Международная Объединенная Академия Наук

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

Рецензируемый научный журнал

Февраль 2020 г.

НОМЕР 58

ЧАСТЬ 1

Самара 2020

УДК 001.1
ББК 60

Т34

Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования». Февраль 2020 г. №58, Часть 1 Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2020. – 96 с.

SPLN 001-000001-0581-LJ
DOI 10.18411/lj-02-2020-p1
IDSP ljjournal-02-2020-p1

В выпуске журнала собраны материалы из различных областей научных знаний.

Журнал предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в журнале, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему ELIBRARY

Электронная версия журнала доступна на сайте научно-издательского центра «Л-Журнал». Сайт центра: ljjournal.ru

УДК 001.1
ББК 60

SPLN 001-000001-0581-LJ

<http://ljjournal.ru>

Содержание

РАЗДЕЛ I. АРХИТЕКТУРА	5
Ковтуненко М.Г., Радкевич А.В. Типология каркасов крупных городов и степень их влияния на развитие территории	5
Радкевич Е.В., Ковтуненко М.Г. Проблемы и перспективы проведения капитального ремонта жилых домов в РФ.....	10
Рябов Н.Ф. Возможная форма творческой самореализации студента-архитектора начального этапа обучения	20
Rudometova L.T., Stryahileva A.N. The construction of modern skyscrapers of the XXI century	26
Rudometova L.T., Stryahileva N.N. Vitruvius. From the Renaissance to the end of the 18 th century	30
 РАЗДЕЛ II. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ.....	 34
Коржов В.П., Прохоров Д.В. Совместная деформируемость и влияние температуры нагрева при диффузионной сварке на формирование структуры многослойных Nb-Al композитов	34
Рудюк М.Ю., Григорьева А.П., Помозова Е.М. О некоторых вопросах материаловедения, сложных для понимания у обучаемых.....	42
 РАЗДЕЛ III. КОСМОС И АВИАЦИЯ.....	 46
Клепиков О.В., Куролап С.А. Обоснование выбора точек контроля для оценки воздействия аэротехногенных загрязнений на личный состав авиационных частей и подразделений	46
Медведева Н.И., Рагозин А.Н., Третьяков И.А., Рагозина М.А., Нестеров В.А. Особенности компьютерного моделирования космических аппаратов на предприятиях ракетно-космической отрасли.....	49
 РАЗДЕЛ IV. ГЕОГРАФИЯ.....	 53
Ван Цзинжун Обзор наводнений и засух в Хэйлунцзянском регионе с 1840 г. по 1931 г.	53

РАЗДЕЛ V. ФИЗИКА.....	59
Ахмедов А.П. Возможности использования суперконденсаторов в велосипедах на солнечных панелях.....	59
Парфенова Е.Л., Ситдикова Л.А. Магнитный эффект близости в наноструктурах ферромагнитный диэлектрик-сверхпроводник.....	62
Юров В.М., Гученко С.А., Маханов К.М. Поверхностное натяжение многоэлементных плазменных покрытий	67
Юров В.М., Маханов К.М., Жанабергенов Т.К. О поверхности лантаноидов и актиноидов	73
 РАЗДЕЛ VI. ЛОГИСТИКА	 77
Никифоров А.В., Ерохина Е.В. Инновационные технологии, оптимизирующие систему поставок.....	77
 РАЗДЕЛ VII. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	 81
Владимиров С.А., Болотов Д.В., Бульковский А.Э. Оптимизация ресурсопотребления, как фактор экологизации с.х. производства, на примере рисоводства Кубани.....	81
Кочнева А.Е., Владимиров С.А. Мелиоративное состояние рисовых оросительных систем Кубани	84
Подсытник В.А., Шурай С.П. Повышение эффективности переработки нефтяных шламов на действующей установке микробиологического обезвреживания.....	90

РАЗДЕЛ I. АРХИТЕКТУРА

Ковтуненко М.Г., Радкевич А.В.

Типология каркасов крупных городов и степень их влияния на развитие территории

*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-01

idsp: ljjournal-02-2020-01

Аннотация

Согласно теории «каркас-ткань», территория крупного города разделяется на две структурно-соподчиненные части – «каркас» и «ткань». «Каркас» характеризует верхний иерархический уровень структуры, тогда как лежащие ниже уровни находят отражение в строении «ткани». Данная теория была разработана еще в середине 20 века, и к текущему моменту времени претерпела уже некоторые изменения, которые должны находить отражение в выделении каркаса. Так по мнению авторов, следует существенно расширить состав каркасов, формирующих территории крупных городов. На основе деления территории на функционально-коммуникационный, экономический и эстетического каркасов необходимо построить более расширенную структуру каркасов, основу которых, формируют объекты недвижимости, являющиеся важными для населения города и привлекающие людские потоки на те или иные территории. Авторы предлагают выделять следующие виды каркасов транспортный, деловой, торговый, культурный, развлекательный, экологический, туристический, эстетический, спортивный, промышленный, инженерный, исторический, социальный каркасы. В данной статье рассмотрена подробная типология каркасов, разработанная авторами. Цель работы – разработка типологии каркасов территории. Объектом исследования каркас территории. Предметом исследования выступают социально-экономические отношения, возникающие при формировании каркаса. Теоретической и методологической основой диссертационного исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых; публикации по исследуемой проблеме в периодической печати; материалы международных и российских научно-практических конференций и семинаров, посвященные теоретическим вопросам и практическим проблемам формирования каркаса территории.

Ключевые слова: каркас территории, ткань территории, типология каркасов, развитие территории

Abstract

According to the theory “frame-fabric”, the territory of a large city is divided into two structurally subordinate parts - “frame” and “fabric”. The “frame” characterizes the upper hierarchical level of the structure, while the lower levels are reflected in the structure of the “fabric”. This theory was developed back in the middle of the 20th century, and by the current moment of time has already undergone some changes, which should be reflected in the selection of the frame. So, according to the authors, it is necessary to significantly expand the composition of the frames that form the territory of large cities. Based on the division of the territory into functional-communication, economic and aesthetic frames, it is necessary to build a more expanded framework structure, the basis of which is formed by real estate objects that are important for the population of the city and attracting people flows to certain territories. The authors propose to distinguish the following types of frames: transport, business, commercial, cultural, entertainment, environmental, tourism, aesthetic, sports, industrial, engineering, historical, social frames. This article discusses a detailed typology of frameworks developed by the authors. The purpose of the work is the development of a

typology of territory frameworks. The object of study is the framework of the territory. The subject of the study is the socio-economic relations that arise during the formation of the skeleton. The theoretical and methodological basis of the dissertation research was the work of domestic and foreign scientists; publications on the issue under study in periodicals; materials of international and Russian scientific and practical conferences and seminars devoted to theoretical issues and practical problems of forming the framework of the territory.

Keywords: territory framework, territory fabric, typology of frameworks, territory development

Проблема комплексной застройки в городах РФ поднимается достаточно часто в научных исследованиях и учебных изданиях. Авторы рассматривают различные аспекты данного вопроса:

- особенности комплексной жилой застройки;
- уровень комфорта и общественные аспекты комплексной застройки;
- различные механизмы управления комплексной застройкой;
- оценка эффективности комплексной застройки;
- терминология комплексной застройки;
- вопросы государственного-частного партнерства в комплексной застройке;
- даются предложения по ценообразованию в части комплексной застройки;
- рассматриваются предполагаемые риски и возможные проблемы и препятствия комплексной застройки и ее особенности.

Несмотря на достаточно обширные исследования в области комплексной застройки территории все же не выработан единый комплексный подход для застройки именно локальных территорий. Поэтому рассмотрения вопроса комплексной застройки локальных городских территорий с упором на механизм управления представляется актуальным и будет рассматриваться в данном исследовании.

Комплексное представление территории возможно на основе теории «каркас-ткань». При этом каркас следует рассматривать во всех аспектах жизнедеятельности человека, которые формируют его комплексное развитие. И другой стороны с точки зрения влияния каркаса на активность застройки. Нами составлено типология каркаса, в котором выделены основные элементы каркаса и их вес по степени влияния на застройку территории (таблица 1).

Таблица 1

Типология каркасов и их степень влияния

Вид каркаса	Степень влияния на застройку территории/ доля в комплексном развитии территории		Объекты, формирующие каркас	Комментарии
Транспортный каркас	0,115	0,097	<ul style="list-style-type: none"> – автомобильные дороги и магистрали местного, городского, районного, регионального, федерального значения; – логистические центры, – железные дороги и вокзалы; – воздушные транспортные пути и аэропорты; – водные транспортные пути и вокзалы; – общественный транспорт (метро, автобус, трамвай, троллейбус, такси), остановки общественного транспорта; 	<p>Нуждается в постоянном развитии и поддержании.</p> <p>Активной застройки территории зачастую опережает уровень развития транспортного каркаса</p>

			– парковки, перехватывающие парковки	
Деловой каркас	0,115	0,097	– офисные здания различного класса; – места размещения федеральной, региональной, местной, районной администрации, МФЦ, места оказания государственных и муниципальных услуг гражданам РФ.	
Торговый каркас	0,115	0,097	- торгово-развлекательные центры различного уровня и класса (региональные, суперрегиональные, окружные и т.д.)	
Культурный каркас	0,011	0,068	- театры; - музеи; - школы искусств; - кружки; - концертные площадки; - центры развития и поддержания национальных культур, обычаев, обрядов, и др.	Нуждается в поддержании и развитии, т.к. объекты культурного каркаса формируют культурную составляющую общества
Развлекательный каркас	0,080	0,058	– кинотеатры, – аквапарки, – ледовые катки, – квест-игры, – лаунжзоны, – рестораны – и др.	
Экологический каркас	0,011	0,087	– парки, – скверы, – зеленые зоны, – водные объекты и др.	Нуждается в сохранении, поддержании и развитии
Туристический каркас	0,080	0,039	– дома отдыха, – гостиницы и санатории, – памятники истории, – интересные архитектурные, – ландшафтные объекты и др.	Нуждается в развитии для увеличения притока туристов. Для этого надо в каждом городе находить интересные объекты – центры притяжения туристов.
Эстетический каркас	0,046	0,087	Архитектурных облик (стиль) города, его районов	Нуждается в сохранении и развитии.
Спортивный каркас	0,080	0,078	- спортивные комплексы; - спортивные школы; - стадионы и др.	
Промышленный каркас	0,115	0,029	- промышленные предприятия, - складские помещения	
Инженерный каркас	0,115	0,097	- инженерные коммуникации: электросети, водопровод и канализация, газопровод, ливневая канализация, интернет и др.	Во многих городах сети сильно изношены и мощности сетей (в частности электрических) меньше чем всевозрастающие потребности строительства

Исторический каркас	0,011	0,068	- исторические здания; - памятники	Нуждается в сохранении и ремонте
Социальный каркас	0,103	0,097	- детские сады; - школы; - вузы; - объекты здравоохранения; - объекты бытовых услуг и др.	Сформирован в основном в советское время и сейчас нуждается в серьезном усилении, увеличении количества объектов социальной инфраструктуры
Итого	1	1		

Из таблицы 1 видно, что степень влияния на застройку территории каркаса и доля каркаса в комплексном развитии территории иногда сильно различаются. наибольшее влияние на степень застройки территории влияет транспортный, деловой, торговый, промышленный, инженерный каркасы. Следующее по степени влияния социальной каркас. далее сильное влияние на развитие территории оказывает развлекательный туристические и спортивные каркасы. Последними по степени влияния на застройку территории является культурный, экологический, исторический и эстетический каркасы. Вместе с тем в последние четыре вида каркаса очень важны для комплексного развития территории их весомость комплексном развитии города выше.

Авторами представлена субъективная экспертная оценка влияние элементов каркаса на развитие территории. И авторы считают, что применительно к каждому отдельному объекту, городу, территории степень влияния может различаться. Чтоб ее определить, необходимо проводить всесторонние исследования того, как развивался и развивается каждый вид каркаса в конкретном городе, какое влияние он оказывает на степень застройки территории города в целом и его районной. Также доля каркаса в комплексном развитии территории может меняться в зависимости от градообразующих функции конкретного города и ключевых функций каждого конкретного района. Например в спальнях районах располагаются в основном объекты жилой застройки и комплексность данных районов будет определяться в зависимости от того, какие достаточностью объектов, необходимых для нормального функционирования района (рисунок 4) - наполненность социальными объектами в первую очередь, и конечно торговые и развлекательные объекты. В деловых зонах ключевые функций – это размещение объектов деловой инфраструктуры, и здесь важную роль будут играть несколько иные объекты – предприятия общественного питания, объекты сателлиты и др.

Комплексное развитие территории возможно только при учете влияние всех видов каркаса на развитие территории в целом, поиске «точек роста» и предупредительном развитии отдельных элементов каркаса. Для этого необходимо искать различные источники финансирования, активно привлекать частные структуры к строительству объектов социальной инфраструктуры; формировать бюджеты городов с учетом приоритетов развития каркаса территории; активно участвовать в государственных программах.

В данной статье мы сделали упор на каркас территории. Однако вместе с каркасом сейчас активно развивается ткань – территории подчиненные каркасу. Ткань формируется в основном жилой застройкой, поскольку именно она заполняет большую часть территории крупных городов. И ткань сейчас растет опережающими темпами, каркас транспортный, социальный, инженерный не успевает за ростом ткани. и можно сказать что на территориях новой жилой застройку уже не каркас, а ткань являются ключевым элементом. По мнению авторов понятие «комплексная застройка» как раз

больше применима к вновь застраиваемым и развивающимся территориям. К «исторически» сложившимся территориям больше применимо понятие «реконструкция», то есть строительство объектов обеспечивающей инфраструктуры.

Выводы:

- современный крупный город и его территория очень активно застраиваются;
- темпы застройки жилыми объектами опережают темпы роста транспортной, инженерной, социальной, культурной инфраструктур, ухудшают экологическую составляющую;
- строительство ведется хаотично без учета комплексного развития территории, которое предусматривает гармоничное и всестороннюю застройку;
- для изменения ситуации, необходимо в корне поменять подход к рассмотрению территории;
- территорию города необходимо рассматривать с позиции теории «каркас-ткань» и выделить 16 видов каркаса и ткань соответственно;
- в каждом крупном городе развитие каркаса имеет свою историю, это надо учитывать и закладывать при проектировании вариантов комплексной застройки территории;
- применительно к каждому городу необходимо вести анализ влияния каждого вида каркаса на активность застройки;
- и следует разделять территории на два типа: вновь застраиваемые и исторически сложившиеся, нуждающиеся лишь в реконструкции;
- комплексная застройка локальных городских территорий предусматривает учет закономерностей развития каркасов и ткани конкретного города.
- комплексная застройка локальных территорий крупного города должна опираться на теорию «каркас»-«ткань», закономерности развития территории, учитывать интересы всех участников процесса (населения, бизнеса, местных властей) и использовать интересы и возможности крупных инвесторов как точки роста и развития локальных территорий;
- нормативный подход к планированию застройки городской территории потерял свою актуальность в виду действия рыночных механизмов застройки и преобладания личных интересов бизнеса и власти над общественными.

1. Пархоменко В.А., Априамашвили М.Г. Организационно-экономический механизм управления пространственно-экономическим развитием территории крупного города: монография / Министерство образования и науки Российской Федерации, Кубанский государственный технологический университет. Краснодар, 2011. – 199с.
2. Ковтуненко М.Г., Тряпицына В.М. База данных "Социально значимые платформы Краснодара" Свидетельство о регистрации базы данных RUS 2019621239 02.07.2019
3. Болобан Т.И., Ковтуненко М.Г., Митринюк В.В. Современные методы сохранения памятников архитектуры. // Образование и наука в России и за рубежом. 2018. № 13 (48). С. 260-266.
4. Гаврилов В.И., Ковтуненко М.Г. Системный подход к управлению инвестиционно-строительными объектами: основные элементы и связи, дерево целей и задачи // Тенденции развития науки и образования. 2019. № 46-4. С. 84-88.
5. Ковтуненко М.Г. Механизм выбора наилучшего земельного участка для реализации инвестиционного строительного проекта в крупном городе. // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". 2015. № 6. С. 250-259.
6. Гутерц Е.А., Ковтуненко М.Г. Методы и подходы к определению состава параметров для выбора земельного участка под застройку в г. Краснодаре и их количественной оценке // В сборнике: Сборник лучших научных работ молодых ученых кубанского государственного технологического университета, отмеченных наградами на конкурсах Программа XLII студенческой конференции. 2015. С. 79-81

Радкевич Е.В., Ковтуненко М.Г.

Проблемы и перспективы проведения капитального ремонта жилых домов в РФ

*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-02

idsp: ljjournal-02-2020-02

Аннотация

Капитальный ремонт является неотъемлемым элементом эффективной жизнедеятельности здания. Проведение капитального ремонта является обязанностью собственников квартир в жилом доме. Регулирование программы капитального ремонта осуществляется посредством различных законодательных и нормативных актов, устанавливающих предпосылки проведения капремонта, перечень работ, стоимость капремонта и другие данные. Однако в процессе реализации программы возникает множество проблем, которые требуют решения. Именно на решение данных проблем и направлено исследование. Цель работы - анализ и совершенствование организационно-экономического механизма проведения капитального ремонта жилых домов в Краснодарском крае. Объектом исследования является организационно-экономический механизм проведения капитального ремонта жилых домов в Краснодарском крае. Предметом исследования выступают социально-экономические отношения, возникающие при проведении капитального ремонта жилых домов в Краснодарском крае. Теоретической и методологической основой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых; публикации по исследуемой проблеме в периодической печати; материалы международных и российских научно-практических конференций и семинаров, посвященные теоретическим вопросам и практическим проблемам управления капитальным ремонтом; нормативно-правовые акты, регулирующие проведение капитального ремонта жилых домов на федеральном, региональном, муниципальном уровне.

Ключевые слова: капитальный ремонт, программа капитального ремонта, проблемы капитального ремонта

Abstract

Overhaul is an integral element of the effective life of the building. Overhaul is the responsibility of the owners of apartments in a residential building. The capital repair program is regulated through various legislative and regulatory acts that establish the prerequisites for overhaul, the list of works, the cost of overhaul and other data. However, in the process of implementing the program there are many problems that need to be addressed. It is to solve these problems and directed research. The purpose of the work is the analysis and improvement of the organizational and economic mechanism for the overhaul of residential buildings in the Krasnodar Territory. The object of the study is the organizational and economic mechanism for the overhaul of residential buildings in the Krasnodar Territory. The subject of the study is the socio-economic relations that arise during the overhaul of residential buildings in the Krasnodar Territory. The theoretical and methodological basis of the study was the work of domestic and foreign scientists; publications on the investigated issue in periodicals; materials of international and Russian scientific and practical conferences and seminars devoted to theoretical issues and practical problems of overhaul management; regulatory legal acts regulating the overhaul of residential buildings at the federal, regional, municipal level.

Keywords: overhaul, overhaul program, overhaul problems

Капитальный ремонт реализуется во всех регионах Российской Федерации. Нами была собрана информация о жилом фонде в крупных городах Российской

Федерации. Данные приняты из федерального информационного сайта ГИС ЖКХ. На данном сайте приводятся данные всех жилых домов, построенных на территории РФ, в том числе: возраст дома, тип управления, управляющая компании данные о ней и др. Мы рассмотрели 20 крупных городов, обладающий довольно значительной территорией и масштабным жилым фондом. В перечень городов были включены: Казань, Белгород, Волгоград, Екатеринбург, Ижевск, Иркутск, Калининград, Кемерово, Краснодар, Красноярск, Нижний Новгород, Новосибирск, Омск, Пермь, Ростов-На-Дону, Рязань, Самара, Саратов, Томск, Челябинск. Нами сделана выборка по многоквартирным жилым домам. Год постройки жилых домов с 1890 по 2019 годы. По результатам выборки составлены диаграммы (рисунок 1,2) Как видно из рисунков 1 и 2 наибольшее количество жилых домов приходится на годы с 1950 по 1979 во всех крупных городах. То есть это дома с возрастом более 20 лет. В соответствии с нормативными документами данные дома нуждаются в капитальном ремонте т.к их возраст более 20 -25 лет. При этом требуется проведение комплексного капитального ремонта.

Рисунок 1 – Количество домов в крупных городах по годам строительства (начало)

Рисунок 2 – Количество домов в крупных городах по годам строительства (окончание)

Количество домов, нуждающихся в капитальном ремонте в крупных городах насчитывает в среднем по крупным городам около 3500 домов. В пересчете на количество квадратных метров домов - это от 5 до 20 млн кв.м домов нуждаются в

капитальном ремонте в крупных городах. При этом, если пересчитать на количество зарегистрированных в этих домах человек, то получится от 23-53 кв.м. на человека.

Минимальное количество домов требующих капитального ремонта находится в городе Челябинске это 175 домов, далее следует город Белгород 1052 дома, следующая отметка Ижевск 2008 домов, Кемерово 2160 домов, Краснодаре нуждаются в капитальном ремонте 2895 домов, также границы до 3.000 замков нуждающихся в капитальном ремонте желат лежат города Пермь Рязань Томск Саратов в городах Иркутск количество домов переводила отметку 3000. В городах Казань, Волгоград, Калининград, Красноярск, Новосибирск, Ростов-на-Дону количество жилых домов находится в пределах от 4000 до 5000 и наибольшее количество домов нуждающиеся в капитальном ремонте находится в городе Екатеринбурге в Нижнем Новгороде и Самаре.

Рисунок 3 – общее количество жилых домов по крупным городам РФ, нуждающихся в капитальном ремонте

Также на обозначенном сайте представлена статистика о квадратных метрах жилых домов нуждающихся в капитальном ремонте нами собранная обобщенная информация по рассматриваемому крупным городам по жилым домам и их площади выделенные дома с возрастом более 20 лет рассчитана их суммарная площадь и высота на доля этой площади в общей количестве жилых домов построенных на территории крупных городов. Это доля изображена на графике (рисунок 4).

Рисунок 4 – Общая площадь и доля домов, нуждающихся в капитальном ремонте

Итак в городе Краснодаре около 50% домов возрастом более 20-25 лет. За последние 20-25 лет в г.Краснодаре построено очень много жилья построено. В городе Краснодаре застроено несколько микрорайонов и освоена значительная территория и построено достаточно большое по площади количество жилых домов. В городах Казань, Волгоград, Калининград, Новосибирск и Челябинск доля домов нуждающаяся в капитальном ремонте составляет от 50 до 70%. И от 70 до 80% жилых домов нуждаются в капитальном ремонте в таких городах как Волгоград, Ижевск, Кемерово, Нижний Новгород, Ростов-на-Дону, Самара. Общая площадь жилых домов нуждающихся в капитальном ремонте рассчитана нами на основании данных сайта ФГОС ЖКХ и отражена на графике (рисунок 5).

Рисунок 5 – Общая площадь жилых домов, нуждающихся в капитальном ремонте

Также на графике отображено общее количество домов возрастом более 20 лет, количество зарегистрированных человек и количество квадратных метров жилых домов в пересчете на зарегистрированных в этих домах жильцов. Таким образом, на одного жильца в городах Казань, Белгород, Ижевск, Иркутск, Калининград, Кемерово, Ростов-на-Дону, Рязань, Томск приходится от 20 до 30 квадратных метров площади домов нуждающихся в капитальном ремонте это чуть больше чем социальная норма квартиры на одного человека. В городах Волгоград, Ккраснодар, Челябинск доля квадратных метров жилых домов нуждающиеся на нуждающихся капитальном ремонте в пересчете на одного человека составляет 50 и более квадратных метров.

Финансирование капитального ремонта жилых домов осуществляется за счет средств, регулярно выплачиваемых собственниками квартир в фонд капитального ремонта.

Ежемесячные взносы на капремонт, рассчитываются по формуле:

тариф на капремонт * площадь квартиры (1)

В каждом регионе установлен минимальный тариф на капремонт. В рассматриваемых крупных городах тариф варьируется в пределах от 4,13 до 11,65 руб/кв.м. в мес.

Рисунок 6 – Существующая структура финансирования капитального ремонта

Рисунок 7 – Минимальный тариф на капитальный ремонт по крупным городам РФ

Нами проведен расчет затрат на полный капитальный ремонт для 6-ти многоквартирных домов. Результаты расчета сведены в таблицу. Подробный расчет приведен в приложении А. Расчет затрат на капитальный ремонт нами произведен по предельным расценкам, установленным Приказом министерства ТЭК и ЖКХ КК от 28.11.2016 №415 «Об утверждении предельной стоимости работ по капитальному ремонту» по видам работ на единицу измерения. По результатам расчета оказалось, что установленный минимальный тариф в **4-10** раз меньше необходимого. То есть величины собираемых средств не хватает для проведения комплексного капитального ремонта жилых домов. И достаточно лишь для выборочного капремонта.

Таблица 1

Сравнение существующего тарифа на капитальный ремонт с затратами, необходимыми для проведения комплексного капитального ремонта

Тип здания	Площадь квартир, кв.м	Установленный тариф, руб/кв.м в месяц	Сколько средств можно накопить за 25 лет с учетом тарифа, руб.	Сколько необходимо для полного капремонта с учетом инфляции, руб.	Необходимый тариф, руб/кв. в месяц	Доля средств, которая обеспечивается сбором по утвержденному тарифу	Платежи в месяц, 1 кв. площадь 40 кв.м	Платежи в месяц, 1 кв. площадью 60 кв.м.	Платежи в месяц, 1 кв. площадью 80 кв.м.
16-ти этажный жилой дом	11455	5,32	18 282 180	136 231 185	40	13%	1585,70	2378,55	3171,39

16-ти этаж- ный жилой дом	4289	5,32	6 845 244	37 287 736	29	18%	1159,17	1738,76	2318,35
22-ти этаж- ный жилой дом	8080	5,32	12 895 680	118 483 766	49	11%	1955,18	2932,77	3910,36
16-ти этаж- ный жилой дом	20011	5,32	31 937 556	192 032 093	32	17%	1279,51	1919,27	2559,02
16-ти этаж- ный жилой дом	12756	5,32	20 358 576	81 370 161	21	25%	850,53	1275,79	1701,06
19-ти этаж- ный жилой дом	10197	5,32	16 274 412	64 891 348	21	25%	848,50	1272,75	1697,00

Рисунок 8 – Доля затрат, обеспечиваемых выплатами жильцов на капремонт в соответствии с действующим тарифом (для г.Краснодара)

Таблица 2

Расчет физического износа многоквартирных жилых домов в зависимости от срока жизни

Годы постройки жилых домов (по статистике)	Средний нормативный срок жизни капитальных жилых домов, годы	Предельный фактический возраст здания, годы	Расчет предельного физического износа
1800 – 1809	100	219	262%
1820 – 1829	100	199	223%
1830 – 1839	100	189	205%
1840 – 1849	100	179	187%
1850 – 1859	100	169	170%

Годы постройки жилых домов (по статистике)	Средний нормативный срок жизни капитальных жилых домов, годы	Предельный фактический возраст здания, годы	Расчет предельного физического износа
1860 – 1869	100	159	154%
1870 – 1879	100	149	139%
1880 – 1889	100	139	124%
1890 – 1899	100	129	111%
1900 – 1909	100	119	98%
1910 – 1919	100	109	85%
1920 – 1929	100	99	74%
1930 – 1939	100	89	63%
1940 – 1949	100	79	53%
1950 – 1959	100	69	44%
1960 – 1969	100	59	35%
1970 – 1979	100	49	27%
1980 – 1989	100	39	20%
1990 – 1999	100	29	14%
2000 – 2009	100	19	8%
2010 – 2019	100	9	4%

Рисунок 9 – Распределение жилых домов крупных городов по категориям износа

Таблица 3

Распределение многоквартирных жилых домов по категориям в зависимости от износа

Показатели	Казань	Белгород	Волгоград	Екатеринбург	Ижевск	Иркутск	Калининград	Кемерово	Краснодар	Красноярск
6 категория, износ более 70%	119	16	18	69	18	298	3	4	845	49
5 категория, износ до 40-70%	946	122	1813	1884	137	1294	2704	594	763	1399
4 категория, износ до 40%	1206	294	1118	1867	536	689	466	619	481	1367
3 категория, износ до 30%	1403	468	1092	1731	1131	1059	824	764	654	1453
2 категория, износ до 20%	1089	319	615	1165	736	757	719	479	390	969
1 категория, износ до 10%	716	194	313	604	139	922	552	273	788	707
Всего домов	5479	1413	4969	7320	2697	5019	5268	2733	3921	5944

Показатели	Казань	Белгород	Волгоград	Екатеринбург	Ижевск	Иркутск	Калининград	Кемерово	Краснодар	Красноярск
Доля домов 6 категории, износ более 70%	2%	0%	0%	1%	0%	5%	0%	0%	15%	1%
Доля домов 5 категории, износ до 40-70%	17%	2%	33%	34%	3%	24%	49%	11%	14%	26%
Доля домов 4 категории, износ до 40%	22%	5%	20%	34%	10%	13%	9%	11%	9%	25%
Доля домов 3 категории, износ до 30%	26%	9%	20%	32%	21%	19%	15%	14%	12%	27%
Доля домов 2 категории, износ до 20%	20%	6%	11%	21%	13%	14%	13%	9%	7%	18%
Доля домов 1 категории, износ до 10%	13%	4%	6%	11%	3%	17%	10%	5%	14%	13%

Продолжение таблицы 3

Показатели	Нижний Новгород	Новосибирск	Омск	Пермь	Ростов-на-Дону	Рязань	Самара	Саратов	Томск	Челябинск
6 категория, износ более 70%	546	67	49	28	1575	204	1016	581	504	0
5 категория, износ до 40-70%	2094	1851	913	843	1041	722	1733	535	565	130
4 категория, износ до 40%	1252	1363	1028	1057	805	581	1564	597	389	31
3 категория, износ до 30%	1227	1268	1617	915	1162	825	1809	754	687	12
2 категория, износ до 20%	784	789	1079	511	671	589	1159	425	496	8
1 категория, износ до 10%	479	625	364	108	330	147	305	220	226	16
Всего домов	6382	5963	5050	3462	5584	3068	7586	3112	2867	197
Доля домов 6 категории, износ более 70%	10%	1%	1%	1%	29%	4%	19%	11%	9%	0%
Доля домов 5 категории, износ до 40-70%	38%	34%	17%	15%	19%	13%	32%	10%	10%	2%
Доля домов 4 категории, износ до 40%	23%	25%	19%	19%	15%	11%	29%	11%	7%	1%
Доля домов 3 категории, износ до 30%	22%	23%	30%	17%	21%	15%	33%	14%	13%	0%
Доля домов 2 категории, износ до 20%	14%	14%	20%	9%	12%	11%	21%	8%	9%	0%
Доля домов 1 категории, износ до 10%	9%	11%	7%	2%	6%	3%	6%	4%	4%	0%

Система капремонта многоквартирных домов действует в России шесть лет. В некоторых регионах эта система до конца еще не отлажена, а собственники квартир часто жалуются на качество исполнения. Какие проблемы возникают по региональным программам капремонта, как бизнесу и коммунальщикам проводить торги, а собственникам жилья контролировать результаты. По данным конференции на которой собрались представители региональных операторов из фондов по капремонту из 40 субъектов, представители Минстроя России, ФАС и региональных властей выявлено 5 основных проблем.

Проблема № 1: отсутствие планирования в регионах. Одним из важных этапов капремонта является создание краткосрочной (годовой) программы в регионах. На этом этапе необходимо взаимодействие всех его участников: муниципалитетов, управляющих компаний и региональных операторов фонда капремонта. Не во всех

регионах процесс отлажен, отмечает заместитель исполнительного директора Ассоциации региональных операторов капитального ремонта многоквартирных домов Павел Сысоев. В идеальном варианте планы по ремонту домов должны формироваться за год до начала его реализации, чтобы программы и сроки выполнения не срывались, рекомендует Сысоев. Однако часто в планы вносятся множество изменений, дома включаются в программу или исключаются из нее, в результате региональные фонды капремонта не могут своевременно и в полном объеме выполнить работы в срок.

Проблема № 2: неправильная организация капремонта. Собственники многоквартирного дома должны получить соответствующие уведомления, согласиться с планом или внести в него корректировки, согласовать их с оператором и провести общее собрание собственников. Только после этого оператор программы может приступить к организации капремонта — провести конкурсы на проектирование, выбрать подрядчиков, сделать закупки и т. д. Здесь нередко возникают злоупотребления в плане неправильной организации работ, когда уже поджимают сроки. Например, проводятся объединенные торги, когда проектные работы совмещаются со стройкой. Это часто встречается в Москв. Такие процедуры рекомендуется проводить поэтапно (раздельно), в том числе и для экономии ресурсов фонда капремонта. В противном случае подобные сдвоенные аукционы приводят к тому, что подрядчик заинтересован в максимизации прибыли, поясняет эксперт. Если такая негативная практика продолжится в различных субъектах, то в будущем не исключены изменения в механизме проведения торгов, сказал эксперт.

Проблема № 3: нарушения при закупках. В 2018 году, по данным ФАС России, была рассмотрена 591 жалоба на осуществление закупок при проведении капремонта многоквартирных домов, но при этом вынесено порядка 129 предписаний. Для сравнения, в 2017 году рассмотрено 469 жалоб и вынесено 121 предписание. Процесс закупок по капремонту, который проводится с 2016 года в электронном виде, становится все более прозрачным. Раньше оценивать заявки конкурсной комиссии было сложно, а сам процесс занимал много времени и ресурсов. Электронные площадки — это технологичное решение, которое позволяет экономить время и деньги всем участникам процесса, и в первую очередь самим собственникам, рассказал генеральный директор одной из крупнейших в России электронных площадок для проведения закупок «РТС-Тендер».

Проблема № 4: дефицит подрядчиков. Во многих регионах есть дефицит квалифицированных подрядчиков, которые осуществляют ремонт домов. В среднем по России на один аукцион по капремонту заявки подают 1,6 подрядчика, приводят статистику в «РТС-Тендер». Конкуренция сильно разнится — все зависит от региона, где-то число участников аукционов составляет десять организаций, а где-то находится только один подрядчик. Отсутствие конкуренции приводит к тому, что средства фондов капремонта расходуются неэффективно. С другой стороны, для конечного заказчика — собственников многоквартирного дома — важно не снижение стоимости работ, а качественный ремонт.

Проблема № 5: цифровизация и прозрачность. В цифровизации процессов в капремонте уже сделан первый шаг, теперь нужно сделать второй — начать администрирование контрактов в электронной форме, считает Баранов из «РТС-Тендер». Сейчас после проведения торгов заключается контракт, затем все опять возвращается на бумагу — и начинаются проблемы: срыв сроков, непрозрачность, сложность регулирования исполнения контракта. Применение электронных технологий, по мнению Баранова, дисциплинирует участников процесса. По его словам, невозможно подписать акт принятия работ задним числом, чтобы не платить просрочку. Таким образом, улучшается администрирование процессов. Для жильца это

гарантия ремонта более высокого качества, считает представитель «РТС-Тендера». Два года назад в Подмосковье мы запустили модуль исполнения контрактов, в котором можно проводить весь документооборот, контроль за его исполнением и сроками, а также вести претензионную работу. Уже сейчас почти на треть сократились сроки исполнения контрактов, на 40% уменьшились сроки оплаты работ.

Проблема № 6: низкая активность собственников. Отсутствие активного участия собственников — еще одна проблема при реализации капремонта домов. Часто собственники сами не принимают участия в этом процессе, и, соответственно, контроль за качеством выполненных работ проходит на уровне, который в некоторых регионах не всегда высок. Если собственники сами осуществляют контроль, то, по его словам, даже в тех регионах, где плохо реализованы некоторые процессы, получается добиться качественного ремонта дома. Однако бывают злоупотребления и с их стороны — шантаж подрядчиков, вымогательство денег за приемку работ.

Институт собственников имеет большое значение во многих процедурах подготовки, проведения и контроля за работами подрядчиков. Для усиления инициативы собственников рассматривается вариант переложить на них больше ответственности. В рамках минимального размера взноса на капремонт проводить только необходимые работы. Для собственников, которые установили для себя взносы за капремонт чуть выше, проводить дополнительные работы — утепление фасадов или установку более дорогих лифтов. Также на повестке стоит возможность предоставления кредитов на такие дополнительные работы.

Проведение капремонта, содержание общего домового имущества и чрезмерно изношенное лифтовое хозяйство главными проблемами в управлении жилым фондом России. Новая региональная система капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах была запущена в России в 2014 году. Основным источником ее финансирования стали взносы собственников жилья. Это один из самых масштабных проектов модернизации жилищного фонда, который когда-либо проводился в России и направлен на обеспечение безопасности проживания населения, снижение уровня износа жилищного фонда, сокращение количества аварийного жилья. В настоящий момент в региональные программы капитального ремонта включено более 700 тыс. домов общей площадью 2,5 млн кв. м. Только в 2019 году планируется капитально отремонтировать 56,6 тыс. многоквартирных домов общей площадью более 173 млн кв. м.

Проблема № 7: Одна из важных проблем капитального ремонта состоит в том что стоимость определённая по сметам не соответствует реалиям. Как правило она занижена и в процессе торгов она ещё больше сбивается. Кроме того в сметах часто учитываются не все затраты, очень часто происходит пересмотр состава затрат по итогам проведения работ или в процессе проведения работ. Одна из проблем определение сметной стоимости состоит в том что в постановлениях и законодательных актах установлена максимальная граница стоимости этом не установлена минимальная граница ниже которая опускается нельзя. если опускаться ниже этой границы то работы просто-напросто не смогут быть выполнены. Очень часто небольшие застройщики в строительные компании которые связываются выполнение работ по капитальному ремонту и главная задача попасть в программу и о том что заниженная стоимость они часто не задумываются только тогда, когда приходит время работ и необходимо проводить расчёты закупать материалы, оплачивать заработную плату работникам. Решение данной проблемы возможно, если установить минимальную границу стоимости определенных работ в конкретном регионе, ниже которой нельзя снижать стоимость торгов. Также решение проблемы возможно при

условии проведения предварительной аттестации строительных компаний на федеральном уровне, чтобы избежать коррупционной составляющей.

1. Рыжкова А.А., Ковтуненко М.Г., Болобан Т.И. Эффективность управляющих компаний в сфере жилой недвижимости // В сборнике: Девелопмент и инновации в строительстве сборник статей Международного научно-практического конгресса. 2018. С. 194-198.
2. Савенко А.А., Ковтуненко М.Г., Кальченко В.С. Анализ методов и материалов повышения энергоэффективности здания // В сборнике: Девелопмент и инновации в строительстве сборник статей Международного научно-практического конгресса. 2018. С. 208-212.
3. Ковтуненко М.Г., Загоротынская В.В. Система ценообразования, действующая на территории российской федерации // Вестник магистратуры. 2018. № 12-4 (87). С. 166-169.
4. Каргопольцев А.Е., Ковтуненко М.Г. Динамика стоимости объектов недвижимости в течение жизненного цикла в зависимости от вида использования // В сборнике: Научный диалог: Экономика и менеджмент сборник научных трудов по материалам XX международной научной конференции. Международная Объединенная Академия Наук. Санкт-Петербург, 2019. С. 40-43.
5. Ковтуненко М.Г., Дёмин А.А. Виды экспертиз недвижимости. Их назначение и содержание // Тенденции развития науки и образования. 2019. № 46-4. С. 37-39.
6. Голотина Ю.Г., Ковтуненко М.Г. Контроль качества в строительной сфере // В сборнике: Проблемы и вопросы современной науки Рецензируемый сборник научных трудов. 2019. С. 20-24.

Рябов Н.Ф.

Возможная форма творческой самореализации студента-архитектора начального этапа обучения

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-03

idsp: ljjournal-02-2020-03

Аннотация

В работе рассматривается участие студентов второго курса Института архитектуры и дизайна Казанского архитектурно-строительного университета в подготовке выставочного проекта «Наследие Татарстана. Прошлое, настоящее, будущее». Проект был представлен на II Всероссийском фестивале «Архитектурное наследие 2019» в Казанском Кремле. Масштаб мероприятия, место его проведения определяли как меру ответственности, так и степень осознания собственной значимости участников этого своеобразного композиционно-творческого тренинга.

Ключевые слова: студент-архитектор, композиция содержания, художественный образ в архитектуре, выставочный проект, Казанский Кремль

Abstract

The work considers the participation of second-year students of the Institute of Architecture and Design of the Kazan University of Architecture and Civil Engineering in the preparation of the exhibition project «Heritage of Tatarstan. Past, present, future». The project was presented at the II All-Russian Festival «Architectural Heritage 2019» in the Kazan Kremlin. The scale of the event, the venue of the event determined both the measure of responsibility and the degree of awareness of the personal importance of the participants in this unique compositional and creative training.

Keywords: student architect, composition of content, artistic image in architecture, exhibition project, Kazan Kremlin

Средовые пространства современного города как пространства влияния — постоянно действующие трансляторы актуальных и вневременных смыслов, хранители самых разных идентификационных кодов, в том числе — архитектурных. Особое место

в иерархии пространств действенного влияния занимают исторические, со своим признаваемым уже не только поэтами духом, а также выставочные, провоцирующие на эмоциональную реакцию и творческое высказывание. Соединение подобных пространств в одно всякий раз дает их обитателям и оформителям новый опыт (самопознания, участия в творческом эксперименте, коммуникации с местом).

Куратор фестиваля «Зодчество 2018» В. Савинкин утверждает: «Для творческого самовыражения очень нужны выставки. Они провоцируют, побуждают к действию. Я даже придумал специальный курс для студентов – «Экспозиционный дизайн». О том, как архитектор должен делать выставки и как через них себя позиционировать. Хотя бы раз в год нужно выставить и показать то, вокруг чего можно побродить, послушать и посмотреть на реакцию зрителей» [1, с. 6]. Для студента-архитектора начального этапа обучения, «багаж» специфических знаний, умений, навыков которого еще незначителен и ограничен рамками немногих пропедевтических дисциплин, знакомство с подобным курсом, равно как и практическая работа в этом направлении – возможность перехода от привычного накопления знаний в режиме «до востребования» к творческой самореализации в режиме «здесь и теперь».

Здесь и теперь – важное условие расширенного толкования композиции как области творческой, сочинительской. В данной работе будет рассмотрен опыт участия студентов-архитекторов второго года обучения группы 07АП05 Института архитектуры и дизайна КГАСУ в подготовке выставочного проекта «Наследие Татарстана. Прошлое, настоящее, будущее», представленного на II Всероссийском фестивале «Архитектурное наследие 2019» (22-24 мая) в Казанском Кремле.

Масштаб мероприятия, организованного Союзом архитекторов России, место его проведения – разнообразные площадки западной части музея-заповедника «Казанский Кремль» (объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО) определяли как меру ответственности, так и степень осознания собственной значимости каждого из четырнадцати участников этого своеобразного композиционно-творческого тренинга.

По заданию дирекции института студентам предстояло в ограниченный двумя неделями срок решить задачу разработки композиционно-графического оформления семи стендов, должных представить примеры сохранения и приспособления к современным условиям разнообразных татарстанских объектов, на фестивальном смотре-конкурсе «Регионы России» в образном соответствии главной теме фестиваля «Исторический город: перезагрузка пространства». Понятно, что студент-второкурсник еще не владеет должными знаниями и навыками комплексного анализа исторических поселений. Осмысление им подобной темы может происходить на эмоционально-образном уровне с единственно хорошо усвоенной на данном этапе обучения базой знаний графически-композиционного толка. Архитектор-педагог Т.А. Ушакова, определяя композиционные знания и умения как базовые в деле сращивания содержания и формы, говорит о трех уровнях композиционного построения и осмысления всякого архитектурно-пространственного феномена: геометрическом, образном, орнаментальном (на этом этапе происходит детализировка, достигается соразмерность, масштабность фигуре человека, прорабатываются фрагменты формы); по ее мнению, профессиональной и полноценной композиция становится после прохождения всех трех уровней осмысления [2, с. 15-16]. Принимая подобную установку, педагоги-консультанты и выстраивали ход работы как многовариантный поиск емкого графического образа сложносоставной плоскостной композиции, геометрически выверенной и орнаментально концентрирующей в своем линейно-цветовом выражении то, что авторы одного из самых значительных архитектурных текстов постмодернизма «Уроки Лас-Вегаса» (книги, ставшей итогом исследования, предпринятого в 1968 году группой из тринадцати студентов и их преподавателей Школы искусства и архитектуры Йельского университета) содержательно

формулируют так: «Каждый город несет находящимся в непрерывном движении людям послания – функциональные, символические и убеждающие» [3, с. 95].

Примером формирования подобного послания в рамках диалога «город – творец-универсал» является действенный эксперимент художественной группировки УНОВИС (студентов Витебского художественного училища и их преподавателей) в послереволюционном Витебске – оформление в образах супрематистской графики праздничных площадок, транспорта, агитационной продукции. Искусствовед Д.В. Козлов, анализируя этот опыт, фиксирует: «Группе Малевича удалось совершенно изменить облик города: тотально авангардное оформление создавало впечатление перемен» [4, с. 11].

Сравнение рассматриваемого нами опыта со ставшим легендарным витебским преобразованием обнаруживает явные аналоговые связи. Одна из них – лидерское руководство. В нашем случае первоначальное направление поиска образного решения направлялось преподавателями-консультантами (Н.Н. Абрамовой, С.В. Новиковым, Н.Ф. Рябовым), далее – в роли неформального лидера выступил студент А.Ю. Ефанов, взявший на себя функции координатора действий внутри группы. Сходства концептуального плана – авангардные композиции, выражающие дух тотального обновления, равно как и направленная на выражение духа исторического места, выстраивались по схожим принципам и идейно-смысловым направлениям. В обоих случаях набор значений графических форм на белом фоне, подчиненных единому вектору движения, определяло действие специфического приема образного выражения – «манипуляции метафорами» [4, с. 7]. В нашем рассмотрении именно действенность этого приема станет предметом детального рассмотрения и описания.

Образная выразительность в композиционном поиске находит самые разные определения и обоснования. Так, архитектор-исследователь Ю.С. Янковская, рассуждая о композиционном творчестве (сегодня формы композиционного творческого мышления развиваются в русле ассоциативных представлений и получают реализацию в таких техниках композиционной работы, как метафора, сценарий, монтаж [5, с. 31]), утверждает: «Именно образ переводит искусственно созданную пространственную форму из бытийной реальности в реальность рефлексивную, отражающуюся в семиотическом пространстве культуры» [5, с. 87]. Художник-философ М. Кантор, определяя вневременную важность и всеохватность образных выразителей (рисунком можно высказать государственную мысль также просто, как чертежом объяснить в любви [6, с. 37]), в свойственной ему метафорически-манипуляционной манере означает путь обретения образа: «Образ ткется из сквозных, через века проходящих рифм, из реплик и ответов на реплики, из подсмотренного и присвоенного взглядом» [6, с. 57]. Последнее – особенно важно; всякий образ, нашедший свое зримое выражение в комбинации графических знаков – образ узнавания уже испытанного (опыта, впечатления, забытой аналогии, мысленной схемы). Его поиск и перевод в область зримого требуют от разработчиков выразительного знака многих усилий. Архитектор-педагог В.И. Иовлев, предупреждая: «логика развития образа непредсказуема, его прорыв в творчестве происходит неожиданно» [7, с. 52], определяет границы выражения именно архитектурно-художественного образа: «Язык архитектуры обладает способностью свободно трансформировать функцию наглядной формы в знак и символ и устанавливать между ними связь. Особенно ярко это проявляется в деталях сооружений, в орнаменте. Архитектурные знаки и символы глубоко связаны с содержательной основой архитектуры, с обычаями, традициями конкретного населенного места» [7, с. 32].

В воспроизводимом нами дискурсе-обсуждении образной составляющей наглядных форм В.И. Иовлеву вторит Д.В. Козлов: «Сначала создается знак, а лишь после того определяется его значение. Это относится к понятию «символ». В его представлении знаки и символы уже упомянутых нами объектов художественной

группировки УНОВИС «гнездятся в глубине бессознательного еще с первобытных времен, на так называемых архетипах, а иногда даже более простых формах в виде пятен, штрихов, линий и т.д.» [4, с. 44]. Рассматриваемый им путь (от графического знака – к определению его символического значения) – один из возможных в поисках художественной образности, в том числе и архитектурной. Алгоритм подобного решения не ведет к успешному конечному результату без учета множества факторов влияния (культуры, среды, времени, географии места, стилевого тренда).

В случае начала работы нашей группы студентов в качестве истоковых педагогами-консультантами были предложены к разработке образы, связанные с природой (все наделенное смыслом является сознанию уже не в человеческих образах, но проистекает из природы и направляется в ее сторону [8, с. 32]), долгосрочно определяющей дух всякого места, в частности, с водной стихией – слиянием рек Волга и Казанка, хорошо просматриваемых из западной части Казанского Кремля. Итогом этого отправного этапа стало рассмотрение и обсуждение графических эскизов, проходившее с участием одного из кураторов выставочного проекта – заместителя председателя Комитета РТ по охране объектов культурного наследия Т.Г. Персевой. В рамках широкого композиционно-графического поиска – от абстрактных построений до стилизованных фигуративных изображений – были явлены: в динамичных прямых линиях – полет стрелы-времени; в наложениях линий плавных – течение реки; в чередовании циркульных дуг – аркады-мосты; в выделенных секторах треугольной сетки – сложный рельеф (в частности, образ города на сложном рельефе нашел отражение в исторических названиях казанских улиц: Первая, Вторая Гора, Горный переулок и т.д.); в череде узнаваемых силуэтов башен (колоколен и минаретов) – выражение мультикультурного поселения. Особый интерес в ходе обсуждения вызвало предложение, казалось бы, далекое от выставочной проблематики, – графические выражения роста цветка. Наложение ромбов и выпуклых треугольников на эскизах студентки П.П. Щукиной следовало логике раскрытия бутона тюльпана – цветка, ставшего для декоративного искусства поволжских татар базовым знаком неоднократных повторений в оформлении наличников, элементах ковки, орнаментальных узорах и др. Именно знакомый каждому из участников обсуждения с детства образ этого цветка, соединяющего в своих формах ритмичную логику графических построений, емкий символизм народной культуры и природное жизнелюбие повторяемой из весны в весну «перезагрузки», был выбран в качестве базового изобразительного знака.

Придуманная одним и «озвученная» в ходе коллективного обсуждения форма-знак на следующем этапе подлежала дальнейшему развитию. Его вектор определялся условием размещения плоскостной композиции в сложном средовом пространстве, свойства и качества которого можно рассматривать как стимулы-ограничители креативного процесса дальнейшего композиционного сочинения. Уже разработанная и утвержденная (как часть конструкции с заданными параметрами) плоскость размещения экспозиции представляла собой композицию из 7-ми двухсторонних разноразмерных стендов, чья расстановка подчинялась живописной радиально-кольцевой сетке с центром, фиксируемым легким шатром-оболочкой. Сложный средовой контекст, определяемый рядом выявленных после выхода на место факторов (близкое соседство с экспозиционной конструкцией главной казанской мечети Кул Шариф, исторических зданий и стен; противоречащая кольцевому размещению дугообразных стендов прямоугольная сетка раскладки плитки мостовой и др.), требовал поиска действенных решений и разумного выбора средств их композиционно-графического выражения. Такими средствами, определившими содержание дальнейшей композиционной работы, стали уже знакомые студентам ритм и цвет.

Упражнения курса «Композиционное моделирование», выполняемые студентами в ходе предшествующего обучения показали им, что именно ритм –

наиболее тонкое и одновременно емкое средство выражения пластического своеобразия, характера движения, смысловой энергии пространства. В нашем случае в ходе многовариантного поиска, координатором которого и выступил студент Ефанов, для каждого из демонстрационных планшетов было найдено свое решение ритмической организации плоскостей на базе найденного знака-модуля. Взаимосвязь плоскостей между собой определяло «перетекание» (отзвук все той же водной тематики) с плоскости на плоскость живописной сетки, найденной путем наложений и чередований базовых знаков-бутонов.

Педагог-архитектор И.И. Богомолов, описывая подобный поиск, советует: «Первое, что надо сделать для организации формы – уловить «правильную» траекторию движения, которое в исходном составе формы только намечено. Именно оно может стать композиционной темой организации» [9, с. 135]. В нашем случае подобной «тематической» траекторией стало выражающее стремительность движение дугообразных линий композиционной сетки по диагонали. Наложение линий, подчиненных траектории-теме, очерчивало контуры-лепестки, в сочетании которых участниками работы и их консультантами стали усматриваться многообразные мотивы, обусловленные ритмическим «усилением» изначального образного знака: поля (моря) цветов, сложной рельефной поверхности (волн среди холмов), раскрывающего театрального занавеса, силуэтов кочевых юрт в соседстве с массивными куполами, клубящегося облачного неба.

Подобную многозначность художественного образа в поэтических построениях философ Г. Башляр определял так: «Когда мы рассуждали о свободе метафор и об их границах, мы заметили, что некоторые поэтические образы точно и надежно проецируются один на другой, что позволяет заключить, что в проективной поэзии они составляют один и тот же образ» [10, с. 306]. Выявляя родство поэтического творчества и архитектурного как смыслопорождающих, культуролог В.В. Федоров утверждает: «Способность архитектурного текста породить эмоциональное содержание во многом близка к поэзии, в нем так же важен выбор и порядок расстановки знаков (размер, ритм, рифма и пр.)» [11, с. 54]. Увязывая впечатления, полученные в ходе натуральных наблюдений с профессиональным формотворчеством, исследователь выстраивает аналогию, определяющую суть, описываемого нами поиска: «Предшествующий опыт восприятия индивида позволяет ему выделить в окружающей среде некие абстрактные образы-фрагменты, которые могут прочитываться как тексты. Совокупность характерных черт этих концептов хранится в долговременной памяти и служит эталоном архитектурно-ландшафтного текста» [14, с. 25-26].

Понимание студентами сути проделанной работы и ее результата (еще промежуточного, но уже убеждающего в собственной значимости и нужности) может рассматриваться как практически обусловленный переход от композиции формальной к композиции содержательной, со своим сюжетом, явленным через ритм знаковых чередований; что же касается единого образа – проекции многих, то его в объединительных рамках всех ассоциаций можно определить словами писателя О. Ермакова: «Каждый город по Борхесу, имеет своего идеального двойника, небесный Берлин, Лондон. Писатели, поэты, художники – и есть архитекторы этих городов. Ведь в каждом из них есть то, что римляне нарекли гением места. Душу города и надо улавливать в силки красок, слов и музыки. Мне нравится восточная притча. Учитель вернулся с прогулки по городу в восхищении, ученик сразу же отправился на улицу, но увидел лишь грязь и убожество, пришел обратно в недоумении, мол как же так? Учитель ответил просто: ты шел не в том ритме» [12].

Небесная Казань, увиденная учениками в том нужном ритме, пожалуй, именно этот концепт – лучшее выражение сути работы и того единого образа, что был найден и воплощен в графике – небо над старым городом, подобно зеркалу, отражающее в своем вечном движении дух исторического места с его желаемыми и неизбежными

перезагрузками. Усилить выразительность подобного объединяющего образа позволил выбор цветовой гаммы искомой фоновой композиции.

Цветовая полихромия народной культуры татарстанского края – тема настолько давняя и «яркая», что даже получила в этнографической литературе название «татарского вкуса» [13, с. 317]. Ее исследователи утверждают: «Полихромные традиции в декоративном искусстве татар никогда не угасали, проявляясь в подборе цветов народных костюмов, вышивке, оформлении интерьеров тканями, вышивкой, коврами и т.д. Большинство домов красили в два-три цвета, хотя порой многоцветность фасадов обогащалась и за счет витражей в окнах домов» [13, 315]. Таким образом, обращение к цвету – еще один шаг к более полному выражению в композиционном построении духа места. Выбор цветов – многообразных оттенков розового и голубого в сочетании с белым – определил ряд факторов; один из них – понимание важности того, что исследователь П.В. Яньшин описывает как «первую профессию цвета – символическую функцию» [14, с. 247]. Для студента-архитектора второго года обучения подобная проблематика не только знакома, но и осознается на достаточно глубоком уровне; в частности, он понимает, что всякий цвет, как символ приобретает значение только в определенном контексте. В нашем случае контекстное окружение цветовой композиции «Небесной Казани» определяли: соседство белых плоскостей (стен исторических построек) с обширной поверхностью красного цветового тона плиточного покрытия площади; открытое пространство под небом, переходящим в режиме смены времени суток от розового к голубому и наоборот. Последнее условие «подсказало» разработчикам прием «перетекания» теплых и холодных цветов со стенда на стенд. Возможность использования подобного приема, определяющего ассоциативную реакцию потенциального зрителя, попавшего в этот цветовой круговорот, определялась и характером пространственного размещения стендов.

Так, от поиска выразительной формы-знака к ее развитию в двухмерном пространстве с последующим цветовым усилением его образно-смысловой выразительности в пространстве трехмерном, студенты решали посильную для себя профессиональную задачу.

Дальнейшая работа – компоновка на графическом поле тематических блоков текстового и иллюстративного материалов, рассказывающих о сохранении и приспособлении архитектурных памятников к современным реалиям, – сопровождалась разбивкой участников на мини-бригады, подключением к работе новых консультантов. Все это можно рассматривать как продолжение профессиональной композиционной работы и заслуживает отдельного рассмотрения. Конечный же результат был представлен посетителям архитектурного заповедника и участникам фестиваля, получив высокую оценку (Золотой диплом смотра-конкурса «Регионы России»).

Главной содержательной задачей, решаемой студентами в описываемом выставочном проекте, стал целенаправленный поиск выразительной образности графического представления материала, концентрирующего в себе итог напряженной работы многих специалистов в области сохранения и развития исторических поселений. Подобное участие позволяет рассматривать описанную нами работу как часть актуального общекультурного дискурса, затрагивающего вопросы образной выразительности пространственных форм разных степеней сложности и функционирования. Архитектор-педагог Р. Вентури, долгое время определявший характер этого дискурса, в присущей ему ироничной манере определял целеполагание подобных творческих усилий: «В ситуации, когда нет денег на архитектуру как таковую, от архитектора требуется максимальная сила воображения» [3, с. 190]. В нашем случае творческая работа потребовала от только начинающих свой путь проектантов именно этого самого максимума усилий, направленных на выражение питающих воображение впечатлений в емкие знаки-символы. Одновременно с этой

отдачей каждый из студентов получил уникальную возможность знакомства с новой для них тематикой, нормами отношений в профессиональной среде, повышения эрудиции, погружения в культурный контекст значимого исторического места, осознанного выстраивания межличностных связей в коллективе. Для казанской архитектурной школы подобное «встраивание» ее учеников – подтверждение должного уровня профессиональной подготовки каждого этапа обучения.

1. Шишалова Ю. Интервью с В. Савинкиным, В. Кузьминым: «Наша главная цель – ре-зодчество» // Газета «СА». 2018. № 5 (71). С. 2-6.
2. Ушакова Т.А. Формальная и неформальная композиция // Архитектурно-художественная композиция: сб. науч.-метод. тр. № 4. – Екатеринбург: Архитектон. 2012. С. 8-18.
3. Вентури Р., Браун Д.С., Айзенур С. Уроки Лас-Вегаса: Забытый символизм архитектурной формы / Пер. с англ. – М.: Strelka Press. 2015. 212 с.
4. Козлов Д.В. «Клином красным бей белых»: геометрическая символика в искусстве авангарда. – СПб.: Издательство Европейского университета в Санкт-Петербурге. 2016. 162 с.
5. Янковская Ю.С. Семиотика в архитектуре – диалог во взаимодействии. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета. 2003. 125 с.
6. Кантор М. Чертополох. Философия живописи. – М.: Издательство АСТ. 2016. 480 с.
7. Иовлев В.И. Архитектурное пространство и экология: Монография. – Екатеринбург: Архитектон. 2006. 298 с.
8. Кракауэр Э. Орнамент массы: [сб. эссе]. – М.: Ад Маргинем Пресс. 2014. 92 с.
9. Богомолов И.И. Начала архитектурного формообразования: Учебник для вузов. – Пенза: ПГУАС. 2004. 294 с.
10. Башляр Г. Избранное: Поэтика пространства / Пер. с франц. – М.: «Российская политическая энциклопедия» (РОССПЭН). 2004. 376 с.
11. Федоров В.В. Архитектурный текст: Очерки по восприятию и пониманию городской среды. – М.: ЛЕНАНД. 2016. 160 с.
12. Ермакова Д. Интервью с О. Ермаковым: Фантасты устремляются в будущее, а реалистов манит прошлое // Культура. 2019. № 1. С. 13.
13. Халитов Н.Х., Халитова Н.Н. Стили и формы татарской архитектуры Казани второй трети XVIII – начала XX в.: историко-архитектурное исследование: монография. – Казань: Татар. кн. изд-во. 2014. 391 с.
14. Яньшин П.В. Психосемантика цвета. – СПб.: Речь. 2006. 368 с.

Rudometova L.T., Stryahileva A.N.

The construction of modern skyscrapers of the XXI century

*North-Eastern State University
(Russia, Magadan)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-04

idsp: ljjournal-02-2020-04

Abstract

The article traces the history of the development of skyscraper construction technologies. The growth rate of the tallest buildings in the world is determined. It was highlighted that Moscow is the leader in high-rise construction. This is facilitated by the availability of financial and material resources of the capital. When constructing skyscrapers, self-lifting formwork is used, moving upwards as construction progresses. Self-climbing is often used. It is revealed why, during the design and construction of skyscrapers, much attention is paid to elevators. Different shapes of skyscrapers are considered.

Keywords: skyscraper, horizontal passages, development of construction technologies, weight of the structure, high-rise construction, continuous panoramic glazing, elevator, metal foam

Purpose of the article is to trace the history of the development of skyscraper construction technologies.

Today, high-rise buildings have become an integral part of urban development. The presence of skyscrapers distinguishes any modern city, and the ability to build them speaks of the high development of construction technologies, the intellectual capabilities of designers, and the readiness of an appropriate material and technical base.

The first high-rise buildings appeared only about 130 years ago. The very first skyscraper was built in the USA. The Home Intelligence Building in Chicago, USA, cannot be considered a high-rise building, but despite this, it is considered the first skyscraper in the world. In 1885, at the time of completion, it had 10 floors, and by the time it was demolished in 1931, it was already twelve. The Home Insurance building, designed by William Lebaron Jenny (USA), was the first among wireframes. Due to this, the weight of the structure was transferred to the ground not by bearing walls, but by an internal frame that supports it.

The growth rate of the tallest buildings in the world in the 21st century continues to accelerate. Over the past 4 years, more than half of the tallest buildings in the world have been built, and the total number of ultra-tall buildings has nearly tripled over the past 7 years. In recent years, Asia and the Middle East have held leadership in building skyscrapers.

The 828-meter Burj Khalifa ("Khalifa Tower") in Dubai, UAE, (picture 1) which is more than 300 meters above the building that set the previous world record for height - Taipei 101 (509 meters) in Taiwan. These skyscrapers will have a lower height compared to the Royal Tower, which will be the first building in the world with a height whiter than 1 kilometer.

Picture 1 "Khalifa Tower"

By 2020, the average height of the 20 tallest buildings in the world will approach 600 meters, which is equal to the two heights of the Eiffel Tower.

In Russia, the leader in high-rise construction is Moscow. This is facilitated by the availability of financial and material resources of the capital.

Maximum height: 338.8 meters (Mercury City Tower) (picture 2). The tower has 75 ground and 5 underground floors. It has a golden color and an unusual architectural solution. It was the tallest building in Europe until September 25, 2014. In this skyscraper all innovative technical solutions are applied, such as continuous panoramic glazing with the use of energy-saving, high-strength, tinted double-glazed windows; four pipe air conditioning system; central heating system of reliability category I uninterrupted power supply system of reliability category I; a unified automated building management system corresponding to the concept of an "intelligent building", an integrated security system that is linked by a single management program; fire warning and evacuation control system, automatic fire alarm system with a full range of fire protection, 26 modern high-speed elevators, the waiting time of which is less than 30 seconds.

Picture 2 «Mercury City Tower»

When erecting skyscrapers, self-lifting formwork is used, moving upwards as construction progresses. Self-climbing is often used.

Workers go upstairs on a passenger-and-freight lift with a capacity of up to 20 people. In high-rise construction, mainly materials such as steel and concrete are used. The rigidity of the “skeleton” of the building helps to withstand wind loads, and flexibility - to resist seismic vibrations. The facades of skyscrapers are mainly steel profiles and lightweight hinged panels made of transparent glass, aluminum, and polymers. Among the newest types of cladding are ceramics with borosilicate glass (which instead of alkali contains boron oxide, which makes the glass resistant to fire), panels made of metal foam, glass panels with a water-repellent self-cleaning layer.

Much attention is paid to elevators due to the fact that with their help people can quickly go down and get protected in a fire or earthquake. Specialists in Europe and the USA are convinced that elevators are the best means of evacuation. Lifts and their shafts must be safe from flames and smoke. It is also necessary to replace the cable hoist, which depends on electricity; should exclude the fall of the elevator; An elevator must accommodate hundreds of people. The recommendations listed do not correspond to any elevator in the world. Floating elevators are the most promising area as a means of rescue.

A significant advantage of high-rise buildings is their high economic performance and performance. The construction of skyscrapers borders on the cost of erecting ordinary multi-story buildings, in view of the fact that the main capital falls on the purchase of land and preparation of the site for construction (picture 3).

Picture 3. «Taipei 101 (509 meters) in Taiwan» The number of floors of the skyscraper is 101 floors, the height is 509.2 m, together with the spire. On the lower floors are shopping centers, on the upper are offices

The shortcomings of high-rise construction are combined with the problems of transport and urban development. With the existing sufficiently high building density, a transport crisis arises in the center of the high-rise structure.

The shortcoming of high-rise construction, experts call the high probability of risk. The reasons for emergencies and accidents may be the desire of the customer to save on foundations. During the construction of high-rise buildings, the volumes and quality of engineering and geological surveys should be increased before construction begins.

Doctors protest against high-rise housing, who say that a person's continued presence at the 16th floor level can induce suicidal tendencies. Another complication for tall buildings is the wind. Due to the high heights and in the space of the facades, the speed of the wind flowing around the building increases with height, and massive air turbulences can create vibrations. But, with regard to research by German scientists, the wind can have a beneficial effect - it serves as a guarantee of drawing out smoke in a fire.

Wind pressure directly depends on the shape of the skyscraper. Preferred is round: air flows around without creating turbulence. Second place is the shape of a drop, oval, triangle (picture 4) with rounded corners (picture 5). In third place is a rhombus (picture 6), a square.

Picture 4 «Triangular skyscraper in Paris»

Picture 5 «Circular Skyscraper in Abu Dhabi»

Picture 6 «Rhomboid skyscraper in Barcelona»

So, as we see, at present, the pace of construction of skyscrapers will only increase in urban development. This is facilitated by the rise in price of urban land in large cities of the world and the improvement of the material and technical base, building materials, programming of building design using calculation programs. The population seeks to live in large cities with urban centers, which also provokes the demand for high-rises.

The next stage in the development of the operation of skyscrapers is predicted - their universal connection with each other using overhead transitions at different altitude levels according to the transition of the Petronas twin towers in the center of the capital of Malaysia, Kuala-Lumpur. The introduction of horizontal transitions can solve a whole range of negative factors of skyscrapers. For example, evacuation in case of fire is not down, but to the side, into the transition of the neighboring building.

1. Terranova Antonino, Spirito Dzhampaola The most amazing skyscrapers in the world Publisher: ASE. - 2008. – 216 p.
2. Makola David How it is built, from bridges to skyscrapers - Publisher: Mann, Ivanov and Ferber. - 2019. - 192 p.

Rudometova L.T., Stryahileva N.N.

Vitruvius. From the Renaissance to the end of the 18th century

*North-Eastern State University
(Russia, Magadan)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-05

idsp: ljjournal-02-2020-05

Abstract

This article provides a brief overview of the works of the Great Architect. His contribution to the development of human existence is appreciated. The article notes that Vitruvius studied works in construction and engineering, including military equipment. Vitruvius saw six categories at the heart of the aesthetic component of architecture. The work of an engineer is considered, in which the author systematized all the information known to him at that time, generalized the practical experience accumulated by predecessors and contemporaries.

Keywords: aesthetic component of architecture, architect, aesthetics of architecture, ancient architect, symmetry, recommendations, harmonious architecture

The topic of the article is VITRUVIUS. From the Renaissance to the end of the 18th century.

The main goal is to give a brief overview of the works by the Great architect.

The task of our work is to collect information about the activities of the architect from various sources.

Among those who contributed to the development of human existence is the Roman engineer Vitruvius - the most famous ancient architect who lived in the second half of the 1st century BC. Vitruvius, also known as Marcus Vitruvius Pollio, was born in the Campaign in a family of architects, thanks to which he received a comprehensive education.

The Roman engineer knew Greek, which allowed him to study works in construction and engineering, including military equipment. Under Caesar and later under Augustus, he leads the creation of military vehicles.

Basically, little is known about vitruvia as a person, but his works are the source of most of the biographical information. they will be able to tell us about the mysterious personality of an engineer through millennia.

Vitruvius placed *the architect* in the first place in architecture. He was well aware that architects (as engineers were called in those days) should not only be good practitioners, but also possess a certain amount of theoretical knowledge, in particular they should have a good knowledge of geometry and arithmetic.

He wrote: *"The knowledge of the architect ... is obtained from practice and theory."* Moreover, he clarifies that in addition to technical knowledge, the innate quality of the architect is even more important.

"He must be a competent person, a skillful draftsman, study geometry, thoroughly know history, listen carefully to philosophers, be familiar with music, have a concept about medicine, know the decisions of lawyers and have knowledge in astronomy and in celestial laws."

Vitruvius was credited with the conclusion that the relationship in the structure of the Universe and man is proportional, therefore, in the proportionality of the building and man, which should be guided by both the construction of buildings and the construction of machines.

His proportionality system has gained wide popularity in the visual arts and architecture thanks to the "Vitruvian Man" (picture 1.). This drawing of Leonardo Da Vinci, called canonical proportions, is a figure of a naked man in two superimposed positions on one another: with arms spread apart, describing a circle and a square.

Picture 1 «Vitruvian Man»

It is worth noting that Vitruvius included in the duties of the architect not only the construction of buildings, but also the construction of mechanisms: hoisting machines, siege and throwing tools, time measuring instruments. Therefore, he considered important for the architect not only knowledge of aesthetic regularity, but also the technical foundations, scientific theories underlying them.

For example, planning the construction of a building or an entire city is impossible without taking into account human physiology and hygiene rules, as well as without knowledge of the climate and natural features of the construction site; It is impossible to navigate building materials without knowledge of botany, geology and mineralogy; the construction of theaters is impossible without knowledge of the laws of musical theory and acoustics; and it is absolutely impossible to build lifting and propelling mechanisms without knowledge of theoretical mechanics.

Vitruvius' theoretical knowledge was embodied in his own projects - the basilica in the Colony of Pano on the Andriatic (picture 2) and the construction of the Roman aqueduct. The architect was the first to think about the origins of the emergence of architecture, the first to investigate the issue of musical acoustics of rooms.

Picture 2 «The basilica in the Colony of Pano on the Andriatic»

The aesthetics of architecture from the point of view of Vitruvius has its roots in the natural-philosophical concept of the universality of numerical values and proportional relations, which can describe both the structure of man and the universe, as well as a precisely working mechanism, and an aesthetically harmonious building.

Vitruvius belongs to the formula «*Firmitas-Utilitas-Venustas*». This golden rule of architecture states that only a combination of these properties will allow buildings to look harmonious and complete. And no property can be compensated for by others. The harmonious architecture of the building is possible only taking into account all three properties, that is, during construction it is necessary to achieve the technical perfection of the building, and aesthetic, and ergonomics.

Vitruvius divides the aesthetic component of architecture into six categories:

1) *Ordinatio* is the general principles of architecture, the basis for the formation of volume, the proportions of the dimensions of the building. Here Vitruvius describes the Ionic, Doric, Tuscan and Corinthian orders, as well as a triad: three qualities that architecture must necessarily have: *firmitas* (structural strength), *utilitas* (good), *venustas* (beauty). To measure the various parts of the orders, the architect used a conventional unit - a module equal to the lower diameter of the column, using the module it is easy to calculate the proportions of the order.

2) *Dispositio* - this is the design of a particular building, the planning of its shape, the organization of space and the display of this on the drawings: general plan, facade and perspective.

3) *Eurythmia* - bringing all parts of the building to harmonious proportions, that is, ensuring a beautiful composition of the structure.

4) *Symmetria* is an anthropomorphic criterion: parts of a building are likened to parts of the body.

5) *Decor* - a category that makes up aesthetics, which describes how the shape and design of the temple corresponds to religious considerations.

6) *Distributio* — this category describes the method of economic use of an object.

Throughout his life, Vitruvius prepared his own essay on architecture. At an advanced age, the architect secured a pension from Emperor Augustus, which allowed him to write the only treatise «*De Architectura Libris Decem*» («Ten Books on Architecture») (picture 3), published in 13 BC. In this work, the engineer systematized all the information known to him at that time, summarized the practical experience accumulated by predecessors and contemporaries.

The treatise included 10 books, each devoted to a separate issue - the professional skill of the architect, building materials, the peculiarities of the construction of temples and public

buildings. The problems of the construction of country estates and agricultural facilities, the decoration of the facade and the painting of buildings, water supply, and the assembly of watches and mechanisms are raised.

The book gives the first definition of a machine as a combination of parts connected together, which has great strength for moving heavy loads.

Picture 3 «De Architectura Libre Decem»

Considering that the greatest success in practical actions can be achieved only by combining «mechanical dexterity» with «theory and scientific knowledge», Vitruvius devoted much attention to the theory of machines in his treatise, devoting to it the tenth book of the treatise entitled «*Fundamentals of Mechanics*». This book is a short practical guide to applied mechanics, containing a description of the various mechanisms for lifting weights, practical rules and building recipes.

Vitruvius' hope for posthumous glory did not deceive him. Pliny the Elder and Frontin drew material from his work. The Capitol and Windrose are built in Dugge in accordance with his teachings (picture 4). M. Cetius Faventin makes an extract from Vitruvius that Palladium will use. Sidonius Apollinaris makes him an almost mythical embodiment of architecture. The Byzantines are guided by him in the construction of Christian basilicas. In the VI century, the doctrine of the winds is shifted to poetry.

Picture 4 «The Capitol in Dugge»

Conclusion: the principles established by Vitruvius and his recommendations were perceived by many architects as indisputable truths, and the books published by him remain the only documentary evidence of the construction and mechanics of that time, the basic tenets of which are successfully used today.

1. Henry W. Morton. Rome. Walks in the Eternal City. – Exmo Publishing House, Mildgard. - 2009. – 105 p.
2. V.P. Zubov, M.V. Zubova. From the history of architectural thought. Vitruvius. Ten books on architecture. - M., - Librokom. - 2013. – 160 p.
3. Claude Moatti. Antique Rome. M, Publisher: AST. - 2003. – 208 p.
4. Corrado Audjias. Secrets of Rome. The city you did not know. – M., Publishing house Ripol Classic. - 2011. - 576 p.

РАЗДЕЛ II. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Коржов В.П., Прохоров Д.В.

Совместная деформируемость и влияние температуры нагрева при диффузионной сварке на формирование структуры многослойных Nb-Al композитов

*ФГБУН Институт физики твердого тела Российской академии наук
(Россия, Черноголовка)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-06

idsp: ljournal-02-2020-06

Аннотация

Слоистые композиты со структурой Nb/алюминид-Nb были изготовлены 2-х цикловой прокаткой пакетов и последующей диффузионной сваркой (ДС) чередующихся фольг чистого Nb и Al с незначительным содержанием Si. В работе рассмотрены процессы совместной деформации ниобия с алюминием и образования интерметаллидных слоев. В связи с разработкой данных материалов в качестве альтернативы жаропрочным никелевым суперсплавам проведены высокотемпературные механические испытания на трехточечный изгиб, которые показали прочность в диапазоне 200-360 МПа в интервале температур от 1200 до 1350°C.

Ключевые слова: композиционный материал, жаропрочность, интерметаллическое соединение, алюминиды ниобия, диффузионная сварка, слоистая структура, прочность при изгибе.

Abstract

Layered composites with the Nb/aluminide-Nb structure were fabricated by 2-cycle rolling of the bags and subsequent diffusion welding (DC) of alternating foils of pure Nb and Al with a low Si content. The processes of the joint deformation of niobium with aluminum and the formation of intermetallic layers are considered. In connection with the development of these materials as an alternative to heat-resistant nickel superalloys, high-temperature mechanical tests for three-point bending were carried out, which showed strength in the range of 200-360 MPa in the temperature range from 1200 to 1350°C.

Keywords: composite material, heat resistance, intermetallic compound, niobium aluminides, diffusion welding, layered structure, bending strength.

Введение

Одной из важных задач современного материаловедения является разработка новых функциональных материалов с высоким уровнем эксплуатационных свойств. В ряду конструкционных материалов особое место занимают жаропрочные сплавы. Наиболее перспективными считаются сплавы на основе ниобия и его интерметаллидов. Такие сплавы могут обеспечить высокие механические свойства при температурах вплоть до 1400-1500 °C.

Соединения ниобия и его интерметаллических соединений с алюминием, кремнием и углеродом в структуре композита снижает его плотность, по сравнению с плотностью никеля и его сплавов, вследствие относительно низкой плотности образующихся интерметаллических соединений. Поэтому, ниобиевые композиты, упрочненные такими соединениями, обладают более высокой удельной плотностью, чем существующие суперсплавы. Особо выделяются сплавы на основе системы Nb–Al. До открытия высокотемпературной сверхпроводимости они считались перспективными сверхпроводящими сплавами [1], но в последние годы прочно заняли место среди жаропрочных материалов, способных обладать высокими механическими свойствами

при температурах, превышающих 1000°C. Плотность алюминидов ниобия – 6,9 и 7,3 г/см³ для Nb₂Al и Nb₃Al соответственно.

Данные сплавы могут быть получены различными методами: плавки, порошковой металлургии и создания композитов со слоистой структурой.

Одним из наиболее перспективных методов создания жаропрочных сплавов на основе системы Nb-Al, является технология создания композитов со слоистой структурой [2-25], где чередуются слои прочного интерметаллида и относительно пластичного твердого раствора.

Наиболее распространенным методом изготовления исследуемых сплавов со слоистой структурой является метод высокоскоростного магнетронного напыления [2-14]

Вторым наиболее распространенным способом изготовления являются комбинированные методы получения слоистых структур [15-22]. С использованием пластичных деформируемых металлических лент и порошка, хрупких интерметаллидов и/или тугоплавких окислов, которые получают совместным горячим прессованием.

Кроме вышеупомянутых методов существует, еще один метод – диффузионной сварки и пакетной прокатки [23-25]. Для реализации данного метода используются в основном чередующиеся кусочки пластичных деформируемых металлических лент Nb и Al. Благодаря возможности использования достаточно пластичных металлических лент и фигурных пресс-форм, данный метод является одним из наиболее экономичных и технологичных.

Цель настоящей работы – изучить совместную деформируемость и влияние температуры нагрева при сварке на формирование диффузионной структуры многослойных композитов Nb с алюминием.

Получение многослойных композитов и методы исследования

Для приготовления многослойных Nb/Al композитов, в качестве исходного материала использовали фольги чистого отожженного ниобия, толщиной 0,3 мм и Al с 2 вес.% Si толщиной 0,05 мм. Выбор в пользу Al с кремнием главным образом обусловлен увеличением жесткости Al для улучшения совместной деформации с ниобием. Соотношение толщин Nb:Al = 6, что на диаграмме состояния Nb-Al соответствует однофазной области α -Nb(Al) твердого раствора, при полной взаимной диффузии.

На первом этапе были собраны пакеты из 16 чередующихся фольг Nb и 15 – Al. Собранные пакеты подвергались диффузионной сварке (ДС) при T = 520°C в течение 1 ч под давлением 2 МПа, двум проходам прокатки пакетов (ПП) на вакуумном прокатном стане при T = 540°C с суммарным обжатием 56% и холодной прокатке до 0,3 мм.

На втором этапе из полученных лент были собраны пакеты 2-й сборки из 16 слоев Nb/Al с 15 прослойками Al. В результате соотношение толщин стало равным Nb:Al = 3 близкое к расчетному отношению для двухфазной области Nb₃Al+Nb₂Al диаграммы состояния Nb-Al. Пакеты данной сборки подверглись аналогичному режиму ДС и ПП до различных толщин.

Из лент толщиной 300 мкм, полученных в результате 2-го этапа, были собраны пакеты 3-й сборки общей толщиной $\approx 3,2$ мм. Данный пакет подвергся двухступенчатой ДС при T = 600°C в течение 2 ч под давлением P = 10,5 МПа и T = 1700°C в течение 0,4 ч, P = 5,5 МПа.

Структурные исследования многослойных лент и композитов выполнялись на цифровых электронных сканирующих микроскопах Tescan VEGA-II XMU и CamScan MV230 (VEGA TS 5130MM) на базе института экспериментальной минералогии. Оба микроскопа имеют W-катоды и оснащены YAG-детекторами вторичных и отражённых электронов и энергодисперсионные рентгеновские микроанализаторы с полупроводниковым Si(Li)-детектором INCA x-sight INCA Energy 450 и PentaFETx3 INCA Energy 350.

Высокотемпературные испытания на трехточечный изгиб проводились на модернизированной универсальной испытательной машине Instron 1950. Оснащенной вакуумной камерой, с многослойным нагревателем специальной конфигурации, рассчитанной для работы до 2000°C.

Образцы, для испытания вырезали на электроэрозионном станке из сваренного композита параллельно направлению прокатки фольг. Нагрузка к образцу прикладывалась перпендикулярно поверхности слоев посередине между опорами с регистрацией нагрузка – прогиб в процессе нагружения с последующим пересчетом в координаты напряжение (σ) – прогиб. Напряжение разрушения $\sigma_{\max}$ вычислялось по максимальной нагрузке $P_{\max}$.

Обсуждение и результаты исследования структуры слоистых композитов

Структура пакетов первой сборки. Характерная макро- и микроструктура композитов, после диффузионной сварки и двух проходов вакуумной прокатки с суммарным обжатием 56%, представлена на рисунке 1. У композитов полученных в результате первой сборки наблюдаются достаточно большие перепады толщин слоев, как для слоев ниобия, так и для слоев алюминия, однако преимущественно слои имеют приблизительно одинаковую толщину. Средняя толщина слоев ниобия составляет порядка 140 мкм, средняя толщина алюминия составляет порядка 20 мкм.

Рис. 1 Макро- (а) и микроструктура (б, в) Nb/Al композита после диффузионной сварки и двух проходов вакуумной прокатки

При больших увеличениях видно (см. рисунок 1в), что в процессе диффузионной сварки и вакуумной прокатки образование интерметаллидов на межфазной границе Nb-Al не наблюдается.

Рис. 2 а - изображение Nb/Al композита после холодной прокатки и б - изображение межфазной границы Nb/Al, полученное в режиме обратно рассеянных электронов

На рис. 2 представлено изображение Nb/Al композита после холодной прокатки. Как видно из рис. 2 после холодной прокатки также наблюдается неоднородность. Средняя толщина слоев алюминия составляет порядка 2 мкм, но наблюдаются участки с толщиной порядка 500 нм. Средняя толщина слоев ниобия составляет порядка 20 мкм. На рис. 2б представлено изображение межфазной границы Nb/Al, полученное в режиме обратно рассеянных электронов.

Структура многослойной ленты после отжига при 1100°C. После исследования микроструктуры Nb/Al ленты, часть композита была подвержен вакуумному отжигу при температуре 1100°C в течение часа. На рис. 3а представлен общий вид композита после вакуумного отжига.

Рис. 3 а – общий вид структуры и б, в - микроструктура интерметаллидного слоя Nb/Al композита после вакуумного отжига при температуре 1100°C, полученное в режиме обратно рассеянных электронов

Как видно из рисунка диффузия алюминия во время отжига привела к образованию пористости в слое алюминия и образованию интерметаллидов. По сетевому контрасту можно выделить 4 слоя. Локальный рентгеноспектральный микроанализ позволил определить количественный состав каждого слоя. На рис. 3(б, в) представлена микроструктура интерметаллидного слоя. Наиболее светлый слой на рис. 3б соответствует чистому ниобию, средняя толщина данного слоя составляет порядка 18 мкм. Стехиометрическое соотношение ниобия и алюминия в следующем слое соответствует интерметаллиду Nb_3Al . Для данного интерметаллида средняя толщина слоя равна порядка 500 нм. Следующие два слоя соответствуют интерметаллиду Nb_2Al , образованному в результате взаимной диффузии Al и Nb. Средняя толщина, которых составляет порядка 2 мкм. Второй слой интерметаллида Nb_2Al отличается высокой пористостью, однако для слоев алюминия, до отжига имевших малую толщину образование пор практически не наблюдается рис. 3в. Четвертый слой также соответствует интерметаллиду Nb_2Al , однако образованному в результате диффузия ниобия в алюминий.

Структура пакетов второй сборки и деформируемость многослойных пакетов. Из не отожженных многослойных лент толщиной 300 мкм были собраны пакеты 2-й сборки с прослойками 50 мкм Al фольги. И подвергнуты аналогичному режиму ДС, двойной вакуумной и холодной прокатке до 450 мкм.

Рис. 4 Характерная микроструктура поперечного сечения пакетов второй сборки прокатанных от 450 мкм до 50 мкм

Так, как отжиг для снятия напряжений многослойных пакетов невозможен, интересно, было пронаблюдать совместную деформируемость Nb/Al пакетов. Поэтому часть фольги после холодной прокатки до 450 мкм была раскатана до 50 мкм. Характерная микроструктура поперечного сечения прокатанных лент до различных толщин представлена на рисунке 4.

Как видно из рисунка толщина композитных слоев Nb/Al, при прокатке до 450 мкм, колеблется в широком интервале, так же, как и толщина слоев алюминия, введенного в структуру на втором цикле. С увеличением степени деформации структура композита так же характеризуется значительным разбросом по толщине слоев. Но уже при прокатке до 300 мкм нельзя однозначно выделить 15 слоев алюминия, которые были введены в структуру на втором цикле деформации.

В целом можно сказать, что для слоев, как ниобия, так и алюминия характерен значительный разброс по толщинам. Измеренные толщины слоев представлены в таблице 1. Как видно из представленных в таблице 1 данных средняя толщина слоев с увеличением степени деформации уменьшается как ниобия, так и алюминия.

Таблица 1.

Изменение средней толщина слоев с увеличением степени деформации

толщина ленты	толщина слоёв	Композитный слой Al/Nb первого цикла	Слой Al, введенный во втором цикле	Слой Al, введенный в первом цикле	Слой Nb
450 мкм	max, мкм	82	9,5	0,88	7,8
	min, мкм	14	3,5	0,13	0,2
	mid, мкм	39	6	0,41	3,2
300 мкм	max, мкм	42	10	1	4,9
	min, мкм	27	1,2	0,05	0,7
	mid, мкм	32,5	3,9	0,55	2,5
250 мкм	max, мкм	-	4,6		12
	min, мкм	-	0,05		0,18
	mid, мкм	-	0,52		2,35

При дальнейшем увеличении степени деформации разница между максимальными и минимальными толщинами слоев увеличивается, наблюдаются области утонения и разрыва слоев. Структура, при прокатке до 250 мкм становится, в значительной степени неравномерна. Так как на примере данного композита слишком сложно выделить слои алюминия, введенные во втором цикле и композитные слои Al/Nb, являющиеся результатом первого цикла прокатки.

При дальнейшей прокатке слои в значительной мере искривляют и имеют значительные изменения толщины по всей длине. При прокатке до толщин порядка 50 мкм сложно говорить о слоистости структуры. Для слоев обоих металлов наблюдаются значительные разрывы, значительная разница между максимальной и минимально толщиной слоев ниобия и алюминия. Так же, при исследовании поверхности композита методами оптической микроскопии наблюдались поперечные разрывы, идущие под углом 45 градусов к направлению чередования слоев. Таким образом, можно говорить о том, что при толщинах композита менее 300 мкм наблюдается ухудшение структуры композита.

Структура пакетов третьей сборки. Из лент толщиной 300 мкм полученных на втором цикле были собраны пакеты толщиной $\approx 3,5$ мм которые подвергались двухступенчатой ДС при 600°C в течение 2 ч под давлением 10,5 МПа и при 1700°C в течение 0,4 ч под давлением 5,5 МПа. Соотношение толщин Nb/Al в котором было ≈ 3 , близкое к расчетному отношению Nb₃Al стехиометрического состава.

Характерная микроструктура пакетов полученных в результате третьего цикла сборки представлена на рисунке 5. При относительно небольшом увеличении, по световому контрасту хорошо видны чередующиеся светлые и темные слои с сильно

отличающимися толщинами по длине. Оба слоя местами утончаются настолько, что разрываются и превращаются в вытянутые островки, приводя к тому, что отдельные слои ниобия или Al соединялись со слоями себе подобными, либо прореагировали в процессе ДС.

Рис. 5 Характерная макро- и микроструктура многослойного композита, полученного в результате третьей сборки, после ДС по режиму: 600 °С, 2 ч, 10,5 МПа + 1700 °С, 0,4 ч, 5,5 МПа

При большем увеличении по световому контрасту можно различить три фазы (см. рисунок 6). По данным локального рентгеноспектрального микроанализа они идентифицировались как твердый раствор на основе ниобия Nb(Al) – наиболее светлая фаза, Nb₂Al – фаза темного цвета и Nb₃Al – фаза серого цвета. Присутствие большого количества интерметаллического соединения Nb₂Al объясняется небольшим временем высокотемпературной выдержки.

Следует отметить, что кремний, первоначально находившийся в сплаве Al-Si, в процессе ДС распределялся по всему объему многослойного материала. Однако по данным микроанализа значения его концентрации находились на фоновом уровне. Но даже фоновая концентрация кремния показала, что в Nb₃Al-фазе (0.10-0.15 мас.%) кремния было больше, чем в Nb₂Al и Nb(Al) (~0.06 мас.%). При таких содержаниях кремния в исследуемом объекте достоверный предел определения его концентрации составляет 0.16 мас.%.

а

б

Рис. 6 а - Микроструктура поперечного сечения многослойного композита, с изображением областей ЛРСМА и б - соответствующая концентрационная кривая содержания Nb и Al с обозначением образующихся фаз

Результаты механических испытаний на 3-точечный изгиб. Высокотемпературные испытания (см. рисунок 7) на трехточечный изгиб показали, что предел прочности полученных композитов составляет 200-300 МПа в температурном интервале 1200-1350°C.

Рис. 7 Зависимость кратковременной прочности при изгибе от температуры испытания

Как видно из выше представленных данных образование интерметаллидов, при первом цикле сборки пакетов, на межфазной границе между ниобием и алюминием не наблюдается, не после горячей при $T = 530^\circ\text{C}$, ни при последующей холодной прокатке.

Выводы:

1. Диффузионная сварка композитов, состоящих из чередующихся слоев ниобия и сплава алюминия (Al-1% мас. Si), в результате диффузии атомов ниобия в слой алюминия приводит к образованию, на месте последних, новой слоистой интерметаллидной структуры. Образование подобной структуры связано с более высокой диффузионной подвижностью атомов ниобия в алюминии в условиях реактивной диффузии.

2. Использование такой технологии позволяет получать композиционный материал, состоящие из слоев твердого раствора на основе ниобия и слоев интерметаллидов $\text{Nb}_3\text{Al} + \text{Nb}_2\text{Al}$, основное упрочнение, которого осуществляется за счет интерметаллидных фаз Nb_2Al и Nb_3Al .

3. Показана возможность использования метода прокатки пакетов Nb/Al слоистых композитов для регулирования масштабных (от микро- до нано-) параметров слоистой структуры. Последовательное увеличение содержания слоев Al (добавлением фольг Al) при многоциклового прокатки позволяет увеличить содержание алюминия по отношению к ниобию и контролировать соотношение толщин слоев ниобия и интерметаллидных слоев.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ 18-33-01266 мол_a

1. Коржов В.П. Сверхпроводящие свойства Nb_3Al , полученного в широком температурном интервале в многослойной композитной Nb/Al-ленте. // Материаловедение, 2011, №11, с. 28-34.
2. Cao Hengchu, Lofvander Jan P.A., Evans A.G., Rowe R.G., Skelly D.W. Mechanical properties of an in situ synthesized Nb/ Nb_3Al layered composite // Materials Science and Engineering A, 1994, v. 185, № 1□2, p. 87□95.

3. Rowe R.G., Skelly D.W. The synthesis and evaluation of Nb~Al/Nb laminated composites // Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 1992, v. 273, p. 411.
4. Rowe R.G., Skelly D.W., Larsen M., Heathcote J., Lucas G., Odette G.R. Properties of Micro-laminated Intermetallic-Refractory Metal Composites // Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 1994, v. 322, p. 461–472.
5. J. Heathcote, G.R. Odette, G.E. Lucas, R.G. Rowe, D.W. Skelly “On the micromechanics of low temperature strength and toughness of intermetallic/metallic microlaminate composites”, *Acta Materialia*, 1996, v. 44, № 11, p. 4289–4299
6. Nan Li, M.S. Martin, O. Anderoglu, A. Misra, L. Shao, H. Wang, X. Zhang “He ion irradiation damage in Al/Nb multilayers”, *Journal of Applied Physics*, 2009, v. 105, № 12, p. 123522-1–123522-8
7. K. Barmak, K.R. Coffey, D.A. Rudman, S. Foner “Phase formation sequence for the reaction of multilayer thin films of Nb/Al”, *J. Appl. Phys.*, 1990, v. 67 (12), p. 7313–7322
8. K.R. Coffey, K. Barmak, D.A. Rudman, S. Foner “Thin film reaction kinetics of niobium/aluminum multilayers”, *J. Appl. Phys.*, 1992, v. 72 (4), p. 1341–1349
9. K. Barmak, S. Vivekananda, F. Ma, C. Michaelson “Nucleation and Growth of the First Phase in Sputter-Deposited Nb/Al Multilayer Thin Films”, *MRS Proceedings*, 1995, v. 398, p. 257
10. K. Barmak, S. Vivekananda, F. Ma, C. Michaelson “Study of solid state reactions in Nb/Al multilayer thin films, Differential scanning calorimetry”, *Journal of Thermal Analysis*, 1997, v. 49, p. 1179–1185
11. K. Barmak, C. Michaelson, S. Vivekanand, F. Ma “Formation of the first phase in sputter-deposited Nb/Al multilayer thin films”, *Philos. Mag. A*, 1998, v. 77, p. 167–185
12. G. Lucadamo, K. Barmak, S. Hyun, C. Cabral Jr., C. Lavoie “Evidence of a two-stage reaction mechanism in sputter deposited Nb-Al multilayer thin-films studied by in situ synchrotron X-ray diffraction”, *Materials Letters*, 1999, v. 39, p. 268–273
13. G.R. Odette, B.L. Chao, J.W. Shekherd, G.E. Lucas “Ductile phase toughening mechanisms in a TiAl-TiNb laminate composite”, *Acta Metallurgica et Materialia*, 1992, v. 40, № 9, p. 2381–2389.
14. X. Wu, J. W. Holmes, A.K. Ghosh “Creep and fracture in model niobium-alumina laminates under shear loading”, *Acta Metallurgica et Materialia*, 1994, v. 42, № 6, p. 2069–2081.
15. D.R. Bloyera, K.T. Venkateswara Rao, R.O. Ritchie “Toughness and subcritical crack growth in Nb/Nb₃Al layered materials”, // *Materials research society symposium proceedings «Layered Materials for Structural Applications»*, San Francisco, California, U.S.A. 1996, v. 434, p. 243–248
16. D.R. Bloyera, K.T. Venkateswara Rao, R.O. Ritchie “Resistance-curve toughening in ductile/brittle layered structures: behavior in Nb/Nb₃Al laminates”, *Materials Science and Engineering: A*, 1996, v. 216, p. 80–90
17. D.R. Bloyera, K.T. Venkateswara Rao, R.O. Ritchie // *Final technical report to U.S. Air Force Office of Scientific Research/NA on “Micromechanisms of crack growth in laminated intermetallic composite microstructures”*, Hearst Mining Building, Berkeley 1996, p. 25
18. D.R. Bloyera, K.T. Venkateswara Rao, R.O. Ritchie “Laminated Nb/Nb₃Al composites: effect of layer thickness on fatigue and fracture behavior”, *Materials Science and Engineering: A*, 1997, v. 239–240, p. 393–398
19. D.R. Bloyera, K.T. Venkateswara Rao, R.O. Ritchie “Fracture toughness and R-curve behavior of laminated brittle-matrix composites”, *Metallurgical and materials transactions A*, 1998, v. 29A, p. 2483–2496
20. D.R. Bloyera, K.T. Venkateswara Rao, R.O. Ritchie “Fatigue-crack propagation behavior of ductile/brittle laminated composites”, *Metallurgical and materials transactions A*, 1999, v. 30A, p. 633–642
21. Dong Seok Chung, Yosuke Tomita, Manabu Enoki, Teruo Kishi “Formation behavior of aluminide layers during the fabrication of Nb/Nb-aluminide laminate materials from Nb and Al foil”, *J. Japan Inst. Metals*, 1999, v. 63, № 8, p. 1043–1052
22. Dong-Seok Chung, Manabu Enoki, Teruo Kishi “Microstructural analysis and mechanical properties of in situ Nb/Nb-aluminide layered materials”, *Science and Technology of Advanced Materials*, 2002, v.3, № 2, p. 129–135
23. Byung Tae Ahn, Hyeon-tag Jeon, Bo Young Hur, Kibae Kim, Jong Wan Park, “Fabrication of metal/intermetallic compound laminate composites by thin foil hot press process”, *Solid State Phenomena*, 2007, v. 124–126, p. 1099–1102
24. Akio Nishimoto, Katsuya Akamatsu “Preparation of homogeneous Nb-Al intermetallic compound sheet by multi-layered rolling and subsequent heat treatment”, *Materials Science Forum*, 2010, v. 634–642, p. 1390–1393
25. Pouchou J. L., Pichoir F. A new model for quantitative X-ray microanalysis. I. Application to the analysis of homogeneous samples // *Recherche Aerospatiale*. 1984. V. 3. P. 13–38

Рудюк М.Ю., Григорьева А.П., Помозова Е.М.

**О некоторых вопросах материаловедения, сложных для понимания у обучаемых
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»
(Россия, Пенза)**

doi: 10.18411/lj-02-2020-07

idsp: ljjournal-02-2020-07

Аннотация

Авторы указывают, что такие аспекты материаловедения, как механизм многократного отпуска закаленной быстрорежущей стали, пластинчатая и глобулярная форма включений цементита в сталях перлитного класса, проведение термомеханической обработки и др. сложно воспринимаются студентами и, зачастую, не освещены в учебной литературе на уровне, достаточном для ясного понимания. Статья содержит анализ данных вопросов и призвана дать исчерпывающую информацию по перечисленным «белым пятнам» дисциплины «Материаловедение».

Ключевые слова: материаловедение, отпуск, углеродистая сталь, ковкий чугун, титан, термомеханическая обработка

Abstract

The authors indicate that such aspects of materials science as the multiple tempering mechanism of hardened high-speed steel, the lamellar and globular form of cementite inclusions in pearlite grade steels, thermomechanical processing, etc. are difficult for students to perceive and are often not covered in the educational literature at a level sufficient to clear understanding. The article contains an analysis of these issues and is intended to provide comprehensive information on the listed lacks of the discipline «Materials Science».

Keywords: materials science, tempering, carbon steel, malleable cast iron, titanium, thermomechanical treatment

Известно, что дисциплина «Материаловедение» для студентов средних и высших учебных заведений является достаточно сложной, поскольку содержит большой объем эмпирической информации и требует хорошего уровня предварительной подготовки по химии и физике. Это притом, что по уровню сложности лекционный материал и научные работы заметно отличаются.

Есть ряд вопросов теоретического и практического характера, которым в ходе проведения лекций и даже в учебниках традиционно уделяется недостаточно внимания, что препятствует формированию у студентов систематических и целостных знаний.

Множественный отпуск закаленной быстрорежущей стали

Как известно, температура нагрева быстрорежущих сталей под закалку высока (вплоть до 1300 °С), что вызвано необходимостью растворения тугоплавких карбидов. Интересно, что время выдержки при этой температуре строго лимитировано примерно четвертью часа для того, чтобы не произошло полное растворение карбидов и последующее увеличение зерна стали [4].

Так почему важен именно множественный отпуск?

В ходе первого отпуска мартенсит закалки переходит в мартенсит отпуска. При этом из остаточного аустенита выделяются карбиды легирующих элементов. Это соответствует снижению содержания углерода, что вызывает подъем точки окончания мартенситного превращения. Поэтому в процессе охлаждения часть остаточного аустенита превращается в мартенсит закалки. В случае более медленного охлаждения происходит превращение остаточного аустенита в бейнит [8] или феррито-карбидную структуру [5] – диффузионное превращение.

В ходе второго, третьего отпуска данная последовательность процессов повторяется, хотя уже в меньшем масштабе. Каждый дополнительный отпуск снижает первоначальное количество остаточного аустенита (примерно 20%) в 3-5 раз.

Таким образом, снижение количества остаточного аустенита может происходить *только при циклическом повторении нагрева и охлаждения.*

Два варианта термообработки быстрорежущей стали

Данный процесс должен обеспечить высокую твердость и теплостойкость быстрорежущей стали, что связано с необходимостью избавления от остаточного аустенита. Известно, что для выполнения данной задачи после закалки можно проводить либо обработку холодом и однократный отпуск, либо, по второму варианту, многократный отпуск.

Равноценны ли два варианта термообработки и приводят ли они к одному результату?

Значительная часть ответа на этот вопрос содержится в пункте про многократный отпуск быстрорежущей стали. Отличие результатов обработки холодом от многократного отпуска в том, что она приводит к *более полному и непосредственному превращению остаточного аустенита в мартенсит*, причем в мартенсит закалки (в случае многократного отпуска мы получаем мартенсит отпуска).

Форма включений цементита в сталях перлитного класса

В ходе прохождения лекционного курса студенты узнают, что в сталях может быть как пластинчатый, так и зернистый перлит и что последний можно получить в ходе сфероидизирующего отжига. Речь идет о форме цементитных включений.

Каковы факторы, влияющие на форму включений карбидов железа, а также механизмы ее трансформации?

В одной из монографий [6] описываются причины сфероидизации и коагуляции цементитных включений при нагреве. Оказывается, *элементы поверхности с меньшим радиусом, частицы в т.ч., склонны более интенсивно растворяться*, а элементы поверхности с большим радиусом – расти за счет первых. Это относится и к цементитным пластинкам перлита, и к цементиту по границам зерен. В ходе нагрева стали цементитные пластинки утоняются, дробятся. Далее они могут раствориться, а могут и стать зародышами глобулярных карбидов, которые растут в ферритной матрице. Предпочтительными центрами начала сфероидизации и коагуляции являются края цементитных пластин. Изменение пластинчатой формы частиц на более стабильную глобулярную (зернистую), уменьшение поверхности межфазных границ при укрупнении частиц сопровождается снижением свободной энергии системы [5].

Применение термомеханической обработки

Как правило, студенты не акцентируют внимание на способы осуществления и область применения термомеханической обработки, которая в этом отношении сильно отличается от традиционной термической обработки. Действительно, если коленчатый вал можно подвергнуть термическому улучшению, то термомеханическая обработка для него применяться не может.

Какова технология применения термомеханической обработки? Почему в ходе осуществления этого вида обработки возможны столь значительные степени деформации (несколько десятков процентов)?

Из теории известно, что *высокую пластичность металл способен проявлять, в частности, при всестороннем сжатии*, и это, действительно, имеет прямое отношение к технологии термомеханической обработки, поскольку ее проводят *на металлургических предприятиях непосредственно после прокатного нагрева* [3].

Соответственно, термическая обработка в данном случае совершается за счет тепла, которое содержится в металле при выходе из валков. Ускоренный характер охлаждения осуществляется, как правило, с помощью подачи на поверхность металла с помощью форсунок диспергированной воды (в виде струй или брызг). Отмечается [3],

что термоупрочнение проката как в потоке, так и с отдельного нагрева позволяет повысить его механические свойства без дополнительного легирования и является весьма прогрессивным технологическим приемом.

Отжиг белого чугуна на перлитный и ферритный ковкий чугун

Каким образом получают ферритный чугун? Почему при термообработке перлитной стали не происходит подобной графитизации?

Изучая диаграмму состояния железо-цементит, студенты узнают, что цементит при определенных условиях склонен распадаться на аустенит и графит, так что в целом физико-химические основы этого процесса вопросов не вызывают.

Если обратиться к учебнику [1], то процесс отжига на ковкий чугун традиционно изображают в виде двух графиков, соответствующих получению перлитного и ферритного чугуна, в координатах «время-температура». Вначале производится выдержка при температуре 950-1000 °С, что соответствует первой стадии графитизации (распад эвтектического и избыточного вторичного цементита). Временная диаграмма получения ферритного ковкого чугуна отличается дополнительной выдержкой в области 720-740 °С. Также упоминается [1], что отжиг на перлитный чугун производится в окислительной среде, а на ферритный чугун – в атмосфере, препятствующей окислению. Влияние характера атмосферы на результат также непонятно.

В специальной литературе [2] говорится о том, что ковкий чугун делится на два вида (табл. 1).

Таблица 1.

Виды ковкого чугуна по характеру отжига

Характеристика	Графитизированный	Обезуглерожженный
Атмосфера при отжиге	Нейтральная	Окислительная, при температуре порядка 1000 °С углерод из поверхностных слоев и далее выгорает
Структура металлической матрицы	Ферритная, перлитно-ферритная, перлитная	Ферритная (толщина стенки до 8 мм), перлитно-ферритная (толщина стенки 12-14 мм)
Структура по сечению заготовки	Однородная	Неоднородная. На поверхности или даже по всему сечению включения графита отсутствуют
Механические свойства	По ГОСТ 1215-79	Не стандартизированы

Таким образом (см. табл. 1), применение обезуглероживающего отжига в целом уменьшает количество перлита. Интересно, что в ходе термообработки можно менять характер отжига с первоначально обезуглероживающего на графитизирующий.

Теперь к вопросу о распаде цементита перлита во время второй стадии графитизации. Ключевым фактором здесь является *низкая скорость охлаждения* (5-8 °С/час), что препятствует перлитному превращению и приводит к непосредственному переходу аустенита в феррит. Так почему же подобный режим охлаждения не приводит к графитизации в углеродистой стали? Причина – *в значительно большем содержании углерода в чугуне*, а известно, что графитизации как раз способствует повышенное содержание углерода, так же, как и некоторых других элементов (Si, Ni, Cu, S и т.д.).

Полиморфное $\beta \rightarrow \alpha$ превращение в титане

Почему при быстром охлаждении реализуется мартенситный механизм? Если в стали причиной образования мартенсита является незавершенная диффузия углерода, то, что может служить причиной подобного превращения в чистом металле?

Известно, что закалка определенных классов сталей, а, именно, аустенитных, способна обеспечить их высокую пластичность. Понимание причин этого явления не вызывает у студентов особых затруднений, но в отношении титана все несколько

сложнее. В целом, ответ здесь достаточно прост. Перестройка кристаллической решетки из объемно-центрированной кубической в гексагональную плотноупакованную сама по себе занимает некоторое время. Далее, ГПУ-кристаллическая решетка часто является фактором *низкой скорости диффузии*, что хорошо известно на примере магния [1]. Термообработка сплавов титана не сопровождается необходимостью больших выдержек, что имеет место быть для сплавов магния. Это не удивительно, т.к. при высоких температурах титан имеет ОЦК-кристаллическую решетку. Возможно, низкая скорость диффузии проявляется при образовании ГПУ-кристаллической решетки α -фазы, обуславливая мартенситный характер превращения при быстром охлаждении. При медленном охлаждении происходит образование и рост зародышей α -фазы, а при быстром охлаждении реализуется бездиффузионный сдвиговый механизм мартенситного превращения [7].

Заключение. Хорошее усвоение информации, получаемой на аудиторных занятиях, в значительной степени зависит от того, насколько логично она подается, насколько быстро и непротиворечиво можно ее соотнести с уже имеющимися знаниями. Задача каждого лектора – качественно подготовить читаемый текст под эти требования. Материаловедение – наука почти исключительно эмпирическая, включающая в себя много описательной информации. При подготовке лекций необходимо из нее сформировать относительно небольшой целостный и сбалансированный кластер знаний. Авторы этой статьи надеются, что она будет полезным подспорьем при решении данной задачи.

1. Арзамасов Б.Н. Материаловедение: Учебник для вузов / Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 648 с.
2. Васильев Е.А. Отливки из ковкого чугуна. Производство, свойства, применение. – М.: Машиностроение, 1975. – 240 с.
3. Грудев А.П. Технология прокатного производства / А.П. Грудев, Л.Ф. Машкин, М.И. Ханнин. – М.: Металлургия, 1994. – 656 с.
4. Мельников А.Г. Материаловедение: учебное пособие / А.Г. Мельников, И.А. Хворова, Е.П. Чинков. – Томск: Томский политехнический университет, 2016.
5. Смирнов М.А. Основы термической обработки стали: Учебное пособие / М.А. Смирнов, В.М. Счастливцев, Л.Г. Журавлев. – Екатеринбург: УрО РАН, 1999. – 496 с.
6. Счастливцев В.М. Перлит в углеродистых сталях / В.М. Счастливцев, Д.А. Мирзасев, И.Л. Яковлева, К.Ю. Окишев, Т.И. Табатчикова, Ю.В. Хлебникова. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 313 с.
7. Цвиккер У. Титан и его сплавы. – М.: Металлургия, 1979. – 512 с.
8. Циммерман Р. Металлургия и материаловедение: справочное издание (перевод с немецкого) / Р. Циммерман, К. Гюнтер. – М.: Металлургия, 1982. – 480 с.

РАЗДЕЛ III. КОСМОС И АВИАЦИЯ

Клепиков О.В.^{1,2,3}, Куролап С.А.^{1,2}

Обоснование выбора точек контроля для оценки воздействия аэротехногенных загрязнений на личный состав авиационных частей и подразделений

¹*ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»*

²*Воронежский государственный университет*

³*Воронежский государственный университет инженерных технологий
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-08

idsp: ljjournal-02-2020-08

Аннотация

В статье предпринята авторская попытка адаптации общеизвестных принципов организации мониторинга уровня воздействия загрязнения атмосферного воздуха на личный состав авиационных подразделений. Выполнено обоснование выбора точек контроля и частоты сбора информации. Рекомендован список приоритетных веществ для организации мониторинга их концентраций на военном аэродроме и прилегающей к нему территории.

Ключевые слова: военные аэродромы, загрязнение, атмосферный воздух, мониторинг.

Abstract

The author made an attempt to adapt well-known principles for organizing monitoring of the level of air pollution effects on the personnel of aviation units. The substantiation of the choice of control points and the frequency of information collection is made. A list of priority substances has been recommended for organizing monitoring of their concentrations at the military airfield and the adjacent territory.

Keywords: military airfields, pollution, air, monitoring.

Не ограничивая возможностей по обеспечению безопасности и национальных интересов Российской Федерации, решение основных задач Вооруженных Сил в мирное время должно осуществляться с учетом минимизации воздействия вредных факторов техногенного характера на окружающую среду, население, личный состав и военные объекты.

Вместе с тем, военная авиационная техника и наземные объекты, которые обеспечивают ее работу, являются источниками негативного воздействия на окружающую среду. К ним относятся боевые самолеты, вертолеты, аэродромы, склады авиационного горючего и т.д.

Для оценки воздействия аэротехногенных загрязнений на личный состав авиационных частей и подразделений необходимо выявить приоритетные загрязняющие вещества, обосновать принципы контроля их концентраций в приземном слое воздуха.

В этой связи необходима адаптация существующих систем мониторинга воздействия техногенных факторов на человека применительно к решению задачи обеспечения экологической безопасности личного состава и населения, проживающего вблизи военных аэродромов.

Основной задачей аэродрома является обеспечение выполнения операций, связанных с взлетом и посадкой самолетов, а также подготовкой их к вылету.

Аэродром включает в себя: летное поле, служебно-техническую застройку, казарменный и жилой городки.

Нами сформулированы следующие организационно-методические предложения.

Размещение точек контроля определяется с учетом наибольшей плотности или численности личного состава, площади аэродрома и приаэродромной территории, рельефа местности, размещения функциональных зон.

Основные принципы обоснования мест и количества точек контроля сбора информации об уровнях воздействия факторов окружающей среды на личный состав авиационных частей и подразделений заключаются в следующем:

- чем больше площадь территории, тем необходимо большее число точек контроля;
- чем численность личного состава больше в рассматриваемом месте контроля, тем приоритетнее контроль;
- чем опаснее вредный фактор, тем приоритетнее контроль данного фактора;
- чем продолжительнее время воздействия на личный состав фактора, тем приоритетнее контроль данного фактора.

Для оценки приоритетности контроля загрязняющих веществ должен быть выполнен сбор информации и созданы необходимые базы данных. Эта работа выполняется однократно. Ежегодно вносятся изменения, связанные с характеристикой выбросов источников загрязнения военного аэродрома.

Отбор проб воздуха должен проводиться соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества атмосферного воздуха населенных пунктов». Проведение исследований – в аккредитованных лабораториях.

Одновременно с отбором проб воздуха определяют следующие метеорологические параметры: направление и скорость ветра, температуру воздуха, состояние погоды и подстилающей поверхности.

Основанием составления перечня приоритетных загрязняющих атмосферный воздух веществ являются следующие критерии:

- вещества, совокупный вклад которых в валовый (общий) выброс (эмиссию) составляет до 95% (углерода оксид, азота диоксид, серы диоксид, взвешенные вещества);
- неорганические вещества, вероятно входящие в пылевую фракцию, на которые имеются аттестованные методы лабораторного контроля;
- вещества, обладающие канцерогенным действием (фенол, формальдегид) на которые имеются аттестованные методы лабораторного контроля.

Обобщение материалов доступных источников информации [1-5] позволило определить, что наибольшее значение для загрязнения атмосферного воздуха на аэродромах имеют подвижные источники загрязнения – самолеты на этапах взлета-посадки и стационарные источники загрязнения, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Основные источники загрязнения атмосферного воздуха на военных аэродромах

Источник загрязнения	Вещества, рекомендуемые для определения в точках контроля
Места стоянки воздушных судов	Пары керосина, бензина, оксид углерода, оксид азота, аэрозоли масел, пыль
Работа на местах стоянок и площадках специального назначения при запуске и опробовании авиадвигателей и вспомогательных силовых установок воздушных судов	Пары керосина, оксид углерода, оксид азота, аэрозоли масел, фенол, формальдегид, продукты деструкции масел, пыль
Заправка воздушных судов горюче-смазочными	Пары топлива, аэрозоли минеральных и

материалами, спецжидкостями	синтетических масел, аэрозоли рабочих жидкостей
Наружная мойка воздушных судов с применением моющих средств	Фенол, моноэтаноламин
Расконсервация деталей воздушных судов, переборка тормозов и т.п.	Пары бензина, толуол, ацетон, бутилацетат, этилацетат
Ремонт и наладка бортового оборудования	Пары керосина, пыль графитовая, канифоль, свинец
Заправка бортовых огнетушителей	Этиленгликоль, фреон-12В, фреон-114В
Зарядка аккумуляторов	Аэрозоли щелочей и кислот

В минимальный обязательный перечень определяемых веществ в атмосферном воздухе необходимо включить диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы, взвешенные вещества, пары керосина.

Лабораторно определенные в точках контроля концентрации загрязняющих веществ необходимо сравнивать с гигиеническими нормативами ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» (на территории летного поля и служебно-технической застройки) и ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» (на территории казарменного и жилого городка).

Для контроля воздушной среды оптимальна полная программа наблюдений, которая предназначена для получения информации о разовых и среднесуточных концентрациях. Наблюдения по полной программе выполняют ежедневно путем непрерывной регистрации с помощью автоматических устройств или дискретно через равные промежутки времени не менее четырех раз в сутки.

На первом этапе не менее 200 среднесуточных проб в год в каждой контрольной точке дают относительно надежное представление о степени загрязнения воздуха территории. При стабильной информационной картине, число исследований в последующие годы можно уменьшить до 4 проб в каждой контрольной точке (посезонно).

1. Голубева А.О., Ларичкин В.В., Коротаева Т.А. Численный расчет рассеивания загрязняющих веществ от эксплуатации самолетов на прилегающих к аэропортам и аэродромам территориях // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. 2014. №1 (22). С. 52-61.
2. Жидко Е.А., Кириянов К.А. Математическая модель загрязнения воздушной среды на территории аэродрома // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2018. № 3 (13). С. 30-35.
3. Кулаков С.Ю., Базарский О.В. Методика расчета уровня загрязнения атмосферы авиационными двигателями воздушных судов // Фундаментальные исследования. 2014. №8. С. 1617-1621.
4. Маслов В.А., Дзюбенко О.Л. Методика прогнозирования формирования уровней загрязнения окружающей воздушной среды аэродромов и прилегающих территорий // Современные научные исследования и инновации. 2012. № 10 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2012/10/18142> (дата обращения 15.03.2019).
5. Международные стандарты ИКАО. Приложение 16 к Конвенции о международной гражданской авиации «Охрана окружающей среды» Том II «Эмиссия авиационных двигателей» - Международная организация гражданской авиации, 2008. 118 с. [электронный ресурс] [http://www.aviadocs.net/icaodocs/Annexes/an16_v2_cons_ru.pdf] (дата обращения 31.01.2020 г.).

Медведева Н.И., Рагозин А.Н., Третьяков И.А., Рагозина М.А., Нестеров В.А.
Особенности компьютерного моделирования космических аппаратов на
предприятиях ракетно-космической отрасли

Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф.

Решетнева

(Россия, Красноярск)

doi: 10.18411/lj-02-2020-09

idsp: ljjournal-02-2020-09

Аннотация

Одним из способов разработки космического аппарата (КА) является макетирование изделия. Модель КА строится с применением системы автоматизированного проектирования (САПР), при этом основной сложностью является большой объем элементов изделия. При создании модели работают два подразделения – проектное (разработка эскизных проектов) и конструкторское (разработка конструкторской документации (КД)). При организации работ по моделированию одним из важных элементов является использование системы управления инженерными данными (СУИД).

Ключевые слова: космический аппарат, макетирование, система автоматизированного проектирования, системы управления инженерными данными.

Abstract

One of the ways to develop a spacecraft (S) to model the product. The model is built using a computer-aided design (CAD) system, with the main difficulty being the large volume of product elements. When creating a model, there are two divisions: design (development of preliminary projects) and design (development of design documentation (DD)). When organizing modeling work, one of the important elements is the use of the engineering data management (EDM) system.

Keywords: spacecraft, layout, computer-aided design, engineering data management systems.

При разработке изделий ракетно-космической отрасли необходима тщательная разработка научно-технической документации перед запуском серийного или единичного производства. Разработка космического аппарата усугубляется неремонтопригодностью после запуска. Макетирование изделия это один из способов разработки КА. Оно проводится до начала запуска изготовления изделия и его составных частей.

Основными целями макетирования являются: проверка конструкторских решений смежных отделов-исполнителей; отработка размещения аппаратуры служебных систем; отработка монтажных схем кабельных сетей аппаратуры служебных систем; проверка принятых технологических решений; контроль на непопадание элементов конструкции в поле зрения оптических приборов; оценка оптимального расстояния между бортовой аппаратурой и элементами конструкции; возможность проведения контрольно-проверочных работ; оценка массогабаритных и центровочных характеристик.

При проведении макетирования зачастую появляется необходимость корректировки КД. По результатам макетирования и выпуска соответствующей КД принимается решение об изготовлении изделия. Макетирование КА весьма трудозатратный процесс. Он начинается после запуска конструкторской документации на подсистемы аппарата и завершается на этапе сдачи изделия. При серийном

производстве или в случае достаточности средств макетирование может быть проведено путем изготовления отдельного образца, отвечающего всем требованиям создания макета. Данный метод активно использовался при разработке КА до 90-х годов прошлого столетия. Сейчас, благодаря развитию трехмерных компьютерных технологий, появилась возможность начинать макетирование на этапе разработки КД до запуска изготовления КА, что позволяет найти ошибки и недостатки на начальных этапах синтеза модели, а также сокращает общий срок разработки КА. Большой объем задач можно решать в процессе компьютерного моделирования, однако полное исключение макетирования опытных образцов на данный момент невозможно.

Материалы, приведенные в данной работе, опираются на опыт синтеза и моделирования КА в Акционерном Обществе «Информационные Спутниковые Системы» (АО «ИСС»).

Модель КА строится с применением САПР с заданием атрибутов, соответствующих состоянию элементов системы. К созданию модели в САПР привлечено большое количество специалистов. На первом этапе разработки модели формируются технические требования. С учетом выполнения задач в процессе создания макета и разработки КД к модели изделия предъявляются следующие требования: модель должна соответствовать технической документации на разрабатываемое изделие; модель КА должна удовлетворять требованиям нормативной документации; моделирование должно производиться в рамках одной САПР; модель должна отображать движение элементов, соответствующее реальным физическим (механическим) процессам в готовом изделии; модель должна отображать технологические процессы установки аппаратного состава служебных систем, элементов конструкции; в процессе моделирования технологических процессов необходимо создавать модели технологического оснащения; модель КА должна позволять показывать разборку на модули и составные части; разработку модели необходимо вести с учетом рационального использования вычислительной мощности средств разработки и набора инструментов моделирования в самой САПР.

Сложностью при создании модели с применением САПР является большой объем создаваемых элементов. Учитывая ограничения и упрощения на количество смоделированных элементов, не играющих большой роли (элементы крепежа, металлизации и маркировки), модель может достигать объема в десятки тысяч элементов. В работе с объемными сборками требуется рациональный, обдуманный подход в методической и организационно-технической частях. При организации работ по моделированию является важным использование СУИД: основа модели КА представляется в виде структуры, которая основана на связях между элементами. СУИД позволяет распределять элементы модели по нужным специалистам и раздавать права доступа к моделированию, создавать конструктивные элементы и приборы служебных систем, а также проводить менеджмент сборки. Создавать модель необходимо с учетом требований отраслевой нормативной документации и специфики создания КА.

Для организации и планирования работ по созданию моделей конструкции необходим график моделирования, который может быть представлен в различных формах. Контроль сроков моделирования должен осуществляться централизованно. График отображает сроки разработки бортовой аппаратуры служебных систем и элементов конструкции. Помимо конструктивных элементов, состав изделия включает набор бортовой аппаратуры служебных систем, которая также подлежит моделированию. Обычно модели бортового оборудования поставляются совместно с технической документацией предприятием-разработчиком оборудования. Привести к единому виду различные модели позволяют следующие требования: для включения в систему управления инженерными данными модель должна быть конвертируема в

САПР, используемой разработчиком космического аппарата; модель представляется в виде одной детали. Исключением могут быть съемные или подвижные элементы. Отдельными деталями представляются колпаки, защитные крышки и приспособления для транспортировки; наименования файлов модели должно соответствовать единым правилам; приборный состав каждой из подсистем космического аппарата должен окрашиваться в определённый цвет для удобства идентификации в общей сборке модели; моделирование массогабаритных характеристик осуществляется путем задания атрибутов массы и определения координат центра масс; при моделировании бортовой аппаратуры космического аппарата разъемы должны показываться упрощенно с сохранением узнаваемого внешнего облика и реальных габаритов. Выдавливанием текста должна быть выполнена маркировка разъемов в местах их реального размещения; зоны обзора или незатенения должны моделироваться методом поверхностного моделирования, прозрачность поверхности должна быть в пределах 50-70%.

В АО «ИСС» принято разделять конструкторские и проектные подразделения. Проектные подразделения занимаются разработкой эскизных проектов, в общем смысле концептуальным проектированием. Конструкторские занимаются разработкой КД и ее сопровождением в процессе изготовления элементов изделия. Конструкторская и проектная модели должны быть связаны между собой. О параметризации моделей позволяет говорить ряд специальных мер осуществляющих взаимосвязь конструкторских и проектных моделей. Выделяются следующие меры: наличие единых шаблонов для всех моделей; наличие зон для размещения конструктивных элементов; инструментарий САПР должен позволять реализовывать метод нисходящего проектирования.

Зоны для размещения элементов конструкции изделия конструкторских и проектных подразделений являются общими. Для части конструктивных элементов в состав зон вводятся оси и вспомогательные плоскости. Бортовая аппаратура служебных систем выделяется в особую группу моделей. Поставляемые модели бортовой аппаратуры от предприятий-разработчиков, которых зачастую большое количество у предприятия-разработчика КА, должны быть интегрированы в систему управления инженерными данными. Из-за разного программного обеспечения, которым пользуются предприятия-разработчики, возникают сложности при приведении их к единому виду. Следовательно, необходимо выставлять требования к присылаемой модели для работы в единой САПР предприятия-разработчика КА.

Следующим шагом при работе с предприятиями-разработчиками бортовой аппаратуры является предоставление прав доступа к управлению общей моделью космического аппарата. Данный шаг дает возможность работы разных предприятий удаленно с помощью интернета. Но при этом могут существовать трудности технического и организационного характера. Одной из них может стать недостаток подготовленных специалистов.

Зачастую работа с применением СУИД вызывает трудности у специалистов. Для подготовки специалистов предприятий кооперации работы в СУИД предлагается организация выездных курсов для специалистов предприятия-разработчика космического аппарата. В рамках проведения курсов осуществляется не только теоретическая подготовка, но и наработка практических навыков.

При невозможности работы предприятий кооперации в СУИД необходимо строго контролировать входящие файлы этих предприятий. Использование САПР соответствующего уровня, а также жестко заданные требования к уровню проработки модели сильно упростят ее интеграцию. В случае невозможности соблюдения требований к модели предприятием-разработчиком бортовой аппаратуры, и при

необходимости работы с данным предприятием-разработчиком, допускается в разумных пределах снижение требований к присылаемой модели.

В заключении сформируем следующие выводы:

- Применение комплексного подхода в моделировании сокращает срок разработки документации по изделию и уменьшает время ее согласования;
- Моделирование в САПР дает возможность на начальных этапах найти ошибки и недостатки, упрощает разработку и доработку космического аппарата, сокращает общий срок его разработки;
- Система управления инженерными данными предоставляет возможность удаленной работы предприятий кооперации, при этом ужесточает требования к моделям для работы в единой САПР соответствующего уровня.

1. ГОСТ 2.052-2006. Электронная модель изделия.
2. ГОСТ 2.053-2006. Электронная структура изделия.
3. Сорокатая К.В., Ващенко И.В., Рагозина М.А., Аникина Ю.А. АИСУП на предприятиях ракетно-космической отрасли / Роль технических наук в развитии общества: сборник материалов II Международной научно-практической конференции (6 марта 2017 года). – Кемерово: ЗапСибНЦ, 2017 – 252с. – С. 91-92.

РАЗДЕЛ IV. ГЕОГРАФИЯ

Ван Цзинжун

Обзор наводнений и засух в Хэйлунцзянском регионе с 1840 г. по 1931 г.

*Академия общественных наук провинции Хэйлунцзян
(Китай, Харбин)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-10

idsp: ljjournal-02-2020-10

Наводнения и засухи являются главными стихийными бедствиями в Хэйлунцзянском регионе, которые непосредственно влияют на развитие региона и социальное развитие. Особенно после 50-х и 60-х годов 19-го века, когда правительство Цинской династии частично отменило политику запрета, жители провинций Шаньдун, Хэбэй и других провинций переселились в Хэйлунцзянский регион произошел бум «Переселение в Гуаньдун», который положил начало освоению черной земли в современной эпохе. Однако наводнения и засухи серьезно угрожали жизни и имуществу людей, подрывают плоды их труда, наносят тяжелый урон социальному богатству и даже вызывают дестабилизацию общества.

I. Природный климат и географическое состояние в Хэйлунцзянском регионе.

Научные исследования показывают, что частые наводнения и засухи тесно связаны с природным климатом, географическим положением и рельефом и топографией и т.д. Хэйлунцзянский регион расположен на 43°22'-53°24' северной широты и 121°13'-135°05' восточной долготы и относится к средне-умеренной континентальной муссонной климатической зоне. Под влиянием атмосферной циркуляции и солнечной активности температура воздуха сильно меняется, а продолжительность солнечного сияния велика. Осадки распределяются неравномерно в течение года, причем наибольшее количество осадков выпадает в июне - августе, составляя 53-73% от годового количества осадков, а затем количество осадков в сентябре - ноябре, что составляет 15%- 25% от годового количества осадков, потом количество осадков в марте - мае, что составляет 10%-17% от годового количества осадков, наименьшее количество осадков в декабре - феврале лишь 1% - 4% от годового количества осадков[1]. Поэтому весной выпадает меньше осадков, а летом больше осадков, и наблюдается явление весенней засухи и летнего паводка. Что касается осадков, то среднегодовое количество осадков в большинстве регионов составляет от 500 до 600 мм, но оно распределено неравномерно, в основном в горных районах больше, а на равнинах меньше, в центральных и южных районах больше, за ними следует в восточных районах, а на западных и северных районах меньше, образовалось положение засухи на западе и наводнения на востоке.

Рельеф может перераспределять дождевые осадки, что приводит к засухе в возвышенностях и паводку в низинах. Хэйлунцзянский регион принадлежит к третьему уровню ступенчатого рельефа Китая со средней высотой над уровнем моря не более 500 м. Восток и запад - равнинные районы, а середина и север - холмистые местности. Общий рельеф местности - высок на северо-западе, севере и юго-востоке, а низок на северо-востоке и юго-западе. Хребет Малый Хинган и хребет Лаоюе пересекаются посередине, из-за подъемного действия горной местности на воздушный поток, на наветренной стороне горной местности, такая как Ичунь, Учан, Шаньжи и другие города и уезды, и их нижние равнины образуются дождливые зоны и центры сильных дождей, которые являются сильно затопленными зонами. А на подветренной стороне

горной местности воздушный поток снижается, а количество осадков уменьшается, в результате чего равнина Сун-Нэнь и ее горные бассейны находятся в состоянии засухи.

Реки и озера в Хэйлунцзянском регионе пересекаются, и имеются четыре основные речные системы: Река Амур, река Сунгари, река Уссури, река Суйфэнхэ, а также озеро Ханка, озеро Цзинбо, озеро Удалянци и другие озера. В случае сильных дождей или таяния снегов возможно произойти сильное поднятие уровня реки, что приведет к сильным наводнениям. Согласно записям данных, в 1872, 1897, 1928 и 1929 годах в верхнем и среднем течении реки Амур произошли большие наводнения, все причины которых были вызваны сильными дождями, которые привели к резкому поднятию уровня ее притоков, и резкому поднятию уровня основного потока реки Амур, в конечном итоге вызвав наводнение. Например, 26 и 27 июля 1928 года в бассейне притока реки Амур - реки Зея продолжались сильные дожди: уровень реки Зея поднялся более чем на 10 метров, а на реке Хума и возник горный поток, в результате чего уровень реки Амур поднялся более чем на 3 чжан (1 чжан = 3.33 м). Деревни вдоль побережья уездов Хэйхэ, Айгунь, Уюнь, Фошань, Хума, Кике и других были затоплены, и 15 000 человек покинули свои дома[2].

Короче говоря, из-за обширной территории Хэйлунцзян, сложной географической среды, часто происходят наводнения и засухи, и даже то и другое одновременно, ежегодно происходят засухи и наводнения различной степени[1]. Наводнения происходят в основном на низких заболоченных местах, плоских впадинах и поймах. Засухи в основном происходят на возвышенностях и склонах, местах с эрозией почвы и плоских возвышенностях на западных районах. Хотя оба являются серьезными стихийными бедствиями, данные показывают, что площадь засухи в Хэйлунцзянском регионе велика, но наносимый ущерб относительно невелик, площадь наводнения невелика, но ущерб относительно велик.

II. Наводнения и засухи в Хэйлунцзянском регионе в течение 1840 - 1911 гг.

До 50-х и 60-х годов 19-го века правительство Цинской династии ввело политику запрета в Хэйлунцзянском регионе, только в Цицикаре, Айгуне, Нэньцзяне, Хулане, Илане, Нинане, Шуанчэне и Хулунбуире было базированы знаменитые войска и небольшое количество жителей, охраняющие границу. Чтобы обеспечить продовольствием армии, поддерживать работу местных органов власти и предоставить специальные продукты для родственников императорской семьи, были открыты пахотные земли для местного правительства, пахотные земли для императора и пахотные земли для простых маньчжуров. Большинство наводнений и засух были произошли в вышеуказанных районах. В 1822 году уровень реки Нэньцзян был резко поднят, и десятки ли дорог возле города Цицикар были затоплены, и затоплено 27900 шан плодородной земли (1 шан = 10 му), что составляет половину всей пахотной земли. В апреле и мае 1825 года в районе Нинггута не было осадков, и произошла весенняя засуха, что привело к плохому урожаю зерна в течение всего года, получено всего от 30% до 40% урожая. В 1846 году восточная часть провинции Хэйлунцзян была сильно затоплена: реки в Илане и Нинане разлились, затопив крестьянские дома и пахотные земли, особенно вся территория Илань затопила, глубина воды в городе составляла 8-9 чи (1 м = 3 чи), все дома местной власти и населения были затоплены. Военные и гражданские имущества унесены водой, а зерно не было собрано.

После подписания «Айгуньского китайско-русского договора» кризис на северо-восточной границе стал более серьезным. В 1860-х годах правительство Цинской династии было вынуждено частично отменить запрет в Хэйлунцзянском регионе, большое количество населения переселилось сюда из внутренней части Китая, большое количество бесплодной земли было возвращено в пахотную землю, и появились новые города и села. А наводнения и засухи также и не затихнули, и бушевали в большем масштабе, и ущербы не уменьшились. В 1876 году генерал провинции Хэйлунцзян сообщил, что весной и летом провинция Хэйлунцзян страдала

от сильной засухи, после наступления осени уровень реки резко повысился, и все сельхозкультуры были затоплены. Кроме того, в Нинане, Илане и других местах маньчжуры получили очень плохой урожай из своих полей из-за весенней засухи и осенних заморозков. В 1877 году недавно освоенные пустоши в уезде Баян были сильно затоплены из-за внезапного горного потока и речных наводнений, сельхозкультуры были затоплены, а урожай был скудным. Пострадали более 44 000 человек из всех семей. В том же году, в первый день сентября по лунному календарю, в районе Илань были внезапные сильные ветры, непрерывные дожди и снег, уровень реки Сунгари поднялся более чем на 2 чжан (1 чжан = 3.33 м), река разлилась, глубина воды на ровной поверхности земли была в нескольких чи (1 м = 3 чи), все культуры были затоплены и полегши, жилые дома в городских и сельских районах рухнули, а скоты и лошади утоплены и заморожены до смерти. Кроме того, поля, засаженные маньчжурами в Аченге, Лалине и других местах получили плохой урожай из-за непрерывного дождя летом и осенью. С 1881 по 1885 год засухи и наводнения продолжались в большинстве районов провинции Хэйлунцзян, и ситуация была серьезной. Согласно отчету Учанского управления, в этом году (1885 г.) земли арендаторов маньчжуров переживали сильную засуху летом и непрерывные дожди в начале осени, а уровень рек во всех местах были подняты, а большие участки вдоль реки затоплены, урожай плохой. В 1897 году в Учанском управлении весной была меньше засуха из-за малождовой погоды, а летом после вступления в июнь и июль был «непрерывный дождь» на сорок дней, культуры были затоплены, а зерна несорваны. В то же время засухи и наводнения в уездах Шуанчэн, Илань, Цицикар, Суйхуа, Биньчжоу, Нинань и других местах также были очень серьезными, и площадь пахотных земель, пострадавших от стихийного бедствия, резко возросла, только в уезде Шуанчэн была 10056 шан (1 шан = 10 му), в уезде Суйхуа - около 10000 шан; число людей, пострадавших от наводнения в западном районе провинции Хэйлунцзян, достигло более 90 000 человек.

В начале 20-го века правительство Цин осуществило «Новая политика». Политика запрета в Хэйлунцзянском регионе была полностью ликвидирована, была введена провинциальная система, и были созданы местные административные органы правительственных ведомств, чтобы энергично набирать людей для освоения целины и развития экономики. Для этой цели освоение целины шло полным ходом, а наводнения и засухи произошли все более частыми. В 1901 году генерал провинции Цилинь сообщил, что 30 000 шан (1 шан = 10 му) пахотных земель, подчиненных Шуанчэнскому управлению, «получили плохой урожай из-за позднего весеннего дождя и ранней осенних заморозков, который даже не хватает для кормления самих крестьян, и трудно описать словами их тяжелую ситуацию».[3] Согласно статистическим данным, в период с 1901 по 1910 год в провинции Хэйлунцзян произошли четыре обычных засухи, [1] в том числе засуха с 1904 по 1907 год охватила следующие города и уезда: Саньхин, Тонкен, Кейн, Нингута, Цицикар, Айгунь, Далай и т.д., в том числе не только давно освоенные участки, но и недавно освоенные земли. Непрерывная засуха весной и летом продолжалась на сорок-пятьдесят дней, посевы засохли, и урожай составил всего 20-30%. В некоторых деревнях уезда Айгунь произошла конная чума, и многие сельскохозяйственные лошади умерли от болезней и понесли тяжелые потери. С 1908 по 1911 годы наводнения опять охватили многие районы провинции Хэйлунцзян. В 1909 году затопленные пахотные земли только в одном уезде Баян достигли 10 697 шан (1 шан = 10 му) и пострадали 1102 домов населения. В июле 1910 года в Харбине произошел внезапный сильный дождь, поднялась вода в реке Сунгари и протекла дамба. Улицы в Харбине были затоплены на один-два чи (1 м = 3 чи), старый дом исполнительного органа был затоплен и обрушен, а многие частные жилые дома были затоплены. Уезд Биньцзян организовал персонал для аварийного восстановления, блокировал прорыв мешками с грунтом, ремонтировал дамбу днем и ночью и занимал

поезда у компании КВЖД для перевозки беженцев в возвышенность. В то же время районы Хулан и Суйхуа пострадали от наводнений из-за проливных дождей, среди которых было затоплено более 10 деревень в уезде Хулан, более 6000 шан (1 шан = 10 му) пахотных земель не получили даже одного зерна. В уезде Баян тоже было затоплено около 10 000 шан (1 шан = 10 му) пахотных земель. В 1911 году вся провинция Хэйлунцзян пострадала от наводнений, вызванных резкого поднятия уровня рек из-за сильным дождем. Среди них в одном только уезде Биньчжоу пострадали более 5300 пахотных земель от стихийного бедствия, и не получили даже одного зерна, что привело к сокращению осеннего урожая и резкому росту цен на зерно. Вся территория уезда Хуачуань пострадала от наводнений, и большая площадь была затоплена, более 40 000 шан (1 шан = 10 му) пахотных земель были затоплены. Более 4000 домов беженцев «готовили пищу на дровах, спали на деревьях, и трудно описать словами их тяжелую ситуацию»[3].

В поздний период династии Цин в Хэйлунцзянском регионе преобладало освоение земель, и большинство жителей-целинников были новыми переселенцами из внутренней части Китая, и их способность противостоять бедствиям была слабой. Таким образом, засухи и наводнения оказывают большое влияние на сельское хозяйство и сельское производство, вызывая значительные потери имущества. Кроме того, наводнения и засухи распространились на всю провинцию с быстрым расширением площади пахотных земель. Согласно статистике, до открытия Хэйлунцзянского региона общая площадь пострадавших пахотных земель составляла 100 000 шан (1 шан = 10 му), а численность пострадавшего населения - более 60 000 человек. А в 1910 году пахотные земли, пострадавшие от стихийных бедствий, только в одном уезде достигли 100 000 шан (1 шан = 10 му), а пострадавшее население - 40 000 человек.

III. Наводнения и засухи в Хэйлунцзянском регионе в течение 1912 - 1931 гг.

После Синьхайской революции, феодальная монархия была свергнута, и была основана Китайская Республика. Реформа социальной системы способствовала развитию всего общества, но явление частых наводнений и засух не ослабевало, и в связи с ростом современной промышленности и торговли, транспорта, их разрушительность более большая, и наносит более серьезные потери.

В период Китайской Республики продолжались наводнения и засухи в Хэйлунцзянском регионе, в 1915 году были тяжелые наводнения, в 1917-1919 годах были тяжелые засухи, в 1925 году были тяжелые засухи, в 1928-1929 годах были тяжелые наводнения. В 1915 году большинство районов провинции Хэйлунцзян пострадало от тяжелых наводнений, в том числе в уезде Лунцзян были затоплены 164 515 шан (1 шан = 10 му) пахотных земель, и пострадали более 10 000 человек, в уезде Цинган были затоплены более 33 600 шан пахотных земель, а пострадавшее население достигло более 1700 человек; в уезде Танюань были затоплены 23 100 шан пахотных земель, а пострадавшее население около 17 000 человек; в уезде Баянь были затоплены более 31 000 шан пахотных земель, а пострадавшее население более 1300 человек. По словам губернатора провинции Хэйлунцзян Чжу Цинлани, «В уезде Ланьси затоплены сотни деревень и десятки тысяч шан пахотных земель. Дамбы и мосты в уезде Чжаочжоу разрушены, и ситуация особенно ужасна»[3].

С 1916 по 1925 год большинство времени в Хэйлунцзянском регионе пострадала от засухи. В середине мая 1919 года погода в Харбине была сухой. «Ежедневное понижение уровня воды (в реке Сунгари) составляет около 4 цунь (1 цунь = 3,33 см.), поэтому и было попадание на мель проходящей лодки»[4] что серьезно повлияло на отрасль водного транспорта на реке Сунгари. 26 июля самая высокая температура в Харбине достигла 33 градусов по Цельсию, что является «самой жаркой погодой с момента открытия этого порта»[5]. Засуха в 1925 году также была очень серьезной, пахотные земли, пострадавшие от засухи в уезде Нэньцзян, составляли 208 000 шан (1

шан = 10 му), а пахотные земли, пострадавшие от засухи в уезде Нэхэ, составляли 81 000 шан. Начальник уезда Илань сообщил: «На территории уезда очень много засухи. В течение ста двадцати или семидесяти-восьмидесяти ли вокруг административного центра уезда с весны до сих пор не было обильных дождей. Большинство саженцев в это время не было вышло из земли, и некоторые вышедшие уже засохли» [3]

С 1928 по 1929 годы Хэйлунцзянский регион подвергнулся наводнению. В июле 1928 года продолжались проливные дожди на бассейне реки Амур, что вызвало резкое поднятия уровня воды на реке Амур и река разлилась, «На протяженности 2000 ли от уезда Фошань до уезда Хэйхэ, река разлилась на двух берегах Китая и России на ширине 40-50 ли, затоплены деревни, городки и села, была огромная потеря урожая, товаров и домов»[3]. В уездах Хэйхэ, Айгунь, Уюнь, Фошань, Хума и других местах всего затоплены более 50 деревень, около 3000 домов, и более 15 000 человек пострадали от стихийного бедствия, «Пострадавшие поддерживали старых и вели за руку детей ночевали на горах на открытых условиях, ребенки плакали из-за голода, тяжёлая ситуация вызывала жалость»[3]. Поток рек на севере уезда Тайлай не только затопил некоторые деревни и пахотные земли, но и разрушил железную дорогу на мосту Харгей, что привело к остановке поездов. В середине июля продолжительные летние дожди вызвали резкое поднятие уровня воды в реке Амур, реке Сунгари и реке Уссури, что привело к потоплению уездного городка Тунцзян, а уездное управление было вынуждено переселить в повышенность для работы. Тюрьма была затоплена и вынуждена переселена в школу. Согласно статистике, «Затопленная зона охватила половину уезда», количество затопленных домов достигло более 2200, из которых более 550 домов полностью обрушены. Кроме того, в уездах Илань, Танюань, Суюань, Хуачуан, Фуцзинь, Баоцин и Хулинь и т.д, также были тяжелые наводнения, затоплены пахотные земли, плохой урожай, разрушены дома, разрушены дороги и население стало бесприютным беженцем. Летом 1929 года в бассейне реки Амур снова пошел сильный дождь, что вызвало резкое поднятие уровня воды на реке Амур и река разлилась, уезды вдоль реки сильно пострадали от наводнения. В уезде Мохэ «Был продолжительный дождь с начала лета, дождь начался с 18 июня и прекратился в конце этого месяца, всего 13 дней, 28-го и 9-го шли проливные дожди. Мощные потоки в реках в верховьях сходятся и впадают вниз, а уровень воды в реках резко поднялся, размывы береги реки уездного городка. По словам жителей уезда, это наводнение было беспрецедентным за более чем десять лет». Начальник уезда Мохэ сообщил: «После ухода воды все сеянцы пшеницы засохли и утонули, а осенний урожай безнадежен»[3]. В уезде Луобэй «На этот раз речные наводнения и дождевые стихийные бедствия наносят большие ущербы домам, людям, животным, имуществам. Затопленные и поврежденные дождем неполивные поля более 3500 му, а поврежденные дождем поливные поля более 2300 шан (1 шан = 10 му). На территории уезда появились крайне бедные жители более 2300 чел., и второстепенные бедные жители более 800 чел.»[3]. Кроме того, уезда Иань, Тайлай, Нэхэ, Нэньцзян, Далай, Тели, Ванкуй, Тунбэй, Миншуй, Цинган и Хайлун, также пострадали от наводнения в разной степени, большое количество пахотной земли было затоплено, и были нанесены большие ущербы жизни и имуществам жителей. наносят большой ущерб

По сравнению с концом династии Цин способность Хэйлунцзянского региона противостоять наводнениям и засухам в период Китайской Республики возросла в какой степени, главным образом потому, что местные органы власти организовали людей для строительства частей дамб, чтобы предотвратить наводнения и стихийные бедствия, а также защитить города и сельские угодья. В 1916 и 1917 годах в уезде Биньцзян «Правительство и бизнесмены договорились, что театры будут исполнять благотворительные выступления течение двух дней, а полученные от выступлений средства будут переданы на ремонт набережной реки»[5]. Уезд Тайлай организовал население строить дамбы на двух берегах реки, которые действовал в течение

нескольких лет без наводнений»[3]. В августе 1918 года начальник уезда Тунцзян и начальник гарнизона совместно учредили «Временный комитет по ликвидации последствий наводнения в уезде Тунцзян», который назначил интеллигентов и знатных людей для добровольного участия в работе по оказанию помощи, пострадавшим от стихийных бедствий, главным образом для расселения пострадавших, учета и регистрации пострадавших, помощи пострадавшим снова вернуться в свои дома, учета затопленных пахотных земель, купли-продажи зерна для помощи голодающим, организации персонала для раскопки траншея и канализации, чтобы как можно скорее восстанавливать общественную жизнь и порядок.

В освоении и развитии Хэйлунцзянского региона в наше время последовали различные стихийные бедствия, особенно наводнения и засухи. Из-за низкого уровня производительности в то время средства и меры по борьбе с ними были ограничены, что делает их важным фактором, непосредственно влияющим на социально-экономическое развитие.

1. Департамент водного хозяйства провинции Хэйлунцзян: «Наводнения и засухи в провинции Хэйлунцзян», стр. 58, Народное издательство провинции Хэйлунцзян, 1998 г.
2. Ли Сяотао и др. «Особенности и последствия наводнений в провинции Хэйлунцзян», «Вестник Хэйлунцзянского гидротехнического колледжа», выпуск № 2, 1996 г.
3. Чжу Дяньин и другие: «240-летняя история наводнений и засух в провинции Хэйлунцзян», стр. 210. Хэйлунцзянское научно-техническое издательство, 1991 г.
4. Чжэн Иншуан: «Летопись водного хозяйства г. Харбин», стр. 86, опубликована Харбинским управлением водного хозяйства, 1994 г.
5. Комитет по составлению краеведений г. Харбин: «Краеведение г. Харбин • Сельское хозяйство и водное хозяйство», стр. 564, Народное издательство провинции Хэйлунцзян, 1998 г.

РАЗДЕЛ V. ФИЗИКА

Ахмедов А.П.

Возможности использования суперконденсаторов в велосипедах на солнечных панелях

*Ташкентский институт по проектированию, строительства и эксплуатации
автомобильных дорог
(Узбекистан, Ташкент)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-216

idsp: ljournal-02-2020-216

Аннотация

В статье приводятся данные о велосипеде являющимся транспортным средством. По сравнению с велосипедом, он имеет лучшую обтекаемость, защиту от непогоды и более комфортабельную посадку. Веломобиль может иметь ножной, ручной или комбинированный привод. При сравнении с автомобилем веломобиль имеет ряд преимуществ. Приводятся веломобили на солнечных панелях марки M? и Solar E-Cycle. Предлагается конструкция трехколесного велосипеда на солнечных панелях с электрическим двигателем и суперконденсатором. Электрический двигатель устанавливается на задних колесах велосипеда. Под сиденьем водителя располагаются суперконденсаторы. Суперконденсаторы служат для питания электрического двигателя и рекуперации энергии. Зарядка суперконденсаторов осуществляется при помощи солнечных панелей.

Ключевые слова: Веломобиль, солнечные панели, автомобиль, транспорт, привод, электродвигатель, заряд, разряд, агрегат, колеса, ионистор, аккумулятор, суперконденсатор, емкость, электромотор, скорость, энергия.

Abstract

In article it is cited data about velomobile by being vehicle. In comparison with a bicycle, it has the best flowing, protection against a bad weather and more comfortable planting. The velomobile can have the foot, manual or combined drive. At comparison with the car velomobile has a number of advantages. To be resulted velomobiles on solar panels of mark of M? And Solar E-Cycle. The design three-wheeled velomobile on solar panels with an electric motor and the supercondenser is offered. The electric motor is established on back wheels of the velomobile. Under the armchair of the driver supercondensers settle down. Supercondensers services for a food of an electric motor and recupered energy. The gymnastics of supercondensers are carried out by means of solar panels.

Keywords: velomobile, solar panels, the car, transport, a drive, the electric motor, a charge, a discharge, the unit, wheels, ionistor, the accumulator, the supercondenser, capacity, the electromotor, speed, energy.

Веломобиль — транспортное средство с мускульным приводом, сочетающее простоту, экономичность и экологичность велосипеда с устойчивостью и удобством автомобиля. Веломобиль предназначен, как правило, для эксплуатации на дорогах с твердым покрытием. По сравнению с велосипедом, он имеет лучшую обтекаемость, защиту от непогоды и более комфортабельную посадку. Веломобиль может иметь ножной, ручной или комбинированный привод. Привод может осуществляться на передние, задние или на все колеса. На ведущие колеса крутящий момент может передаваться с помощью цепи, ремня, карданного вала или стальных (кевларовых) тросиков. С точки зрения движения ног (рук) велосипедиста, привод велосипеда может быть круговым, эллиптическим или линейным. На некоторые велосипеды

устанавливают вспомогательный электродвигатель, например, «BionX». Привести в движение велосипед способен педальный привод, управляемый руками или движением ног. Некоторые велосипеды снабжены дополнительным устройством электропривода, который подпитывается при помощи аккумулятора. Такими машинами легко управлять и, естественно, не трудно обслуживать [1]. По сравнению велосипедом велосипеду для поддержания крейсерской скорости в 30 км/ч требуется в 3,5 раза меньше усилий человека. Велосипед с электрическим приводом при торможении вырабатывает электричество, которое аккумулируется и используется для подъёма в гору. Неоспоримым преимуществом велосипеда является обтекаемый кузов, который значительно увеличивает его скорость и одновременно является главным средством защиты водителя от травм и непогоды (во многих моделях с этой целью может быть использован специальный тент). И это очень весомое преимущество велосипеда перед велосипедом. Не смотря на целый ряд преимуществ, как и любое другое транспортное средство, велосипед не лишен недостатков. Одним из самых первых является, конечно же, неподготовленность большинства моделей к езде по грунтовым дорогам, узким лесным тропинкам и горным склонам. Хотя есть велосипеды внедорожники, стоят они соответственно дороже. Вторым недостатком является громоздкость агрегата, особенно семейной модели, для которой часто требуется гараж, как для автомобиля. Если сравнивать велосипед с автомобилем, то тут также можно увидеть ряд преимуществ [2]:

- Эксплуатация велосипеда проста и общедоступна. Велосипед не требует регулярного технического обслуживания (если вовремя очищать агрегат от грязи и пыли).
- Велосипед экологичен. Компактные, бесшумные, экологически чистые велосипеды могли бы во многом поспособствовать решению транспортной проблемы городов.
- Стоимость велосипеда в десятки раз меньше стоимости автомобиля. Это безоговорочное преимущество велосипеда.
- За счёт правильного подбора формы для улучшения аэродинамических качеств отдельные велосипеды способны развивать скорость около 100 км/ч.
- Благодаря тому, что велосипед обладает довольно хорошей грузоподъемностью (багажник велосипеда может выдерживать до 100 кг и более веса груза).

Испанский стартап Evovelo представил недавно свою вело-авто-новинку под названием M?. Как и большинство подобных разработок, M? приводится в движение кручением педалей и/или за счет электрического двигателя, который в свою очередь работает от установленных на крыше велосипеда солнечных батарей.

Рис.1. Велосипед M?

Весит трехколесный транспортное средство 85 кг. В кабине могут разместиться два человека. Кроме того, здесь еще хватит места для багажа или, например, детского сиденья. Колеса приходят в движение напрямую от электродвигателя, и в зависимости от географического положения и условий инсоляции, будет несколько вариантов зарядки от 250 до 1500 Вт. Зарядить аккумулятор на 48В/15Ач можно от сети через кабель или от солнечных панелей на 100 Вт [3].

Стартап Solar E-Cycle запустил тестирование велосмобилей на солнечных батареях (рис.2.)

Рис.2. Веломобиль Solar E-Cycle

Внешне транспортное средство больше напоминает велосипед, нежели автомобиль, а на его крыше расположена солнечная батарея, позволяющая проехать на одном заряде до 50 километров на скорости около 50 километров в час [4].

Суперконденсаторы (ионисторы) это новый, динамично развивающийся тип источников тока, занимает промежуточное положение между аккумуляторами и традиционными конденсаторами. По сравнению с традиционными аккумуляторами имеет более высокую (более порядка) удельную мощность, но низкую удельную энергию. По сравнению с конденсаторами - более высокую удельную энергию при сопоставимом уровне удельной мощности. Суперконденсаторы (ионисторы), предлагаемые к производству в рамках проекта относятся к классу конденсаторов, использующих энергию заряда, сосредоточенного в двойном электрическом слое. Суперконденсаторы могут широко применяться в качестве кратковременным перезаряжаемых источников тока с очень большим количеством циклов в режиме "заряд-разряд". Количество циклов до 1 млн. Рабочие токи ионисторов до 1000А [5].

В отличие от аккумуляторов, действие которых основано на отложении химических элементов на электродах, ионисторы фирмы Epcos реализуют чисто физический (электростатический) принцип работы. Заряд/разряд ионистора происходит за счет смещения ионов электролита в поле заряженных электродов. Поэтому ионистор успешно функционирует в цепях с частым электрическим зарядом/разрядом (число циклов — более 1 000 000). Аккумулятор же обычно выдерживает не более тысячи циклов заряд-разряд с полным предварительным зарядом в каждом цикле. Еще одним слабым местом аккумуляторов является их плохая работа при низких температурах, отсюда — известные проблемы запуска двигателя в зимнее время. Ионисторы остаются работоспособными при отрицательной температуре. Гарантированный нижний предел рабочих температур ионисторов Epcos –30 °С. В свою очередь, ионисторы фирмы Epcos — мирового лидера в производстве широкого спектра конденсаторов на основе передовых технологий - отличаются особенной

компактностью и плотностью энергии [6]. Предлагается конструкция трехколесного велосипеда с электрическим двигателем и суперконденсатором (рис.3).

Рис.3. Блок-схема трёхколесного велосипеда с электрическим двигателем и суперконденсатором. 1- переднее колесо; 2- заднее правое колесо; 3- заднее левое колесо; 4- электродвигатель; 5- суперконденсатор.

Электрический двигатель устанавливается на задних колесах велосипеда. Под сидением водителя располагаются суперконденсаторы. Суперконденсаторы служат для питания электрического двигателя и рекуперации энергии. Зарядка суперконденсаторов осуществляется с помощью солнечных панелей, установленных на крыше велосипеда.

1. <http://velo.moy.su/publ/velomobili/2>
2. <http://elektromobile.narod.ru/>
3. [http:// sun-shines.ru](http://sun-shines.ru)
4. <http://natoke.ru/>
5. Деньщиков К.К., Жук А.З., Герасимов А.Ф. Голиков М.В. Основные характеристики суперконденсаторов. Известия РАН, Энергетика, №5, 2011, с.125-131
6. <http://www.elit-cap.co>

Парфенова Е.Л., Ситдикова Л.А.

Магнитный эффект близости в наноструктурах ферромагнитный диэлектрик-сверхпроводник

*КНИТУ-КАИ им.А.Н.Туполева, Чистопольский филиал
(Россия, Чистополь)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-11

idsp: ljjournal-02-2020-11

Аннотация

В рамках обменной модели эффекта близости для контактов ферромагнетик/сверхпроводник (FI/S) показано, что конкуренция между прямым ферромагнитным обменом и антиферромагнитным косвенным обменом приводит к поверхностной модуляции спинового упорядочения на FI/S-границе. Вычислена глубина δ проникновения поверхностных искажений магнитного порядка в толщу ферромагнитного изолятора, граничащего со сверхпроводником. Возмущение магнитного порядка, возникающее на FI/S-границе, экспоненциально спадает вглубь ферромагнетика.

Ключевые слова: эффект близости, глубина проникновения, ферромагнитный диэлектрик, сверхпроводник.

Abstract

the exchange model of the proximity effect for ferromagnetic/superconductor (FI/S) contacts is developed, it is shown that competition between direct ferromagnetic exchange and antiferromagnetic indirect exchange leads to surface modulation of the spin ordering at the FI / S boundary. The depth δ of penetration of surface distortions of the magnetic order into the thickness of a ferromagnetic insulator bordering a superconductor is calculated. The magnetic order perturbation that occurs at the FI / S boundary falls exponentially deep into the ferromagnet.

Keywords: the proximity effect, penetration depth, ferromagnetic insulator, superconductor

Распространим модель обменных взаимодействий, предложенную М.Г.Хусаиновым [1,2,3,4], на случай плоского контакта, образованного массивной пластиной ферромагнитного диэлектрика (FI), занимающей область $d_z < z < 0$, со сверхпроводящей тонкой пленкой (S), занимающей область $0 < z < d_s$. Средняя энергия прямого обмена локализованных спинов упорядоченных в простую кубическую решетку в FI-области, может быть преобразована к виду

$$\begin{aligned} \langle H_{FI} \rangle &= -J \sum_{\mathbf{r}, \mathbf{a}} \langle \mathbf{S}_{\mathbf{r}} \rangle \langle \mathbf{S}_{\mathbf{r}+\mathbf{a}} \rangle = -\frac{J}{2} \sum_{\mathbf{r}, \mathbf{a}} (\langle S_{\mathbf{r}}^+ \rangle \langle S_{\mathbf{r}+\mathbf{a}}^- \rangle + \langle S_{\mathbf{r}}^- \rangle \langle S_{\mathbf{r}+\mathbf{a}}^+ \rangle) = \\ &= -\frac{J}{2} \sum_{\mathbf{r}, \mathbf{a}} \{ \langle S \rangle \exp(i\mathbf{q}_{\perp} \mathbf{p}) \exp(-q_z |z|) \langle S \rangle \exp(-i\mathbf{q}_{\perp} (\mathbf{p} + \mathbf{a}) \exp(-q_z (|z| + a)) + \\ &+ \langle S \rangle \exp(-i\mathbf{q}_{\perp} \mathbf{p}) \exp(-q_z |z|) \langle S \rangle \exp(i\mathbf{q}_{\perp} (\mathbf{p} + \mathbf{a}) \exp(-q_z (|z| + a)) \} \\ &= -\frac{J}{2} \langle S \rangle^2 \exp(-q_z a) \sum_n \exp(-2aq_z n) \sum_{\mathbf{p}, \mathbf{a}} (\exp(-i\mathbf{q}_{\perp} \mathbf{a}) + \exp(i\mathbf{q}_{\perp} \mathbf{a})), \end{aligned}$$

где $n=1,2,3\dots d_f/a$ пробегает по магнитным слоям вдоль оси z и a – двумерный период квадратной решетки в плоскости FI/S-границы. После очевидных преобразований получаем. После суммирования по квадратной решетке с периодом $\mathbf{a}$ в плоскости FI/S-границы, а также по атомным слоям вдоль оси z получим

$$\langle H_{FI} \rangle = -4J \langle S \rangle^2 \frac{1}{a^2} \frac{\sinh q_z d_f}{\sinh q_z a} \cos \frac{q_{\perp} a}{\sqrt{2}} \exp(-q_z d_f). \quad (1)$$

Для определенности, мы здесь считали, что $q_x = q_y = q_{\perp} / \sqrt{2}$. Компоненты волнового вектора $\mathbf{q} = (\mathbf{q}_{\perp}, q_z)$ взаимозависимые величины, т.е. случай $q_{\perp} = q_z = 0$ соответствует чисто ферромагнитному порядку без искажений, который проникает на всю толщину FI-слоя. Если $q_{\perp} \neq 0$ то имеется поверхностная модуляция спинового порядка, которая проникает вглубь, на расстояние порядка $1/q_z \ll 1/q_{\perp}$. При условии равенства $q_{\perp} = q_z = 0$ средняя энергии прямого обмена принимает вид

$$\langle H_{FI}^0 \rangle = -4J \langle S \rangle^2 \frac{d_f}{a^3}. \quad (2)$$

Таким образом, функционал поверхностной плотности свободной энергии принимает вид

$$f = f_{FI}^0 + f_N^0 + 4J \langle S \rangle^2 \frac{1}{a^2} \left\{ 1 - \frac{a}{d_f} \frac{\sinh q_z d_f}{\sinh q_z a} \cos \frac{q_\perp a}{\sqrt{2}} \exp(-q_z d_f) \right\} - \frac{J_{sd}^2 S^2}{8a} \delta \chi_s(q_\perp, 0, 0) - \frac{d_s N(0)}{2a^3} \Delta^2(z) \ln \frac{e \Delta_0^2}{\Delta^2(z)}. \quad (3)$$

Здесь f_{FI}^0 и f_N^0 – плотности свободной энергии FI-слоя и S-пленки в нормальной фазе. Третье слагаемое будет описывать проигрыш в энергии прямого обмена за счет длинноволновой модуляции ферромагнитного упорядочения ЛС. Следующее слагаемое будет играть двоякую роль. С одной стороны оно будет описывать дальнедействующие антиферромагнитные корреляции приграничных ($z=z'=0$) ЛС через куперовские пары сверхпроводника, а с другой – учитывать подавление параметра порядка Δ за счет парамагнитного эффекта этих спинов. И последнее слагаемое в (3) будет ответственно за выигрыш в энергии конденсации, связанный с переходом S-пленки в сверхпроводящее состояние.

Рассмотрим плоский контакт, образованный массивным ферромагнитным диэлектриком FI, занимающим область $-d_f \leq z \leq 0$ и тонкой сверхпроводящей пленкой S, занимающей область $0 \leq z \leq d_s$. Ограничимся вначале областью низких температур $T \sim 0$. В этом случае термодинамическое среднее спина совпадает с его максимальным значением, т.е. $\langle S \rangle = S$. Далее, считая, что $q_\perp a, q_z a \ll 1$, а $q_z d_f \gg 1$ воспользуемся разложением соответствующих трансцендентных функций в третьем слагаемом (3). Для простоты будем считать, что толщина S-пленки мала, т.е. $d_s \ll \xi$. В этом случае подавление параметра порядка Δ обменным полем ЛС, граничащих со сверхпроводником, будет происходить однородно по всей толщине S-слоя и Δ от z в (3) зависеть не будет. Тогда выражения для четвертого и пятого слагаемого в (3) существенно упрощаются. В результате этих преобразований выражение для плотности свободной энергии примет вид:

$$f = f_{FI}^0 + f_N^0 + \left\{ 4 \frac{JS^2}{a^2} \left[1 - \frac{1}{d_f 2q_z} \left(1 - \frac{2(q_z a)^2 + 3(q_\perp a)^2}{12} \right) \right] \right\} - \frac{J_{sd}^2 S^2}{8a} \delta \chi_s(q_\perp, 0, 0) - \frac{d_s N(0)}{2a^3} \Delta^2 \ln \frac{e \Delta_0^2}{\Delta^2}. \quad (4)$$

Минимизируя (4) легко убедиться, что q_z и $q_\perp$ пропорциональны друг другу, т.е.

$$q_z = \sqrt{\frac{3}{2}} q_\perp. \quad (5)$$

Теперь мы можем определить глубину поверхностных искажений магнитного порядка в толщу ферромагнитного изолятора. Вспоминая определение пространственного поведения магнитного параметра порядка для упорядочения типа «легкая плоскость» получим при $T=0$

$$\langle S_{\mathbf{r}}^\pm \rangle = S \exp(\pm i \mathbf{q}_\perp \cdot \mathbf{r}) \exp(-q_z z); \quad \langle S_r^z \rangle = 0.$$

Тогда глубина проникновения дается следующим простым уравнением

$$\delta = \frac{1}{2q_z} = \frac{1}{\sqrt{6} q_{\perp}}. \quad (6)$$

Полученный результат является физически прозрачным. Возмущение магнитного порядка, возникающее на FI/S-границе, экспоненциально спадает вглубь ферромагнетика. Чем более длинноволновой является модуляция спинового упорядочения, задаваемая волновым вектором $q_{\perp}$ на поверхности слоя FI, граничащей со сверхпроводником, тем глубже проникает это поверхностное искажение. Наоборот, чем мелкомасштабнее наведенная сверхпроводящим слоем модуляция спинового порядка на поверхности полупространства FI, тем меньше глубина проникновения поверхностного криптоферромагнетизма в толщу ферромагнитного изолятора.

Величина δ в разных интервалах изменения $q_{\perp}$ будет иметь разные значения, которые будут приведены в следующем параграфе.

Учитывая связь q_z с $q_{\perp}$ (5) и с δ (6) выпишем соответствующее приращение к свободной энергии в виде:

$$\begin{aligned} \delta f_{bulk} = & 2JS^2 \frac{\delta}{a} q_{\perp}^2 + \frac{J_{sd}^2 S^2}{4ad_s} N(0) \left(1 + \frac{\pi d_s^2}{6\xi^2} - \frac{\pi}{4} q_{\perp}^2 \xi^2 + \frac{2}{3} q_{\perp}^4 \xi^4 \right) - \\ & - \frac{d_s N(0)}{2a^3} \Delta^2 \ln \frac{e\Delta_0^2}{\Delta^2}. \end{aligned} \quad (7)$$

Минимизируя функционал (7) по параметру $q_{\perp}$ и Δ с учетом соотношения $\xi^2 = \frac{D}{2\Delta}$, получаем связанную систему уравнений для нахождения равновесных значений $q_{\perp}$ и Δ

$$\begin{aligned} q_{\perp} \left[q_{\perp}^2 \xi^2 - \frac{3\pi}{16} \left(1 - \frac{1}{B} \right) \right] &= 0, \\ \Delta^2 \ln \frac{\Delta_0}{\Delta} &= \frac{h^2}{2} \left(\frac{\pi d_s^2}{6\xi^2} + \frac{\pi}{4} q_{\perp}^2 \xi^2 - \frac{4}{3} q_{\perp}^4 \xi^4 \right), \end{aligned} \quad (8)$$

где мы ввели следующие обозначения

$$B = \frac{h^2 N(0) \pi \xi^2 d_s}{8JS^2 \delta a^2}, \quad h = \frac{J_{sd} S a}{2d_s}.$$

Параметр B имеет смысл отношения абсолютных величин антиферромагнитного и ферромагнитного молекулярных полей, величина h есть среднее обменное поле, действующее на электроны проводимости со стороны локализованных спинов FI/S-границы.

Таким образом, мы получили систему связанных между собой уравнений (8) на оптимальные значения параметра порядка Δ и волнового вектора модуляции магнитного порядка $q_{\perp}$. Первое из уравнений (8) имеет по два решения $q_{\perp}=0$ и $q_{\perp} \neq 0$, а также $\Delta=0$ и $\Delta \neq 0$. Выражение (6) для δ может быть преобразовано с учетом оптимизированных значений $q_{\perp}$.

Минимизация функционала (7) по параметрам $q_{\perp}$ и Δ приводит к наличию трех фаз:

- 1) ферромагнитной нормальной фазы **FN** с $B = q_{\perp} = \Delta = 0$;

- 2) ферромагнитной сверхпроводящей фазы **FS** с $\Delta = \Delta_{FS}$, $q_{\perp} = 0$, $B < 1$;
- 3) криптоферромагнитной сверхпроводящей фазы **CFS** с $\Delta = \Delta_{CFS}$, $q_{\perp} \neq 0$ и $B > 1$.

В случае, когда $B < 1$, ферромагнитное упорядочение устойчиво по отношению к длинноволновой модуляции, тенденция к которой возникает благодаря РККИ-обмену, поэтому δ стремится к нулю.

При $B > 1$ ферромагнитное упорядочение неустойчиво по отношению к длинноволновой модуляции, и минимуму свободной энергии (7) отвечает уже криптоферромагнитная сверхпроводящая фаза **CFS**, параметры которой

$$q_{\perp} = \frac{1}{\xi} \sqrt{\frac{3\pi}{16} \left(1 - \frac{1}{B}\right)}, \quad \delta = \frac{\xi}{\sqrt{6}} \sqrt{\frac{16B}{3\pi(B-1)}}, \quad (9)$$

$$\Delta^2 \ln \frac{\Delta_0}{\Delta} = \frac{h^2}{2} \left(\frac{\pi d_s^2}{6\xi^2} + \frac{\pi}{4} q_{\perp}^2 \xi^2 - \frac{4}{3} q_{\perp}^4 \xi^4 \right).$$

Откуда видно, что поверхностные искажения магнитного порядка носят длинноволновый характер, так как $q_{\perp} \xi \ll 1$, и распространяются вплоть до глубин $\delta \gg \xi$. Эта ситуация реализуется, когда проигрыш в энергии прямого обмена оказывается меньше, чем выигрыш в энергии, связанный с переходом S-слоя в сверхпроводящее состояние и уменьшением парамагнитного эффекта обменного поля.

При переходе FI/S-контакта в ферромагнитное нормальное состояние **FN** с $B = q_{\perp} = \Delta = 0$ и свободной энергией $f_{FN} = f_{FI}^0 + f_N^0$ глубина поверхностных искажений δ будет стремиться к бесконечности.

Физически интересным является также случай тонких FI/S-контактов, где $d_f \ll \delta$ и $d_s \ll \xi_0$. В этом случае поверхностные искажения магнитного упорядочения будут однородно передаваться на всю толщину FI-пленки. Подавление сверхпроводящего параметра порядка Δ также будет однородно по толщине S-слоя.

При наложении и увеличении магнитного поля H (орбитальный эффект) разрушение куперовских пар будет постепенно уменьшать баланс молекулярных полей B и волновой вектор $q_{\perp}$, сглаживая осцилляции спиновой структуры в ферромагнетике. Кроме того, действие магнитного поля на подсистему локализованных спинов FI-пленки приведет к появлению направления преимущественной ориентации и трансформирует CFS-фазу в полосовую доменную, аналогичную той, что предлагалась в [7]. Только ширина доменов, ориентированных по полю, будет больше, по сравнению с теми, которые ориентированы против поля. Дальнейший рост внешнего поля приведет к переходу системы в однодоменную FS-фазу с $q_{\perp} = 0$. Наблюдаемое зеемановского расщепления БКШ-пика в плотности состояний электронов проводимости в FI/S-контактах будет содержать дополнительный вклад, порождаемый осциллирующим обменным полем $h \cdot \cos(q_{\perp} r)$ локализованных спинов FI/S-границы. Это избыточное расщепление будет выходить на насыщение в точке фазового перехода CFS $\rightarrow$ FS, где $q_{\perp}$ обращается в нуль. При дальнейшем увеличении внешнего поля в точке $H^2 + h^2 \propto \Delta^2(H)$ произойдет фазовый переход первого рода FS $\rightarrow$ FN. Именно такое поведение избыточного зеемановского расщепления наблюдалось в туннельных экспериментах с FI/S-контактах EuO/Al [10] и EuS/Al [8,9]. Действительно, было обнаружено, что тонкая пленка алюминия ведет себя как БКШ-сверхпроводник с внутренним полем, вызывающим дополнительное расщепление пика в плотности состояний квазичастиц. Это расщепление зависело от толщины пленки Al как d_s^{-1} . По выходу его на насыщение можно определить величину эффективного обменного интеграла J_{sd} и, следовательно, оценить интегралы переноса t_s или t_f в соответствии с

нашей моделью. Оценки показывают, что для контакта EuO/Al [10] $J_{sd} \cong 0,7$ мЭВ, а для EuS/Al [8] $J_{sd} \cong 1,6$ мЭВ ($S_{Eu}=7/2$, $d_{Al}=4$ нм, $a_{Al}=0,4$ нм). Наблюдаемый в контактах Au/EuS/Al [9] гистерезис, т.е. избыточное расщепление после снятия поля, превышающего парамагнитный предел, может объясняться тем, что в результате пиннинга неоднородной спиновой структуры основное состояние контакта EuS/Al окажется CFS-фазой с периодом модуляции $q_{\perp}^{-1}$, сравнимым с ξ . Дополнительные эксперименты по магнитному рассеянию нейтронов могли бы дать ценную информацию о спиновом упорядочении в контактах EuO/Al, EuS/Al и его изменениях под действием внешнего поля.

1. Изюмов, Ю.А. Конкуренция сверхпроводимости и магнетизма в гетероструктурах ферромагнетик/сверхпроводник / Ю.А. Изюмов, Ю.Н. Прошин, М.Г. Хусаинов // УФН. – 2002. – Т. 172, №2. – С. 113 – 154.
2. Хусаинов, М.Г. Косвенный обмен РККИ и магнитные состояния сверхрешеток ферромагнетик – сверхпроводник / М.Г.Хусаинов // ЖЭТФ. – 1996. – Т.109, Вып.2. – С.524 – 545.
3. Хусаинов, М.Г. Мультикритические точки на фазовых диаграммах слоистых структур ферромагнетик-сверхпроводник / М.Г.Хусаинов // ЖЭТФ. – 1979. – Т.76, Вып.2. – С.578 – 587.
4. Хусаинов, М.Г. Косвенный обмен РККИ и магнитные состояния слоистых структур ферромагнетик – сверхпроводник / М.Г.Хусаинов // Письма в ЖЭТФ. – 1995. – Т.61 – С.947 – 951.
5. Parfenova, E.L. Exchange model of proximity effect for the F/S nanostructures / E.L. Parfenova, D.S. Sattarov, Y.N. Proshin, M.G. Khusainov // Low Temperature Physics: Official Conference Book 24th International Conference on Low Temperature Physics. – Orlando, Florida, USA, 2005. – P. 17.
6. Парфенова, Е.Л. Обменная модель эффекта близости в F/S/F-структурах / Е.Л. Парфенова, Д.С. Саттаров, Ю.Н. Прошин, М.Г. Хусаинов // Туполевские чтения: Программа и тезисы докладов международной молодежной научной конференции, посвященной 1000-летию Казани. – Казань, 2005. – Т4. – С. 139 – 140.
7. Jagannathan, A. Magnetic exchange in disordered metals / A. Jagannathan, E. Abrahams, M.J. Stehnen // Phys. Lett. B – 1988. – V.37, №1. – P.436–441.
8. Hao, X. Thin-film superconductor in an exchange field / X. Hao, J.S. Moodera, R. Meservey // Phys. Rev. Lett. – 1991. – Vol. 67. – №10. – P.1342 – 1345.
9. Moodera, J.S. Electron – spin polarization in tunnel junctions in zero applied field with ferromagnetic EuS barriers/ J.S. Moodera, X. Hao, G.A. Gibson, R. Meservey // Phys. Rev. Lett. – 1988. – Vol. 61. – №5. – P.637 – 640.
10. Tedrow, P.M. Spin-polarized electron tunneling study of artificially layered superconductor with internal magnetic field / P.M. Tedrow, J.E. Tkaczyk, A. Kumar // Phys. Rev. Lett. – 1986. – Vol. 56. – №16. – P.1746 – 1749.

Юров В.М., Гученко С.А., Маханов К.М.

Поверхностное натяжение многоэлементных плазменных покрытий

*Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова
(Казахстан, Караганда)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-12

idsp: ljjournal-02-2020-12

Аннотация

В работе измерены значения поверхностного натяжения многоэлементных покрытий. Показано, что поверхностное натяжение покрытий, полученных в среде азота меньше, чем для покрытий, полученных в среде аргона. Отсюда следует, что образование нитридных фаз приводит к уменьшению поверхностной энергии покрытий. Показано, что чем больше поверхностное натяжение покрытия, тем выше его коррозионная стойкость. Установлено, что коррозионная стойкость большей части исследованных покрытий не уступает наиболее коррозионно-стойким сталям.

Предложены методы определения и осуществлена оценка температур плавления и рекристаллизации плазменных покрытий. Установлено, что температура плавления покрытий, полученных в среде аргона выше, чем для покрытий, полученных в среде азота.

Ключевые слова: поверхностное натяжение, покрытие, плавление, рекристаллизация.

Abstract

In the paper, the values of the surface tension of a multielement coating were measured. It is shown that the surface tension of coatings obtained in a nitrogen medium is lower than for coatings obtained in argon. It follows that the formation of nitride phases leads to a decrease in the surface energy of the coatings. It is shown that the greater the surface tension of the coating, the higher its corrosion resistance. It is established that the corrosion resistance of most of the coatings studied is not inferior to the most corrosion-resistant steels.

Methods of determination are proposed and the melting and recrystallization temperatures of plasma coatings are estimated. It was found that the melting point of the coatings obtained in the argon medium is higher than for the coatings obtained in the nitrogen medium.

Keywords: surface tension, coating, melting, recrystallization.

Поверхностные явления играют большую роль во многих технологических процессах, в науке и технике. Достаточно указать на трибологию, где взаимодействие с поверхностью является определяющим. Поверхностное натяжение (удельная поверхностная энергия) – важнейшая характеристика твердых тел и жидкостей. Ее количественное определение для жидкостей не представляет трудностей, но для твердых тел – это не так. Трудность связана с тем, что атомы поверхности твердого тела лишены возможности свободного перемещения. Исключение составляет пластическое течение металла при температуре, близкой к температуре плавления, когда подвижность поверхностных атомов становится заметной.

Методы экспериментального определения поверхностного натяжения стали предлагаться уже в 20-х годах прошлого столетия. Обзор этих методов приведен в работах [1-3]. Среди этих методов наибольшую популярность в настоящее время имеет метод «нейтральной капли».

В работах [4, 5] нами предложен метод определения поверхностного натяжения покрытия по размерной зависимости некоторого физического свойства толщины поверхностной пленки.

В настоящей работе использовались многоэлементные катоды, полученные методом индукционного плавления, и катоды из стали 12X18H10T. Покрытия наносились на стальные образцы ионно-плазменным методом на вакуумной установке ННВ-6.6И1 при одновременном распылении указанных выше катодов. Электронно-микроскопическое исследование было проведено на растровом электронном микроскопе MIRA 3 фирмы TESCAN. Оптическая микроструктура исследовалась на металлографическом микроскопе Эпиквант, а в наномасштабе - на атомно-силовом микроскопе NT-206.

Зависимость микротвердости осаждаемого покрытия от его толщины описывается формулой [5]:

$$\mu = \mu_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{h}\right) \quad (1)$$

где μ – микротвердость осаждаемого покрытия; μ_0 – массивного образца; h – толщина осаждаемого покрытия.

Параметр d связан с поверхностным натяжением σ формулой:

$$d = \frac{2\sigma v}{RT}, \quad (2)$$

где σ – поверхностное натяжение массивного образца; v – объем одного моля; R – газовая постоянная; T – температура.

В координатах $\mu \sim 1/h$ ($1/h$ – обратная толщина осаждаемого покрытия) получается прямая, тангенс угла наклона который определяет d , и по формуле (2) рассчитывается поверхностное натяжение осаждаемого покрытия (σ). В таблицах 1 и 2 приведены значения σ для исследованных нами покрытий.

Таблица 1

Поверхностное натяжение многоэлементных покрытий, полученных в среде аргона

Покрытие	σ , Дж/м ²	Покрытие	σ , Дж/м ²
12X18H10T+Zr	0,970	12X18H10T+Zn-Al	1,098
12X18H10T+Zn-Cu-Al	1,093	12X18H10T+Al	1,144
12X18H10T+Fe-Al	1,292	12X18H10T+Cu	1,445

Из таблиц 1 и 2 видно, что поверхностное натяжение для покрытий, полученных в среде азота меньше, чем для покрытий, полученных в среде аргона. Отсюда следует, что образование нитридных фаз приводит к уменьшению поверхностной энергии покрытий.

Таблица 2

Поверхностное натяжение многоэлементных покрытий, полученных в среде азота

Покрытие	σ , Дж/м ²	Покрытие	σ , Дж/м ²
12X18H10T+Zr	0,785	12X18H10T+Zn-Al	0,784
12X18H10T+Zn-Cu-Al	0,744	12X18H10T+Al	0,801
12X18H10T+Fe-Al	1,034	12X18H10T+Cu	1,032

Мы воспользуемся общим термодинамическим подходом, изложенным нами в работе [6]. В этой работе на основе неравновесной квантовой термодинамики получено выражение для функции Φ отклика подсистемы на внешнее воздействие, которое имеет вид:

$$\hat{O} = \frac{kT}{C} \cdot \frac{A}{G^0} \cdot \bar{N}, \quad (3)$$

где A – работа (энергия) внешнего поля; T – температура; k – постоянная Больцмана; G^0 – потенциал Гиббса массивного образца; $\bar{N}$ – среднее число элементарных носителей возбуждения; C – постоянная.

Важным свойством покрытий является их коррозионная стойкость. В таблицах 3 и 4 приведена скорость коррозии при 600 °С исследованных покрытий, которая определялась по формуле:

$$v_{\text{е}} = \Delta m / S \cdot t, \quad (4)$$

где Δm – убыль (увеличение) массы; S – площадь образца; t – время.

Таблица 3

Скорость коррозии при 600 °С покрытия, полученного в среде аргона

Покрытие	Скорость коррозии, г/м ² ·ч
Образец без покрытия, сталь 45	2,84
12X18H10T+Zr	1,22

12X18H10T+Zn-Cu-Al	0,72
12X18H10T+Fe-Al	0,28
12X18H10T+Zn-Al	0,71
12X18H10T+Al	0,24
12X18H10T+Cu	0,13

Таблица 4

Скорость коррозии при 600 °С покрытия, полученного в среде азота

Покрытие	Скорость коррозии, г/м ² ·ч
Образец без покрытия, сталь 45	2,84
12X18H10T+Zr	1,76
12X18H10T+Zn-Cu-Al	1,03
12X18H10T+Fe-Al	0,40
12X18H10T+Zn-Al	1,02
12X18H10T+Al	0,34
12X18H10T+Cu	0,19

Из результатов таблиц 3 и 4 следует вывод: чем больше поверхностное натяжение покрытия, тем больше его коррозионная стойкость. Если коррозионную стойкость обозначить - χ , то сказанное математически можно записать в виде функциональной зависимости:

$$\chi = f(\sigma) = C_1 \cdot \sigma, \quad (5)$$

где C_1 - некоторая постоянная.

Сравним полученные результаты со скоростью коррозии некоторых коррозионно-стойких нержавеющей сталей (таблица 5).

Таблица 5

Скорость коррозии наиболее коррозионно-стойких сталей

Марка стали	Скорость коррозии, г/м ² ·ч
X23H28M3ДЗТ	0,21
X23H27M3Т	0,26
X18H12M3Т	0,80

Из сравнения результатов таблиц 3 и 4 с таблицей 5 следует вывод: коррозионная стойкость большей части исследованных покрытий не уступает наиболее коррозионно-стойким сталям.

Тем более, любое из покрытий таблиц 3 и 4 значительно превосходит коррозионную стойкость стали 45, которая широко используется как конструкционная сталь при изготовлении: вал-шестерни, коленчатые и распределительные валы, шестерни, шпиндели, бандажи, цилиндры, кулачки и другие. Другим важным свойством покрытий является их жаростойкость. Жаростойкость - это способность металлов и сплавов сопротивляться газовой коррозии при высоких температурах в течение длительного времени.

Если изделие работает в окислительной газовой среде при температуре (500-550) °С без больших нагрузок, то достаточно, чтобы они были только жаростойкими (например, детали нагревательных печей).

Для повышения жаростойкости в состав стали вводят элементы, которые образуют с кислородом оксиды с плотным строением кристаллической решетки (хром, кремний, алюминий). Высокой жаростойкостью обладают силххромы, сплавы на основе никеля – нихромы, стали 08X17T, 36X18H25C2, 15X6CЮ.

Разрушение металлов при подводе тепловой энергии сопровождается накоплением термоупругих напряжений, приводящих к повышению плотности дислокаций, различных дефектов (дилатонов, фрустронов и т.д.).

Если в качестве функции отклика в формуле (3) взять жаростойкость, то мы получим:

$$\zeta = \tilde{N} \cdot \sigma. \quad (6)$$

Поскольку, как отмечалось выше, поверхностное натяжение металла пропорционально его температуре плавления, то отсюда следует, что жаростойкость, в первую очередь, зависит от температуры плавления металла. Чем выше температура плавления металла, тем выше его температура рекристаллизации. Между названными температурами существует следующая зависимость [7]:

$$\dot{O}_o = \hat{E} \cdot \dot{O}_{ie}, \quad (7)$$

где $K = 0,3 \dots 0,4$ для технически чистых металлов, $K = 0,6 \dots 0,8$ для сплавов.

Используя результаты экспериментального определения поверхностного натяжения многоэлементных покрытий, приведенных ниже, и результаты расчета этой величины по данным элементного анализа и по данным о поверхностном натяжении чистых металлов [6] можно показать, что усредненная величина поверхностного натяжения есть величина аддитивная. В этом случае температуру плавления покрытия можно оценить по формуле:

$$\dot{O}_{ie} = 1,4 \cdot 10^3 \cdot \sigma (K). \quad (8)$$

Соответствующие оценки приведены в таблицах 6 и 7.

Таблица 6

Температура плавления многоэлементных покрытий, полученных в среде аргона

Покрытие	T, K	Покрытие	T, K
12X18H10T+Zr	1358	12X18H10T+Zn-Al	1537
12X18H10T+Zn-Cu-Al	1530	12X18H10T+Al	1602
12X18H10T+Fe-Al	1809	12X18H10T+Cu	2023

Таблица 7

Температура плавления многоэлементных покрытий, полученных в среде азота

Покрытие	T, K	Покрытие	T, K
12X18H10T+Zr	878	12X18H10T+Zn-Al	1098
12X18H10T+Zn-Cu-Al	1042	12X18H10T+Al	1121
12X18H10T+Fe-Al	1448	12X18H10T+Cu	1445

Как следует из таблиц 6 и 7, температура плавления покрытий, полученных в среде аргона выше, чем для покрытий, полученных в среде азота. Особенно большая разница наблюдается для покрытий, легированных цирконием.

Температура плавления сталей зависит от их химического состава, но лежит в пределах (1450-1520) K. Как видно из таблиц 6 и 7 покрытия 12X18H10T+Al,

12X18H10T+Fe-Al и 12X18H10T+Cu, полученные в среде аргона, по температуре плавления значительно превосходят все стали.

Движущей силой рекристаллизации является поверхностная энергия (поверхностное натяжение) зерен. При мелких зернах поверхность раздела большая, поэтому имеется большой запас поверхностной энергии. При укрупнении зерен общая протяженность границ уменьшается, и система переходит в более равновесное состояние.

Температуру рекристаллизации оценивают по формуле (7) и соответствующие результаты для исследованных покрытий представлены в таблицах 8 и 9.

Таблица 8

Температура рекристаллизации многоэлементных покрытий, полученных в среде аргона

Покрытие	T, K	Покрытие	T, K
12X18H10T+Zr	951	12X18H10T+Zn-Al	1076
12X18H10T+Zn-Cu-Al	1071	12X18H10T+Al	1121
12X18H10T+Fe-Al	1266	12X18H10T+Cu	1416

Таблица 9

Температура рекристаллизации многоэлементных покрытий, полученных в среде азота

Покрытие	T, K	Покрытие	T, K
12X18H10T+Zr	481	12X18H10T+Zn-Al	646
12X18H10T+Zn-Cu-Al	729	12X18H10T+Al	769
12X18H10T+Fe-Al	1014	12X18H10T+Cu	1012

Температура начала рекристаллизации стали 45, на которую наносились исследованные покрытия, составляет 1023 K.

Как видно из таблиц 8 и 9 покрытия 12X18H10T+Al, 12X18H10T+Fe-Al и 12X18H10T+Cu, полученные в среде аргона, имеют более высокие температуры рекристаллизации, чем сталь 45. Это означает, что последние могут быть использованы как жаростойкие покрытия на детали из стали 45

Интерес к многоэлементным покрытиям возник сравнительно недавно в связи с открытием высокоэнтروпийных сплавов. Эти сплавы обладают однофазной структурой и замечательными свойствами. Приведенные выше соотношения для осаждаемых покрытий открывают перспективу управления свойствами этих покрытий.

Благодарность

Работа выполнена по программе Министерства образования и науки Республики Казахстан. Гранты №0118PK000063 и №Ф.0781.

1. Yeh J.W., Chen Y.L., Lin S.J. High-entropy alloys – a new era of exploitation // Materials Science Forum. 2007. Vol. 560. – P. 1-9.
2. Фирсов С.А., Горбань В.Ф., Крапивка Н.А., Печковский Э.П. Упрочнение и механические свойства литых высокоэнтропийных сплавов // Композиты и наноструктуры, 2011, №2. – С. 3-20.
3. Погребняк А.Д., Багдасарян А.А., Якущенко И.И., Береснев В.М. Структура и свойства высокоэнтропийных сплавов и нитридных покрытий на их основе // Успехи химии, 2014, т. 83, вып. 11. – С. 1027-1061.
4. Юркова А.И., Чернявский В.В., Кравченко А.И. Формирование структуры и фазового состава нанокристаллического сплава CuNiAlFeCr методом механического легирования // Металлофиз. новейшие технол. 2014, т. 36, № 4. – С. 477-490.
5. Юров В.М., Гученко С.А., Лауринас В.Ч. Толщина поверхностного слоя, поверхностная энергия и атомный объем элемента // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2018. □ Вып. 10. – С. 691-699.

6. Юров В.М., Лауринас В.Ч., Гученко С.А. Некоторые вопросы физики прочности металлических наноструктур // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2013. Вып. 5. - С. 408-412.
7. Guo J. X-Rays in Nanoscience: Spectroscopy, Spectromicroscopy, and Scattering Techniques. - Wiley-Vch. Verlag. 2010. - 263 p.
8. Рехвиашвили С.Ш., Кишტიкова Е.В., Кармокова Р.Ю., Кармоков А.М. К расчету постоянной Толмена // Письма в ЖТФ. 2007. Т. 33. вып. 2. – С. 1-7.
9. Юров В.М., Портнов В.С., Пузеева М.П. Способ измерения поверхностного натяжения и плотности поверхностных состояний диэлектриков // Патент РК № 58155. Оpubл. 15.12.2008, Бюл. № 12.
10. Gleiter H. Nanostructured materials: basic concepts and microstructure // Acta mater. 2000. V.48. - P. 1-29.
11. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. М.: Физматлит. 2001. 224 с.
12. Андриевский Р.А., Глезер А.М. Размерные эффекты в нанокристаллических материалах. I. Особенности структуры. Термодинамика. Фазовые равновесия. Кинетические явления. // Физика металлов и металловедение. 1999. Т. 88. № 1. - С. 50-73.
13. Щербаков Л.М. О статистической оценке избыточной свободной энергии малых объектов в термодинамике микрогетерогенных систем // Доклады АН СССР. 1966. Т. 168. № 2. – С. 388-391.
14. Уваров Н.Ф., Болдырев В.В. Размерные эффекты в химии гетерогенных систем // Успехи химии. 2001. Т. 70 (4). – С. 307-329.
15. Tringides M.C., Jatochowski M., Bauer E. Quantum size effects in metallic nanostructures // Physics Today. 2007. Vol. 60. №. 4. - P. 50-54.
16. Арутюнов К.Ю. Квантовые размерные эффекты в металлических наноструктурах // ДАН ВШ РАН. 2015. №3(28). – С. 7-16.
17. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. Материаловедение. – СПб.: Химиздат, 2007. – 783 с.
18. Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А., Зотов А.В., Катаяма М. Введение в физику поверхности. - М.: Наука. 2006. - 490 с.

Юров В.М., Маханов К.М., Жанабергенов Т.К.

О поверхности лантаноидов и актиноидов

*Казахстанский государственный университет им. Е.А. Букетова
(Казахстан, Караганда)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-13

idsp: ljjournal-02-2020-13

Аннотация

В работе предлагается метод определения поверхностной энергии твердого тела по размерной зависимости его физического свойства. На основе этого метода вводится представление о поверхностном слое лантаноидов и актиноидов. Этот слой состоит из двух частей. Слой d(I) состоит из небольшого числа монослоев кристаллической решетки. Слой d(II) простирается на расстояние порядка $10d$. Начиная с этого расстояния проявляются размерные эффекты.

Ключевые слова: размерный эффект, наноструктура, монослой, атомарно-гладкий кристалл, поверхностный слой.

Abstract

The paper proposes a method for determining the surface energy of a solid by the size dependence of its physical property. Based on this method, the concept of the surface layer of lanthanides and actinides is introduced. This layer consists of two parts. The d(I) layer consists of a small number of lattice monolayers. Layer d(II) extends over a distance of the order of $10d$. From this distance, dimensional effects appear.

Keywords: size effect, nanostructure, monolayer, atomically smooth crystal, surface layer.

Вопросам исследования механизмов и динамики роста, морфологии поверхности кристаллов в кристаллографии традиционно уделяется значительное внимание как для контроля их свойств, так и для улучшения качества получаемых материалов. Особенно это проявилось в конце XX начале XXI столетия.

Гиббс [1] рассматривал поверхностный слой как геометрическую, не имеющей толщины поверхность. Для термодинамики поверхностных явлений используется подход Ван-дер-Ваальса, Гуттенгейма, Русанова, в котором поверхностный слой рассматривается как слой конечной толщины [2]. По современным представлениям [3] под поверхностным слоем понимают сверхтонкую пленку, находящуюся в термодинамическом равновесии с кристаллической подложкой, свойства, структура и состав которой отличны от объемных.

Однако, вопрос о толщине поверхностного слоя остается пока открытым. Заранее не очевидно, насколько далеко от поверхности кристаллов следует учитывать смещение атомов. В настоящей работе мы рассмотрим модель поверхностного слоя атомарно-гладких кристаллов лантаноидов и актиноидов, пренебрегая шероховатостью поверхности, которая у поверхности скола полупроводников оказываются порядка 0,05 нм или больше.

В работе [4] обобщена, предложенная нами, модель поверхностного слоя атомарно-гладких металлов. Схематически эта модель представлена на рис. 1. Поверхностный слой атомарно-гладкого металла состоит из двух слоев – d(I) и d(II). Слой толщиной при $h=d$ назван слоем (I), а слой при $h \approx 10d$ – слоем (II) атомарно-гладкого кристалла (рис. 1). При $h \approx 10d$ начинает проявляться размерная зависимость физических свойств материала. При $h=d$ в поверхностном слое происходит фазовый переход. Он сопровождается резкими изменениями физических свойств, например, прямой эффект Холла-Петча меняется на обратный [5], происходит релаксация и реконструкция поверхности [3] и т.д.

Для определения толщины поверхностного слоя различных соединений нами использовалась размерная зависимость физического свойства $A(r)$:

Рисунок 1 - Схематическое изображение поверхностного слоя [8]

$$A(r) = A_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{r}\right), \quad r \gg d$$

$$A(r) = A_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{d+r}\right), \quad r \leq d.$$
(1)

Параметр d связан с поверхностным натяжением σ формулой:

$$d = \frac{2\sigma v}{RT},$$
(2)

Здесь σ – поверхностное натяжение массивного образца; v – объем одного моля; R – газовая постоянная; T – температура.

В работе [4], а также [6], было показано, что с большой точностью выполняется соотношение:

$$\sigma = 0.7 \cdot 10^{-3} \cdot T_m, \quad (3)$$

где T_m – температура плавления твердого тела (K).

Соотношение выполняется для всех металлов и для других кристаллических соединений. Если его подставить в (2), то при $T = T_m$ получим:

$$d = 0.17 \cdot 10^{-3} v. \quad (4)$$

Уравнение (4) показывает, что толщина поверхностного слоя $d(I)$ определяется одним фундаментальным параметром – атомным объемом элемента. В таблицах 1 и 2 представлены расчеты поверхностной энергии σ , толщины поверхностного слоя $d(I)$ и число атомов, находящихся вблизи поверхности лантаноидов и актиноидов R .

Таблица 1

Параметры лантаноидов из периодической таблицы

Me	T_m , K	σ , Дж/м ²	$d(I)$, нм	R	Me	T_m , K	σ , Дж/м ²	$d(I)$, нм	R
La	1193	0.835	4.0	$a/c=11/3$	Tb	1629	1.140	5.3	$a/c=15/9$
Ce	1072	0.750	3.8	7	Dy	1685	1.180	5.3	$a/c=15/9$
Pr	1204	0.842	4.2	$a/c=11/4$	Ho	1747	1.223	5.5	$a/c=15/10$
Nd	1294	0.905	4.5	$a/c=12/4$	Er	1802	1.051	5.5	$a/c=15/10$
Pm	1441	1.009	4.4	$a/c=12/4$	Tm	1818	1.273	5.2	$a/c=15/9$
Sm	1350	0.945	4.4	$a/c=12/1$	Yb	1097	0.768	4.6	8
Eu	1099	0.769	5.8	13	Lu	1936	1.355	5.7	$a/c=16/10$
Gd	1586	1.110	5.3	$a/c=15/9$	-	-	-	-	-

Анализ данных таблиц 1 и 2 показывает, что число $d(I)$ для большинства лантаноидов лежит в пределах 4-5.5 нм, а для актиноидов – в пределах 2-3.5 нм. Это большое различие, которое приводит к тому, что лантаниды не используются для синтеза высокоэнтропийных сплавов.

Однако, для обеих таблиц 1 и 2 величины $d(I)$ не превышает 10 нм. Считается, что необходимым условием для проявления наноструктурных свойств конденсированной среды является размерная зависимость ее свойств [7]. «Обычные» размерные эффекты связаны с вкладом поверхностной энергии в энергию Гиббса. Их называют размерными эффектами I рода (по Щербакову Л.М. [8]). Такие размерные эффекты характерны для любых систем и определяются рассеянием квазичастиц (электронов, фононов и пр.) на границах системы. Фазовые размерные эффекты (размерные эффекты II рода) определяются всем коллективом атомов в системе (коллективные процессы).

Таблица 2

Параметры актиноидов из периодической таблицы

Me	T_m , K	σ , Дж/м ²	$d(I)$, нм	R	Me	T_m , K	σ , Дж/м ²	$d(I)$, нм	R
Ac	1320	0.924	3.9	7	Bk	1259	0.881	3.2	$a/c=10/3$
Th	2028	1.420	3.3	6	Cf	1173	0.821	2.8	$a/c=8/3$
Pa	2113	1.480	2.6	$a/c=7/8$	Es	1133	0.793	3.2	-
U	1406	0.984	2.1	$a/b/c=7/4/4$	Fm	1800	1.260	-	-
Np	913	0.639	2.0	$a/b/c=3/4/4$	Md	1100	0.770	-	-
Pu	912	0.638	2.1	$a/b/c=3/4/2$	No	1100	0.770	-	-
Am	1448	1.013	3.0	$a/c=9/3$	Lr	1900	1.330	-	-
Cm	1813	1.289	3.1	$a/c=9/3$	-	-	-	-	-

Такие размерные эффекты наблюдаются только в наноклстерах и наноструктурах [9]. Помимо этих классических размерных эффектов, существуют квантово-размерные эффекты [10], связанные с квантованием энергии носителей заряда, движение которых ограничено в одном, двух или трёх направлениях. Наличие квантовых размерных эффектов накладывает фундаментальные ограничения на использование наноэлектронных элементов сверхмалых размеров [11]. Квантово-размерные эффекты наблюдаются когда размер структуры соизмерим с волной де Бройля ($\sim 0,01 - 0,1$ нм).

Представленные расчеты поверхностной энергии σ , толщины поверхностного слоя $d(I)$ и число атомов, находящихся вблизи поверхности лантаноидов и актиноидов R , получены нами впервые и еще ждут своего тщательного анализа.

Благодарность

Работа выполнена по программе Министерства образования и науки Республики Казахстан. Гранты №0118PK000063 и №Ф.0780.

1. Гиббс Дж.В. Термодинамические работы. – М. – Л.: ГИТТЛ, 1950. – 303 с.
2. Русанов А.И. Фазовые равновесия и поверхностные явления. - Л.: Химия, 1967. - 346 с.
3. Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А. и др. Введение в физику поверхности. - М.: Наука, 2006. - 490 с.
4. Юров В.М., Гученко С.А., Лауринас В.Ч. Толщина поверхностного слоя, поверхностная энергия и атомный объем элемента // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов, □ Тверь: Твер. гос. ун-т, 2018, □ Вып. 10. – С. 691-699.
5. Юров В.М., Лауринас В.Ч., Гученко С.А. Некоторые вопросы физики прочности металлических наноструктур // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. - Тверь: Твер. гос. ун-т, 2013, Вып. 5. - С. 408-412.
6. Рехвиашвили С.Ш., Кишტიкова Е.В., Кармокова Р.Ю. К расчету постоянной Толмена // Письма в ЖТФ. 2007. Т. 33. вып. 2. – С. 1-7.
7. Андриевский Р.А., Глезер А.М. Размерные эффекты в нанокристаллических материалах. I. Особенности структуры. Термодинамика. Фазовые равновесия. Кинетические явления. // Физика металлов и металловедение, 1999, Т. 88, № 1. - С. 50-73.
8. Щербаков Л.М. О статистической оценке избыточной свободной энергии малых объектов в термодинамике микрогетерогенных систем // Доклады АН СССР, 1966, Т. 168, № 2. – С. 388-391.
9. Уваров Н.Ф., Болдырев В.В. Размерные эффекты в химии гетерогенных систем // Успехи химии, 2001, Т. 70 (4). – С. 307-329.
10. Tringides M.C., Jatochowski M., Bauer E. Quantum size effects in metallic nanostructures // Physics Today, 2007, Vol. 60, №. 4. - P. 50-54.
11. Арутюнов К.Ю. Квантовые размерные эффекты в металлических наноструктурах // ДАН ВШ РАН, 2015, №3(28). – С. 7-16.

РАЗДЕЛ VI. ЛОГИСТИКА

Никифоров А.В., Ерохина Е.В.

Инновационные технологии, оптимизирующие систему поставок

КФ МГТУ им. Баумана
(Россия, Калуга)

doi: 10.18411/lj-02-2020-14

idsp: lj-02-2020-14

Аннотация

Статья посвящена изучению логистического менеджмента и технологий, которые сделают систему поставок более быстрой, прозрачной и доступной по цене. Представлен прогноз – исследование, относительно инноваций в логистике.

Ключевые слова: логистический менеджмент, инновации, уберизация, блокчейн, хеджирование.

Abstract

The article is devoted to the study of logistics management and technologies that will make the supply chain faster, more transparent and affordable. The forecast-research concerning innovations in logistics is presented.

Key words: logistics management, innovation, uberization, blockchain, hedging.

Сегодня логистический менеджмент претерпевает серьезные изменения. С возможностями искусственного интеллекта будущая цепочка поставок обещает быть полностью автономной и самоорганизованной [1]. Наличие парка грузовиков, работающих по принципу «Роя», когда перевозка осуществляется автономным и непрерывным потоком, может увеличить пропускную способность грузоперевозок; надежный одноранговый учет на архитектуре «BlockChain» может изменить состояние отрасли, а большое количество мобильных роботов, а также подходы к машинному обучению могут ускорить темпы выполнения заказов. Кроме того, платформы ИОТ, позволяющие отслеживать местоположение и состояние объекта, для электронного брокерства могут соединять розничных продавцов с курьерами и перевозчиками одним щелчком мыши.

Цепочка поставок завтрашнего дня будет более компактной, быстрой и, самое главное, самоорганизованной. Этот темп изменений будет обусловлен несколькими радикальными технологиями, которые возможно будут приняты участниками отрасли в течение следующих 15 лет [2].

По данным экспертов, от Американской консалтинговой компании, занимающийся исследованиями и анализом рынка «Frost & Sullivan» вот пять технологий которые определяют будущее логистики. В своем исследовании эксперты рассматривают всего три сценария для отрасли — технология, бизнес и рынок, эта статья будет подробно описывать ключевые выводы исследования по технологическим сценариям логистики третьего десятка 21 века.

Автономный транспорт может принести большую эффективность

Сегодня «дроны», беспилотные летательные аппараты, безусловно, вызывают много вопросов с тех пор, как Amazon объявила о своей идее по запуску дронов для доставки заказов в радиусе одной мили от пункта выдачи. До эксперимента с дронами первыми «транспортными средствами», которые стали автономными в цепочке поставок, были «вилочные погрузчики». Передвижения человека - одна из самых непродуктивных и трудоемких задач на складе. Новые вилочные погрузчики, о

которых рассказывают как о «полностью автономных мобильных роботах, с визуальным управлением», которые не только решают эту конкретную проблему, но и имеют возможность обрабатывать заказы в несколько раз быстрее, чем человек.

Вероятность того, что транспортные средства станут полностью автономными в ближайшем будущем очень велика. Самосвалы с визуальным управлением и полностью автономные грузовики могут стать реальностью уже к 2030 г. Компания Rolls Royce объявила о планах запуска автономных грузовых судов (или, как их уже окрестил журнал The Economist - “корабли-призраки”) уже к тридцатому году. Автономные системы были призваны помочь, а то и вовсе заменить человека в процессе обработки большого количества данных, для автопарков цель автономии – сэкономить как можно больше топлива, следовательно, уменьшить издержки на грузоперевозки. Например, взвод таких грузовиков может сэкономить до 20% топлива [3].

Базы данных заменяют топливо как самый большой фактор влияния

С появлением понятия “Big Data” (большой объем данных) разговор от оценки объема данных переходит к разнообразию и ценности данных. Колоссальные 90% от этого объема, которые иногда попадают, являются ничем иным как спамом, который мы не можем ни обработать, ни правильно как-либо использовать. Amazon, например, пытается создать механизм для отбраковки этого спама и создания прогностической аналитики вокруг «торгового поведения клиента» [4].

Amazon заготавливает продукты еще до того, как клиент захочет купить это. В своей текущей модели Amazon получает заказ и доставляет его через разные логистические компании. Все эти усилия с дронами и роботами были направлены на сокращение срока доставки и получении того, что захочет покупатель.

Нынешний патент Amazon на “упреждающую доставку” иллюстрирует стратегию: когда компания будет отправлять товар по частным адресам или почтовым отделениям, чтобы отвозить продукты как можно ближе к потребителю, а на обратном пути уже доставлять его кому-то, кто только-только разметил заказ. Прогностические модели в сочетании с автономным парком могут привести время выполнения заказа близко к нулю [4].

Еще одной интересной перспективой - является возможность превращения логистики в отрасль, ориентированную на данные, где информация имеет приоритет в ценностных предложениях логистических услуг.

Новая эра оптимизации логистики

Индустрия логистики не основанная на активах или менее ориентированной на активы - натянута, потому что кто-то ведь должен владеть и управлять активами. Интересно наблюдать за появлением нового поколения поставщиков логистических услуг, которые не владеют активами (автотранспортом, складами), но могут предоставлять логистические услуги, собирая «информацию об активах» от людей, которые владеют ими. Например, ООО ЛогистикАвто и FM Logistic являются одними из тех компаниями, которые предоставляют логистические услуги, не владея собственными активами. Следовательно, они могут предложить более конкурентоспособные по стоимости услуги, почти на 50 процентов меньше, чем в среднем по отрасли, а все потому что они не имеют затрат, связанных с поддержанием активов или с необходимостью обеспечить заработную плату десяткам, а то и сотням сотрудникам.

В скором будущем, поставщик логистических услуг и поставщик на рынке будут развиваться в направлении более ориентированного на консалтинг и станут больше похожи на менеджеров проектов, а не на фактических грузчиков, что приведет к новым моделям, таких как «E-Brokerage» [2].

Электронные брокерские платформы

Рост электронной розничной торговли (по сравнению с 2013 г. составил 17,7%) в сочетании с технологиями связи откроет новые решения для грузовых и логистических компаний [6]. Распространение цифровых технологий в сфере грузоперевозок вынудит традиционных грузовых брокеров привести свою бизнес-модель в соответствие с мобильными решениями для перевозок. Мобильные приложения имеют решающее значение для бесперебойной брокерской системы «на ходу», также известной как «уберизация грузоперевозок». В будущем мобильные брокеры, будут разрабатывать собственные программные решения, создавая потенциальные синергетические партнерские отношения с традиционными грузовыми брокерами, OEM-производителями и поставщиками телематики (программ удаленного доступа), чтобы облегчить это изменение.

Не сложно представить, что в скором будущем мобильное приложение будет контролировать водителей грузовиков в соответствии с потребностями грузоотправителя по тарифам, маршрутам и расписаниям. Все это позволит автоматизировать ряд процессов, связанных со статусом доставки, отправкой, поиском груза и оплатой водителя. И это помимо предоставления важной информации в режиме реального времени о грузах прямо с момента отправки до получения. При потере приблизительно 20 миллиардов долларов дохода от «пустых миль» и проблем с избыточной пропускной способностью, выгоды, вытекающие из таких бизнес-моделей, приведут к минимизации эксплуатационных расходов за счет повышения эффективности использования активов и топлива. Будущее будет за онлайн-сервисов, потихоньку устраняя традиционные грузовые брокерские фирмы, предлагая более гибкие пакеты услуг.

Вся отрасль будет стремиться к более разумным способам ведения бизнеса, чтобы избежать бумажной работы, такой как использование блокчейн, который быстро становится отличным инструментом для ускорения соблюдения требований [5].

Интеллектуальная коммерция с Block Chain

Подобно тому, как Интернет вызвал эволюцию от клиентских приложений к веб-приложениям, облачным решениям и SAAS (одна из форм облачных вычислений, при которой клиентам предоставляется готовое прикладное программное обеспечение, полностью обслуживаемое провайдером), одноранговая модель блокчейн, демонстрирует потенциал для создания новых инновационных каналов. Уже завтра технология блокчейн может появиться как новая операционная система для сетей цепочки поставок, которая сочетает в себе B2B-связь с программным обеспечением [5].

Например, у руководителя склада, ответственным за поток товаров, могут возникнуть ситуации, когда поставщики не смогут доставить товар в целости или в срок, что приведет к спорам, требующим много времени, и штрафным судебным мерам. Технология Blockchain позволит избежать таких сценариев, поскольку она позволит вам вести переговоры с поставщиками, которые четко определяют условия и режим работы между двумя сторонами, в то же время дополнительно требуя информацию о состоянии товаров и времени доставки [5]. В случае задержки доставки товара, если он не найден в целости и сохранности, взимается процентный штраф за предварительное условие, а сумма удерживается из окончательной указанной цены.

Применение блокчейн будет более широким, по сравнению с любыми другими инструментами управления поставщиками, поскольку данные будут отслеживаться непосредственно от инициации заказа на уровне клиента до информации о доставке, что приведет к большей прозрачности в цепочке поставок, чего раньше не было. Кроме того, предоставляя доступ к точной информации в реальном времени в любом месте и в любое время.

Названные технологии демонстрируют, что в современном динамичном мире интегрированные в интеллектуальные системы поставок обеспечивают конкурентное

преимущество. Вот некоторые прогнозы, которые можно сделать в отношении этих технологий:

- Промежуток между заказом и получением продукта будет осуществляться в течение нескольких минут.
- Исчезнут дополнительные услуги связанные с сбором, обработкой и получением данных, необходимых для перемещения товаров в международной торговле.
- Объемы перевозок на складах уменьшаться на 50% , а размеры складов на 30%.
- Половина всех транспортных средств будет иметь некий уровень автономии: от полуавтономного до полностью автономного [3].

Если хотя бы один из этих прогнозов сбудется, это будет означать, что цепь поставок уйдет от существующих громоздких моделей и в будущем уже будет отдавать предпочтение данным и технологиям для хеджирования неопределенности, а не дорогостоящим реакционным методам. Это будет означать, что цифровая логистика принесет компаниям значительные преимущества.

1. Логистика и управление цепями поставок: учебник для среднего профессионального образования / В. В. Щербаков [и др.]; под редакцией В. В. Щербакова. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 582 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11710-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/445985> (дата обращения: 05.10.2019)
2. Сергеев, В. И. Управление цепями поставок: учебник для бакалавриата и магистратуры / В. И. Сергеев. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 480 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01356-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/432151> (дата обращения: 05.10.2019).
3. Консалтинговая компания Frost & Sullivan // Технологии для развития мировой транспортно-логистической отрасли [сайт] URL: <https://ww2.frost.com/frost-perspectives/technology-last-mile-innovation-to-drive-global-transport-and-logistics-industry-in-2019/>
4. Независимое издание о технологиях и бизнесе RusBase // Инновации в корпорациях // Amazon [сайт] URL: <https://rb.ru/story/why-amazon-is-the-worlds-most-innovative-company-of-2017>
5. Логистическая компания ABL// Блокчейн - как технология будущего в логистике [сайт] URL: <https://www.ablcompany.ru/news/blokcheyn-kak-tehnologiya-budushchego-budet-ispolzovana-v-logistike>
6. РБК — проект мультимедийного холдинга //Российский рынок интернет-торговли [сайт] URL: <https://www.rbc.ru/business/13/03/2019>

РАЗДЕЛ VII. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Владимиров С.А., Болотов Д.В., Бульковский А.Э.

Оптимизация ресурсопотребления, как фактор экологизации с.х. производства, на примере рисоводства Кубани

ФГБОУ БО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
(Россия, Краснодар)

doi: 10.18411/lj-02-2020-15

idsp: ljjournal-02-2020-15

Аннотация

Сельское хозяйство является доминирующей хозяйственной деятельностью на территории Краснодарского хозяйства, главной задачей которой является получение большого количества урожая. Очень часто это идёт в разрез с принципами оптимального природопользования, что ведёт к коренному ухудшению экологии в крае. Исключением не стало и рисоводство. На данный момент рисосеющие районы Краснодарского края можно смело называть зонами экологического кризиса. Этому способствовало внесение минеральных удобрений, чрезмерное использование гербицидов и пестицидов, которые откладываются в донных отложениях, в природных водоемах, в почве и сбросной воде. В данной статье будут рассмотрены технологии оптимизации ресурсопотребления в рисоводческом хозяйстве Краснодарского края с точки зрения фактора экологизации сельскохозяйственного производства и улучшения социал-экономического воздействия на местное население.

Ключевые слова: Кубань, рисоводство, оптимизация, гербициды, урожайность, экологическая ситуация, исследования, саморегуляция, плодородие.

Abstract

Agriculture is the dominant economic activity in the Krasnodar economy, the main task of which is to obtain a large amount of the crop. Very often this goes against the principles of optimal environmental management, which leads to a radical deterioration of the environment in the region. The exception was not rice. At the moment, rice-growing areas of the Krasnodar Territory can be safely called zones of ecological crisis. This was facilitated by the introduction of mineral fertilizers, excessive use of herbicides and pesticides, which are deposited in the bottom sediments, in natural waters, in the soil and waste water. In this article, technologies for optimizing resource use in the rice-growing economy of the Krasnodar Territory will be considered from the point of view of the factor of greening agricultural production and improving the social and economic impact on the local population.

Keywords: Kuban, rice growing, optimization, herbicides, productivity, ecological situation, research, self-regulation, fertility.

Активное освоения рисоводства в Краснодарском крае привело к остро кризисной экологической ситуации всего региона.

Ежегодно из бассейна реки Кубань на орошение осуществляется забор на орошение 3 млрд 895 млн м³ и 705 млн м³ повторной воды, при этом наблюдается повсеместный дефицит водных ресурсов.

Стоит учитывать, что в зависимости от складывающихся почвенно-мелиоративных условий оросительная норма может колебаться от 10 до 30 тыс. м³/га.

Биологически оптимальная оросительная норма при укороченном режиме орошения риса составляет 18,5-19,0 , при периодических поливах дождеванием – 2,7, по полосам – 4,2, внутрипочвенном орошении – 3,0-4,2 , при комбинированном способе орошения – 13,0 тыс. м³/га.

Оптимальная величина оросительной нормы в условиях Нижней Кубани может составлять 10-12 тыс. м³/га. При этом стоит учитывать тот факт, что, по мнению многих ученых, избыточное расходование воды при возделывании риса влечёт за собой снижение урожайности. Увеличение оросительной нормы с 18 до 22 тыс. м³/га приводит к уменьшению урожая на 10%, с 18 до 26 тыс. – на 20%, а с 18 до 30 тыс. – на 30% .

При традиционных технологиях возделывания риса возникает иллюзия того, что появляется возможность увеличения роста урожайности при совершенствовании метода высушивания почвы и дальнейшего его использования вплоть до появления абсолютно сухого веса. Однако, технологически это неосуществимо. Практика показывает, что данный путь бесперспективен, с точки зрения увеличения производственных затрат и увеличения себестоимости риса, а также ограниченности времени проведения предпосевных обработок.

Если взглянуть на данную ситуацию с другой стороны, становится понятно, что поддержание влажности почвы в оптимальных пределах (60-70% ПВ) за счет выпадающих осадков или мелиоративного увлажнения на фоне выровненной зяби менее трудоемко и энергоемко. В такой ситуации интересными являются данные, полученные в результате ретроспективного анализа урожайности риса в Краснодарском крае и выпадающих за предпосевной период осадков. Корреляционный анализ подтвердил устойчивость этой связи для двух временных периодов: 1950-1965 гг., когда производство риса в крае велось без применения гербицидов, и 1966-1985 гг. – при интенсивном их использовании.

В ранний период возделывания риса на Кубани (1950-1965 гг.), характерной чертой которого была низкая степень механизации, ограничивающая количество предпосевных обработок. Выпадающие осадки, которые увеличивали влажность почвы, способствовало росту урожайности риса.

За период с 1966 по 1982 гг. степень механизации рисосеющих хозяйств выросла в 2 раза, увеличился объем выполняемых работ на одном гектаре на 200 га, а энергоемкость производства зерна превысила 27300 кВт.ч/га. С изменением ситуации появилась возможность для многократных перепашек и рыхления почвы с целью максимально возможного ее высушивания. В этой ситуации увеличение количества выпадающих осадков является сдерживающим фактором, так как они препятствуют плановому проведению предпосевных обработок и необходимому качеству разделки, подготовки почвы к посеву, тем самым способствуют снижению урожая. Это явление было наглядно показано данными, по которым увеличение количества выпадающих осадков на 10 мм приводит к уменьшению урожайности риса на 1,4 ц/га.

При традиционном методе интенсивных предпосевных обработок высокая температура воздуха способствует лучшему проветриванию и высушиванию почвы, но сводит микробиологическую деятельность к минимуму. С другой стороны, при минимальных обработках почвы и поддержании режима влажности почвы на уровне 60% в сочетании с высокими температурами воздуха, наблюдается процесс активизации в почвах микробиологических и мобилизационных процессов.

Максимальную экологическую опасность в воде представляли фосфорорганические инсектоакарициды, содержание которых в рыбохозяйственных водоемах не допускается. Количество проб воды содержащих фосфорорганические препараты колебалось от 18 до 73,9%.

Из гербицидов наиболее опасен для экологии ялан, содержание, которого в некоторых пробах в 4500 раз превышало ПДК (0,025 мг/л). Содержание пропанада также было выше ПДК (0,003 мг/л).

Оптимизация ресурсопотребления может положительно сказаться на экологии края. Тем не менее нельзя отрицать того, что окончательное решения проблемы охраны земель лежит в комплексном подходе использовании рисовых агроландшафтов.

Современные исследования показывают стремительное устаривание систем земледелия, которые уже не могут оптимально и рационально использовать биоклиматические, водные и земельные ресурсы, не отвечают принципам саморегуляции, принципам эколого-экономической целесообразности восстановления природных ресурсов.

Системы земледелия, применяемые в рисосеянии, не учитывают микробиологические процессы, протекающие в почве, что не позволяют реализовать весь потенциал синтеза энергоресурсов. Это препятствует наиболее полному использованию природных факторов или их имитации, не позволяет следовать принципам воспроизводства, исключает активность микробиологических процессов и мобилизацию почвенного плодородия.

Признаками изменения ситуации к лучшему могут являться:

- отказ от иссушения почвы в допосевной период многократными обработками и изменение их качественной направленности;
- создание или поддержание в почве агрономически благоприятных процессов при влажности пахотного горизонта на уровне 60-70% поверхностных вод за счет осуществления комплекса основных влагонакопительных и влагосберегающих поверхностных обработок и мелиоративного увлажнения.

Максимальное использование света, тепла и осадков будет способствовать поддержанию чеков в выравненном состоянии с осени. Сохранение естественной влаги в почве в предпосевной период или пополнение за счет поливов дождеванием позволяет получать всходы сорняков отдельно по времени от всходов риса и уничтожать их механическим путем до посева. Данное решение способствует исключению гербицидов из процесса выращивания риса, возникает возможность влияния на процессы азотификации и аммонификации, откроет перспективы расширенного воспроизводства плодородия почв как основного средства производства и экономии минеральных удобрений.

Производственные испытания позволяют заметить существенную эффективность данного метода по сравнению с ранее известными способами. В результате в 0-10 см почвы на 1 га наблюдалось накопление 115-160 кг NH_4 и до 82 кг P_2O_5 , что по сравнению с предыдущими показателями на 50-120 и 38 кг выше, чем при базовой технологии.

При осуществлении комплекса минимальных влагосберегающих обработок почвы по сравнению с базовой технологией в 2 раза сократилось число проходов агрегатов по полю, расход горючего уменьшился на 11,5 кг/га, металлоемкость снизилась на 12,6 кг/га, а энергоемкость на 295 кВт/га. Производительность труда повысилась в 2,8 раза. При анализе величин расходных статей водного баланса рисового поля только за счет влагонакопления в допосевной период экономия оросительной воды составила 800 м³/га.

Таким образом существующая ситуация требует решения назревших экологических проблем. Данные и исследования наглядно дают понять, что используемые технологии возделывания риса игнорируют процессы, протекающие в почве и не могут в полной мере использовать все земельные, энергетические и водные ресурсы.

Возможное изменение в системах, изложенные в статье, наглядно показали свою эффективность. Но стоит учитывать и то, что решения экологических проблем требует комплексного подхода, который будет основан не только на оптимизации ресурсопотребления.

1. Прус Д.В., Комплексная оценка природно-ресурсного потенциала формирования устойчивой урожайности культур в условиях Правобережья Кубани / Д. В. Прус, А. Х. Кайтмесов, С. А. Владимиров // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по материалам IX Всерос. конф. молодых ученых, посвящ. 75-летию В. М. Шевцова / отв. за вып. А. Г. Кощаев. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – С. 865-867.
2. Владимиров, С.А. Критерии продуктивного использования земельных ресурсов и устойчивости агроландшафтов / С.А. Владимиров // Земельные и водные ресурсы: мониторинг эколого-экономического состояния и модели управления: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию Института землеустройства, кадастров и мелиорации (23-25 апреля 2015 г.). – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2015. – С. 187-191.
3. Амелин, В. П. Методика расчета эффективности использования земель рисового ирригированного фонда / В. П. Амелин, С. А. Владимиров // Научный журнал Труды КубГАУ. – 2009. – Вып. 4(19). – С. 227-230.
4. Владимиров, С.А. Эффективность ландшафтных преобразований как фактор устойчивого и безопасного рисоводства / С.А. Владимиров // Науч. журнал Труды КубГАУ. – 2009. – Вып. 6(21). – С. 158-164.
5. Сафронова, Т.И. Информационная модель управления качеством состояния рисовой оросительной системы / Т. И. Сафронова, И. А. Приходько // Науч. журнал Труды КубГАУ. – 2007. № 6. – С. 11-15.
6. Сафонова, Т. И. Оценка мелиоративного состояния рисовой оросительной системы по интегральному показателю / Т. И. Сафронова, И. А. Приходько // Мелиорация и водное хозяйство. – 2009. Вып. 3. – С. 42-43.
7. Крылова, Н. Н., Экология водопользования на оросительных системах / Н. Н. Крылова, Е. И. Хатхоху // Итоги научно-исследовательской работы за 2017 год : сб. ст. по материалам 73-й науч.-практ. конф. преподавателей / отв. за вып. А. Г. Кощаев. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – С. 203-205.
8. Медведев, С. В. Аналитический обзор ресурсосберегающих и природных систем земледелия в рисоводстве Краснодарского края / С. В. Медведев, Е. И. Хатхоху // Научный журнал Эпомен. – 2018. – Вып. 13. С. 120-123.
9. Кайтмесов, А. Х. Анализ эффективности использования земельного фонда на основе комплексных показателей / А. Х. Кайтмесов, Е. И. Хатхоху. // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ. В 4 т. / сост. А. Я. Барчукова, Я. К. Тосунгов; под ред. А. И. Трубилина, отв. ред. А. Г. Кощаев. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – Т. 2, вып. 1. – С. 14-18.

Кочнева А.Е., Владимиров С.А.

Мелиоративное состояние рисовых оросительных систем Кубани

*ФГБОУ БО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-16

idsp: ljjournal-02-2020-16

Аннотация

В статье проведен анализ мелиоративного состояния земель на примере Фёдоровской оросительной системы, изучено фактическое состояние земель, а также рассмотрены виды агро-мелиоративных технологий, применяемых в рисоводстве. Выявлено, что состояние орошаемых земель, на опытном участке находится в удовлетворительном состоянии, но существуют локальные участки, на которых необходимы комплексные мероприятия по улучшению состояния почв. Рассмотрены перспективы сохранения и развития оросительной системы для дальнейшего выращивания риса на данном участке.

Ключевые слова: мелиорация, рис, агромелиоративные технологии, оросительные системы, уровень грунтовых вод, вспашка, чизелевание.

Abstract

В статье проведен анализ мелиоративного состояния земель на примере Фёдоровской оросительной системы, изучено фактическое состояние земель, а также рассмотрены виды агромелиоративных технологий, применяемых в рисоводстве. Выявлено, что состояние орошаемых земель, на опытном участке находится в удовлетворительном состоянии, но существуют локальные участки, на которых необходимы комплексные мероприятия по улучшению состояния почв. Рассмотрены перспективы сохранения и развития оросительной системы для дальнейшего выращивания риса на данном участке.

Key words: reclamation, rice, agromeliorative technologies, irrigation systems, ground water level, plowing, chiseling.

Рисоводство является одной из ведущих отраслей мирового сельского хозяйства. Производством риса занимаются 115 стран мира на площади 153,6 млн. га.

Основным рисосеющим регионом России является Краснодарский край, в котором производится более 85% общего объема производства этой ценной крупяной культуры. Площади под посевами риса здесь занимают почти 234 385 га, а каждый гектар посева стабильно дает более 6 тонн зерна с гектара.

Несмотря на значительные успехи кубанских рисоводов, позволяющие получать на протяжении последних лет стабильные урожаи выше 60 ц/га, валовые сборы риса зерна в среднем по России остаются не достаточными для полного удовлетворения населения в этом ценном продукте питания, хотя биологический потенциал возделываемых сортов значительно выше фактически получаемой урожайности.

На производство риса влияет множество природных и антропогенных факторов. В настоящее время намечается положительная тенденция по увеличению мелиорируемых земель за счет реконструкции оросительных систем, увеличения производства основных видов продукции [1, с. 2].

Немаловажным при возделывании риса является проведение агротехнических мероприятий, направленных на улучшение структуры почвы, борьба с засолением и заболачиванием. При возделывании риса почвы, подвергшиеся длительному затоплению, теряют свою структуру, что приводит не только к снижению урожайности культуры, но и нарушению мелиоративного состояния чеков.

Существующие в настоящее время технологии возделывания риса по своим технико-экономическим и агротехническим показателям соответствуют современным требованиям производства и рассчитаны как на интенсификацию земледелия, так и ресурсосбережение. В данном случае сорт рассматривается как элемент технологии и задача, стоящая перед производством, применить комплекс агротехнических мероприятий [3, с. 4].

В настоящее время актуальной задачей является обоснование наиболее рациональных приемов регулирования почвенного плодородия с учетом экологических последствий и продления срока последствия агромелиоративных мероприятий.

При проведении исследования были изучены следующие задачи:

- оценка мелиоративного состояния и почвенного плодородия орошаемых земель республики;
- разработка агромелиоративных приемов повышения и сохранения плодородия орошаемых почв.

Значительным фактом в реализации инновационных природоохранных мероприятиях, является качественное обследование мелиоративного состояния земель. Все работы по выполнению обследования мелиоративного состояния земель

выполняются в соответствии с административным регламентом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, они включают в себя следующие виды и объемы работ:

- наблюдение за гидрохимическим режимом грунтовых вод;
- весенняя и осенняя гидрогеологическая срезка на орошаемых землях;
- рекогносцировочное обследование;
- наблюдение за солевым режимом почвы;
- гидрохимический анализ коллекторно-дренажных вод;
- камеральные работы, по обработке полученных данных.

На основе анализа материала проведенных работ и материалов прошлых лет произведена оценка мелиоративного состояния орошаемых земель на площади 385,5 тыс.га, из анализа полученных данных можно сделать вывод о том, что 288,0 тыс.га находятся в хорошем состоянии, 54,1 тыс.га – в удовлетворительном, 44,4 тыс.га в неудовлетворительном. [1, с. 5].

На мелиоративное и техническое состояние рисовых оросительных систем (далее-РОС) влияет целый ряд природных условий. На примере Фёдоровской оросительной системы приведены природные факторы, влияющие на РОС:

- климатические условия, Безморозный период длится в среднем 187 дней, морозный – до 60. Среднегодовое количество осадков составляет около 650 миллиметров, но во влажные годы выпадает до 1000 миллиметров.
- годовые и многолетние изменения водности рек и их солевого состава. Реки, являясь источниками питания подземных вод, оказывают влияние на режим грунтовых вод. Качество речных вод зависит от поступления в реки дренажных и сбросных вод;
- геоморфологические и геологические условия, почвы Закубанской предгорной равнины состоят из уплотненных и слитых чернозёмов, которые сменяются ближе к горам серыми лесостепными почвами.

- глубина залегания

Глубина залегания УГВ, на орошаемых землях в интервалах, м	
1,5 – 2,0	4460 га
2,0 – 3,0	5822 га
3,0 – 5,0	1138 га

- минерализация грунтовых вод

Минерализация грунтовых вод орошаемых земель, г/л в интервалах	
<1,0	3339
1,0 – 3,0	8081

- минерализация оросительной воды

Минерализация оросительной воды, г/л	
<1,0	1142

- степень засоления почв

Степень засоления почв в слое 0 – 100 см	
Незасоленные	11145
Слабозасоленные	275

- степень солонцеватости почв

Степень солонцеватости почв	
Незасолонцеватые	11270
Слабосолонцеватые	150

- характеристика мелиоративного состояния орошаемых земель

Характеристика мелиоративного состояния орошаемых земель, га	
Хорошее	11145
Удовлетворительное	275

Кроме того, все больше хозяйств делают ставку на интенсивные сорта риса с потенциальной урожайностью до 120 ц/га, которым надо обеспечить достаточный уровень питания, защиты и т. д. На практике этот потенциал реализуется всего на 55 - 60%, в то время как в европейских странах эта цифра достигает 70 - 80 %. В крае вносится удобрений в среднем 180 - 200 кг/га д.в., в то время как в начале 80-х годов прошлого столетия это показатель составлял 330 кг/га д.в. при сбалансированном минеральном питании N 158 P 115 K 94 д.в. (рис. 1).

Рисунок 1-Внесение минеральных удобрений в Краснодарском крае.

В последние годы наблюдается тенденция снижения гербицидной нагрузки на рисовую систему. Так, использование современных препаратов против сорной растительности системного действия Сегмент, Номини, Нарис позволило сократить кратность обработок, снизить затраты на их проведение и улучшить экологическую обстановку в зоне рисоводства [5, с. 2].

В настоящее время проблема воспроизводства почвенного плодородия становится одной из актуальнейших смежных задач в мелиорации и агрономии. К ее решению необходим комплексный подход. Так, на орошаемых землях, подверженных осланцеванию, засолению и ощелачиванию предложен химический метод мелиорации посредством внесения кальцийсодержащих мелиорантов (гипса, фосфогипса, органоминеральных компостов и др.)

На уплотненных почвах рекомендуется периодическое проведение глубокого рыхления, а на уплотненных и солонцеватых предложена комплексная мелиорация, составляющими элементами которой являются глубокое рыхление и химическая мелиорация [6, с. 2]

Кроме того, при проведении агромелиоративных технологий необходимо учитывать индивидуальный подход к выбору мероприятий по улучшению мелиоративного состояния почв. Так, например, не Рыхление обеспечивает прибавку урожая разных культур на 20-30 %.

Последствие рыхления прослеживается до 10...16 лет. За эффективный срок обычно принимают 3-4 года, спустя этот срок глубокое рыхление возобновляют.

Глубокое рыхление позволяет увеличить расстояние между закрытыми собирателями (дренами) в 1,2...2 раза (меньшее значение для супесчаных почв с глеевыми горизонтами, большее — для глин). Постепенно при активном окультуривании почвы потребность в глубоком рыхлении с годами уменьшается.

Выполненные в сочетании с закрытой и открытой осушительной сетью агромелиоративные мероприятия способствуют повышению урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур. Особенно важное значение они имеют при осушении малоуклонных и безуклонных равнин с тяжелыми почвами. Применение агромелиоративных мероприятий позволяет применять разреженный дренаж, в котором расстояния между дренами увеличивают в 1,2...2 раза.

В вегетационный период для качественного и своевременного проведения агротехнических работ на полях уровни грунтовых вод должны соответствовать определенным нормам [8, с. 2]

Продолжительность отвода поверхностных вод с поверхности участка после выпадения значительных осадков, вызвавших переувлажнение осушаемой территории, определяется на основании визуального картирования их скоплений до полного исчезновения водного зеркала.

При переувлажнении мелиорированных земель (срок отвода избыточных вод с поверхности почвы превышает нормативный) следует предусматривать агромелиоративные и гидротехнические мероприятия, обеспечивающие быстрый сброс поверхностных вод. Это планировка поверхности, устройство ложбин, колодцев и колонок-поглотителей в замкнутых понижениях, в некоторых случаях сгущение дренажа, а также узкозагонную вспашку, профилирование, нарезку гребней, борозд.

Приемы, ускоряющие отвод избыточной влаги по подпахотному слою, переводящие поверхностный сток во внутрипочвенный и дренажный, назначаются, исходя из морфологии (рельефа) участка, слагающих его почв, плотности подпахотного слоя и оценкой продолжительности отвода избыточной влаги из пахотного и корнеобитаемого слоя. К данным агромелиоративным мероприятиям относятся глубокое и эксплуатационное рыхление, а также щелевание почвы [9, с. 2]

При выборе мероприятий необходимо иметь в виду, что их эффективность зависит от работоспособности осушительной сети. Так, проведение рыхления на фоне неудовлетворительно работающего закрытого дренажа может привести к увеличению продолжительности переувлажнения почвы.

Одной из причин, препятствующих переводу поверхностного стока во внутрипочвенный и дренажный, является повышенная плотность подпахотного горизонта, так называемая «плужная подошва», которая образуется от воздействия тяжелых сельскохозяйственных агрегатов и транспортных средств на почву при возделывании сельскохозяйственных культур. Переуплотнению подвержены в первую очередь глинистые, суглинистые, а также и связносупесчаные почвы, продолжительное время находящиеся в сельскохозяйственном использовании.

Переуплотнение выражается в деформации почвенного профиля, вплоть до разрушения почвенной структуры и строения, влекущей за собой повышение плотности и твердости, уменьшение водо- и воздухопроницаемости, а также другие последствия, в результате которых снижаются осушительное действие дренажа и плодородие почвы. Одновременно затрудняется обработка почвы, соблюдение оптимальных агротехнических сроков посева и уборки сельскохозяйственных культур, повышается расход горюче-смазочных материалов и ускоряется износ машин и механизмов.

Эксплуатационное рыхление не рекомендуется проводить на землях грунтового и грундово-напорного водного питания, на неосушенных землях избыточного увлажнения, вторично заболоченных, при неудовлетворительном состоянии закрытой осушительной сети. Нецелесообразно также проведение рыхления и щелевания в замкнутых понижениях и у подножия склонов в местах скопления поверхностных вод [10, с. 2]

По своему характеру почвоуглубление относится к агротехническим мероприятиям и представляет собой обычную вспашку с оборотом пласта и рыхление

нижележащего слоя почвоуглубителями. Оно целесообразно, главным образом, при вторичном переуплотнении подпахотного слоя мощностью до 20 см. Применяется также в тех случаях, когда ниже переуплотненного профиля залегает слой с неблагоприятными характеристиками (неплодородная подпочва, неудовлетворительный химизм подпочвы), вызывающими опасение в ухудшении свойств пахотного слоя при вспашке с перемешиванием долей непригодной подпочвы. В таком случае целесообразно увязать почвоуглубление с интенсивным внесением органических и минеральных удобрений, а в случае необходимости – с известкованием и включением в севооборот культур с глубоко укореняющейся корневой системой (клевер, люцерна и т. д.).

Чизелевание – это безотвальная сплошная обработка почвы чизельными орудиями с рыхлительными или стрельчатыми лапами, установленными на раме орудия, с обработкой пласта по ширине захвата и образованием неразрушенных гребней над дном борозды и разрыхленного слоя почвы над гребнями. Чизелевание занимает промежуточное положение между агротехническими и агромелиоративными мероприятиями и направлено на улучшение структуры подпахотного горизонта. Его применение целесообразно при наличии вторичного переуплотнения до глубины 0,45 м.

Выводы и предложения. Выполненный анализ состояния агромелиоративных земель показывает, что с учетом увеличения орошаемых площадей, а также повышением урожайности риса, природные ресурсы мелиоративных земель истощаются, для привлечения агромелиоративных технологий стоит уделять важную роль оценке и расчетам индикаторов риска мелиоративного состояния почв, которые позволят применить именно те технологии, которые в настоящий момент необходимы. При планировании большого объема агромелиоративных мероприятий предприятия мелиоративных систем не в состоянии выполнить его своими силами. В связи с этим, хозяйствам с высоким удельным весом осушенных земель желательно иметь рыхлители-щелеватели, а для тяжелых почв – рыхлители-кротователи. На мелиоративных системах следует выполнять дополняющий друг друга комплекс «уходных – ремонтных – агромелиоративных работ», отслеживая результаты выполнения этого комплекса за цикл 8-12 лет. Это позволит повысить срок службы мелиоративных систем без реконструкции, снизить затраты за счет выполнения более дешевых ремонтных работ, а также более обоснованно назначать реконструкцию систем [12, с. 2].

1. Владимиров, С.А. Теоретические основы энергетического механизма влияния климата предпосевного периода на формирование урожайности риса / С.А. Владимиров // Земельные и водные ресурсы: мониторинг эколого-экономического состояния и модели управления: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию Института землеустройства, кадастров и мелиорации (23-25 апреля 2015 г.). – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2015. – С. 182-187.
2. Амелин, В.П. Методологические аспекты перевода отрасли рисоводства в статус экологически безопасного и устойчивого производства / В.П. Амелин, С.А. Владимиров // Научн. журнал труды КубГАУ. – 2010. – Вып. 4(25). – С. 152-156.
3. Владимиров, С.А. Компьютерно-реализуемые модели оптимизации ресурсопотребления в экологическом рисоводстве/ С.А. Владимиров, Е.И. Гронь, Г.В. Аксенов, А.В. Беззубов / Интеграция науки и производства – стратегия устойчивого развития АПК России в ВТО. Материалы междуна-родной научн.-практ. конф., посвященной 70-летию Победы в Сталинградской битве. 30 января – 1 февраля 2013 г. г. Волгоград. том 3. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. С. 213-215.
4. Владимиров, С. А. Севообороты для экологического рисоводства / С.А. Владимиров, Е. И. Хатхоху, Е. Ф. Чебанова // Науч. журнал Труды КубГАУ. – 2017. – Вып. 6(69). - С. 290-297.
5. Сафронова, Т. И. Мониторинг почвенно-мелиоративного состояния земель дельты реки Кубань / Т. И. Сафронова, И. А. Приходько // Науч. журнал Труды КубГАУ. – 2006. – Вып. 01 (17). – С. 8.

6. Приходько, И.А. Влияние культуры риса на мелиоративное состояние почв рисовой оросительной системы / И.А. Приходько, Ю.В. Скорченко // Науч. журнал Труды КубГАУ. – 2011. Вып. 28. – С. 181-184.
7. Владимиров, С. А. Интенсификация рисоводства как фактор экологической напряженности / С.А. Владимиров, Е.И. Хатхоху, Н.Н. Крылова, Е.Ф. Чебанова // Науч. журнал Труды КубГАУ. – 2018. – Вып. 7(70). – С. 147-155.
8. Гартвих, О. А. Способ орошения риса в системе севооборота / О. А. Гартвих, Н. Н. Крылова, Е. И. Хатхоху // Научный журнал «Эпомен». – 2018. – № 13. – С. 108–112.
9. Головин, М. А. Усовершенствование конструкций рисовых оросительных систем / М. А. Головин, Н. Н. Крылова // Научный журнал «Эпомен». – 2018. – № 16. – С. 45–49.
10. Хатхоху, Е. И. Применение современной оросительной техники / Е. И. Хатхоху, В. Т. Ткаченко // Итоги научно-исследовательской работы за 2015 год: сб. ст. по материалам 71-й научно-практической конференции преподавателей / отв. за вып. А. Г. Коцаев. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – С. 164-165.
11. Медведев, С. В. Аналитический обзор ресурсосберегающих и природных систем земледелия в рисоводстве Краснодарского края / С. В. Медведев, Е. И. Хатхоху // Научный журнал Эпомен. – 2018. – Вып. 13. С. 120-123.
12. Дьяченко, Н.П. Оценка влияния агроклиматических факторов на формирование урожая основных культур степной зоны Кубани / Н.П. Дьяченко, С.А. Владимиров, Е.В. Кузнецов // Научный журнал Труды / КубГАУ. – 2007. – Вып. № 3 (7). – С. 189-193.

Подсытник В.А., Шурай С.П.

**Повышение эффективности переработки нефтяных шламов на действующей
установке микробиологического обезвреживания**

*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-17

idsp: ljjournal-02-2020-17

Аннотация

Переход современного общества к стратегии потребления привел к обострению проблемы утилизации разнообразных отходов человеческой деятельности. Масштабы этой проблемы приобрели глобальный характер. Специфическую группу отходов составляют отходы предприятий нефтегазового сектора, в том числе нефтяные шламы. Такие отходы являются крупнотоннажными, представляют серьёзную пожарную и экологическую опасность, с трудом поддаются переработке. В тоже время в них содержится значительное количество ценных углеводородов, поэтому их вторичное использование весьма перспективно и экономически оправданно. В данной работе рассмотрены вопросы повышения эффективности микробиологической переработки нефтешламов на одной из действующих установок Краснодарского края.

Ключевые слова: отходы, нефтешламы, утилизация, ультразвук, эффективность.

Abstract

The transition of modern society to a consumption strategy has led to an exacerbation of the problem of the disposal of various wastes of human activity. The scope of this problem has become global. A specific group of waste is made up of waste from the oil and gas sector, including oil sludge. Such wastes are large-capacity, pose a serious fire and environmental hazard, are difficult to recycle. At the same time, they contain a significant amount of valuable hydrocarbons, so their secondary use is very promising and economically justified. This paper discusses the issues of increasing the efficiency of microbiological processing of oil sludge at one of the existing facilities in the Krasnodar Territory.

Key words: waste, oil sludge, utilization, ultrasound, efficiency

Общемировая проблема сбора и утилизации отходов актуальна и для нашей страны. Согласно данным Росприроднадзора, образование отходов в России идет с увеличивающимися темпами (рисунок 1). При этом объемы их переработки хоть и возрастают, но существенно отстают от скорости образования (рисунок 2).

Рисунок 1 - Образование отходов в России в 2003 - 2016 гг., млрд тонн

В российской практике утилизации отходов доминирует хранение и захоронение на полигонах. Так, согласно данным отчета «Рынок утилизации отходов» [1], в 2016 г. в стране образовалось 5 млрд 441 млн тонн промышленных и бытовых отходов, из которых было повторно использовано 3,226 млрд тонн (2,621 млрд тонн было отправлено на хранение или захоронение, а 18 млн тонн обезврежено).

Рисунок 2 - Использование и обезвреживание отходов в России в 2003- 2016 гг., млрд тонн

Одной из составляющих проблемы отходов является образование и накопление нефтесодержащих отходов в виде нефтяных шламов. Главные источники образования нефтешламов - это предприятия, занимающиеся добычей и переработкой нефти, а также транспортные компании, обеспечивающие перевозку нефтепродуктов. Точные сведения о количестве образующихся и ранее накопленных нефтешламах отсутствуют. По различным экспертным оценкам, в России ежегодно образуется от 3 до 7 млн. т нефтешламов. Из них на нефтедобывающие компании приходится более 1 млн. т; на нефтеперерабатывающие предприятия - 0,7 млн. т; на нефтебазы - 0,3 млн. т; другие источники (ж/д транспорт, аэропорты, морские порты) - 0,5 млн. т. Известно, что накопление нефтяных остатков в нефтепереработке согласно технологическим нормам может составлять до 0,1 % объема перерабатываемой нефти. В крупных городах доля нефтешламов составляет до 30-40 % совокупного объема получаемых отходов [2].

По условиям образования все нефтешламы могут быть разделены на три основные группы - грунтовые, придонные и резервуарного типа. Грунтовые образуются в результате проливов нефтепродуктов на почву в процессе производственных операций либо при аварийных ситуациях. Придонные шламы образуются при оседании нефтепродуктов на дне водоемов, а нефтешламы резервуарного типа - при хранении и перевозке нефтепродуктов в емкостях разной конструкции.

Избежать образования нефтешламов невозможно, поэтому основные усилия учёных и технологов в последние десятилетия направлены на разработку эффективных методов утилизации таких отходов. В результате были разработаны и внедрены в природоохранную практику многочисленные инженерные решения. Методы утилизации нефтешламов отличаются разнообразием - от простого механического разделения в поле гравитационных сил и сжигания до применения сложных физико-химических и микробиологических процессов. Однако практическое применение этих методов сдерживается целым рядом обстоятельств.

Химический состав нефтешламов предельно сложен и сильно зависит от особенностей источников образования, поэтому единого, типового метода или технологии их утилизации не существует. Для переработки нефтешламов конкретного состава приходится каждый раз подбирать соответствующий метод.

Общим недостатком всех известных технологий утилизации и переработки нефтешламов является их низкая производительность и высокие материальные, энергетические и финансовые затраты на их реализацию. От предприятий требуется проводить тщательный технико-экономический расчёт, чтобы обеспечить рентабельность выбранной технологии.

В ряде случаев процессы утилизации нефтешламов наносят больший вред окружающей среде, чем их отсутствие. Это относится прежде всего к простым методам переработки (например, термическим - сжиганию, выпариванию), которые привлекают руководство предприятий своей низкой стоимостью на внедрение [3].

Можно отметить и ещё одну сторону рассматриваемой проблемы - утилизацию ранее накопленных, «застарелых» нефтяных шламов. Количество таких отходов оценивается специалистами в 4,5 млн тонн. За время длительного хранения в нефтешламовых амбарах и озёрах они в ряде случаев «спеклись» до битума или «закислились». Компании-владельцы не стремятся не только перерабатывать, но и ставить на баланс данные нефтешламы. Причина проста - только объёмы экологических платежей по таким отходам значительно превысят показатели прибыли. Единственный выход из ситуации - частичное или полное государственное финансирование утилизации данных нефтешламов.

В настоящее время, наряду с поиском новых методов переработки и утилизации нефтешламов, ведутся работы по повышению эффективности уже существующих методов и технологий. Поиск решений в этой области идет путём попыток повысить глубину и производительность переработки за счет одновременного использования нескольких методов утилизации нефтешламов. Перспективным решением, на наш взгляд, является использование возможностей физико-химической, а именно ультразвуковой, обработки нефтешламов.

Известно, что ультразвук воздействует на кинетику химических реакций и обеспечивает стимуляцию тепломассообменных процессов, способствует увеличению производительности технических систем, снижению их энергоёмкости и повышению качества продукции.

Опубликован ряд работ по применению ультразвука в процессах переработки нефтешламов [4-6]. Эти исследования показывают, что под действием ультразвука в нефтешламах происходят сложные физико-химические процессы. Кавитация, особенно на межфазной поверхности, позволяет быстро разделить нефть и твердые частицы. Жидкая среда под действием ультразвукового излучения вибрирует с высокой скоростью и образует вихревой поток. Акустическая кавитация генерирует вихри, скорость которых может достигать 400 км/ч, а также обеспечивает высокие температуру и давление. Вихри воздействуют на поверхность твердых частиц с силой, приводящей к их разрушению. Относительное перемещение формирует трехфазную систему с высокоскоростным трением. Различные плотности нефтяной части, твердых частиц и воды обуславливают разделение системы на нефтяную часть и суспензию твердых частиц. В итоге происходит разрушение нефтяных эмульсий, укрупнение нефтяных капель и образование конгломератов твердых частиц нефтешламов.

Нами рассмотрена возможность применения ультразвуковой обработки для повышения эффективности работы действующей установки микробиологического обезвреживания нефтешламов одной из природоохранных компаний Краснодарского края. Данная установка (рисунок 3) довольно проста и представляет собой соединённые трубопроводами резервуары, где осуществляются механические и микробиологические процессы переработки нефтешламов. Нефтешламы на переработку поступают от различных нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих компаний Краснодарского края и имеют очень разный состав и свойства. Поэтому применение иных известных методов для повышения эффективности работы установки считаем малоперспективным. Для ультразвуковой обработки различия в химическом составе нефтешламов несущественны.

Поэтому предлагаем использовать ультразвуковую обработку поступающего на переработку нефтешлама для усиления процессов расслоения и микробиологического поглощения углеводородов. В качестве источника ультразвука предлагаем применить аппарат УЗТА-2/18-0. К достоинствам устройства можно отнести создание в обрабатываемых средах высокоинтенсивной кавитации, ускоряющей процессы растворения, перемешивания, дегазации, диспергирования, коагуляции и др. Для данного устройства возможна установка колебательной системы в проточные и непроточные технологические камеры.

Было учтено и отрицательное действие ультразвука на микроорганизмы. Образующиеся в процессе кавитации перекисные соединения и радикалы воды обладают выраженным дезинфицирующим действием. Поэтому ультразвуковую обработку нельзя проводить непосредственно в резервуаре с добавляемыми микробиологическими препаратами. Для проведения ультразвуковой обработки предложено устройство дополнительного резервуара ёмкостью 5 кубометров. Для снижения расходов на монтаж и эксплуатацию предложено использовать полимерный резервуар гибкой конструкции.

Реализация предлагаемых мероприятий позволит ускорить проведение первой стадии процесса утилизации нефтешлама на существующей установке, повысить в обработанном нефтешламе долю нефтепродуктов в неэмульгированном состоянии, увеличить степень извлечения твердых механических примесей. Это существенно облегчит проведение последующих стадий утилизации, повысит полноту микробиологического поглощения и разложения нефтепродуктов, снизит остаточную концентрацию нефтепродуктов. По результатам практического применения и лабораторных анализов можно будет сделать вывод о возможности более широкого применения получаемых в ходе работы установки материалов. Таким образом, применение выбранного метода дополнительной ультразвуковой обработки обеспечивает повышение экологической эффективности работы применяемого природоохранного оборудования.

1. Волкова А.В. Рынок утилизации отходов // Национальный исследовательский университет. – Высшая школа экономики., 2018. – 81 с.
2. Д.А. Дубовцев, У.Э. Аллаяров, Э.Н. Абдрахманова. Нефтешламы: хранение и накопление. Вопросы безопасности и утилизации. Сетевое издание «Нефтегазовое дело». 2019. №5 <http://ogbus.ru>
3. А. Р. Кудеева. Проблема переработки и утилизации нефтяных шламов. Система управления экологической безопасностью: сборник трудов IX заочной международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 30-31 мая 2015 г.). - Екатеринбург : УрФУ, 2015. - С. 126-134.
4. Н. Мостовой, А. Хохлов, Ю. Цодиков. Перед тем как смешать. Нефть России. - 2000. - №3. - с. 39-41.
5. Бельков В.М. Методы, технологии и концепции утилизации углеродсодержащих промышленных и твердых бытовых отходов <http://ecolog.info/stati/38.shtml>
6. Литвинова Т.А. Современные способы обезвреживания и утилизации нефтесодержащих отходов для ликвидации загрязнения окружающей среды // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 123(09). URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/62.pdf>

[illegible]

[illegible]

Научный журнал

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
№58, 02.2020

Февраль 2020 г.
Часть 1

SPLN 001-000001-0581-LJ

Подписано в печать 10.02.2020 Тираж 400 экз.
Формат.60х84 1/16. Объем уч.-изд. л.5,52
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович