конференции» Спецпроект – анализ научных исследований», Днепропетровск,: -2005,- С. 66-71.

4. Спицын Б.В., Буйлов Л.Л., Токий В.В., Тимченко В.И., Сорока В.А., Токий Н.В. Алмазный фотодетектор на основе структуры металл – диэлектрик– металл. // Физика и техника высоких давлений. – 2002. – т.12, – №3, С. 131-135.



УДК 539.5

Аксенов В.И.,

студ. гр. ЭлЭТ-18а, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Малашенко Т.И.,

ст. преподаватель кафедры физики

им. В.В. Пака, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОЧНОСТЬ СТАЛИ И СПЛАВОВ

Аннотация. Рассмотрено влияние импульсного магнитного поля на механические свойства стали и сплавов.

Ключевые слова: импульсные магнитные поля, магнитострикция, прочность.

Введение. Применение магнитноимпульсной обработки металлов и сплавов является относительно новым и весьма перспективным методом, имеющим ряд преимуществ перед традиционными методами обработки.

Постановка задачи. Изучить физическую основу, достоинства и недостатки магнитноимпульсной обработки металлов.

Магнитноимпульсная обработка материалов основана на использовании электродинамических сил, которые в импульсных режимах могут достигать гигантских значений. Электрическая энергия, запасенная в конденсаторной батарее, преобразуется в энергию магнитного поля. Если давления, создаваемые электродинамическими силами, превышают предел прочности, то происходит деформация заготовки. Магнитноимпульсная обработка материалов имеет следующие преимущества:

1. Высокая производительность технологического процесса.

Основной сдерживающий фактор при повышении производительности магнитноимпульсной установки – весьма значительное время, расходуемое на

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

технологическую подготовку (установка заготовки, съём готовой детали). Однако в настоящее время созданы установки с производительностью 3600 операций в час.

2. Возможность легкой автоматизации и механизации технологического процесса. Инструмент (индуктор), создающий магнитное поле, механически не связан с обрабатываемой заготовкой. Энергия, затрачиваемая на формообразование, может дозироваться с точностью до 1% и задаваться дистанционно.

3. Большая технологическая гибкость процесса - одним и тем же индуктором можно формировать детали различных конфигураций.

4. Простота технологической оснастки.

Используется только одна матрица или пуансон.

5. Отсутствие передаточной среды при формообразовании.

Это позволяет формировать металлические заготовки через изоляционные покрытия, перегородки, стенку вакуумной камеры.

6. Возможность получения больших удельных давлений.

В настоящее время получают давления до 10^8 Н/м² без разрушения индуктора и до 10^9 Н/м² при использовании одноразовых индукторов.

Выводы. Магнитноимпульсная обработка представляет собой комплексное воздействие на материал магнитострикционных процессов и механических деформаций, тепловых и электромагнитных вихревых потоков, локализованных в местах концентраций магнитного потока, и является эффективным и высокопроизводительным методом обработки металлов и сплавов.

Литература

3. Бадьянов, Б. Н. Справочник по магнитно-импульсной обработке металлов. / Б. Н. Бадьянов. – Ульяновск: изд-во Ульяновский ГТУ, 2000 г. – 405 с.

4. Есин А.П., Пашкович В.И. Магнито-импульсная обработка металлов. – НИИМАШ. Вып. 14 (108).

УДК 539.5

Ванин В.А.,

студ. гр. ЭлЭТ-18а, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Малашенко Т.И.,

ст. преподаватель кафедры физики

им. В.В. Пака, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

УЛУЧШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСОВ ТОКА

Аннотация. Рассмотрено влияние импульсного магнитного поля на механические свойства стали и сплавов.

Ключевые слова: импульсные токи, магнитные поля, металлы, сплавы, механические свойства.

Введение. Электроимпульсная обработка металлов представляет собой разновидность электроэрозионной обработки. По сравнению с электроискровой обработкой процесс характеризуется увеличением мощности единичных разрядов, длительностью импульсов, обратной полярностью (анод-инструмент, катод-заготовка), применением пониженных напряжений и относительно большими значениями средних токов. Электроэрозионные методы обработки основаны на законах эрозии (разрушения) электродов из токопроводящих материалов при пропускании между ними импульсного электрического тока. К этим методам относят электроискровую, электроимпульсную, высокочастотные электроискровую и электроимпульсную и электроконтактную обработку.

Постановка задачи. Изучить физическую основу, достоинства и недостатки электроимпульсной обработки металлов.

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Схема электроимпульсной обработки. Электрод-инструмент и электрод-деталь, погруженные в ванну с жидкостью, присоединяются к импульсному генератору постоянного тока, приводимому в действие от электродвигателя. Жидкой средой служат масла низкой вязкости (индустриальное, трансформаторное), керосин и другие. В межэлектродном пространстве возникают электрические разряды определенной длительности, сопровождающиеся выделением теплоты. Под воздействием теплоты происходит разрушение металла на поверхности электродов. Электрические режимы назначают в зависимости от характера обработки и от площади обрабатываемой поверхности. При площади обрабатываемой поверхности 20...240 см² черновую обработку осуществляют при токе 50...500 А, а чистовую – при 5...50 А.

Недостатком электроискрового и электроимпульсного методов обработки является малая стойкость электрода-инструмента, который приходится заменять после обработки 5...10 деталей.

Электроимпульсную обработку проводят на специальных электроимпульсных станках, на которых обрабатывают пресс-формы, вырубные просеченные и чеканочные штампы и прошивают отверстия любой конфигурации в закаленных деталях.

Выводы. Электроимпульсную обработку целесообразно применять при предварительной обработке штампов, турбинных лопаток, фасонных отверстий в деталях из жаропрочных сплавов. Точность размеров и шероховатость обработанных поверхностей зависят от режима обработки. При электроимпульсной обработке съем металла в единицу времени в 8-10 раз больше, чем при электроискровой обработке.

Литература

1. Есин А.П., Пашкович В.И. Магнито-импульсная обработка металлов. – НИИМАШ. Вып. 14 (108).
2. Немилов Е.Ф. Электроэрозионная обработка материалов. – Л.: Машиностроение, 1983.



УДК 621.78

Брегед А.В.,

студ. гр. МИД-186, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Савченко Т.А.,

ст. преподаватель кафедры физики

ГОУ ВПО «ДонНТУ»

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

Аннотация. Рассмотрены виды печей для термической обработки металлов, их преимущества, недостатки и особенности. Также выявлена лучшая печь в плане производительности и качества обработки.

Ключевые слова: термическая обработка, термическое оборудование, вакуумная печь, промышленная печь, отжиг, плавка, закалка, прокатка, отпуск.

Основы термической обработки металла заложены в конце XIX века русским металлургом Д.К. Черновым. Термическое оборудование активно используют заводы и термические цехи для проведения различных процессов с их нагреванием.

Многочисленные варианты конструкций промышленных печей можно классифицировать по принципу их работы или способу выделения тепловой энергии. По этому признаку можно разделить все промышленные печи на установки топливного и электрического типа. Топливные печи, для производства термической обработки используют химическую энергию, которая выделяется во время сжигания топлива. Электрические печи создают тепло благодаря электроэнергии. Электронно-лучевые печи превращают свою энергию в тепловую. Электродуговые печи для термической обработки используются для плавления тугоплавких металлов. Индукционные печи превращают электроэнергию в электромагнитную энергию.

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

В современной технике наиболее распространены вакуумные печи сопротивления. Вакуумная печь предназначена для плавки или нагрева в вакууме материалов высокого качества и стоимости. Главная сфера применения вакуумных печей – это большие производства, где они могут сполна продемонстрировать свои способности. К числу функций вакуумных печей можно отнести такие процессы, как: отжиг, плавка, закалка, проковка, отпуск и тому подобное. Вакуумная дуговая печь начала использоваться с развитием атомной энергетики, ракетостроения, космических исследований, когда появилась острая потребность в обработке сверхчистых материалов с особыми физико-механическими свойствами. Индукционная печь производит нагрев, за счет создания электромагнитного поля, воздействующего на плавящийся материал. Термическая вакуумная печь позволяет выполнять в вакууме закалку, отпуск, отжиг, спекание, высокотемпературную пайку, азотирование и цементацию. Достоинством является выполнение термообработки в бескислородной среде и, как следствие, отсутствие следов окислов и обезуглероживания на поверхности изделий. Водородная печь наиболее качественная и надежная печь, имеющая наибольший спектр функций, которые позволяют ей справляться с самыми разными задачами. Она имеет ряд преимуществ и используется во многих промышленных процессах.

Если сравнивать данные виды печей, можно сделать вывод, что в плане производительности, лучше всего себя показывает именно вакуумная водородная печь, демонстрируя отличное качество и скорость работы, которая значительно выше, чем у других печей вакуумного типа.

Литература

1. Вакуумная печь: дуговая, индукционная, термическая вакуумная печь, а также водородная печь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mml-me.ru/vakuumnaya-pech/#1> (Дата обращения: 26.04.2019).

2 Термическое оборудование – специальное оборудование для термической обработки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://highthermo.ru/termicheskoe-oborudovanie/#3> (Дата обращения: 26.04.2019).

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

3 Вакуумная печь, дуговая печь, индукционная печь, термическая вакуумная печь, водородная печь: характеристика и особенности эксплуатации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://marketing-az.ru/vakuumnaya-pech/#1> (Дата обращения: 26.04.2019).

4 Термическое оборудование – роль оборудования для термической обработки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wiiuclub.ru/termicheskoe-oborudovanie/#i-2> (Дата обращения: 26.04.2019).

5 Вакуумная печь – применение и виды вакуумных печей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cialis20.ru/primenenie-vakuumnoy-pechi/#2> (Дата обращения: 26.04.2019).



УДК 669.14

Струченкова Я.В.,

студ. гр. МИД-186, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Савченко Т.А.,

ст. преподаватель кафедры физики

ГОУ ВПО «ДонНТУ»

КРИТИЧЕСКИЕ «ТОЧКИ ЧЕРНОВА»

Аннотация. Рассмотрено открытие русского металлурга Д.К. Чернова, которое основано на полиморфных превращениях в стали. Использована идея о внутренних преобразованиях в стали при изменении её температуры.

Ключевые слова: критические точки, сталь, температура, структура.

Дмитрий Константинович Чернов русский металлург и изобретатель, открыл полиморфные превращения стали, а также фазовую диаграмму железо-углерод. В апреле 1868 г. Д. К. Чернов установил критические точки, характеризующиеся внутренними превращениями в стали при нагревании. Эти точки известны в науке под названием «точки Чернова». Он изучил закалку при различной степени нагрева стали и доказал, что существует определённый минимум температуры, лишь по достижении которого, сталь начинает принимать закалку. Этот предел температуры, соответствующий тёмно-вишнёвому цвету нагретого металла (700 °С), Д. К. Чернов назвал критической точкой «а». Учёный наблюдал явление, при котором любая сталь приобретает при нагревании до определённой температуры мелкозернистое строение, обеспечивающее стальному изделию наилучшие механические качества. Этот температурный предел, характеризующийся красным матовым цветом нагреваемого металла (800-850 °С), он назвал точкой «b». «Сталь, нагретая ниже точки b, – указывал Д. К. Чернов, – не изменяет своей структуры, медленно ли

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

или быстро после того она охлаждается... Как только температура стали возвысилась до точки b , масса стали быстро переходит из зернистого (или, вообще говоря, кристаллического) в воскообразное состояние». Точкой «с» Д. К. Чернов обозначал температуру плавления стали. В 1878 г. учёный ввёл понятие о точке «d», лежащей около $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, как о температуре, до которой нужно быстро охладить сталь, чтобы совершилась полная закалка. Он установил, что расплавленная сталь образует при затвердевании не воскообразную однородную массу, а сложную систему кристаллов. Д. К. Чернов вырастил кристалл-уникум, «кристалл Чернова», который весил 3,5 кг, а длина его составляла 39 см. Классические схемы учёного, объясняющие процессы кристаллизации, вошли во все руководства по металлографии и пользуются всемирной известностью.

В 1880 г. Д. К. Чернов отправился на юг, где занимался разведками каменной соли в Бахмутском уезде; найденные им залежи соли разрабатывались в промышленных целях. Д. К. Чернов живо интересовался геологией, ботаникой, математикой, авиацией, фотографией и музыкой. Он разрабатывал проект летательного аппарата, основной частью которого является воздушный винт – пропеллер, приводимый в действие специально установленным двигателем.

Научный авторитет Д. К. Чернова был признан за пределами России. Его работы являются прекрасным образцом научного предвидения, смелости обобщений, большой творческой инициативы.

Литература

1. Избранные труды по металлургии и металловедению, Д.К. Чернов [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://books.google.com.ua/books?id=krz-AgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0%23v=onepage&q&f=false#v=onepage&q&f=false (Дата обращения: 21.04.2019).



УДК 629.33

Филимонов Д.В.,

студ. группы ААХ-24 а, ГОУ ВПО «ДонНАСА»

Руководитель: Соболев О.В., к.х.н.,

доцент кафедры физики и физического материаловедения

ГОУ ВПО «ДонНАСА»

БЕЗВОЗДУШНЫЕ ШИНЫ. ОБЗОР

Аннотация. В данной работе приведен обзор применения, устройства, преимуществ и недостатков безвоздушных шин. Дан краткий сравнительный анализ различных производителей безвоздушных шин.

Ключевые слова: автомобиль, безвоздушные шины, новые технологии, преимущества, недостатки.

Введение. О новых безвоздушных шинах слышали уже многие автолюбители, а если и не слышали, то точно втайне мечтали. Воздух под давлением «заперт» внутри резинового объема, на который благодарной внешней средой приходят самые разнообразные испытания: острые камни и гвозди, бордюры с выступающими железяками и т. д.

Что же будет, если исключить из уравнения обыкновенных шин (не важно, камерные или бескамерные) воздух? При меньшем, чем положено, давлении увеличится расход топлива, ухудшится поведение автомобиля на дороге. При полном же отсутствии давления мы просто далеко не уедем. Давайте же посмотрим, как появилась, как развивается и какие последние разработки в отрасли создания шин без воздуха. А если всё это случается в опасное для человека время, то ценой «воздуха» станет как минимум одна жизнь.

Первыми о создании системы безвоздушных шин заговорил Пентагон. Разумеется, исключительно в военных целях: не всегда бронирование резины

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

военной техники решало каждодневные опасности и все возможные ситуации. А когда военное руководство не самой бедной страны выделяет средства на ту или идею – мысли находятся. Первые наработки немедленно были использованы на военном транспорте Humvee, где сразу были выявлены как многочисленные преимущества новой технологии, так и немногочисленные её недостатки.



Рис. 1. Конструкция безвоздушных шин

Применение безвоздушной резины. Итак, безвоздушные шины – это полая конструкция, в которой чаще всего функцию воздуха берут на себя резиновые простенки.

По внешнему виду если новые шины выполнены закрытыми (с боковыми стенками), то отличить их от обыкновенных «воздушных» сложно. На сегодняшний день существует две основные конструкции таких шин:

- одни наполнены специальным стекловолокном;
- вторые компенсируют недостаток воздуха наличием полиуретановых спиц-простенков.

Первые чаще всего выполнены закрытыми, чтобы стекловолокно не потерялось по дороге, однако практика показала больше преимуществ как раз открытой системы: меньше материалов, проще изготовление, любые полученные в результате эксплуатации дефекты заметить значительно проще.

Конструкция в итоге кажется очень простой: край шины – растяжной хомут, середина – классическая ступица, к которой прикреплены спицы из полиуретана строго в определенной последовательности. Получившийся

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

«рисунок» у каждого современного производителя свой, каждый из них продемонстрирует свои преимущества и недостатки (рис. 1).

Стоит ли говорить, что простая, но эффективная конструкция, которая навсегда заставит забыть о проколах или несоответствующем давлении быстро переросла рамки военной промышленности и устремилась «на гражданку»?

К сожалению, разработки этой отрасли всё еще активно ведутся, более-менее серийные экземпляры пока что получили своё применение на слабо-нагруженных транспортных средствах вроде газонокосилок, скутеров или гольф-каров (рис. 2). В промышленной сфере безвоздушная резина получила применение в экскаваторах и погрузчиках, а в личном транспорте они сейчас кое-где применяются в инвалидных колясках и велосипедах.



Рис. 2. Применение безвоздушных шин

Причина такой избирательности простая: несовершенная пока конструкция резины на скоростях более 80 км/ч создает паразитные вибрации, хорошо передающиеся на корпус автомобиля.

Преимущества и недостатки шин без воздуха. Как уже было сказано, у новой конструкции, активно сейчас развиваемой, есть как неоспоримые достоинства, так и не исправленные пока недостатки. Для начала стоит указать на главные преимущества шин без воздуха:

- колесо способно менять форму в зависимости от проезжаемых неровностей – ямки и кочки буквально «проглатываются»;

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

- колесо полностью работоспособно, пока хотя бы 70% её элементов на месте (большой камень в огород пневматической резины);
- совершенно нет необходимости в проверке давления, а где нет давления – возможности лопнуть тоже нет;
- вес безвоздушной резины значительно меньше, чем у классического собрата. Полное отсутствие необходимости дисков (стальных, литых, кованых и пр.) снижает неподрессоренную массу, что также приводит к положительным эффектам вождения ТС;
- цены на безвоздушную резину (когда они полноценно появятся на прилавках) вряд ли будут превышать пневматические аналоги (не считая первого времени, когда пойдет главный БУМ);
- в перспективе установка безвоздушных шин будет доступна на совершенно любой автомобиль – начиная от древней «копейки» до самых современных внедорожников;
- перспективная сейчас разработка безвоздушной резины – возможность быстро поменять изношенную (или неподходящую к текущей дорожной ситуации) верхний слой, непосредственно имеющий контакт с дорогой.

Как видим, преимуществ у новой технологии масса. Ложкой же дегтя стоит отметить следующие пункты:

- как было сказано, пока что безопасный предел скорости – 80 км/ч;
- в некоторых конструкциях проявляется еще излишний шум и нагрев при длительной скоростной эксплуатации;
- грузоподъемность подобной резины... Технология еще несовершенна;
- жесткость конструкции никак не регулируется. Возможности приспустить давление и поехать по песку не предусмотрено [1].

Первыми «гражданские» безвоздушные шины запатентовали в 2005 году Michelin, назвав своё творение Tweel (шина (tyre) + колесо (wheel)). Используя их на всё той же спецтехнике, скутерах и инвалидных колясках, конструкция всё еще не доработана для высоких скоростей. Конструктивно Tweel представляет собой систему цельных внутренних ступиц, прикрепленных к полуоси. Вокруг

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

них расположены полиуретановые спицы, соединенные в определенной последовательности. Через спицы проходит растяжной хомут, формируя внешний край шины (часть, которая соприкасается с дорогой).

Конкурентом для Michelin стала компания Polaris, продемонстрировав своё видение «шин будущего». Конструктивно они достаточно похожи, но в Polaris внесли одно улучшение: спицы заменили на систему сот наподобие пчелиного улья. Плюс применили собственной разработки другие композиционные материалы. Стали заметны преимущества новинки: получившиеся ячейки в зависимости от скорости движения проявляют разные параметры жесткости: то они жесткие, то они гибкие, а как следствие – лучше поддерживается форма колеса вкупе с хорошим поглощением неровностей.



Рис. 3. Шины Bridgestone

Шины Bridgestone показали миру свой «рисунок»: теперь в профиле закручивающиеся в обе стороны спицы, благодаря которым шина становится более упругой. В Bridgestone к выбору исходных материалов подошли достаточно «зелено» и предложили создавать новые шины из переработки старой резины. Впрочем, практика показала возможность применения подобной конструкции лишь в гольф-карах: максимальная скорость ограничивается уже даже не 80, а 64 км/ч, а грузоподъемность одного колеса всего 150 кг.

Шины без воздуха I-Flex (Hankook) сделали неожиданный поворот этой отрасли. Корейская фирма создала шины, в которой собственно шина и обод –

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

одно целое. 95% I-Flex – это переработанные материалы. Показали их в первый раз на Франкфуртском автошоу 2013 года, выполнены I-Flex были в размере 14" и имели довольно оригинальный дизайн, который приглянулся посетителям.

Сейчас подобные безвоздушные шины устанавливают на малолитражные модели Volkswagen Up.

Последней новостью маленького мира безвоздушной резины стал выпуск шин Hankook I-Flex пятого поколения, в которых инженерами удалось перевалиться «80-километровый барьер». По результатам серии испытаний было выявлено, что новый рисунок вместе с новыми перерабатываемыми материалами («зеленые» ликуют) теперь упирается в скоростной предел 130 км/ч. Дополнительным преимуществом новинки стала возможность установки новых Hankook I-Flex-V на стандартный обод [2].

Вывод. Пока что безвоздушные шины находятся в стадии доработок и внедрения новых идей. С другой стороны, в Россию эта технология придет уже значительно более совершенной и доработанной, с уменьшенной стартовой ценой и высоким качеством. Есть смысл подождать.

Литература

1. Безвоздушные шины: конструкция, преимущества, недостатки, цены [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://krossovery.info/bezvozdushnyeshiny-konstrukciya-preimushhestva-nedostatki-ceny/> (Дата обращения: 23.04.19).
2. Безвоздушные шины. Обзор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://outdoortime.info/archives/3253> (Дата обращения: 23.04.19).



УДК 629.331:662.769.2

Сафронова Э.А.,

студ. гр. МИД-186, ГОУ ВПО «ДонНТУ»

Руководитель: Савченко Т.А.,

ст. преподаватель кафедры физики

ГОУ ВПО «ДонНТУ»

АВТОМОБИЛЬ НА ВОДОРОДЕ

Аннотация. Рассмотрено применение водорода в качестве топлива в автомобилях. Использована идея превращения энергии водорода в кинетическую энергию без сжигания этого водорода в двигателе внутреннего сгорания.

Ключевые слова: автомобиль, двигатель, водород, кинетическая энергия, КПД.

Последние 100 лет ознаменованы большим скачком потребления углеводородных энергоресурсов, преимущественно нефти, до 70% которой уходит на производство топлива для транспорта.

Исчерпание её запасов, по различным источникам, ожидается в срок от 50 до 100 лет, что актуализирует поиски альтернативных и возобновляемых источников энергии. Одним из таких источников, превратившихся за короткий срок из дорогостоящей диковинки в практическую реальность, является водородная энергетика. Ярким примером данного процесса является использование водорода в качестве топлива в автомобилях.

В ходе внедрения водорода в качестве источника энергии для автомобиля возникло несколько проблем: хранение – стальные баки теряют свою прочность, вследствие процесса наводороживания металла. А так же собственно превращение энергии водорода в механическую энергию.



Рис. 1. Использование водорода в качестве топлива в автомобилях

Эти проблемы были решены японскими инженерами компании Toyota в 2013 году на примере первого серийного автомобиля Toyota Mirai. Этот автомобиль был выпущен в нескольких тысячах экземплярах, под него была создана инфраструктура в виде водородных заправок и, самое главное, в нём использована идея превращения энергии водорода в кинетическую энергию без сжигания этого водорода в двигателе внутреннего сгорания – используется водородно-топливный элемент, в котором происходит взаимодействие кислорода и водорода с выработкой электроэнергии с непривычно высоким КПД без процесса горения.

Данные элементы придуманы достаточно давно, но именно Toyota усовершенствовала на столько, что их размеры, производительность и цена стали приемлемы для серийных автомобилей. Аккумуляторы в этой модели используются как для накопления энергии избыточно произведённой в топливных элементах, так и для сохранения энергии, получаемой при рекуперативном торможении. Кроме того, решена проблема безопасного хранения сжатого водорода в машине и в целом создана технически приемлемая цепочка в виде топливного бака, топливно-водородных элементов, электродвигателя и аккумуляторов, что позволяет этой модели успешно конкурировать с наиболее современными электромобилями (если рассматривать сегмент на альтернативных источниках энергии).

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

В перспективе стоит ожидать усовершенствования всех звеньев вышеупомянутой цепочки, что на фоне углубления кризиса с добычей углеводородов делает использование водородной энергетики очень конкурентоспособной.

Литература

1. Автомобиль на водороде. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/toshibarus/blog/430372/> (Дата обращения: 22.04.2019).



УДК 534.83

Казначеев Б.Е.,
учащийся 10-б класса «Республиканского
архитектурно – строительного лицея-интерната»
ГООУ ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Греднев Д.С.,
учитель физики «Республиканского
архитектурно-строительного лицея-интерната»
ГООУ ВПО «ДонНАСА»

ФИЗИКА В МУЗЫКЕ

Аннотация. В данной работе рассмотрены основные свойства возникновения и создания звука в различных музыкальных инструментах. В качестве примера рассмотрено создание звуковых колебаний в духовом органе и фортепианной струне.

Ключевые слова: колебания, волна, звук, орган, струна, сила.

Цель работы: установление связи между наукой и искусством на примере физики и музыки.

Введение. Музыка самое прекрасное, что может быть придумано человеком. Еще на заре времен первобытный человек пытался имитировать различные звуки, чтобы приманить добычу, или отогнать хищников. Со временем, это ремесло приобрело статус искусства, однако, для большего развития, его необходимо изучить более детально.

Звук в нашей жизни занимает одну из ключевых ролей, это понятно каждому. С помощью слуха мы воспринимаем значительную часть информации, хоть и не столь значительную, как при помощи зрения. И эта информация о мире, познаваемая слухом, и есть звук.

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

На помощь музыкантам пришли ученые, которые разработали физические теории и законы, в соответствии с которыми происходит получение соответствующего звука в музыкальном инструменте с необходимой точностью.

Основная часть. Звуки можно классифицировать на музыкальные и немзыкальные; для удобства первые могут быть названы нотами, вторые – шумами. Крайние случаи споров не вызовут: каждый обнаружит разницу между нотой фортепиано и скрипом обуви. Однако провести границу между этими двумя категориями звуков не так легко. Во-первых, немногие ноты свободны от всякого немзыкального сопровождения. Это относится в особенности к органным трубам: кроме собственной ноты трубы, здесь можно слышать свист потока воздуха, когда он выходит из устья трубы. Во-вторых, многие шумы имеют настолько музыкальный характер, что им можно приписать определенную высоту.

Так как звуки образуются колебаниями, то естественно предположить, что более простые звуки, именно, музыкальные ноты, соответствуют периодическим колебаниям, т. е. колебаниям, которые по истечении некоторого промежутка времени, называемого периодом, повторяются с идеальной правильностью [1].

Установление связи между музыкальными интервалами и определенными отношениями частот – фундаментальный вопрос в акустике – является заслугой Мерсенна (1636 г.). Он установил закон, связывающий длину струны с периодом ее колебания, и сделал первое определение действительного темпа колебания для известной музыкальной ноты.

Что касается абсолютного стандарта высоты, то здесь единообразия не существует. В 1834 г. на Штуттгартской конференции было рекомендовано принять октаву = 264 полным колебаниям в секунду. Для кварты = 440 полных колебаний в секунду. Во французской системе полагают кварту = 435. Во времена Генделя эта высота была много ниже. Если октаву принять равным 256, или 2^8 , то все ноты будут иметь частоты, выраженными последовательными степенями 2. Эта высота обычно принимается физиками и изготовителями акустических инструментов и имеет за собой преимущество простоты [1].

Выводы.

1. Рассмотрена общая теория возникновения колебаний в музыкальных инструментах на примере возбуждения колебаний в органе и струне.
2. Выявлен абсолютный стандарт высоты, который используется при создании музыкальных инструментов.
3. Рассмотрены основные отношения, показывающие зависимость между нотами одинаковой частоты, но разной высоты. Данные отношения были названы интервалами, и имеют строгое отношение, выражаемое целыми числами.

Литература

1. Стретт Дж. В. Теория звука / Дж. В. Стретт (лорд Рэлей). пер. с англ. Т.№2. Гос. Изд. технико-теоретической лит. М.:1955. – 475 с.
2. Голямина И.П. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / И.П. Голямина. – М.: Советская энциклопедия, 1979. – 400 с.
3. Дьяконов Н.А. Рояли и пианино. Конструирование и производство / Н.А. Дьяконов. – М.: Лесная промышленность, 1966. – 414 с.
4. Зимин П.Н. История фортепиано и его предшественников / П.Н. Зимин. – М.: Музыка, 1968. – 217 с.



УДК 534.83

Пак М.О.,
Добрынин Б.В.,
учащиеся 11-б класса «Республиканского
архитектурно – строительного лицея-интерната»
ГОО ВПО «ДонНАСА»
Руководитель: Греднев Д.С.,
учитель физики «Республиканского
архитектурно-строительного лицея-интерната»
ГОО ВПО «ДонНАСА»

ВЛИЯНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН НА ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ И ЗДАНИЙ

Аннотация. Рассмотрена задача поглощения колебаний звука путем поглощения колебаний за счет звукоизоляции стены.

Ключевые слова: акустические волны, прочность.

Цель работы: рассмотреть один из существующих методов звукоизоляции, путем математического моделирования.

Введение. Одна из основных проблем в строительстве является прочность несущих конструкций здания. Однако, данная проблема разнится от региона к региону, в зависимости от внешней среды (региональных, природно-климатических условий и т.д.). Одним из факторов, влияющих на прочность, является устойчивость к колебаниям (землетрясения, ураганы и т.д.). Помимо описанных типов колебаний, существует и особый тип – звуковые колебания. При достаточной силе звуковой волны, здание может подвергнуться резонансу со звуком, что приведет к частичному, либо полному разрушению.

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Одним из способов борьбы со звуком является создание достаточного поглощения волны, либо звукоизоляция конструкции (здания).

Основная часть. Подавление шума и звукоизоляция построек сегодня являются первоочередными задачами науки, именуемой архитектурной акустикой. Под воздушным шумом понимается звук, который распространяется по воздуху. Структурный шум – это звук, который распространяется через конструкции или поверхности. Ударный шум является одним из видов структурного шума. Инженеры воздействуют на акустику, меняя размер, форму и планировку помещения.

Один из способов борьбы с шумом предложил Тиндаль. Он показал, что во многих случаях звук проникает в подобные тела более свободно, чем можно было бы ожидать, хотя он отражается от тонких слоев непрерывного твердого вещества. С другой стороны, стог соломы, по-видимому, представляет весьма совершенное препятствие. Возможно, что пористые стены дают ослабленное отражение, так что внутри здания, ограниченного такими стенами, резонанс менее продолжителен, чем он был бы в случае, если бы стены состояли из непрерывного вещества. Для решения подобной задачи, необходимо рассмотреть уравнение непрерывности для падающей и отраженной волны, проинтегрированное по поперечному сечению некоторого канала σ [1]:

$$n \iint s d\sigma + k \iint u d\sigma \quad (1),$$

где n , k – действительные числа, зависящие от природы газа, формы и размера каналов и определены, s – падающая волна, u – отраженная волна.

Решая уравнение (1), и находя оттуда амплитуду B (2) и интенсивность I (3) отраженной волны получим следующие выражения:

$$B = \frac{m'(1+g)(1-i)-k_0}{m'(1+g)(1-i)+k_0} \quad (2)$$

$$1 - I = \frac{4M}{2M^2 + 2M + 1} \quad (3).$$

В выражениях выше приняты обозначения:

$g = \sigma' / \sigma$ отношение непробитой каналами части стены к пробитой её части;

$$M = (1 + g) \frac{m'}{k_0},$$

$$k_0 = n/a,$$

a – скорость звука.

$$m' = \frac{2\sqrt{\mu'\gamma n}}{ar},$$

γ – отношение удельных теплот, r – радиус канала.

Существует еще несколько способов поглощения звука. Мягкие поверхности поглощают звук, уменьшая отражение и ускоряя затухание звука. Уоллес Сэбин экспериментировал с мягкими, звукопоглощающими материалами в лекционном зале. Хотя результат получился далеким от совершенства, эксперименты Сэбина заложили основу для разнообразных акустических исследований [1].

Еще один способ решения подобной проблемы это звукоизолировать саму конструкцию. Звукоизолирующая способность конструкции зависит, прежде всего, от массы конструкции и частоты звука. В случае простых массивных конструкций их звукоизолирующая способность определяется на основании так называемого закона массы:

$$R = 20 \cdot \lg(m \cdot f) - 47,5 \text{ (дБ)} \quad (1), \text{ где}$$

R – звукоизолирующая способность (дБ), m – масса на квадратный метр ($\text{кг}/\text{м}^2$),
 f – частота (Гц).

Выводы:

1. Рассмотрена математическая задача, показывающая, как влияет состав стены на поглощение и рассеяние звука.
2. На основе рассмотренных соотношений, можно выбирать оптимальный состав, имеющий наибольшую эффективность в поглощении звука.
3. Подавление шума и звукоизоляция построек сегодня являются первоочередными задачами науки, именуемой архитектурной акустикой.

Литература

1. Теория звука / Дж. В. Стретт (лорд Рэлей). Пер. с англ. Т.№2. Гос. Изд. технико-теоретической лит. М.:1955. – 475 с.
2. Теория звука / Дж. В. Стретт (лорд Рэлей). пер. с англ. Т.№1. Гос. Изд. технико-теоретической лит. М.:1955. – 503 с.
3. Голямина И.П. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / И.П. Голямина. – М.: Советская энциклопедия, 1979. – 400 с.



Научное издание

Сборник научных трудов

V Республиканской конференции

молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения
студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли»
(19 апреля 2019 г.)

Том 1: Фундаментальные науки

*Авторы научных статей несут ответственность за оригинальность текстов,
а также достоверность изложенных фактов и положений.*

Ответственный за выпуск: к. пед. н. Чудина Е.Ю.,
доцент кафедры высшей математики и информатики.

Компьютерная верстка: Чудина Е.Ю.

Электронный ресурс.

Режим доступа : [http://www.donnasa.ru/publish_house/journals/studconf/2019/
sbornik_konf_fundam_nauk_2019_t1.pdf](http://www.donnasa.ru/publish_house/journals/studconf/2019/sbornik_konf_fundam_nauk_2019_t1.pdf)