

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



20
2023
ЧАСТЬ II

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 20 (467) / 2023

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Жураев Хусниддин Олгинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук
Рахонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Култур-Бек Бекмурадович, доктор педагогических наук, и.о. профессора, декан (Узбекистан)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

На обложке изображен *Леонид Владимирович Занков* (1901–1977), советский психолог, специалист в области дефектологии, памяти, запоминания, педагогической психологии. Ученик Л. С. Выготского. Проводил экспериментальные исследования детского развития, в которых выявлялись условия эффективного обучения.

Леонид Владимирович Занков родился 23 апреля 1901 года в Варшаве, городе Российской империи. Детство его прошло в семье офицера в окружении сестры и двух братьев. Детей обучали не только базовым наукам — математике, естествознанию, истории, но и иностранным языкам, творчеству. Будущий психолог особенно хорошо проявлял себя в музыке.

Любимым предметом Занкова была литература. Эмоции вызывали не столько произведения, сколько задача учителя, его заинтересованность в образовании учеников. Поэтому, окончив гимназию в 1916 году, Леонид задумался о будущем педагога. И тут же реализовал свое желание: уехал в Турдей, поселок Тульской области, и устроился в школу.

В 1919 году Занков впервые познакомился с трудными подростками. Он возглавил детскую сельскохозяйственную колонию Тамбовской губернии, где содержались беспризорники. Нужно было всерьез постараться, чтобы заразить их энтузиазмом, заинтересовать учебой. Леонид в этом деле преуспел.

В 1920 году его перевели в колонию «Островня» Московской области, где он трудился вплоть до поступления в Московский государственный университет в 1922 году.

В МГУ Леонид Занков познакомился со своим наставником Львом Семеновичем Выготским, которому было на тот момент всего 26 лет. Молодые люди очень подружились, вместе постигали основы и глубинные понятия психологии. Кончину товарища в 1934-м Леонид Владимирович воспринял как личную потерю.

По объективным причинам в СССР процент рождаемости детей с отклонениями был высоким. Ученые видели своей главной задачей создание уникальной концепции их обучения и развития. По этой теме Леонид Занков внес весомый вклад в науку.

Объектами его исследования были дети с пониженным уровнем концентрации, умственно отсталые, глухие и немые. Пообщавшись с ними, дефектолог пришел к выводу, что обучать обычных и особых детей совместно нельзя: каждому ребенку нужны индивидуальные условия для комфортного принятия знаний. Особые дети,

наблюдая за успехами своих талантливых сверстников, закрываются и разочаровываются в себе, у них быстрее возникают дополнительные комплексы.

До Леонида Владимировича мало кто всерьез уделял внимание умственно отсталым. Именно он написал первые фундаментальные труды по дефектологии, описал принципы развивающего обучения, впервые заговорил о том, что нужно создать классификацию умственной отсталости.

В своих работах Леонид Занков делал упор не на то, что дети с отклонениями в развитии отстают от своих сверстников, а на то, что их в принципе следует воспитывать иначе.

Психология воспитания детей с отставанием в развитии не главное достижение Леонида Владимировича. Стоит обратить внимание и на его педагогические труды, которые сложились в авторскую дидактическую систему. В 1960-х годах она активно внедрялась в начальную школу.

Суть системы Занкова состоит в том, что каждый ребенок индивидуален. Школьная программа не должна строиться по принципу среднего арифметического, а слабых учеников не нужно искусственно подтягивать до отличников. Каждый может стать вундеркиндом, если будет получать знания в комфортной обстановке и в своем темпе.

Леонид Занков подчеркивал, что детям нужно давать время на поиск ответа даже в самых трудных темах, позволять ошибаться и не ругать за это. Не будет толка от знаний, монотонно надиктованных учителями по учебнику. Также в школьную программу стоит вводить интерактивные занятия, например преподавать естествознание на природе, а уроки музыки проводить в театре.

Индивидуальный подход, кажущийся разумным в XXI веке, в СССР считался новаторским. Многие преподаватели и психологи критиковали Леонида Владимировича. Поэтому после его смерти дидактическую систему искоренили. Второе дыхание она получила в 1996 году, став государственной наравне с принципами Даниила Эльконина и Василия Давыдова.

До 2014 года по системе Занкова занимались около 30 % школ, затем его учебники убрали из списка рекомендованных к использованию. Но учителя, которые считают подходы дефектолога правильными, до сих пор обучают детей по его концепции.

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Берсагурова Д. С. Анализ рынка новостроек России	79
Ван Жэньцзе Планирование эксперимента по определению жёсткости сцепления арматуры с различными профилями.....	81
Гатауллина К. Р. Эффективность применения балок с гофрированной стенкой в балочной клетке ...	85
Герасенко В. А., Свигачева О. А. Особенности разработки организационно-технологических решений при реконструкции канализационных насосных станций.....	90
Злобин И. М. Испытания материалов и элементов в гражданском строительстве.....	91
Латышев М. А. Необходимость углубления исследований работы сборно-монолитных конструкций в каркасах сборно-монолитного каркасного домостроения.....	93
Латышев М. А. Типы каркасов и анализ выполненных испытаний элементов и фрагментов каркасов СМКД в отношении действия поперечной силы	97
Лукин А. В. Возможности применения искусственного интеллекта для анализа железобетонных конструкций	102
Петрова Е. К. Разработка организационно-технологических решений демонтажа строительных конструкций	105

Путинцев А. А. Сравнение экономической эффективности проектирования на основе автоматизированного проектирования и информационного моделирования.....	107
Рем А. Е., Кугаевский К. И. Усиление железобетонных конструкций на основе углеродного холста	109
Семенова М. А. Передовое производство в гражданском строительстве	113
Торгашина В. В. Проектирование световой среды интерьеров музеев и картинных галерей	114
Убайдуллаева С. Б., Исабаев Г. А. Архитектурные принципы модернизации жилых кварталов города Алматы	117

МАТЕМАТИКА

Акмырадов Я. Ч., Аллаберенов С. А., Мередов О. А. Графы в дискретной математике	120
Иламанов Б. Б. Основные понятия логарифмических уравнений.....	121
Онгарбаев Р. О., Сатниязова Э. К., Каландаров Т. С., Убайдуллаева Д. К. Применение теоремы Безу в решении задач ..	123

ХИМИЯ

Николаева Ю. В., Нечаева А. В. Производство майонезного соуса на основе гуаровой камеди	128
---	-----

Рогов Р. Ю.

Алгоритм расчета электроотрицательностей атомов в таблице Д. И. Менделеева на основе энергий диссоциации 130

Юдина Ю. В.

Сахарозаменители и уменьшение употребления добавленного сахара 138

БИОЛОГИЯ**Василевская Н. В., Каневец А. В.**

Достижения в области расшифровки генома человека 140

Неупокоева И. Р., Троицкая С. А.

Серповидноклеточная анемия как проявление защитных механизмов организма человека 143

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ**Варламова Н. А., Ключина В. О.,
Кормилицын Ю. В.**

Роль физической культуры и спорта в профилактике асоциального поведения молодежи и молодежного экстремизма 146

Ильяшенко Д. А.

Занятия физической культурой и спортом для студентов с различной степенью близорукости..... 148

Можуло В. Е.

Развитие скоростно-силовых способностей баскетболистов 13-15 лет 150

Силкина О. Ю., Хабибуллин А. Б.

Проблемы реабилитации после травм с повреждением сухожилий 152

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Анализ рынка новостроек России

Берсагурова Динара Султанбековна, студент магистратуры
Самарский государственный экономический университет

В данной статье рассмотрен рынок новостроек России, а именно основные тренды в строительстве новостроек, критерии, на которые опираются люди при покупке квартир в новостройках, а также сравнительная статистика новостроек со вторичным жильем. Изучена статистика за 2022-2023 года. В заключении представлены выводы и анализ ситуации на рынке новостроек.

Ключевые слова: рынок новостроек, новостройка, многоквартирный дом, квартира, строительный проект, жилищный комфорт, застройщик, вторичное жилье, строительство.

Современный рынок новостроек России продолжает развиваться, несмотря на политические и экономические нестабильности в стране. Российские застройщики предлагают большое количество новых проектов всевозможной площади. В этой статье мы рассмотрим основные тренды в строительстве новостроек, критерии, на которые опираются люди при покупке квартир в новостройках, а также сравнительную статистику новостроек и вторичного жилья в России.

За последний год на рынке было введено в эксплуатацию более 3 миллионов квадратных метров жилья, что на 8% больше, чем в предыдущем году. Однако, большая часть нового жилья была построена в Москве и Санкт-Петербурге. В 2023 году ожидается продолжение роста рынка новостроек [5].

По данным РОСТАТ, в 2022 году в России на строительство было выделено около 1,7 трлн. руб., а в 2023 году этот объем продолжает расти. В 2022 году средняя стоимость квадратного метра новостройки в Москве составила 191 тыс. руб., а в регионах 87-95 тыс. руб. Количество квартир, построенных в 2022 году, составило около 1,2 млн штук [5].

В современном строительстве новостроек используются различные тренды, которые могут рассматриваться с разных сторон. Одним из наиболее важных таких трендов является экологичность. Новостройки, соответствующие этому тренду, строятся с использованием экологически чистых материалов, используются энергосберегающие технологии и экосистемы, привлекательные для покупателей с точки зрения сохранения окружающей среды [4].

Еще одним трендом, который набирает популярность в способах строительства новостроек, является техноло-

гичность. В квартирах новостроек задействована достаточно широкая гамма современных технологий, такие как цифровой контроль, новые системы интеграции и возможности управления домашними устройствами.

Инновационные технологии также активно применяются в строительстве, дополнительно повышая уровень жилищного комфорта. Это позволяет застройщикам воплощать в своих проектах самые смелые идеи и дать возможности будущим владельцам квартир наслаждаться максимальным уровнем комфорта [6].

Еще одним ключевым трендом является комфортабельность и привлекательность отделки квартир, использование последних достижений в дизайне интерьера.

Сами покупатели обращают внимание на такие аспекты строительства, как инфраструктуру и окружающую среду. В недалеком прошлом на первый план выходила цена на жилье, и некоторые покупатели в полной мере готовы были пожертвовать уровнем комфорта ради нескольких сотен тысяч рублей. Сегодня же главным критерием становится уровень жилой среды и окружающей инфраструктуры. Обращается также внимание на наличие парков, детских площадок, медицинских учреждений и торговых центров вблизи дома. Поэтому застройщики уже не просто строят многоквартирные дома, они создают полную инфраструктуру вокруг: паркинг, закрытые дворовые территории с системой видеонаблюдения, различные зоны отдыха и спорта, площадки для выгула и дрессировки собак, магазины, торговые центры, кафе и рестораны, социально значимые объекты (поликлиники, детские сады и школы). В последствие можно наблюдать, как новостройки становятся отдельными маленькими городами внутри города [2].

Люди, как правило, предпочитают приобретать жилье в районах, где находятся их работа или учебные заведения, а также вблизи общественного транспорта. Это отражается на рынке новостроек, где компании-застройщики активно строят жилые комплексы в таких районах городов [7].

Также стоит отметить, что в последние годы наблюдается увеличение спроса на квартиры с увеличенной площадью и современной планировкой. Это связано с тем, что все больше людей стремятся к комфортному проживанию и хотят иметь больше пространства для своих нужд [4].

Крупнейшими застройщиками новостроек в России являются «ПИК Групп», «ХимкиЛенд», «ЛСР», «Самолет-Девелопмент», «Группа Компаний «Эталон» и другие. Они занимаются строительством жилья как в Москве и Санкт-Петербурге, так и в других регионах России. Компании предлагают квартиры и апартаменты от эконом до элитного класса, что делает покупку жилья в новом доме привлекательным вариантом для многих людей. Для того, чтобы выделиться на рынке недвижимости застройщики тщательно выстраивают хорошую репутацию и создают образ надежного застройщика.

В сравнении с вторичным жильем, новостройки продолжают сохранять привлекательность. Тенденция вы-

полнения строительства по последним трендам и отделка квартир по последним модным стилям привлекает людей и повышает потребность в новых объектах недвижимости. Если раньше вторичку покупали те, кто не хотел особо заниматься ремонтом, то теперь некоторые застройщики помимо того, что предлагают несколько вариантов чистой отделки по вкусу, еще дают возможность купить уже меблированную квартиру, тем самым отходя от сложившегося устоя, что покупка новостройки — это всегда ремонт [1].

Таким образом, сегодня на рынке новостроек преимущественно желаемым вложением становятся проекты, рассчитанные на жилые потребности покупателей и объединяющие в себе как прозрачность, современные технологии, высокий комфорт, так и использование экологически чистых решений и обеспечение условий для активной социальной жизни.

Рынок новостроек России представляет собой многообразную сферу с крупными и малыми застройщиками, который продолжает активно развиваться. Однако, проблемами новостроек являются качество строительства, передача квартир в срок, недостаток инвестиций и даже «мошеннические схемы». Для их решения необходимо ужесточить требования к качеству строительных материалов и работ, а также повысить контроль со стороны государства [3].

Литература:

1. Букин, В. В. «Рынок новостроек в России: современное состояние и перспективы развития»/В.В. Букин. — 978-5-394-03742-1. — Москва: Дашков и К, 2021. — 323 с. — Текст: непосредственный.
2. Добрынина, В.И. Современное жилищное строительство и его особенности в Москве и Подмосковье/В.И. Добрынина, А.С. Ляховец. — Текст: электронный // Регионология. — 2017. — № 3. — URL: <https://regionsar.ru/ru/node/790>.
3. Неретина, М.А. Дефицит и срыв сроков: главные риски рынка новостроек/М.А. Неретина. — Текст: электронный // Forbes. — 2022. — № 4. — URL: <https://www.forbes.ru/biznes/460985-deficit-i-sryv-srokov-glavnye-riski-rynka-novostroek>.
4. Стерник, Г.М. Факторы и тренды развития российского рынка многоквартирного жилья/Г.М. Стерник. — Текст: электронный // Жилищные стратегии. — 2018. — № 3. — URL: <http://realtymarket.ru/metodi-eskie-materiali/g-m-sternik-s-g-sternik-factory-i-trendy-razvitiya-rossijskogo-rynka-mnogokvartirnogo-zhilya-po-itogam-2017-goda.html>.
5. Строительство в России. 2022: стат. сб./Росстат. — Москва, С863, 2022. — 148 с. — Текст: электронный. — URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Stroit_2022.pdf
6. Трушин, Г.Е. Безопасность и комфорт: какие инновации применяются в новостройках/Г.Е. Трушин. — Текст: электронный // РБК. — 2021. — URL: <https://realty.rbc.ru/news/619a64ab9a79475ba005d156>.
7. Шабалин, В.В. Сам себе риэлтор. Как приобрести новостройку/В.В. Шабалин. — 978-5-9216-0108-6. — Москва: Филинъ, 2018. — 320 с. — Текст: непосредственный.

Планирование эксперимента по определению жёсткости сцепления арматуры с различными профилями

Ван Жэньцзе, студент магистратуры

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

На рынке представлено множество различных типов арматурных стержней, классифицируемых по форме, таких как легкие круглые стержни, кольцевые стержни и серповидные стержни. При скреплении арматуры с бетоном свойства сцепления различных форм арматуры с бетоном могут различаться. В данной статье представлен эксперимент, который был проведен для определения жесткости сцепления стержней с различными профилями. В этом эксперименте было использовано новое приспособление для испытания прочности сцепления арматуры.

Ключевые слова: кольцевая арматура, сцепление, различный, профиль.

Введение

Многие исследователи высказывали предположения о разной прочности сцепления арматуры кольцевого и серповидного периодического профиля, тем не менее в нормах проектирования СП63.13330.2018 и более ранних редакциях этих норм не учитывается отличие совместной работы с бетоном арматуры этих профилей и прочность сцепления принимается равной. Ранее уже производились экспериментальные исследования, нацеленные оценку разности совместной работы с бетоном этих профилей, но они имели следующие недостатки:

Напряженное состояние бетона заделки и конструктивное решение зоны анкерования (толщина защитного слоя, длина заделки) значительно отличалось от реальных конструкций.

Не было обеспечено единых условий — сравнения производились для арматуры разных диаметров, при разной длине заделки и при разной прочности бетона.

Испытание на выдергивание [1] является одним из наиболее распространенных методов оценки прочности сцеплений в различных условиях, например, при различном характере деформации арматуры, различных бетонных покрытиях и различных условиях сдерживания. С помощью этого метода можно также изучить влияние формы арматуры на прочность сцепления. В данной работе исследователи рассматривают различные спецификации для вычерчивания образцов для испытаний и настройки в соответствии с поставленными целями. Сферой применения данной статьи являются текущие исследования по изучению влияния профиля армирования на прочность сцепления с помощью испытаний на выдергивание.

Цель работы заключается в сравнении прочности и жесткости сцепления для арматуры кольцевого и серповидного периодического профиля.

Задача исследования — испытание 2-х серий экспериментальных образцов при обеспечении единых условий сцепления и соответствующим реальным конструкциям напряженном состоянии и конструктивном решении образцов. В первую серию войдет 6 одинаковых образцов с заделкой арматуры серповидного профиля, во вторую — 6 образцов с заделкой арматуры кольцевого профиля.

После расчета и экспериментального определения прочности связи бетона можно рассчитать длину анкеровки арматуры, используя формулы и сравнивая длины анкеровки в нескольких странах, чтобы определить новую, более подходящую длину анкеровки арматуры.

Планирование эксперимента

1. Изготовление образцов

Марка бетона: В25

Тип бетона — тяжелый бетон

На внутренней стороне концов опалубки были зарезервированы резьбовые муфты для крепления индикаторов часового типа, а также использование пены для остановки сцепления арматуры с бетоном. Здесь длина открытой арматуры составляет 24 см.

2. Конструкция испытательной оснастки [2]

Проведение испытаний подразумевает при защемлении верха испытательной оснастки (зажимного шлейфа) в губках испытательной машины, предназначенных для захвата плоских элементов. Испытуемый стержень закрепляется в нижнем захвате испытательной машины, а нагружение производится перемещением верхнего захвата, в котором закреплена оснастка.

Испытание по принятой методике с использованием данной конструкции оснастки позволит создать в образце напряженно-деформированное состояние аналогичное образцу конца балки по ASTM A944 [3].

Такое поведение при нагружении наиболее характерно для большинства реальных конструкций и позволяет исключить занижение получаемой прочности сцепления за счёт дополнительной отрывающей нагрузки на защитный слой бетона.

3. Испытание на растяжение на испытательной машине

Экспериментальные исследования производились командой из трёх человек, один из которых был оператором испытательной машины, двое других занимались установкой и извлечением образцов, а во время нагружения фиксировали показания индикаторов часового типа и, с применением ацетона, следили за моментом образования и развитием трещин.

Таблица 1. Параметры образца

Номер образца	Размеры бетонной (мм)	Расположение арматуры	Защитный слой бетона (мм)	Длина сцепления (мм)	Арматура диаметр (d_s в мм)
К — 1 К — 2 К — 3 К — 4 К — 5 К — 6	160x360x480	Средний	25	240	16
С — 1 С — 2 С — 3 С — 4 С — 5 С — 6	160x360x480	Средний	25	240	16

К — Кольцевой профиль, С — Серповидный профиль



Рис. 1. Длина арматурной связи и внутри образца

Таблица 2. Основные технические характеристики Instron-5989

Основные технические характеристики	
Максимальная статическая нагрузка при растяжении, кН	600
Максимальный ход траверсы, мм	1850
Ширина зоны испытания, мм	762
Максимальная длина образца, мм	900
Диаметр захватной части цилиндрических образцов, мм:	3-57
Максимальная толщина захватной части плоских образцов, мм:	60
Ширина зажимных губок, мм	100
Точность измерения нагрузки в диапазоне от 6-600 кН относительно измеряемой величины, %	0.4

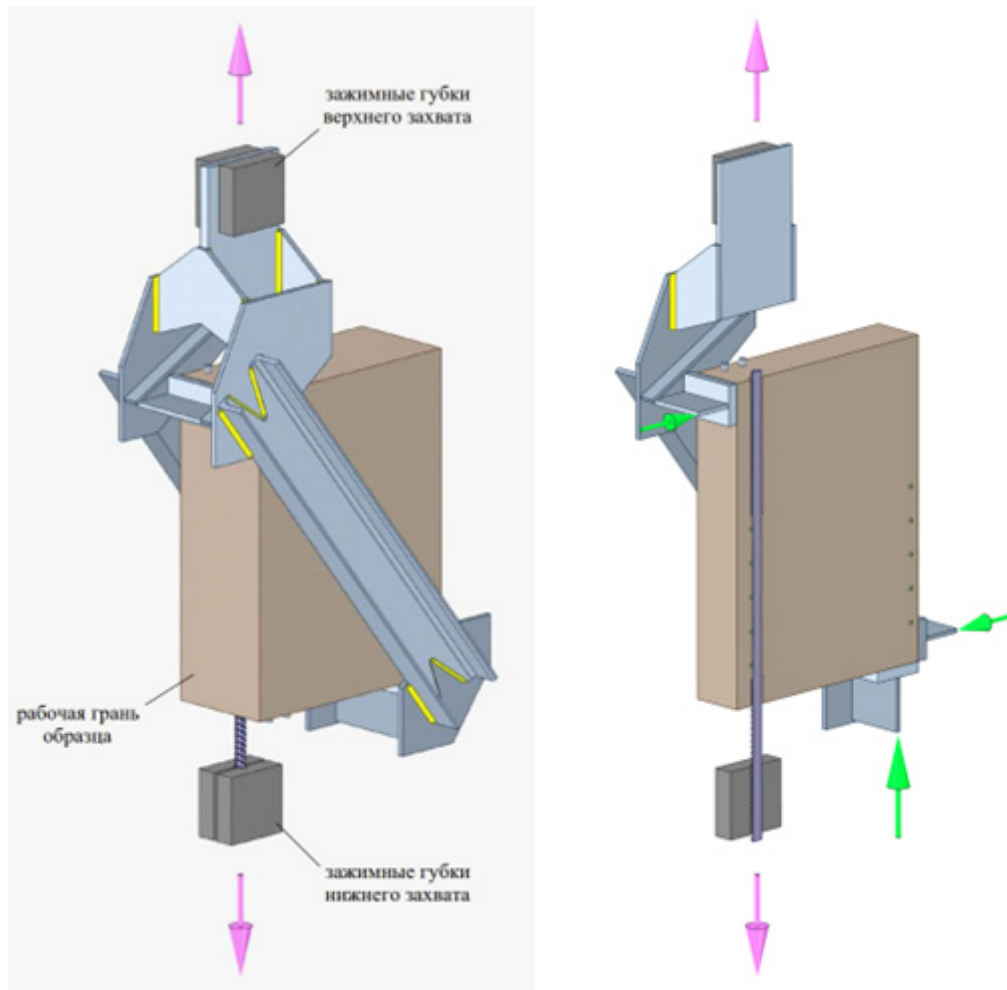


Рис. 2. Конструкция испытательной оснастки

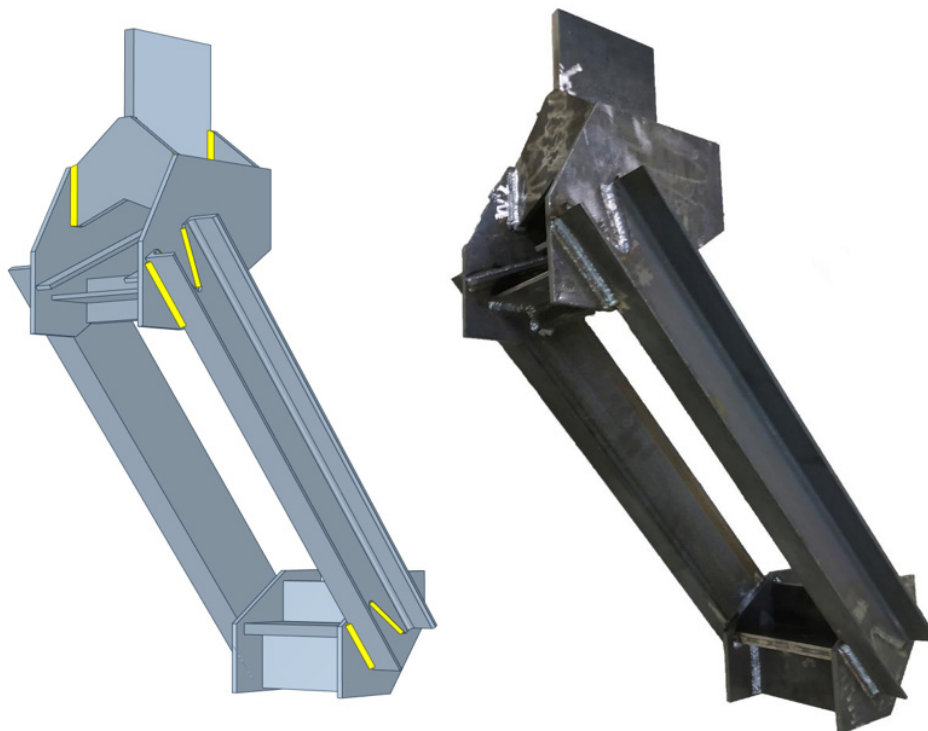


Рис. 3. Конструкция испытательной оснастки



Рис. 4. Общий вид испытательной установки с оснасткой и образцом Instron-5989

Экспериментальные результаты

В ходе эксперимента для каждого из образцов фиксировалось значение прочности сцепления, которое принималось равным максимальной нагрузке, развиваемой при испытании, и определялось по данным испытательной машины, а также нагрузки, при которой

первая продольная трещина достигала рабочей грани образца.

Записанные и рассчитанные данные:

1. Усилие при образовании первой трещины, кН
2. Прочность анкеровки кН
3. Средняя прочность сцепления, МПа

Литература:

1. «Pull-out test for studying bond strength in corrosion affected reinforced concrete structures — a Review» — Nader Sadeghi, Akanshu Sharma Otto-Graf-Journal Vol. 18, 2019 — с. 261
2. «Исследование влияния интенсивности поперечного армирования и толщины защитного слоя на длину анкеровки арматуры периодического профиля в тяжелом бетоне» — Стахов Д. О. с. 36-37
3. ASTM A944–10 Standard Test Method for Comparing Bond Strength of Steel Reinforcing bars to Concrete Using Beam-End Specimen
4. «Исследование сцепления арматуры с бетоном методом математического планирования эксперимента» — Е. М. Бабич, В. Е. Бабич, Е. Е. Поляновская

Эффективность применения балок с гофрированной стенкой в балочной клетке

Гатауллина Карина Радиковна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье рассматривается сравнительный анализ балочных клеток с применением балок с гофрированной стенкой и балок с обычной сварной двутавровой стенкой. Использование балок с гофрированной стенкой является одним из способов повышения несущей способности конструкции и снижения расхода материала. Балка с гофрированной стенкой — это металлическая конструкция, которая состоит из поясов и тонкой периодически изогнутой стенки. В статье описываются области применения, особенности конструирования рассматриваемой балки, производится сравнение эффективности использования в балочной клетке главных балок с гофрированной стенкой и с обычной плоской.

Ключевые слова: балка с гофрированной стенкой, балочная клетка металлоемкость, главная балка, местная устойчивость.

Эффективность использования материала в конструкциях является важной и актуальной задачей строительной отрасли. В изгибаемых элементах добиться уменьшения металлоемкости конструкции возможно различными технологическими и конструктивными способами. Одним из способов решения этой задачи является

уменьшение металлоемкости конструкции посредством оптимизации ее формы.

В качестве исследуемого конструктивного элемента выбрана двутавровая балка со сварной гофрированной стенкой (рис. 1).



Рис. 1. Балка с гофрированной стенкой

Исследованию балок с гофрированной стенкой было уделено большое внимание отечественных и зарубежных ученых [1-28]. Балки с гофрированной стенкой — это балки, состоящие из поясов и тонкой изогнутой стенки (гофр). Стенка назначается тонкой для экономии металла конструкции и более легкого гофрирования. Толщина такой стенки принимается от 2 до 8 мм. Гофры повышают местную устойчивость стенки. В то время как в балках с обычной плоской стенкой местная устойчивость сохраняется за счет использования более толстой стенки и ребер жесткости.

Областью применения балок с гофрированной стенкой являются несущие конструкции многоэтажных жилых домов, промышленных зданий, где они используются как стропильные и подстропильные балки, прогоны и ко-

лонны. Также эти конструкции применяются как элементы мостовых кранов и кран-балки, пролетные строения галерей и пешеходных мостов, а также в качестве купольных и арочных покрытий.

Балки с гофрированной стенкой изготавливаются из сталей марки С235, С245, С255. Стенка и пояса балки могут быть выполнены из двух разных марок стали. Это зависит от соотношения значений поперечной силы и изгибающего момента.

Особенности конструирования балок

Гофры стенки имеют различную форму (рис. 2)

- а) трапецидальные
- б) прямоугольные
- в) треугольные
- г) волнистые

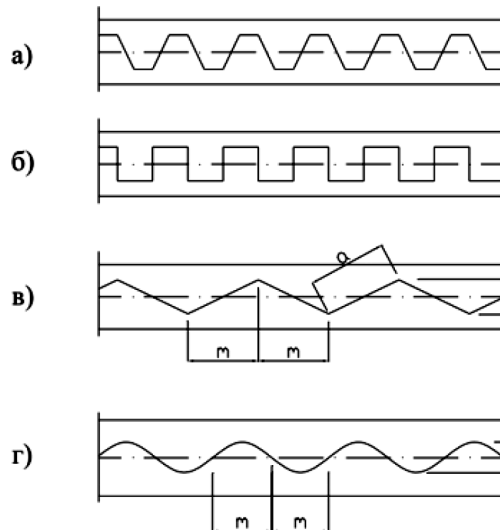


Рис. 2. Формы гофрирования стенки балки

Наиболее распространенными формами гофрирования стенки являются: трапециевидные, треугольные и волнистые. Балки с треугольным очертанием гофра удобны в изготовлении, выдерживают большую статическую нагрузку, стенка имеет повышенную местную и общую устойчивость. Для таких балок не требуется больших усилий в изготовлении. Балки с волнистым гофрированием имеют большую устойчивость. В данной статье будем рассматривать балку с волнистой стенкой.

Гофр задается двумя параметрами: длиной волны и высотой волны. Для упрощения расчетов представим поперечные ребра синусоидальными.

Параметры элементов балки с поперечно гофрированной стенкой:

- Рекомендуемая высота гофрированной стенки принимается от 1/12 до 1/30 пролета балки;
- Толщина стенки задается от 1/80 до 1/500 высоты стенки, но при этом толщина не должна быть меньше 2 мм;
- Шаг гофров принимается от 60 до 80 толщин стенки;

— Высота гофрированной стенки должна относиться к шагу гофров меньше, чем в 7,5 раз;

— Высота волны гофров должна быть не менее (высота стенки/35) + 30 мм.

В балках с гофрированной стенкой толщиной меньше 5 мм швы выполняются односторонними полуавтоматической или автоматической сваркой, если стенка превышает 5 мм, то сварка выполняется двусторонними швами.

Существует несколько способов монтажных стыков балок. Стыки могут выполняться на сварке, высокопрочных болтах или с помощью замковых соединений поясов на накладках на растянутом поясе. Сварные стыки следует применять при температуре выше -20 градусов.

При расчете сварных соединений в балках с гофрированной стенкой следует руководствоваться расчетом сварных соединений в балках с обычной плоской стенкой.

Сравнительный расчет балок

Зададимся параметрами балочной клетки (рис. 3), для которой будут подбираться главные балки.

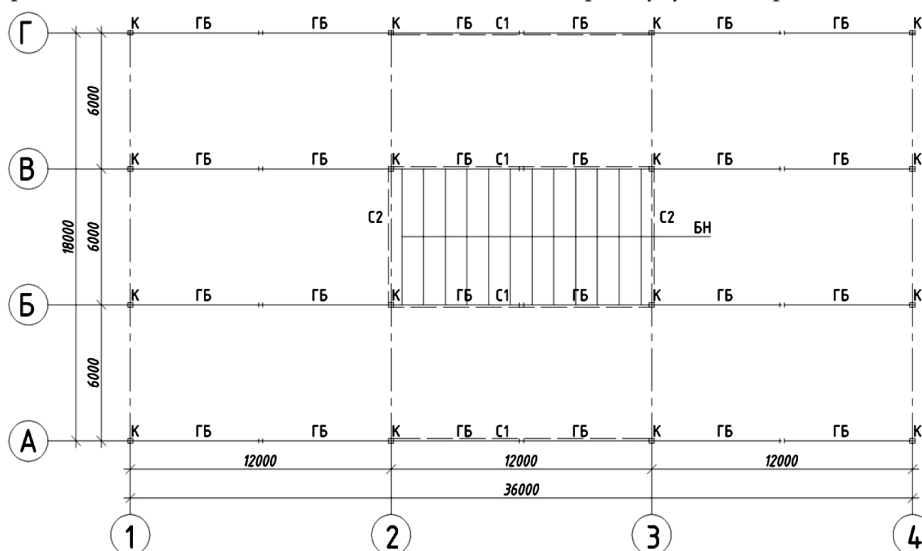


Рис. 3. Монтажный план балочной клетки

Тип балочной клетки — нормальный. Балки настила опираются на главные балки, главные балки опираются на колонны в направлении большего пролета. Сопряжение балок этажное. Основные размеры здания в плане 36 м длина и 18 м ширина. Настил выполнен из стальных листов. Шаг балок настила 1 м. В качестве балок настила примем двутавр 18Б1. Главные балки приняты в нескольких видах в разных расчетах: балка с гофрированной стенкой и балка с обычной стенкой без ребер жесткости. Продольный шаг колонн $L=12$ м. Поперечный шаг колонн $l=6$ м. Высота колонн $H=5$ м. Марка стали С245. Нормативная полезная нагрузка 500 кг/м^2 .

В результате расчета балки с гофрированной стенкой было подобрано сечение с размерами (рис. 4):

- Высота стенки $h = 103 \text{ см}$;
- Толщина стенки $t_w = 0,3 \text{ см}$;
- Ширина пояса $b = 32 \text{ см}$;
- Толщина пояса $t_f = 1 \text{ см}$;
- Высота гофра $f = 4 \text{ см}$;
- Длина волны гофра $l_f = 12 \text{ см}$.

В результате расчета обычной двутавровой балки с плоской стенкой было подобрано сечение с размерами (рис. 4):

- Высота стенки $h = 60 \text{ см}$;
- Толщина стенки $t_w = 0,65 \text{ см}$;
- Ширина пояса $b = 22 \text{ см}$;
- Ширина пояса измененного сечения $b_1 = 18 \text{ см}$;
- Толщина пояса $t_f = 2,1 \text{ см}$;
- Ребра жесткости не требуются.

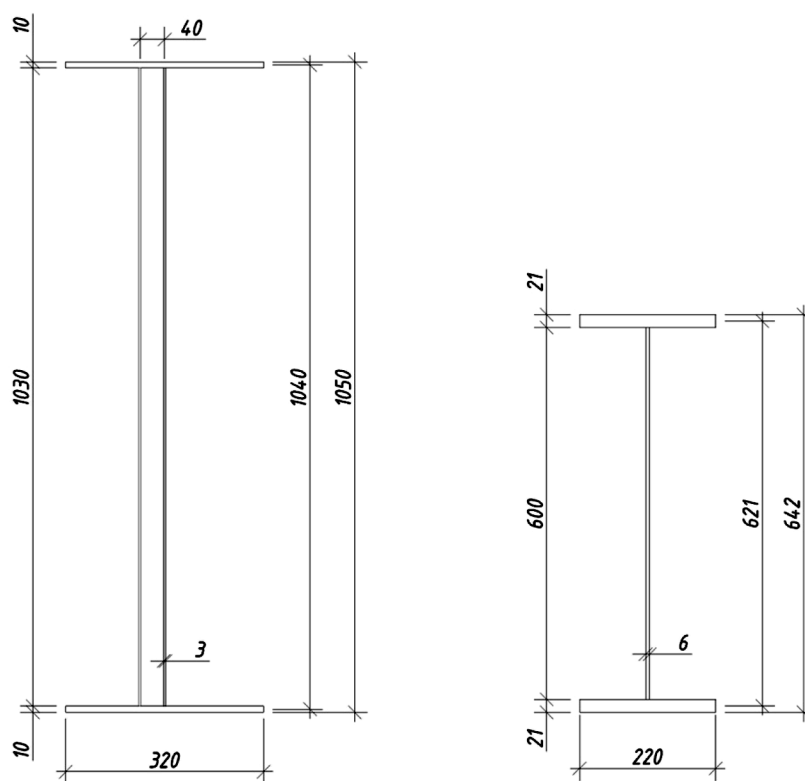


Рис. 4. Подобранные сечения балки с гофрированной стенкой и балки с плоской стенкой

Произведем расчет металлоемкости рассматриваемых балок. Для этого сведем значения массы стенки и листов в таблицу 1.

Таблица 1. Значения металлоемкости исследуемых балок

№	Наименование	Масса стенки, кг	Масса листов, кг	Общая масса, кг
1	Главная балка с гофрированной стенкой	359,27	602,88	962,15
2	Главная балка с обычной стенкой 6,5 мм без ребер жесткости	367,38	788,91	1156,29
3	Балка настила двутавр 18Б1	-	-	92,4

Вычислим разницу металлоемкости одной главной балки.

$$\Delta = \frac{1156,29 - 962,15}{962,15} = 20,17 \%$$

Сделаем вывод о том, что балка с гофрированной стенкой на 20,17% эффективнее расходует материал

по сравнению с обычной двутавровой балкой с плоской стенкой без ребер жесткости.

Произведем расчет расхода стали при конструировании балочной клетки с заданными параметрами с рассматриваемыми главными балками. Для этого сконструируем балочную клетку и выведем спецификацию используемых конструкций в таблицу 2 и таблицу 3.

Таблица 2. Спецификация элементов балочной клетки при использовании главных балок с гофрированной стенкой

№	Наименование	Масса ед, кг	Кол-во, шт	Масса общая, кг
1	Стальные листы настила	282,6	108	30520,8
2	Балка настила 18Б1	92,4	108	9979,2
3	Главная балка с гофрированной стенкой	962,15	12	11545,8
4	Колонна 20П	342	16	5472
	Итого:			57517,8

Таблица 3. Спецификация элементов балочной клетки при использовании при использовании главных балок с обычной стенкой 6,5 мм без ребер жесткости

№	Наименование	Масса ед, кг	Кол-во, шт	Масса общая, кг
1	Стальные листы настила	282,6	108	30520,8
2	Балка настила 18Б1	92,4	108	9979,2
3	Главная балка с гофрированной стенкой	1156,29	12	13875,48
4	Колонна 20П	342	16	5472
	Итого:			59847,48

Проведем сравнительный расчет расхода металла с различными главными балками в рамках всего здания.

Сравнение металлоемкости балки с гофрированной стенкой с балкой с обычной стенкой 6,5 мм без ребер жесткости:

$$\Delta = \frac{59847,48 - 57517,8}{57517,8} = 4,05 \%$$

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование главных балок с гофрированной стенкой экономит 2329,68 кг по сравнению с балкой с обычной стенкой 6,5 мм без ребер жесткости при аналогичной компоновке балочной клетки.

Литература:

1. Горнов, В. Н. Новые тонкостенные конструкции [Текст]/В. Н. Горнов // Проект и стандарт. — 1937. — №3. — с. 25-28.
2. Подорожный, А. А. Данные для расчета обшивки с гофром на сжатие и сдвиг [Текст]/А. А. Подорожный. — Труды ЦАГИ. — 1940. — В. 520. — 48 с.
3. Справочник по строительной механике корабля (в 3 томах) [Текст]/Под общ. ред. Ю. А. Шиманского. — Л.: Судпромгиз, 1960.
4. Ажермачев, Г. А. Балки с волнистыми стенками // Промышленное строительство. — 1963. — №4. — с. 54-56. 3.
5. Концевой, Е. М. Устойчивость гофр в стенках крановых балок конструкции ВНИИПТМАШ [Текст]/Е. М. Концевой // Исследования крановых металлоконструкций. — 1955. — В. 5 (69). — с. 3-24.
6. Кириленко, В. Ф. Устойчивость гофрированных стенок крановых балок при действии сдвигающих сил [Текст]/В. Ф. Кириленко, Г. А. Воблых // Вестник машиностроения. — 1968. — №11. — с. 14-15.
7. Кириленко, В. Ф. К вопросу расчета балок с гофрированной стенкой [Текст]/В. Ф. Кириленко, Г. А. Окрайнец // Строительство и архитектура. — 1969. — №4. — с. 23-27.
8. Степаненко, А. Н. Исследование работы металлических балок с тонкими гофрированными стенками при статическом нагружении [Текст]: дис.... канд. техн. наук: 05.23.01/Степаненко Анатолий Николаевич. — Свердловск, 1972. — 211 с.

9. Степаненко, А. Н. Исследование работы металлических балок с тонкими гофрированными стенками при статическом нагружении: Автореф. дис....канд. тех. наук. — Свердловск, 1972. — 20 с.
10. Максимов, Ю. С. Стальные балки с тонкой гофрированной стенкой — эффективный вид несущих конструкций покрытий производственных зданий [Текст]/Ю. С. Максимов, Г. М. Остриков // Промышленное строительство. — 1984. — No 4. — с. 10-11.
11. Максимов, Ю. С. Устойчивость гофрированных стенок двутавровых балок [Текст]/Ю. С. Максимов, Г. М. Остриков, В. В. Долинский // Строительная механика и расчет сооружений. — 1985. — No 6. — с. 43-45.
12. Максимов, Ю. С. Сельскохозяйственные здания из легких металлических конструкций [Текст]/Ю. С. Максимов, Г. М. Остриков // Комплектные здания из легких металлических конструкций. Тезисы докладов всесоюзного совещания. — М.: ЦБНТИ, 1988. — с. 56-58.
13. Остриков, Г. М. Легкие стальные конструкции покрытий производственных зданий: Экспресс-информация. Серия: Промышленное строительство. No1 [Текст]/Г. М. Остриков, Ю. С. Максимов. — Алма-Ата: КазЦНТИС Госстроя КазССР, 1987. — 41 с.
14. Остриков, Г. М. Исследование несущей способности стальных двутавровых балок с вертикально гофрированной стенкой [Текст]/Г. М. Остриков, Ю. С. Максимов, В. В. Долинский // Строительная механика и расчет сооружений. — 1983. — No 1. — с. 68-70.
15. Остриков, Г. М. Оптимальные конструктивные формы стальных двутавровых балок [Текст]/Г. М. Остриков // Известия вузов Строительство и архитектура. — 1988. — No 5. — с. 10-14.
16. Остриков, Г. М. Каркасы зданий многоцелевого назначения из легких металлоконструкций типа Алма-Ата [Текст]/Г. М. Остриков, Ю. С. Максимов, А. А. Опланчук // Комплектные здания из легких металлических конструкций. Тезисы докладов всесоюзного совещания. — М.: ЦБНТИ, 1988. — с. 33-34.
17. Остриков, Г. М. Нормальные напряжения в стенке металлической двутавровой балки от локальных нагрузок [Текст]/Г. М. Остриков, С. Г. Барановская // Изв. вуз. Строительство и архитектура. — 1989. — No 8. — с. 109-111.
18. Долинский, В. В. Стальные двутавровые ригели с гофрированной стенкой в сейсмостойких многоэтажных рамных каркасах: Автореф. дис. канд. тех. наук. — Новосибирск, 1985. — 22 с.
19. Михайлова, Т. В. Экспериментальные исследования сварных двутавровых балок с периодическими гофрами в стенке [Текст]/Т. В. Михайлова // Типизация и стандартизация металлических конструкций. Сб. научн. тр. ЦНИИПСК. — М.: ЦНИИПСК, 1987. — с. 64-71.
20. Михайлова, Т. В. О влиянии периодических закрытых гофров стенки балки на ее несущую способность [Текст]/Т. В. Михайлова // Разработка и исследование стали для металлических конструкций. Сб. научн. тр. ЦНИИПСК. — М.: ЦНИИПСК, 1988. — с. 158-162.
21. Михайлова, Т. В. Применение профилей высокой жесткости в сплошнотенчатых и рамных конструкциях комплектной поставки [Текст]/Т. В. Михайлова, В. Ф. Беляев, В. Ф. Кириленко // Комплектные здания из легких металлических конструкций. Тезисы докладов всесоюзного совещания. — М.: ЦБНТИ, 1988. — с. 76-78.
22. Бирюлев, В. В. Местное напряженное состояние гофрированной двутавровой балки при локальной нагрузке [Текст]/В. В. Бирюлев, Г. М. Остриков, Ю. С. Максимов, С. Г. Барановская // Изв. вуз. «Строительство и архитектура». — 1969. — No 11. — с. 13-15.
23. Енджиевский, Л. В. Каркасы зданий из легких металлических конструкций и их элементы [Текст]/Л. В. Енджиевский, В. Д. Надеяев. — М.: АСВ, 1998. — 247 с.
24. Степаненко, А. Н. Прочность и устойчивость конструкций из двутавра с волнистой стенкой [Текст]: автореф. дис.... докт. техн. наук: 05.23.01/Степаненко Анатолий Николаевич. — Хабаровск, 2001. — 48 с.
25. Власов, В. З. Тонкостенные упругие стержни: издание второе, переработанное и дополненное [Текст]/В. З. Власов. — М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. — 568 с.
26. Егоров, П. И. Дополнительные изгибно-крутящие усилия в двутавровом стержне с поперечным непрерывным трапецеидальным профилем гофров в стенке [Текст]/П. И. Егоров // Промышленное и гражданское строительство. — 2007. — No10. — с. 34-35.
27. Рыбкин, И. С. К вопросу оптимального проектирования конструкций с гофрированными элементами [Текст]/И. С. Рыбкин // Материалы Шестой Межрегиональной научно-технической конференции «Строительство: материалы, конструкции, технологии». — Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2008. — с. 18-23.
28. Кудрявцев, С. В. Расчет двутавровой балки с гофрированной стенкой на изгиб в своей плоскости под действием статических нагрузок (Часть 1: Методика Расчета). ГОУ ВПО «Урал. Гос. Техн. Ун-т-УПИ». Екатеринбург, 2007. 17 с.: ил. Библиогр.: 20 назв. Рус. Деп. В ВИНТИ 20.07.07, No749-B2007. с. 33-34.

Особенности разработки организационно-технологических решений при реконструкции канализационных насосных станций

Герасенко Виктория Алексеевна, студент магистратуры;

Свигачева Ольга Андреевна, студент магистратуры

Южно-Российский государственный политехнический университет имени М. И. Платова (г. Новочеркасск, Ростовская обл.)

В статье автор рассказывает об особенностях и методах реконструкции существующих канализационных насосных станций, также производит сравнение методов и выбор наиболее экономически выгодного.

Ключевые слова: реконструкция, особенности, канализационная насосная станция.

Действующие канализационные насосные станции могут находиться в непрерывной эксплуатации десятки лет, поступающие сточные жидкости агрессивны, из-за чего конструктивные элементы подвержены износу намного быстрее, чем в других промышленных зданиях. На таких станциях обладают повышенной изношенностью строительных конструкций грабельные отделения, приемные резервуары.

Реконструкция существующих канализационных насосных станций без остановки предприятия возможна, но требует комплексного подхода и определенных технологических решений.

При организации и проведении реконструкции должны соблюдаться следующие положения и правила [1]:

1. Работы должны выполняться по чертежам, оформленным в установленном порядке;

2. Заказчик и подрядчик должны определять и согласовывать объем, характер, очередность и сроки начала и окончания работ на всех этапах реконструкции;

3. Заказчик и подрядчик согласовывают сроки и условия совместного выполнения строительно-монтажных работ с функционированием цехов и участков, включая остановки и изменения технологических режимов производства;

4. Проектная организация с участием заказчика и генподрядчика, а применительно к специальным работам — с участием субподрядчика должна составить перечень и объемы работ, выполняемых в стесненных и вредных условиях, на которые распространяются удорожающие коэффициенты;

5. Инвентарь, оснастка, приспособления, применяемые в специфических условиях реконструкции, должны иметь малую массу, малые габариты и быть удобными для применения в стесненных условиях;

6. Должны быть определены сроки и порядок разборки зданий и сооружений, которые подлежат сносу, а также последовательность переноса инженерных сетей, коммуникаций, транспортных путей и др.;

7. Необходимо устанавливать очередность комплексных и первоочередных поставок основных конструкций, материалов, оборудования, порядок их складирования, перемещения и подачи в зону использования;

8. Должны быть установлены основные методы организации и последовательности включения участков (цехов) для выполнения строительно-монтажных работ в зонах повышенной пожаром и взрывоопасности;

9. Структура и порядок оперативного управления подготовкой и ходом СМР должны быть определены с использованием существующих на предприятии средств связи и диспетчерских систем; должна быть обеспечена безопасная работа строителей и рабочих предприятия.

Существует несколько методов реконструкции: реконструкция с установкой дополнительного оборудования и с использованием временной схему перекачивания сточных вод.

Метод реконструкции с установкой дополнительного оборудования является наиболее эффективным. Процесс реконструкции разделяют на несколько этапов и на каждом этапе работают дополнительное и существующее оборудование. Такой метод позволяет проводить работы по реконструкции без прекращения основного процесса и сохраняет его непрерывность. Основными этапами такой реконструкции являются [2]:

1. Установка емкостей для временного сбора сточных вод;

2. Установка дополнительного насосного оборудования и трубопроводов, которые используются на стадии реконструкции;

3. Перенесение функций старого оборудования на новое и демонтаж существующего;

4. Подключение нового оборудования к существующим инженерным сетям;

5. Подключение электрических кабелей, перенос функций старого оборудования на новое.

Основным и важным условием подобного метода является точное планирование и управление работами, это обеспечит минимальное воздействие на работу предприятия и его производительность.

Однако данный метод является дорогостоящим и требует высокой квалификации руководства и технического персонала. Также могут возникать сложности с координацией работы важных элементов системы, которые работают в разных режимах.

Метод с использованием временной схемы перекачивания сточных вод эффективен при наличии в канализа-

ционной насосной станции грабельного отделения, разделенного на камеры перегородкой. Основные этапы реконструкции:

1. Остановки приемной камеры одной из приемных камер грабельного отделения и проведение части работ по реконструкции камеры;
2. Подключение первой приемной камеры и отключение следующей, проведение работ по реконструкции;
3. Остановка первой камеры и завершение работ по реконструкции.

Сравнив два метода реконструкции, можно выделить преимущества и недостатки каждого из методов. Метод

реконструкции с установкой дополнительного оборудования дорогостоящий, но работы по реконструкции можно проводить независимо от объема поступающих стоков на станцию, также дополнительная линия в будущем может служить аварийной. Метод с использованием временной схемы рекомендуется проводить только в зимнее время суток, при наименьшем объеме стоков, поступающих на станцию. Также не во всех канализационных насосных станциях грабельное отделение разделено на камеры, поэтому данный метод не всегда подойдет для реконструкции станции.

Литература:

1. Руководство по организации строительного производства в условиях реконструкции промышленных зданий и сооружений // ЦНИИОМТП Госстроя СССР. Стройиздат. 1982 г.
2. Н. Л. Пшенко. Реконструкция действующих канализационных насосных станций: практический опыт // Наилучшие доступные технологии водоснабжение и водоотведение № 3-4»2015 г.

Испытания материалов и элементов в гражданском строительстве

Злобин Илья Михайлович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Этот выпуск предлагается и организован как средство представления последних разработок в области испытаний материалов в гражданском строительстве. По этой причине статьи, освещенные в этом выпуске, должны относиться к различным аспектам испытаний различных материалов в гражданском строительстве, от строительных материалов и элементов до строительных конструкций. Современное направление развития контроля материалов в строительстве в основном связано с выявлением дефектов элементов и конструкций с помощью разрушающего, полуразрушающего и неразрушающего контроля. Тенденция, как и в медицине, направлена на разработку испытательного оборудования, позволяющего получить картину внутренней части тестируемого элемента и материалов. Получены очень интересные, имеющие значение для строительной практики, испытания материалов и элементов в строительстве.

Ключевые слова: тестирование, диагностика, строительные материалы, элементы, гражданское строительство.

В статье представлена реализация датчиков на волоконно-оптических брэгговских решетках (ВБР), специально разработанных для контроля реальных значений деформации в армированных дорожных конструкциях в районах добычи полезных ископаемых. Описаны две полевые испытательные станции. Первый позволяет анализировать георешетку на бетонном и грунтовом основаниях. Второй моделирует ситуацию деформации недр от горных работ при различных внешних нагрузках. В статье представлена система волоконно-оптических датчиков, регистрирующих деформацию и температуру, предназначенная для исследуемого бетонного основания. Были проведены лабораторные испытания для определения деформационной характеристики системы датчик ВБР-георешетка по отношению к стандартной нагрузке. В результате удалось установить зависимость деформации георешетки от сил, возникающих внутри нее. Это может

быть основой для анализа влияния горных работ на конструкции полосы отчуждения при точных измерениях деформации георешетки с помощью встроенных в нее датчиков ВБР. Анализ результатов измерений в аспекте прогнозируемых и фактических статических и динамических воздействий горных работ на устойчивость армированной дорожной конструкции имеет ключевое значение для детального управления дорожными инвестициями, а также для надлежащего управления ремонтом и модернизацией дороги [6]. Геополимерный бетон (GPC) предлагает потенциальное решение для устойчивого строительства за счет использования отходов [5]. Однако процедуры производства и испытаний для ГПХ довольно громоздки и дороги, что может замедлить разработку состава смеси и внедрение ГПХ. Основные характеристики ГПХ зависят от множества факторов, таких как тип исходного материала, тип щелочных активаторов и их кон-

центрация, а также соотношение жидкости и твердого вещества (материал прекурсора). Чтобы оптимизировать время и затраты, искусственные нейронные сети (ИНС) могут стать прибыльным методом изучения и прогнозирования характеристик GPC. В этом исследовании прочность на сжатие GPC на основе летучей золы с зольным остатком в качестве замены мелких заполнителей, а также летучей золы прогнозируется с использованием модели ANN на основе машинного обучения. Исходные данные взяты из литературы, а также из собственных лабораторных испытаний GPC. Разработано четырнадцать моделей ИНС, различающихся алгоритмом обучения обратного распространения, количеством скрытых слоев и нейронами в каждом слое. Анализ производительности и сравнение этих моделей с точки зрения среднеквадратичной ошибки (MSE) и коэффициента корреляции (R) привели к созданию байесовской регуляризованной модели ANN (BRANN) для эффективного прогнозирования прочности на сжатие золы-уноса и зольного остатка на основе геополимерный бетон [4]. В статье [3] анализируется вопрос снижения несущей способности фиброцементной плиты при пожаре. Фиброцементные плиты подвергались воздействию огня с помощью масштабной модели фасада. Такая модель является надежным источником знаний о поведении фасадной облицовки и способах распространения огня. Одно техническое решение наружных стен — вентилируемый фасад — набирает популярность и используется все чаще. Однако недостаточно изучена проблема разрушения при пожаре ряда различных материалов, применяемых в наружной облицовке фасадов. Для данного исследования авторы использовали фиброцементные плиты в качестве облицовки фасада. Фиброцементные плиты представляют собой армированные волокном композитные материалы, в основном используемые для облицовки фасадов, но также используются в качестве облицовки крыш, гипсокартона, гипсокартонных потолков и полов. В данной статье анализируется влияние температур пожара на облицовку фасада с использованием крупномасштабной модели фасада. Образцы были взяты из материалов внешней облицовки фасада, которые были закреплены на модели в определенных местах над камерой сгорания. Затем были проведены испытания на трехточечный изгиб и оценено влияние температуры и интегралов температурных и временных функций на образцы.

Литература:

1. Шабович, К. Современные акустические методы тестирования бетонных конструкций, доступных только с одной стороны. Арка Гражданский мех. англ. 2015, 15, 1149-1159. [Перекрестная ссылка]
2. Хола, Дж.; Шабович, К. Современные неразрушающие методы диагностического контроля строительных конструкций. Прогнозируемые тенденции развития. Арка Гражданский мех. англ. 2010, 10, 5-18. [Перекрестная ссылка]
3. Хола, Дж.; Шабович, К. Неразрушающая диагностика строительных конструкций: обзор избранных современных методов с примерами применения. В материалах 56-й научной конференции PANCivil Engineering Committee и PZITB Science Committee, Крыница, Польша, 19-24 сентября 2010 г. (на польском языке).

В работе [2] представлены возможности определения диапазона напряжений, предшествующих критическому процессу разрушения в цементных композитах, с использованием микрособытий, идентифицируемых с помощью звукового спектра. Представленные результаты испытаний относятся к более ранним работам, в которых идентифицировались микрособытия (процессы разрушения), но без определения стрессового уровня их возникновения. В данной работе указывается на корреляцию уровня напряжения, соответствующего диапазону упругости, с возникновением микрособытий в традиционных и квазихрупких композитах. Испытания проводились на балках (с усилением и без), подвергнутых четырехточечному изгибу.

Статья [1] содержит результаты недавно разработанного теста на ползучесть в остаточном состоянии, выполненного для определения поведения выбранного геоматериала в контексте реактивированных оползней. Ползучесть грунта и горных пород — это зависящее от времени явление, при котором деформация происходит под постоянным напряжением. На основании результатов исследования было установлено, что испытанный глинистый материал (из Кобе, Япония) проявляет третичную ползучесть только при сдвиговом напряжении, превышающем условие остаточной прочности, а первичную и вторичную ползучесть — при сдвиговом напряжении ниже или равном состоянию остаточной прочности. На основе данных вводится модель прогнозирования критического времени или времени отказа. Оценивается время до возникновения условий, необходимых для неограниченной ползучести на поверхности. Поскольку ключевыми явлениями, инициирующими обрушение, определены многолетние осадки и инфильтрация воды в районе оползней, основное внимание в работе уделяется прогнозированию

Выводы

Как упоминалось в начале, этот выпуск был предложен и организован как средство представления последних разработок в области неразрушающего контроля материалов в гражданском строительстве. По этой причине статьи, освещенные в этом выпуске, касаются различных аспектов испытаний различных материалов в гражданском строительстве, от строительных материалов и элементов до строительных конструкций. Получены интересные результаты, имеющие значение для материалов, и все работы точно описаны.

4. Шабович, К.; Горзеланчик Т. Производство фиброцементных плит. В «Изготовлении, испытании и применении фиброцементных плит», 1-е изд.; Ранаховски, З., Шабович, К., ред.; Издательство Cambridge Scholars Publishing: Ньюкасл-апон-Тайн, Великобритания, 2018 г.; стр. 7-39. ISBN 978-1-5276-6.
5. Дрелич, Р.; Горзеланчик, Т.; Пакула, М.; Шабович, К. Автоматизированный контроль фиброцементных плит с помощью бесконтактного ультразвукового сканера. автомат. Констр. 2015, 57, 55-63. [Перекрестная ссылка]
6. Чады, Т.; Шабович, К.; Шимков, М. Автоматизированный электромагнитный контроль фиброцементных плит с несколькими источниками. автомат. Констр. 2018, 94, 383-394. [Перекрестная ссылка]

Необходимость углубления исследований работы сборно-монолитных конструкций в каркасах сборно-монолитного каркасного домостроения

Латышев Максим Андреевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматривается актуальность продолжения исследований расчетной стороны вопроса каркасов СМКД, а также выполняется анализ существующей литературы и документации по вопросу расчета и проектирования СМКД

Ключевые слова: СМКД, сборно-монолитное каркасное домостроение, сборно-монолитный ригель.

Сборно-монолитное каркасное домостроение — относительно новая отрасль в строительстве, которая представляет из себя объединение заводских элементов и выполняемых на строительной площадке монолитных железобетонных элементов, объединенных в полноценный каркас посредством омоноличивания узлов стыка элементов, наращивания сборных элементов омоноличиванием их на площадке, и сочетания данных приемов.

При возведении зданий и сооружений гражданской инфраструктуры и домостроения одним из главных вопросов всегда является конечная стоимость продукта, которая составляется из стоимости используемых материалов, проектирования, строительно-монтажных работ, объема используемых материалов. Посредством использования СМКД по оценкам производителей конечная стоимость, включая уменьшение кредитной нагрузки во время производства СМР до получения прибыли, удастся сократить на 45%.

Также, по сравнению со сборными типами зданий в целом, при использовании СМКД увеличивается полезный объем здания, так как узел опирания сборных плит находится на том же уровне, что и сборные плиты, уменьшая выступающую высоту балок перекрытий.

На данный момент в свободном доступе в сети находится большое количество информации по сборно-монолитному каркасному домостроению. Домостроительные комбинаты рассказывают на своих сайтах о преимуществах выбора СМКД, ускорении сроков возведения, положительном экономическом эффекте. В различных статьях и диссертациях прошлых лет раскрывается сравнение технико-экономических показателей между различными сборно-монолитными каркасами, а также сравнение конструкций СМКД как отдельного класса с более традици-

онными типами объектов — кирпичные, монолитные, сборные объекты.

Меньше всего информации в свободном доступе можно найти в части расчетов сборно-монолитных конструкций. Разработка и проверка расчетных схем, экспериментальные исследования несущей способности, определение корреляции результатов исследований с результатами расчетов в основном представлена в работах разработчиков типовых серий сборно-монолитных каркасов, а также в немногочисленных статьях.

При анализе расчетов поперечная сила в СМКД учитывается не в каждой статье, большая часть литературы посвящена либо испытаниям участков и элементов каркаса с фиксацией схемы дефектов и дальнейшим анализом, либо предложениям по составлению расчетной схемы, и сравнением полученных результатов с ранее выполненными испытаниями.

На данный момент по проектированию СМКД разработана обширная правовая база, в общем доступе находится большое количество статей, методических указаний, типовых решений, разработан свод правил [40].

В материалах [1] рассматривается общий вид и порядок работ при возведении зданий из продукции Киришского ДСК, обращая внимание на возможность использования различных объемно-планировочных решений.

Описание технологий, технические решения и конструктивное устройство различных типов сборно-монолитных каркасов в своей работе [2] сравнивает С. Н. Александрович. Сравнение касается в большей мере строительного производства, а не расчетной части.

В работе [3] автор сравнивает экономические показатели объектов СМКД с традиционными конструкциями сооружений, делая вывод об экономической эффективности в пользу СМКД.

В работах [4] также описывается технология возведения и её особенности для сборно-монолитных зданий. В пособии [30] описывается вариант устройства пустот в плитах перекрытия с помощью экспериментального использования воздушных шаров.

В руководстве [5] представлены общие виды этапов возведения и типовые узлы зданий СМКД с примерами уже выполненных объектов.

Расчетная сторона вопроса отражена в пособии к СНиП [6] от 1991 года, что говорит о наращивании нормативной базы в сфере СМКД в течение более 30 лет.

О расчете сборно-монолитных стен упоминается в [7], в данном руководстве по большей степени уделяется внимание монолитной части.

Большой вклад в разработку СМКД внес директор института БелНИИС А.И. Мордич. В сериях [8], [28] представлены конструктивно-технологические решения сборно-монолитных типовых зданий, указания по проектированию по системе «МВБ-01». В [9] он же сравнивает технико-экономические показатели отечественных и зарубежных конструктивных систем СМКД. В статье [15] А.И. Мордич описывает экспериментальные исследования узлов СМКД, а в [22] сравнивает результаты экспериментов типового участка каркаса «Аркас» с расчетной конечно-элементной моделью. Он же участвовал в натурных испытаниях [37] для подтверждения обеспечения конструкционной безопасности.

Рекомендации по проектированию и расчету конструкций сборно-монолитного перекрытия «Сочи» приведены в [10] по прочности и деформациям. Там же представлены конструктивные требования.

В статьях [11], [13] Е.П. Гуров рекомендует увеличить объем проектируемых из СМКД объектов по отношению к традиционным типам конструкций, а также проводит обзор различных типов каркасов. В то же время Е.П. Гуров указывает на нехватку и неточности правовой базы в отношении СМКД в статье [20], а в [21] приводит рекомендации к конструкции опорных узлов сборных плит перекрытия на монолитные балки.

Также о технологии возведения, технико-экономическом сравнении и других организационных вопросах рассуждают авторы [12], [14].

Автор серий сборно-монолитной системы «Казань XXI в». Мустафин И.И. приводит хронику событий разработки данной системы в [16] на основании предыдущих разработок путем совершенствования решений и узлов сопряжений.

Описание испытаний фрагмента каркаса «Радиус НПУ» описаны в [17]. Разрушение конструкций характеризовалось сдвигом сборных плит перекрытий относительно монолитных балок перекрытий.

По результатам экспериментальных испытаний в [18] была предложена конечно-элементная модель СМКД, в которой выявлена корреляция величины прогибов и мест возникновения трещин в расчетной модели и по результатам испытаний.

Сборно-монолитные перекрытия с использованием облегченного бетона в составе сборных элементов описываются в [19]. При данной конструкции помимо достаточной жесткости и несущей способности увеличиваются тепло- и звукоизоляционные свойства.

На данный момент возведением СМКД занимаются группа компаний «Рекон СМК» [23], компания Marko [24], на сайтах которых представлена фотофиксация выполненных объектов, обоснование экономической эффективности, предложения по проектированию СМКД.

Анализом существующих каркасов в статье [25] занимается авторы Гнатюк Д.В. И Абрамян С.И., делая вывод о преимуществах и недостатках систем СМКД. В качестве одного из недостатков в выводах статьи авторы указывают недостаточную надежность узлов сопряжения конструктивных элементов.

Информация по правилам выполнения и приемке работ при возведении сборно-монолитных конструкций частично в СТО [26].

В учебном пособии [27] автор перечисляет рекомендации для армирования сборно-монолитных лестничных клеток.

В статье [29] авторы рассматривают характер распределения усилий в перекрытии из сборных пустотных плит и монолитных ригелей, указывая на возможность выполнения расчетов на основании существующих нормативных документов с учетом рекомендаций.

Проектирование сборно-монолитных каркасов с помощью программного комплекса «STARK ES» рассматривается в [31], в заключении делается вывод о возможности составления конечно-элементной модели в рассматриваемом программном комплексе.

Группа компаний «МКС» рассмотрела конструкцию сборно-монолитного ригеля с проведением испытаний и сравнением аналогичной конструкции в монолитном исполнении [32]. По результатам испытаний был сделан вывод о достаточности прочности, жесткости и трещиностойкости предлагаемой конструкции.

Экспериментальной проверкой предлагаемой Мордичем расчетной модели в части расчета перекрытия занимался БЕЛСТРОЙЦЕНТР [33]. По результатам испытаний был сделан вывод о достаточности несущей способности перекрытия, возможности перераспределения усилий, исключаящей опасность прогрессирующего обрушения и наличия запасов в существующей конструкции узлов перекрытия СМКД.

Также испытанием участка перекрытия каркаса «Аркас» занимался Карякин А.А. в заводских условиях ООО ПСК «Восток» г. Челябинск [34]. По результатам испытаний стык сборной и монолитной части не разрушился, но в верхней зоне возникли сверхнормативные трещины. Разрушение произошло в зоне верхней арматуры монолитного ригеля.

Практические рекомендации по комплексному расчету СМКД разрабатывались Никоноровым Р.М. В авторефе-

рате [35] автор приводит результаты анализа расчетной модели. Подобными работами занимались в МГСУ [36] с экспериментальным подтверждением.

Значительная работа по комплексной оценке была проведена силами УрФУ [38], в работе были предложены решения по оптимизации конструкции узлов и элементов СМКД, разработан новый подход к анализу и улучшению конструктивных решений, запатентованы новые варианты устройства конструкций узлов и выполнения технологических процессов при возведении зданий.

Возможность использования каркасов СМКД в сейсмических зонах исследована автором в [39]. В рамках работы предложены антисейсмические пояса с увеличенной площадью примыкания сборной и монолитной части по длине пояса, а также выполнении сборной части в виде двухветвевой балки с перемычками, с выпусками хомутов в монолитную часть.

В 2017 году впервые введен свод правил по расчету и конструированию СМКД [40]. В части поперечных сил в данном СП предлагается выполнять расчет отдельно по сборной части сечения и всему сборно-монолитному сечению в целом, причем в зависимости от расположения шва бетонирования (вертикальное/горизонтальное) в части методики подход к расчету поперечных сил не меняется с 1991 года.

В статье, описывающей испытания влияния отношения высоты сборного и монолитного участков бетона по высоте [41] авторы делают вывод об увеличении несущей способности при увеличении высоты монолитной части бетона в зоне чистого изгиба в центре пролета.

Специалисты из НИИЖБ в работе [42] рассматривали конструкцию сборных плит с омоноличиванием участка торцевой балкой, однако в своей работе не называли данное решение сборно-монолитным. Также в данной работе уделено внимание распору по торцам сборной части перекрытия.

Вывод

Сегмент сборно-монолитного каркасного домостроения занимает определенный процент возводимых зданий в наше время. С учетом сравнения технико-экономических показателей и сроков строительства можно предположить, что соотношение традиционных методов проектирования и СМКД будет изменяться в сторону увеличения последних в связи с их экономическими преимуществами. В целях повышения безопасности при проектировании, возведении и эксплуатации зданий СМКД существует необходимость уточнения расчетных параметров конструкций при совместной работе старого и нового бетона сборно-монолитных конструкций.

Литература:

1. Руденко, Д., «Сборно-монолитный каркас Киришского ДСК», <https://dwg.ru/b/swell/62>.
2. Александрович, С. Н., «Технико-экономическое сравнение сборно-монолитных каркасов для гражданского строительства», Челябинск: ЮУрГУ, 2018 г. — 90 с.
3. Сергеева, О. В., «Новая строительная технология «Рекон-Ижора». Сборно-монолитное каркасное домостроение». Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2007
4. Комин, П. А. Особенности сборно-монолитного домостроения/П. А. Комин. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 5 (295). — с. 32-36. — URL: <https://moluch.ru/archive/295/66956/>.
5. Шембаков, В. А., «Сборно-монолитное каркасное домостроение Издание 2-е, переработанное и дополненное», Чебоксары 2005 г.
6. НИИЖБ Госстроя СССР, «Проектирование железобетонных сборно-монолитных конструкций. Справочное пособие к СНиП», Москва: Стройиздат, 1991 г. — 69 с.
7. ЦНИИЭП жилища Госгражданстроя, «Руководство по проектированию конструкций и технологии возведения монолитных бескаркасных зданий», <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293831/4293831884.htm#i18859>.
8. Мордич, А. И., Серия Б1.020.1-7 «Сборно-монолитная каркасная система МВБ-01 с плоскими перекрытиями для зданий различного назначения», Минск — 1999 г.
9. Мордич, А. И., Отчет о научно-исследовательской работе «Эффективные конструктивные системы многоэтажных жилых домов и общественных зданий (12...25 этажей) для условий строительства в Москве и городах Московской области, наиболее полно удовлетворяющие современным маркетинговым требованиям», Минск, 2002 г. 117 с.
10. Никитин, Н. В., «Рекомендации по проектированию конструкций плоского сборно-монолитного перекрытия «Сочи» Издание 3-е переработанное и дополненное», Москва: Стройиздат 1975 г. 34 с.
11. Журнал «СтройПРОФИль № 4 (82) 2010», Статья «Сборное домостроение. Стратегия развития. Начало», Е. П. Гуров, <https://forum.dwg.ru/attachment.php?attachmentid=72228&d=1325129046>.
12. Журнал «СтройПРОФИль № 5 (67) 2008», Статья «Технология сборно-монолитного каркаса в домостроении, Исаева Е, <https://forum.dwg.ru/attachment.php?attachmentid=72229&d=1325129052>.
13. Журнал «СтройПРОФИль № 5 (83) 2010», Статья «Сборное домостроение. Стратегия развития. Продолжение», Е. П. Гуров, <https://forum.dwg.ru/attachment.php?attachmentid=72230&d=1325129059>.

14. Журнал «СтройПРОФИль № 8 (94) 2011», Статья «Строительство зданий с применением сборного железобетона», Е. Н. Якубов, <https://forum.dwg.ru/attachment.php?attachmentid=72231&d=1325129065>.
15. Журнал «Бетон и железобетон» № 1 за 1991 г., А. И. Мордич, Р. И. Вигдорчик, В. Н. Белевич, инженеры (БелНИИС); А. С. Залесов, д-р техн. наук, проф. (НИИЖБ), статья «Новая универсальная каркасная система многоэтажных зданий», 1991 г.
16. Мустафин, И. И. «Универсальная сборно-монолитная каркасная система «Казань XXI в».», Казань, 2005 г.
17. Журнал «Бетон и железобетон» № 01, 2009, Семченков А. С., «Испытание натурального фрагмента каркаса РА-ДИУСС НПУ с плитами сплошного сечения».
18. Журнал «Бетон и железобетон» № 01, 2007, Никоноров Р. М., «Расчет новых сборно-монолитных конструктивных систем».
19. А. А. Коянкин, «Облегченное сборно-монолитное перекрытие», Вестник МГСУ том 12 выпуск 6 (105), 2016 г.
20. Журнал «Бетон и железобетон» № 2, 2012, Гуров Е. П. начало статьи «Анализ и предложения по конструктивной надежности и безопасности сборно-монолитных перекрытий в каркасе серии Б1.0201-7 (в системе «Аркас»»).
21. Журнал «Бетон и железобетон» № 5, 2012, Гуров Е. П. окончание статьи «Анализ и предложения по конструктивной надежности и безопасности сборно-монолитных перекрытий в каркасе серии Б1.0201-7 (в системе «Аркас»»).
22. Журнал «Бетон и железобетон» № 2, 2013, Мордич А. И. «Каркас домостроительной системы «Аркас». Надежность и безопасность».
23. Официальный сайт группы компаний «РЕКОН-СМК» <http://rekon-smk.ru/>
24. Официальный сайт компании Marko <https://marko.ltd/>.
25. Абрамян, С. Г., Гнатюк Д. В. Сборные и сборно-монолитные каркасные системы высотных зданий с плоскими плитами перекрытия, Интернет-журнал «Науковедение» Том 9, № 1 (2017).
26. СТО НОСТРОЙ 2.7.16-2011, Стены и перекрытия с пространственным арматурным каркасом. Правила выполнения, приемки и контроля монтажных, арматурных и бетонных работ, Москва, 2012.
27. Малахова, А. Н. Армирование железобетонных конструкций: учебное пособие. Москва, МГСУ, 2014. 114 с.
28. Серия Б1.020.1-7, Сборно-монолитная каркасная система МВБ-01 с плоскими перекрытиями для зданий различного назначения. Минск, 1999.
29. Распределение усилий под нагрузкой в многупустотных плитах сборно-монолитного перекрытия, опертого на несущие стены/С. В. Босаков [и др.] // Наука и техника. 2019. Т. 18, No 2. с. 93-103. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2019-18-2-93-103>.
30. Р. А. Сагадеев, учебное пособие «Современные методы возведения монолитных и сборно-монолитных перекрытий», Москва, 2008 г.
31. В. Н. Симбиркин. Проектирование железобетонных каркасов многоэтажных зданий с помощью ПК STARK ES// Информационный вестник Мособлгосэкспертизы. 2005. № 3 (10). — с. 42-48.
32. Официальный сайт группы компаний «МКС», статья «Что показали испытания железобетонного ригеля сборного каркаса с жесткими монолитными стыками», Йошкар-Ола, 2018г, <https://mksgroup.ru/blog/all/ispytaniya-zhb-rigelya-sbornogo-karkasa/>.
33. Официальный сайт «Белстройцентр», статья «Результаты испытания сборно-монолитного перекрытия каркасного здания вертикальной нагрузкой».
34. Журнал «Вестник ЮУрГУ» № 35, 2009, Статья «Испытание натурального фрагмента сборно-монолитного каркаса системы Аркас с плоскими перекрытиями».
35. Никоноров, Р. М. автореферат диссертации «Совместная сопротивляемость, деформативность железобетонных элементов перекрытия сборно-монолитных каркасов с плоскими плитами и скрытыми ригелями», Москва, 2008 г.
36. Баширов, Х. З. Автореферат диссертации «Железобетонные составные конструкции транспортных зданий и сооружений», Москва, 2013 г. https://miit.ru/content/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%20-%20%D0%91%D0%B0%D1%88%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2.doc?id_wm=715958
37. Мордич, А. И. Журнал «Вестник Брестского государственного технического университета» 2005. № 2, статья «Конструкционная надежность — главная особенность сборно-монолитного каркаса белниис».
38. Зотева, З. Э. Комплексная оценка и совершенствование конструктивных и технологических решений гражданских монолитных и сборно-монолитных зданий. Екатеринбург, 2018 г.
39. Думитрюк Аврел. Разработка конструкции сборно-монолитных антисейсмических поясов зданий и методики их расчета с учетом действия сейсмических сил. КИШИНЭУ, 2019
40. СП 337.1325800.2017, Конструкции железобетонные сборно-монолитные. Правила проектирования, Москва, 2017 г.

41. Коянкин, А. А., Митасов В. М. Экспериментальные исследования влияния высоты монолитной зоны бетона на напряженно-деформированное состояние сборно-монолитного изгибаемого элемента // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 1 (78). с. 20-29.
42. Ю. Д. Рыбаков, Е. И. Кулешов, Л. Е. Кошелева, «Рекомендации по натурным обследованиям железобетонных конструкций», БВ при НИИЖБ, Москва, 1972 г.

Типы каркасов и анализ выполненных испытаний элементов и фрагментов каркасов СМКД в отношении действия поперечной силы

Латышев Максим Андреевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье приводится перечень распространенных сборно-монолитных каркасов и выполняется анализ выполненных испытаний элементов и фрагментов каркасов СМКД с целью выявления информации по работе конструкций на поперечную силу.

Ключевые слова: СМКД, КУБ 2.5, Рекон, Аркос, Казань XXI в, Радиусс сборно-монолитный ригель, поперечная сила, каркасная система, результат испытаний

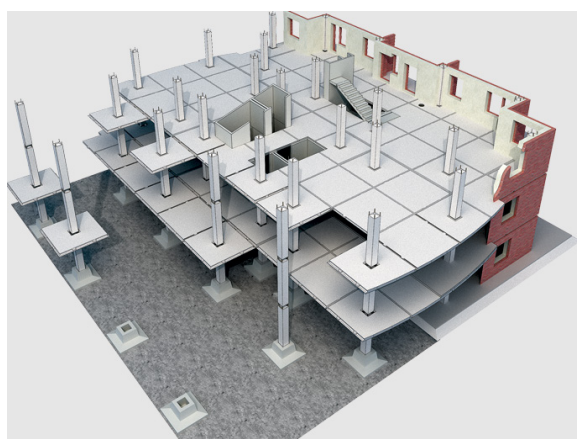
1. Описание типов сборно-монолитных каркасов

По результатам анализа литературы, находящейся в открытом доступе на данный момент в сфере СМКД предлагаются следующие распространенные типы сборно-монолитных каркасных систем:

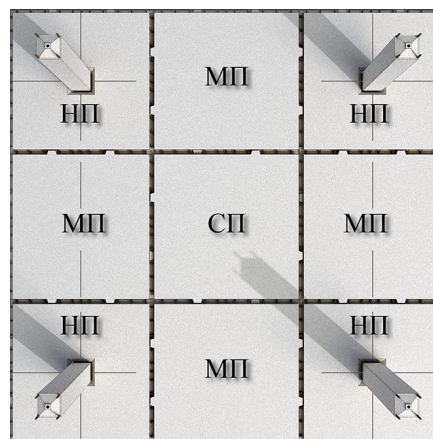
- 1.2.1. Система «КУБ 2.5»;
- 1.2.2. Система «РЕКОН»;
- 1.2.3. Система «АРКОС» (серия Б1.020.1-7);
- 1.2.4. Каркас «Казань XXI в.»;
- 1.2.5. Каркас «РАДИУСС»;

Система «КУБ 2.5»

Максимально индустриализированная серия безригельных каркасов. Все элементы выполняются в заводских условиях, в зоне колонн устраивается сборная плита, стык плиты и колонны омоноличивается. К монолитной части каркаса кроме бетонирования узла стыка колонн с перекрытием относятся стыки смежных плит перекрытия. Для устройства стыков по контуру плит выпускаются хомуты, при установке смежных плит в проектное положение в стык плит перекрытия укладывается продольный стержень, стык бетонруется.



а)



б)

Рис. 1: а — общий вид каркаса «КУБ 2.5», б — схема раскладки плит перекрытия каркаса «КУБ 2.5»

Система «РЕКОН»

Система сборных каркасных плит и колонн, объединенная сборно-монолитными преднапряженными ригелями по сетке колонн. Омоноличиванию подлежат ригели

перекрытий, бетонирование происходит по несъемной лоткообразной опалубке, которая после твердения работает в составе ригеля.

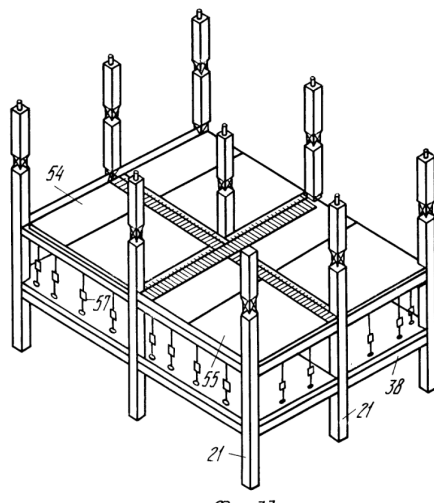


Рис. 2. Общий вид каркасной системы «РЕКОН», представленный в патенте

Система «АРКОС» [4]

Белорусская серия каркасных систем. Отличие от системы «РЕКОН» заключается в отсутствии выступающих частей перекрытия, ригели монтируются в уровне сборных плит перекрытия, обеспечивая возможность устройства ограждающих конструкций без ограничений в любом требуемом месте.

Каркас «Казань XXI в». [2]

Каркасная система из сборных прямоугольных ригелей, плит и колонн, омоноличиванию подлежат узлы стыков групп элементов друг с другом. Сцепление сборной и монолитной части ригеля обеспечивается за счет хомутов, выпущенных из сборной части.

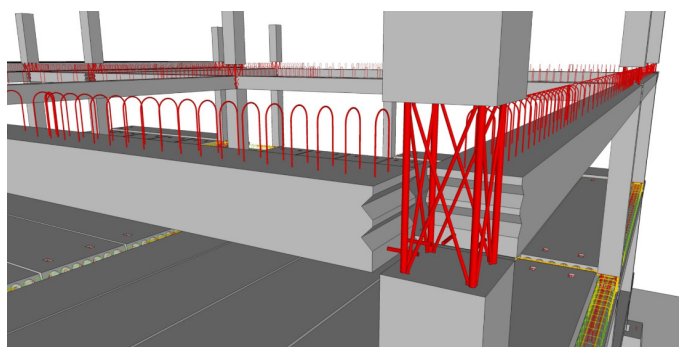


Рис. 3. Схема устройства ригелей при возведении каркаса «Казань XXI век»

Каркас «РАДИУСС»

Каркасная система из сборных плит перекрытия и колонн. Ригели выполняются в монолитном исполнении.

В рамках усиления используют увеличение высоты ригеля с помощью надбетонки, введения сборного ригеля, либо подбетонки монолитной части.

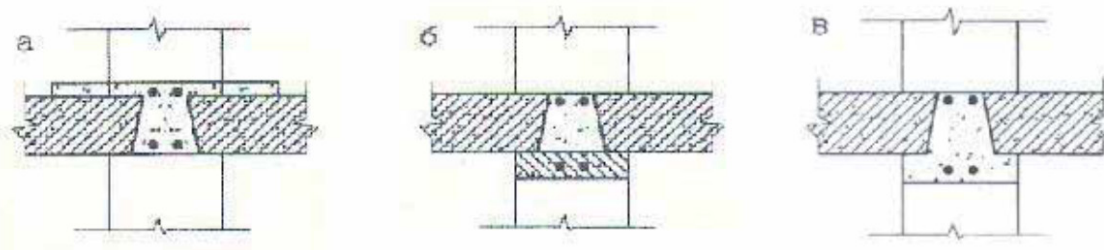


Рис. 4. Методы усиления монолитных ригелей системы «РАДИУСС»

Также есть иные сборно-монолитные каркасы, встречающиеся на рынке, среди которых можно выделить каркасную систему «Сочи», универсальную строительную

систему «УДС», тип каркаса «Филигран», а также экспериментальные виды каркасов в виде скорлупы плит перекрытия толщиной 50 мм с выпусками арматурных хо-

мутов для дальнейшего обетонирования, и образцов, использующих воздушные шары для устройства пустот в перекрытии.

В данной работе экспериментальные типы перекрытий не рассматриваются, а не включенные в перечень типы каркасов имеют общие черты с представленными.

2. Проводимые испытания СМКД

Испытание группы компаний «МКС»

В соответствии с материалами [5] группа компаний «МКС» проводила испытания сборно-монолитного ригеля. Отдельно были рассмотрены пролетная и приопорная части ригеля.



Рис. 5: а — общий вид опытного сборно-монолитного объекта для центра пролета, б — общий вид опытного сборно-монолитного объекта для приопорной зоны

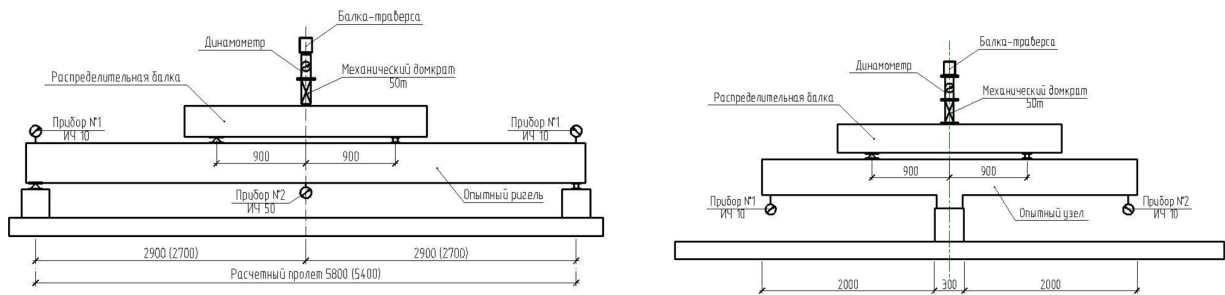


Рис. 6: а — общий вид расчетной схемы для центра пролета, б — общий вид расчетной схемы для приопорной зоны

По результатам испытаний сделан вывод о соответствии ригеля требованиям по прочности, жесткости и трещиностойкости. Возникновение трещин происхо-

дило при приложении нагрузок выше контрольных значений.

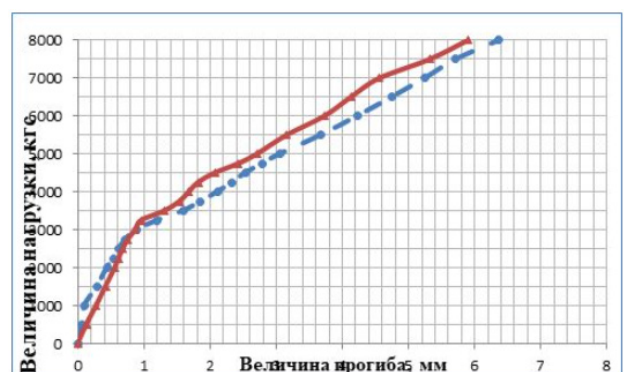
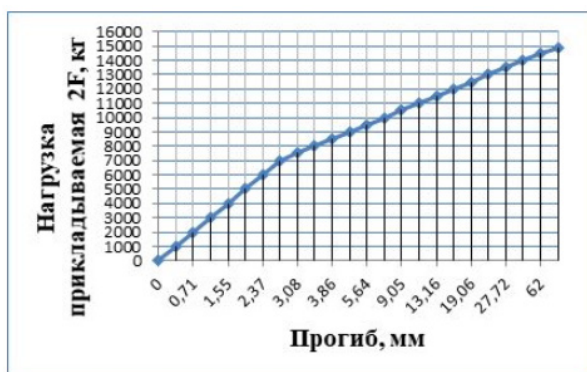


Рис. 7: а — характер прогиба пролетной части ригеля при испытании, б — характер прогиба балок опорной части ригеля при испытании

Испытания БелНИИС

Группа исследователей во главе с А.И. Мордичем проводила экспериментально-теоретические исследования с испытанием участка сборно-монолитного каркаса [1].

В результате нагружения экспериментального образца нагрузкой, превосходящей расчетные значения, было выявлено следующее:

При жестком защемлении сборных плит перекрытия по торцам в монолитные ригели и ограничения угла поворота опорной зоны в плитах возникал распор, положительно влияющий на деформативные свойства перекрытия.

В пределах расчетных значений нагрузок каркас деформировался практически упруго. Ширина раскрытия трещин, появившихся по центрам пролетов плит и ригелей не превышала 0,24 мм даже при воздействии расчетных значений нагрузок.

Связевые монолитные ригели вдоль сборных плит перекрытия деформируются аналогично плитам перекрытия, что свидетельствует об включении данных конструкций в работу.

В другой статье [6] А.И. Мордич описывает другие натурные испытания с аналогичными выводами.



Рис. 8. Общий вид фрагмента каркаса при наибольшей нагрузке

В последнем случае разрушение фрагмента произошло по верхней оппорной и нижней зоне ригеля в центре пролета.

Испытания ЭКБ НИИСК

Для проведения испытаний был изготовлен фрагмент каркаса «РАДИУСС» габаритами 6х12 м [3]. За-

гружение выполнялось в два этапа, на первом оба пролета равномерно загружались до исчерпания несущей способности одного из фрагментов, после чего догружался второй фрагмент до исчерпания несущей способности.

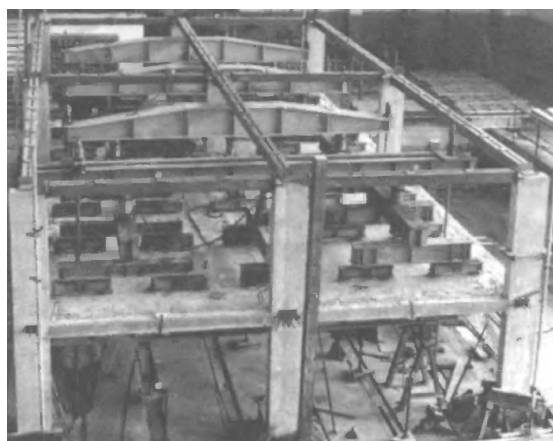


Рис. 9. Общий вид фрагмента перед испытанием

По результатам испытаний разрушающая нагрузка превышала расчетную в обоих случаях. Разрушение фрагмента происходило в первом случае в результате среза на стыке сборных плит перекрытия и монолитного фрагмента. Во втором случае загрузки разрушение произошло аналогичным образом. По результатам испытаний сделан вывод, что разрушение произошло по причине малой изгибной жесткости монолитных контурных балок в горизонтальном направлении. В то же время, фрагмент каркаса выдержал расчетные значения нагрузок, но запасы несущей способности были менее предъявляемых для такого вида разрушения.

Испытания каркаса «АРКОС» [34]

На территории ПСК «Восток» был изготовлен фрагмент каркаса «АРКОС». Для испытаний фрагмент из-

готовлен из двух ячеек, габаритами 7,2 х 6,4 м, и 4,5 х 6,4 м. сборные плиты опираются на монолитные ригели на шпонках длиной 100 мм.

Разрушение произошло в результате приложения нагрузки, превышающей расчетные параметры, по верхней зоне ригеля у колонны Б/1. Также наблюдалось раздробление сжатого бетона нижней зоны.

Прогибы перекрытия в рамках контролируемых параметров нагрузок не превышали предельных значений.

По результатам испытаний был сделан вывод о соответствии каркаса требованиям норм по прочности и деформативности, однако в части требований по трещиностойкости были выявлены зоны возникновения трещин, превышающие предельные значения, на стыке сборных плит и монолитной части перекрытия.

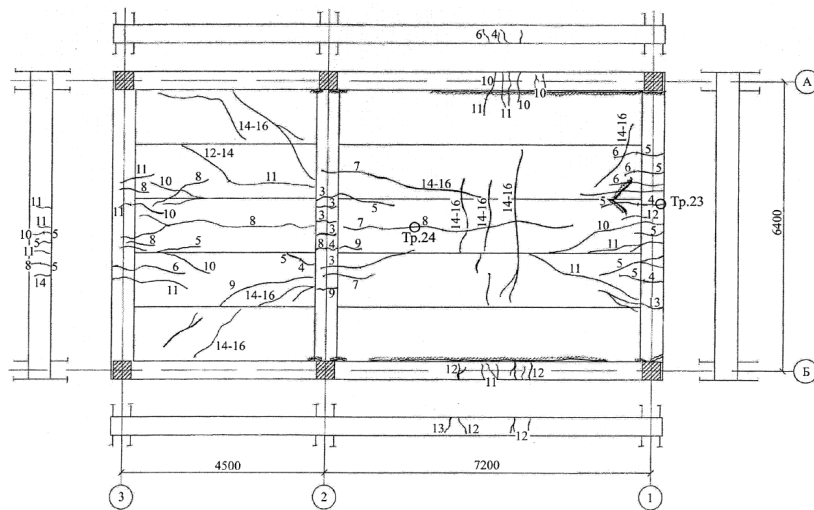


Рис. 10. Схема трещин перекрытия по нижней зоне фрагмента после разрушения

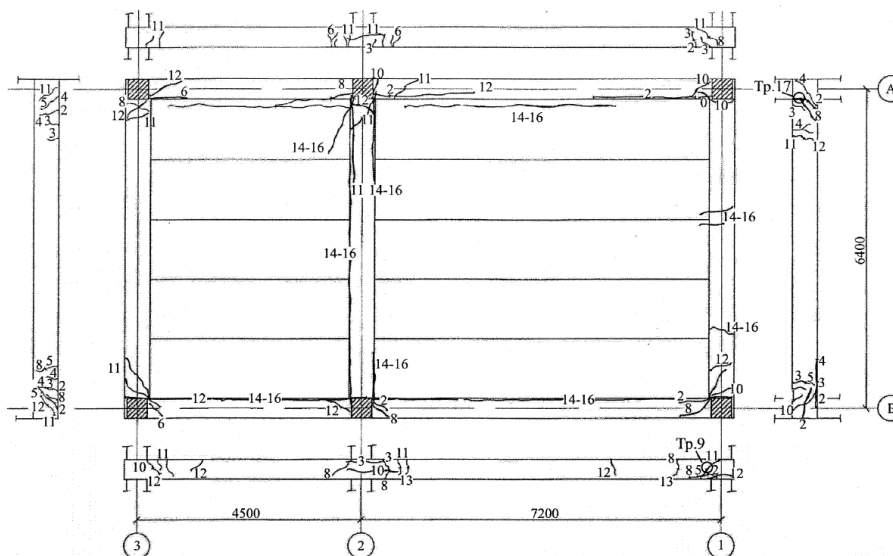


Рис. 11. Схема трещин перекрытия по верхней зоне фрагмента после разрушения

Испытания для определения влияния связи высоты монолитной части бетона с несущими характеристиками

Авторами статьи [7] для определения зависимости высоты монолитной зоны сборно-монолитного ригеля была проведена серия испытаний подобных сборно-монолитных ригелей с одинаковыми характеристиками загрузки и различной высотой монолитной части бетона.

В ходе испытаний нагружение образцов выполнялось в несколько этапов. Первый этап загрузки осуществлялся на «сборную» часть ригелей до бетонирования монолитной части. На данном этапе характер деформаций у всех образцов был подобный.

На следующих этапах по «сборной» части ригелей были добетонированы монолитные составляющие. После достижения бетоном проектной прочности начинался второй этап загрузки. В результате бетонирования монолитных частей ригелей разной высоты сравнению подвергались ригели различной высоты сечения.

По результатам испытаний сборно-монолитных ригелей с различной высотой сечения был сделан логичный вывод, что при увеличении высоты монолитного бетона увеличиваются характеристики сборно-монолитного ригеля. Однако, в данном испытании в конечном результате сравнивались элементы с различными геометрическими свойствами. Вместо того, чтобы изменять соотношение сборной и монолитной части сечения, монолитная часть доливалась при одинаковой сборной части.

Вывод

Вопрос работы сборно-монолитных элементов каркасов зданий становится актуальнее с увеличением количества возводимых зданий по системам СМКД. Испытания натуральных фрагментов показали, что несущая способность систем СМКД обеспечена в пределах действия расчетных нагрузок, но запас прочности при испытаниях был различен от испытания к испытанию. В то же время в части испытаний разрушение фрагментов при перегрузках происходило по приопорным зонам ригелей, однако прицельных испытаний и сравнения работы идентичных монолитных и сборно-монолитных ригелей не производилось.

Литература:

1. Журнал «Бетон и железобетон» № 1 за 1991 г., А.И. Мордич, Р.И. Вигдорчик, В.Н. Белевич, инженеры (БелНИИС); А. С. Залесов, д-р техн. наук, проф. (НИИЖБ), статья «Новая универсальная каркасная система многоэтажных зданий», 1991 г.
2. Мустафин, И. И. «Универсальная сборно-монолитная каркасная система «Казань XXI в».», Казань, 2005 г.
3. Журнал «Бетон и железобетон» № 01, 2009, Семченков А. С., «Испытание натурального фрагмента каркаса РА-ДИУСС НПУ с плитами сплошного сечения».
4. Журнал «Бетон и железобетон» № 2, 2013, Мордич А.И. «Каркас домостроительной системы «Аркаос». Надежность и безопасность».
5. Официальный сайт группы компаний «МКС», статья «Что показали испытания железобетонного ригеля сборного каркаса с жесткими монолитными стыками», Йошкар-Ола, 2018г, <https://mksgroup.ru/blog/all/ispitaniya-zhb-rigelya-sbornogo-karkasa/>.
6. Мордич, А.И. Журнал «Вестник Брестского государственного технического университета» 2005. № 2, статья «Конструкционная надежность — главная особенность сборно-монолитного каркаса белниис».
7. Коянкин, А. А., Митасов В.М. Экспериментальные исследования влияния высоты монолитной зоны бетона на напряженно-деформированное состояние сборно-монолитного изгибаемого элемента // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 1 (78). с. 20-29.

Возможности применения искусственного интеллекта для анализа железобетонных конструкций

Лукин Антон Викторович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Данная статья рассматривает применение искусственного интеллекта (ИИ) в анализе работы железобетонных конструкций. ИИ предоставляет новые возможности для точной и эффективной оценки прочности и долговечности конструкций. Он обрабатывает большой объем данных, предсказывает деформации и повреждения, находит скрытые закономерности. Польза ИИ включает более точный анализ, быстрое обнаружение проблем, прогнозирование поведения конструкций, оптимизацию и сокращение затрат, улучшение планирования обслуживания. Однако ИИ не заменяет

роль и опыт инженеров, а служит инструментом для принятия информированных решений. В статье также упоминаются конкретные инструменты ИИ, используемые в работе с железобетонными конструкциями, и необходимость создания базы данных для улучшения результатов запросов ИИ.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, искусственный интеллект (ИИ), анализ, прочность, долговечность, данные, деформации, напряжения, повреждения, скрытые закономерности, точность, проблемы, прогнозирование, оптимизация, затраты, эффективность, планирование обслуживания, инженеры, специалисты, инструмент, обучение, базы данных.

Possibilities of using artificial intelligence for the analysis of reinforced concrete structures

This article considers the use of artificial intelligence (AI) in the analysis of the performance of reinforced concrete structures. AI provides new opportunities for accurately and efficiently assessing the strength and durability of structures. It processes a large amount of data, predicts deformations and damages, and finds hidden patterns. The benefits of AI include more accurate analysis, faster problem detection, structural behavior prediction, cost optimization and reduction, and improved maintenance planning. However, AI does not replace the role and experience of engineers, but serves as a tool for informed decision making. The article also mentions the specific AI tools used in working with reinforced concrete structures and the need to create a database to improve the results of AI queries.

Keywords: reinforced concrete structures, artificial intelligence (AI), analysis, strength, durability, data, deformations, stresses, damages, hidden patterns, accuracy, problems, forecasting, optimization, costs, efficiency, maintenance planning, engineers, specialists, tools, training, bases data.

Наиболее современным методом анализа работы железобетонных конструкций, но при этом наименее изученным является искусственный интеллект (ИИ). Использование ИИ в анализе работы железобетонных конструкций открывает новые возможности для более точной и эффективной оценки их прочности и долговечности. ИИ позволяет создавать сложные математические модели и симулировать множество ситуаций возникновения аварийной запроектной нагрузки в конструкции, при этом позволяет исключить влияние человеческого фактора на ошибки в расчетах.

Анализ работы железобетонных конструкций требует обработки большого объема данных, включая результаты испытаний материалов, геометрические параметры, условия окружающей среды и другие факторы. ИИ может обрабатывать эти данные, предсказывать возможные деформации, напряжения и повреждения в конструкции, находить скрытые закономерности и взаимосвязи, которые могут быть незаметны для человеческого анализа. Это позволяет более глубоко понять поведение конструкций и предсказать их работу в запроектных состояниях.

По результатам такого анализа квалифицированный инженер-проектировщик может более точно определить оптимальные параметры и решения для превентивных мер при проектировании, а также для решений уже в процессе эксплуатации. [1]

В дальнейшем ИИ может также использоваться для оптимизации конструкций железобетонных сооружений. Используя алгоритмы машинного обучения, ИИ может искать оптимальные решения для конструкций, учитывая

различные факторы, такие как затраты на материалы, энергоэффективность, безопасность и требуемые объемно-планировочные решения.

В целом, использование искусственного интеллекта для анализа работы железобетонных конструкций в запроектных состояниях предоставляет ряд значимых преимуществ. Ниже перечислены некоторые из них:

1. Более точный анализ. ИИ способен обрабатывать большие объемы данных и проводить сложные вычисления, что позволяет получить более точную и всестороннюю оценку состояния конструкций.

2. Быстрое обнаружение проблем. ИИ может анализировать данные в реальном времени и быстро обнаруживать потенциальные проблемы в конструкции.

3. Прогнозирование поведения. Используя методы прогнозирования и предсказательного моделирования, ИИ может оценить, как будет вести себя железобетонная конструкция в различных условиях и нагрузках. Это позволяет инженерам-проектировщикам предвидеть возможные проблемы и принимать меры заранее для обеспечения безопасности и долговечности конструкции.

4. Оптимизация конструкций. ИИ может использоваться для оптимизации конструкций железобетонных сооружений. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать данные и искать оптимальные решения, учитывая различные факторы, такие как прочность, стоимость, энергоэффективность и экологические аспекты.

5. Сокращение затрат и повышение эффективности. Благодаря использованию ИИ для анализа работы железобетонных конструкций, можно снизить затраты на дорогостоящие и регулярные инспекции, так как ИИ способен

непрерывно мониторить состояние конструкций. Это позволяет сэкономить время и средства, а также повысить эффективность обслуживания и поддержания железобетонных сооружений.

6. Улучшение планирования обслуживания. Использование ИИ для анализа работы железобетонных конструкций позволяет разработать более эффективные планы обслуживания и ремонта. ИИ может помочь определить оптимальное время и методы обслуживания, предсказывая потенциальные проблемы и рекомендуя соответствующие действия. Это помогает снизить простои и минимизировать возможные риски и затраты.

Однако необходимо отметить, что искусственный интеллект не может полностью заменить роль и опыт инженеров и специалистов. Он является инструментом, который помогает им принимать более информированные решения и повышать эффективность своей работы. На данный момент он только начинает внедряться и требует пристального внимания, накопления опыта и обучения прежде, чем будет полностью внедрен в работу. [2]

Применение ИИ для анализа работы конструкций слабо рассмотрено в научной литературе, поскольку его возможности только познаются. Несмотря на консервативность строительной отрасли — внедрение ИИ способно позволить оптимизировать многие процессы и по-

мочь инженерам-проектировщикам. Преимущество ИИ — в способности учитывать комбинации всех необходимых характеристик проектируемого объекта для создания конструктивной схемы.

Одной из программ ИИ для работы с проектами является инструмент, разработанный шведскими компаниями BOX Bygg и Wallgren Arkitekter. Это закрытый инструмент, но его метод для систем ИИ на основе правил позволяет получить достоверные данные в виде сгенерированных проектов, которые можно использовать для обучения модели машинного обучения. Имея доступ к инструменту «формируем запрос», включая в него данные нашей конструктивной схемы, проблемные места, в нашем случае — колонны, а нейросеть разрабатывает конструктивную схему для нашего здания, с учетом заложенных факторов, используя большие объемы помеченных данных

Также существуют открытые и уже популярные инструменты, например, текстовая нейронная сеть — ChatGPT, разработанная американской компанией OpenAI. Было сформировано несколько запросов, чтобы оценить потенциальные возможности инструмента (рис. 1).

Для получения более точных ответов от ИИ в ходе исследования выявлено — запрос должен быть максимально подробным и конкретным, как следствие, большие задачи необходимо разбивать на несколько частей.

Опиши мероприятия для защиты от прогрессирующего обрушения на этапе проектирования жилого каркасного монолитного железобетонного здания высотой 25 этажей, при условии, что удаление угловой колонны приводит к прогрессирующему обрушению

Для защиты от прогрессирующего обрушения на этапе проектирования жилого каркасного монолитного железобетонного здания высотой 25 этажей, при условии, что удаление угловой колонны приводит к прогрессирующему обрушению, следует принять следующие меры:

1. Грамотное проектирование: Провести тщательное исследование и анализ всех конструктивных элементов здания, включая угловые колонны. Проектирование должно учитывать возможные нагрузки, динамические факторы и потенциальные точки слабости.
2. Повышение жесткости конструкции: Проектирование здания с учетом повышенной жесткости и устойчивости. Это может включать использование дополнительных колонн, балок и других элементов, которые обеспечивают более равномерное распределение нагрузки.
3. Установка анкерных связей: Предусмотреть установку анкерных связей, которые соединяют угловые колонны с другими элементами каркаса здания. Это поможет предотвратить прогрессирующее обрушение при удалении угловой колонны.

Опиши подробнее методы повышения жесткости конструкции

Методы повышения жесткости конструкции могут быть применены для увеличения устойчивости здания. Вот некоторые из них:

1. Добавление дополнительных колонн и балок: Предусмотрите установку дополнительных колонн и балок в стратегически важных местах, особенно рядом с угловыми колоннами. Это позволит более равномерно распределить нагрузку и укрепить конструкцию.
2. Использование поперечных стен: Установка поперечных стен в здании может значительно увеличить его жесткость и устойчивость. Поперечные стены могут быть расположены на разных этажах или примыкать к угловым колоннам, создавая дополнительную жесткость в горизонтальной плоскости.
3. Применение железобетонных панелей: Использование железобетонных панелей на внешних стенах здания может повысить его жесткость и устойчивость к боковым нагрузкам, таким как ветер.
4. Использование армирования: Добавление дополнительной арматуры в структуру здания может увеличить его прочность и жесткость. Это может включать применение дополнительных продольных или поперечных стержней, а также использование армирующих каркасов.

Рис. 1. Результат ответ на запрос ИИ

Исходя из полученных ответов можно сделать вывод, что ChatGPT работает с открытыми источниками и приводит фрагменты выдержек из нормативных документов и научных статей. Основная причина — это конфиденциальность информации, обладающей интеллектуальной собственностью. Проектные организации не публикуют

в свободном доступе информацию о проектах, расчетные схемы и другие рабочие материалы.

Создание таких баз данных позволит ускорить процесс машинного обучения и сделать результаты запросов более конкретными и точными, уменьшить ошибочные ответы. [3]

Литература:

1. Колчин, В.Н. Специфика применения технологии «искусственного интеллекта» в строительстве/«ИННОВАЦИИ И ИНВЕСТИЦИИ». № 3. 2022 — с. 250-253;

- Газаров, А. Р. Преимущества использования искусственного интеллекта в сфере строительства/Известия ТулГУ. Технические науки. 2020. Вып. 4 — с. 136-139;
- Francesco Iorio Five Reasons to Use Generative AI to Automate Building Designs/April 11, 2023 URL: <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/guest-article/generative-ai-automate-building-designs/>.

Разработка организационно-технологических решений демонтажа строительных конструкций

Петрова Екатерина Константиновна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье автор проводит анализ существующих методов диагностики состояния строительных конструкций, способов и оборудования для разрушения их стыковых соединений и пытается выявить факторы, определяющие эффективность выполнения демонтажных работ. Автор предлагает основные этапы демонтажа при сносе строительных конструкций. Сделан вывод о потребности в совершенствовании организационно-технологических процессов демонтажа строительных конструкций по сокращению сроков строительства.

Ключевые слова: демонтаж, строительные конструкции, технология, строительство.

Демонтаж строительных конструкций зданий и сооружений играет очень важную роль на сегодняшний день, так как это является неотъемлемой частью жизненного цикла строительных объектов. Решение по демонтажу зданий и сооружений может быть обусловлено различными причинами такими, как износ постройки, выявлением каких-либо конструктивных дефектов, необходимостью сноса постройки для возведения на его месте нового здания, срок службы. Для эффективного проведения демонтажных работ, той или иной, конструкции необходимо грамотно подобрать методы их реализации, чтобы избежать чрезвычайных ситуаций, подобрать оборудование и обеспечить демонтаж конструкций с соблюдением техники безопасности, санитарно-технически и экологические нормы.

Для полного или частичного демонтажа строительных конструкций здания используют различные методы в зависимости от возраста, габаритов сносимых элементов, конструктивных особенностей, материала и т. д.

Рассмотрим популярные методы демонтажа строительных конструкций.

Ручной метод. Используется при незначительном объеме работ, когда использование техники нецелесообразно либо не позволяют условия строительной площадки. Оборудование: кувалда, лом, кирка и т. д.

Механический метод. Демонтаж объектов капитального строительства выполняется габаритной спецтехникой: бульдозер, экскаватор, трактор, грейфер, бетонолом, гидролом и т. д.

Полумеханический метод. Технология подходит для частичного разбора конструктивных элементов строений: бетоноломы, пилы, отбойные молотки, пилы и т. д.

Комбинированный метод. Внутренней части строения разбирают вручную, а с использованием механической техники — внешние элементы.

Также при демонтаже строительных конструкций в зависимости от объема работ нужно осуществить мероприятия, направленных на обеспечение защиты демонтируемых зданий и сооружений от проникновения в зону риска и внутрь объекта людей. Необходимо учитывать размеры опасных зон и зон развала в соответствие с принятым методом демонтажа строительной конструкции.

Совершенствование организационно-технологических процессов демонтажа строительных конструкций в строительстве является важной задачей, которая помогает улучшить эффективность работы и обеспечить безопасность рабочего персонала. В связи с тем, что объемы необходимых работ по демонтажу строительных конструкций зданий растут с невероятной скоростью и несопоставимы с размерами роста потенциальных строителей необходимо оптимизировать процессы демонтажных работ и внедрить это на строительные площадки.

Основные этапы сноса строительных конструкций здания

Для начала демонтажных работ строительных конструкций является разработка технологической карты, которую составляют подрядчики. В карте указывают методы, применяемые при сносе строительной конструкции, а также последовательность действий на данном этапе.

В основные этапы демонтажа строительных конструкций включают:

- создание проекта ликвидации строения и составление детального плана.
- расчет необходимого количества оборудования и спецтехники.
- возведение временного ограждения
- усиление демонтируемых конструкций, если нужно сохранить отдельные части здания.

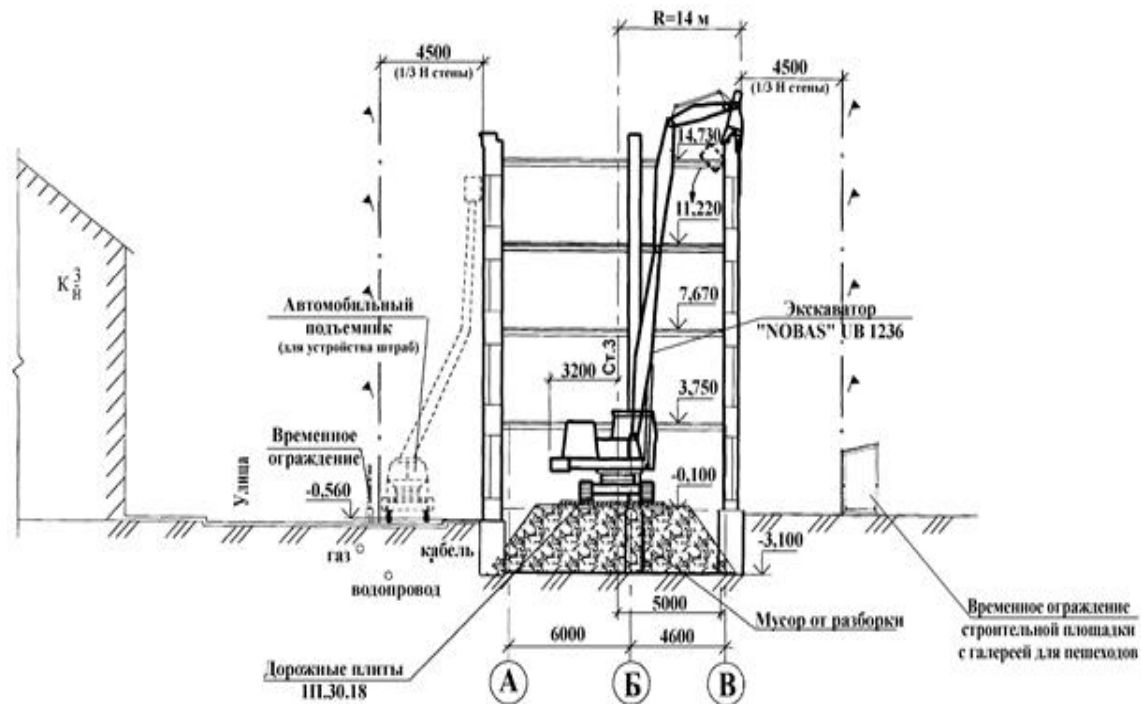


Рис. 1. Схема последовательности выполнения работ при демонтаже строительных конструкций

— сортировка строительных отходов, вывоз и переработка

Качество демонтажных работ зависит от того, насколько надежная и качественная спецтехника задействована в рабочем процессе.

Повышение эффективности демонтажных работ обеспечивается их ростом, особенно тогда, когда эти работы необходимо выполнять в сжатые сроки с учетом сложных производственных условий.

Также затраты на реконструкцию меньше затрат на новое строительство, кроме того, во многих мегаполисах практически отсутствуют площадки для строительства. Неповторимое своеобразие построек, историческая и архитектурная ценность застройки многих городов требует ее сохранения. Поэтому на мой взгляд актуальной является проблема разработки методов выбора рациональных организационно-технологических решений демонтажа строительных конструкций.

В каждом конкретном случае к выполнению демонтажных работ следует подходить индивидуально в связи с отсутствием в настоящее время необходимых нормативных документов и методик, которые учитывали бы

сложные производственные условия при принятии организационно-технологических решений их выполнения.

Демонтажные работы ставят ряд конструктивных и технологических задач, связанных с безопасным демонтажом строительных конструкций, требующих определенного подхода к их решению, поэтому исследования, направленные на изучение таких вопросов являются актуальными.

В заключение можно сказать, что успешный демонтаж — это сложный процесс, требующий профессиональных знаний и навыков, а также использование передовых технологий и инновационного оборудования. Применение развитого и проанализированного со стороны технической оснащенности метода позволит снизить сроки выполнения работ, оптимизировать эксплуатационные расходы на техническое обслуживание. Благодаря правильной организации демонтажных работ и соблюдению всех требований и норм можно обеспечить безопасное и высокоэффективное строительство зданий, достичь максимальной производительности и экономической эффективности.

Литература:

1. Коноплева, А. А., Петрова Т. А., Секрий М. А. Особенности демонтажа зданий и сооружений в условиях городской застройки // Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования. Материалы Национальной научно-практической конференции. — 2018. — с. 68-74.
2. Рудько, А. А., Кужин М. Ф. Организационно-технологическая документация и особенности применения информационных технологий в процессе её проектирования // Системные технологии. — 2019. — № 3 (32). — с. 14-17.
3. СН РК 1.04-26-2011. Реконструкция, капитальный и текущий ремонт жилых и общественных зданий. <https://roskvarstal.ru/dlya-potrebitely-zhku/9708-chem-kapitalnyy-remont-otlichaetsya-ot-rekonstrukcii>

4. ГОСТ 12.3.002-75. ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности (с изменениями на 27.01.2015 г.) [Текст]. — Введ. 1976-06-30. — М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2015. — 8 с.: ил.; 29 см
5. Проектная документация по сносу (демонтажу) АЗС 71, расположенной по адресу: Смоленская область, Гагаринский район, с/п Асташковское, в 0,1 км восточнее д. Черногоубцево. Раздел 7: Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства. № 0212419/0493Д. — Смоленск: АСО «Балтийское объединение проектировщиков». — 2019. — 29 с.
6. Алексеев, Ю. В., Соколов А. С. Особенности организации строительства при массовой реконструкции сложившейся в 50-60-е годы застройки // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. № 2, 2000. — с. 8-9. <https://www.kachkin.ru/yuridicheskiy-spravochnik-zastroyshchika/>
7. Булгаков, С. Н., Леонтьев В. В. Модернизация инженерной инфраструктуры при реконструкции жилых кварталов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. № 1, 2000. — с. 10-11.
8. Гусаков, А. А. Организационно-техническая надежность строительного производства. М.: Стройиздат, 2013. — 112 с.
9. Гончаренко, Д. Ф., Твердоступ Г. Б., Константинов А. С. Исследование показателей, определяющих эффективность работ по демонтажу строительных конструкций // Комунальне господарство міст. — Харків: ХНАМГ, 2013. — Вип. 107. — с. 32-38. <https://studfile.net/preview/5786782/page:10/>
10. Матвеев, Е. П. Теория, методы и технология реконструкции жилых зданий различных периодов постройки: Автор. дисс. док. тех. наук. М., 2000.

Сравнение экономической эффективности проектирования на основе автоматизированного проектирования и информационного моделирования

Путинцев Антон Алексеевич, студент магистратуры

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

Выполнено сравнение экономической эффективности проектирования на основе системы автоматизированного проектирования (CAD) и информационного моделирования (BIM) на примере проектного подразделения строительной компании, специализирующейся на многоэтажном жилом строительстве.

Ключевые слова: BIM, информационное моделирование зданий, экономическая оценка инвестиций, проектирование зданий

Comparison of economic efficiency of design based on computer-aided design and information modeling

A comparison of the economic efficiency of design based on computer-aided design (CAD) and information modeling (BIM) is carried out using the example of a design department of a construction company specializing in multistory apartment house.

Keywords: BIM, building information modeling, economic estimation of investments, buildings designing.

Введение

В начале XXI века в строительное проектирование начали активно внедряться информационные технологии. Этот период обусловлен появлением электронных моделей, содержащих о себе необходимую информацию о проекте.

Возникшая в строительстве технология автоматизированного проектирования (CAD) позволила создавать, хранить и редактировать проектную документацию в электронном виде.

Технология информационного моделирования (BIM) позволила не только использовать все функции CAD,

но и объединять различные разделы проектов в единое целое, создавая общую информационную модель, позволяющую всем участникам работать в ней, вносить свои коррективы и видеть чужие изменения.

Хоть в России активно происходит переход от CAD к BIM, и опыт множества организаций показывает эффективность этого перехода, некоторые участники проектирования все ещё не стремятся присоединиться к своим коллегам по цеху, опасаясь больших затрат на первых этапах, не желая думать, что их ждет в долгосрочной перспективе, после внедрения на этапе уверенного применения BIM технологий в своей работе.

Попробуем сравнить экономическую эффективность проектирования при работе в САД технологии и при уже внедренной и отлаженной работе в ВМ технологии.

Рассмотрим строительную компанию, имеющую проектное подразделение с полным штатом специалистов, собственным оборудованием и офисом.

1. Определение расходной части

А) Расходы при применении САД технологии:

Состав сотрудников и заработная плата с учетом налогов (ФОТ):

- Директор — 1 (2625000 руб.)
- Главный инженер — 1 (2100000 руб.)
- ГИП — 1 (1680000 руб.)
- ГАП — 1 (1680000 руб.)
- Архитекторы — 3 (4032000 руб.)
- Конструкторы — 4 (5376000 руб.)
- Инженеры ВК — 2 (2688000 руб.)
- Инженеры ТМ — 1 (1344000 руб.)
- Инженеры ОВ — 2 (2688000 руб.)
- Инженеры ЭС — 2 (2688000 руб.)
- Инженеры СС — 2 (2688000 руб.)

Итого на заработную плату — 29589000

Затраты на программное обеспечение (ПО)

— Лицензия программного комплекса для автоматизированного проектирования — 20 (1300000 руб.)

Б) Расходы при ВМ технологии:

При применении ВМ технологий в статью расходов добавляется заработная плата ВМ-менеджера и ВМ-координатора.

Состав сотрудников и заработная плата (с учетом налогов):

- Директор — 1 (2625000 руб.)
- Главный инженер — 1 (2100000 руб.)
- ГИП — 1 (1680000 руб.)
- ГАП — 1 (1680000 руб.)
- Архитекторы — 3 (4032000 руб.)
- Конструкторы — 4 (5376000 руб.)
- Инженеры ВК — 2 (2688000 руб.)
- Инженеры ТМ — 1 (1344000 руб.)
- Инженеры ОВ — 2 (2688000 руб.)
- Инженеры ЭС — 2 (2688000 руб.)
- Инженеры СС — 2 (2688000 руб.)

— ВМ-менеджер — 1 (1344000 руб.)

— ВМ-координатор — 1 (1344000 руб.)

Итого на заработную плату — 32277000

— Лицензия программного комплекса для информационного моделирования — 22 (2816000 руб.)

2. Определение доходной части

Допустим, что проектное подразделение берется выполнить стадию «Р» шестисекционного жилого дома переменной этажности общей площадью 24100 м². Срок реализации при применении САД технологии — 6 месяцев, при ВМ технологии — 3 месяца, на основе качественно выполненной стадии «П».

Стоимость проектных работ по укрупненным показателям.

Оценка стоимости проектирования 1 м² составляет 1650 руб. Стоимость проекта составит 39765000 руб. Договорная стоимость проекта принимается 38500000 руб. с НДС.

3. Определение прибыли

За расчетный период принимаем календарный год. При применении САД технологии будет выполнено 2 проекта, при ВМ 4 проекта.

А) Автоматизированное проектирование:

- Выручка: 77000000 руб.
- НДС: 15400000 руб.
- Текущие расходы (ФОТ+ПО): 30889000 руб.
- Прибыль: 30711000 руб.
- Налог на прибыль: 6142200 руб.
- Чистая прибыль: 24568000 руб.

Б) Информационное моделирование:

- Выручка: 154000000 руб.
- НДС: 30800000 руб.
- Текущие расходы (ФОТ+ПО): 35093000 руб.
- Прибыль: 88107000 руб.
- Налог на прибыль: 17621400 руб.
- Чистая прибыль: 70485600 руб.

4. Сравнение полученных результатов

Для сравнения эффективности полученные результаты сведены в таблицу 1. Изменения в показателях при информационном моделировании дополнительно отражены в процентном отношении к автоматизированному проектированию.

Таблица 1. Сравнительная таблица полученных результатов

Технология	Выручка	ФОТ	ПО	Чистая прибыль
САД	77000000	29589000	1300000	24568000
ВМ	154000000	32277000	2816000	70485600
Изменение	+100%	+9,1%	+116,6%	+186,9%

Заключение

В результате проделанной работы было выполнено сравнение затрат и прибыли проектного подразделения строительной компании при использовании САД технологии и при использовании внедренной ВМ технологии, с полностью обученным штатом сотрудников,

наработанной библиотекой семейств и технических решений.

При применении информационного моделирования срок реализации проектов увеличивается в 2 раза.

При незначительном увеличении затрат на ФОТ и увеличении затрат на ПО в 2 раза чистая прибыль вырос-

тает практически в 3 раза. В денежном эквиваленте эти цифры выглядят более внушительно: при увеличении затрат на 4204000 руб. прирост чистой прибыли составляет 45917600 руб.

Такой значительный прирост прибыли позволяет организации, при необходимости увеличить число сотрудников, что соответственно позволит увеличить производительность и объем прибыли ещё больше. Также, у руководства появляется возможность повысить зара-

ботную плату сотрудником, что, несомненно, скажется в положительную сторону на их производительности, вовлеченности в работу и заинтересованности в дальнейшем профессиональном развитии.

Главным выводом подобного анализа можно считать абсолютное превосходство, с экономической точки зрения, технологии информационного моделирования над автоматизированным проектированием.

Литература:

1. Талапов, В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. — М.: ДМК Пресс, 2011. — 392 с.
2. Скрипкин, К. Г. Экономическая эффективность информационных систем в России/К. Г. Скрипкин. — М.: МАКС Пресс, 2014. — 155 с.

Усиление железобетонных конструкций на основе углеродного холста

Рем Анжелика Евгеньевна, студент магистратуры;
Кугаевский Кирилл Игоревич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье отражены вопросы по усилению железобетонных конструкций с помощью внешнего армирования углеродным холстом FibArm Tare 530/300. Описана технология и преимущества предложенного метода усиления.

Ключевые слова: композитный материал, железобетонные конструкции, усиление, углеродный холст, армирование

Основная часть.

Становится все более важной задачей проведение ремонта и усиления железобетонных конструкций, что требует значительных материальных затрат.

Часто в строительной практике необходимо обеспечить надежную эксплуатацию конструкций после демонтажа перекрытий. В таких случаях одним из оптимальных вариантов усиления является использование внешнего армирования из углеволокна, что является более безопасным способом для увеличения прочности конструкции.

Технология внешнего армирования достаточно проста и не требует дорогостоящего оборудования. Благодаря возможности выбора видов лент и слоев усиления, несущая способность конструкции может быть значительно увеличена, а эффективность метода — высокой.

Основные преимущества представленного метода:

- 1) Легкость материала обеспечивает удобство в транспортировке и обработке;
- 2) Эластичность позволяет повторить форму конструкций;
- 3) Удобен в приклеивании к поверхности, достаточно прижать его рукой;
- 4) Высокая прочность при растяжении и деформациях;
- 5) Стойкость к коррозии;

Последовательность устройства внешнего армирования материалами FibArm:

1. Подготовка поверхности:
 - 1.1. Удаление дефектов, цементного молочка и иных материалов, мешающих сцеплению, выравнивание поверхности с отклонением ± 2 мм на 2 метра.
 - 1.2. Удаление раковин производить при помощи безусадочной ремонтной смеси Mapegrout Thixotropic. Толщина нанесения за один слой от 10 до 50 мм, потолочная поверхность до 35 мм.
 - 1.3. Скруглить острые края в местах производства усиления, R-25 мм.
 - 1.4. Обеспылить поверхность.
2. Подготовка материала:
 - 2.1. Подготовленное основание (стол) закрыть полиэтиленовой пленкой
 - 2.2. Произвести нарезку углеродного холста в соответствии с проектом. Беречь от пыли и загрязнения. При разметке FibArm Tare в месте ее реза наклеить бумажный скотч и по нему резать обычными ножницами. Перед пропиткой FibArm Tare, клеем FibArm resin убрать с холста бумажный скотч.
 - 2.3. Подготовить из новых черенков для лопаты отрезки длиной 350-400 мм. Перед применением обернуть стрейч пленкой, чтоб сохранить их на следующую рабочую смену. По окончании работы снять стрейч пленку и промыть растворителем.
 - 2.4. Проверить наличие емкости (ведра) для смешивания композитного клея FibArm resin 530+, а также два



Рис. 1. Стол для нарезки и пропитки холстов



Рис. 2. Разметка и нарезка по бумажному скотчу

ведра для компонента «А» и компонента «В» для взвешивания на весах необходимого количества, после чего перелить в емкость для смешивания.

2.5. Произвести разметку на поверхности в местах устройства системы усиления.

2.6. Подготовить сухой кварцевый песок фракции 0,5-1,2мм для присыпки последнего слоя перед нанесением огнезащиты UMT-90.

3. Приготовление FibArm Resin 530+.

3.1. На весах взвесить необходимого количества FibArm Resin 530+ ком. А и ком. В из расчета 0,6-0,7 кг/м² в пропорции (А: В) 2:1 по весу.

3.2. Перемешивание.

Тщательно перемешивают компоненты «А» и «Б» низкооборотной мешалкой (300-400 об/мин.) с насадкой

для смешивания в течение 3 минут, обращая особое внимание на перемешивание материала у дна и стенок. Смесь должна приобрести однородный светло-желтый цвет. Затем перемешивать в течение 1 минуты на более низкой скорости (для того, чтобы уменьшить вовлечение воздуха). Очень важно при перемешивании материала миксер не доставать из материала, чтоб исключить вовлечение воздуха в материал. После перемешивания произвести медленное переливание клея из одной емкости в другую, это поможет удалить вовлеченный воздух и исключит нанесение не перемешанного клея на стенках и дне емкости.

3.3. Жизнеспособность (6 кг смеси, толщина 4 мм)

- при температуре 10 °С: не менее 100 мин,
- при температуре 20 °С: не менее 50 мин,
- при температуре 30 °С: не менее 30 мин.



Рис. 3. Разметка при помощи лазерного луча

Время жизни приготовленного материала в емкости для смешивания сокращается от времени клея на поверхности.

4. Нанесение материала FibArm resin 530+.

4.1. Материал FibArm Resin 530+ наносится на поверхность бетона при помощи велюрового валика в соответствии с разметкой и плана работы на смену.

4.2. Приготовленный FibArm Resin 530+ при помощи велюрового валика наносится (пропитывается) на FibArm Tape 530. Углеродный холст FibArm Tape 530 для пропитки укладывается на стол, где при помощи велюрового валика наносится клей FibArm Resin 530+ строго вдоль волокон по мере пропитки холст складывается на одном из краев стола в виде восьмерки. По окончании пропитывания с одной стороны, углеродный холст FibArm Tape

530 переворачивается и пропитывается с другой стороны. Для удобства наклеивания на потолочную поверхность (или переноски длинных отрезков) пропитанный холст накручивается на деревянный черенок обернутый стрейч пленкой.

5. Укладка FibArm Tape 530 на поверхность.

5.1. Пропитанный углеродный холст FibArm Tape 530 подносится к месту устройства усиления и укладывается на поверхность одновременно его прижимая к поверхности, не оставляя при этом складок и заземленного воздуха. Разравнивание (прикатку) можно производить при помощи жесткого резинового валика или при помощи пластикового шпателя для разглаживания обоев строго вдоль волокон FibArm Tape 530.

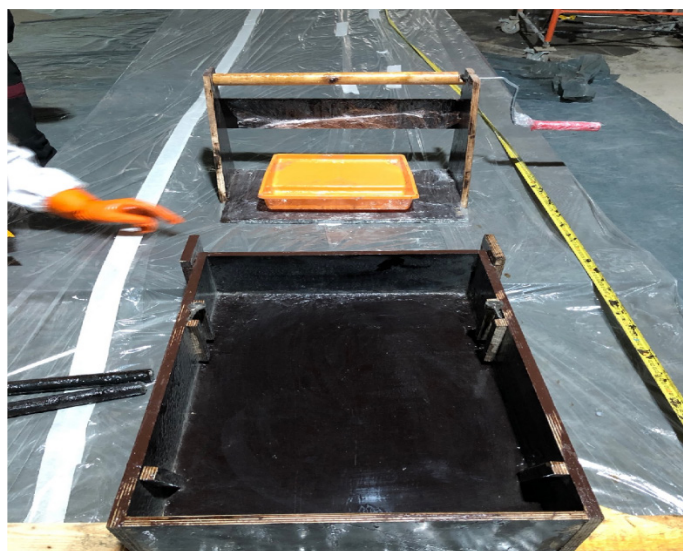


Рис. 4. Валик из черенка для намотки пропитанного холста

5.2. При устройстве композитного усиления на потолочной поверхности после нанесения клея на бетон и про-

питки холста дождаться того момента, когда клей становится липким иначе материал не будет клеится к поверхности.

5.3. На потолочную поверхность можно наносить не более двух слоев за одну смену, как правило с перерывом 3-5 часов между слоями.



Рис. 5. Нанесение грунтовочного слоя

5.4. Исключить сквозняки на время работы и полимеризации клея.

5.5. После устройства усиления (последний слой) произвести присыпку поверхности сухим кварцевым песком, данная поверхность будет служить адгезионным слоем для нанесения огнезащиты УМТ-90.

Усиление стальных, бетонных, каменных и деревянных конструкций также может применяться в случае:

- увеличения эксплуатационных нагрузок в промышленных и гражданских объектах;
- увеличения эксплуатационных нагрузок на мостах;
- перепрофилирования сооружений;
- повреждения несущих конструкций;
- старения конструкционных материалов;
- коррозии арматуры;
- ударов транспортных средств;
- пожаров;

- землетрясений;
- исправления условий использования конструкции: ограничения упругости, релаксация напряжений в арматуре; уменьшение ширины раскрытия трещин;
- изменения статической схемы: удаление стен, опор, фрагментов перекрытий (дополнительные проемы в перекрытиях);
- исправление ошибок проектирования и строительства: слишком малые сечения арматуры; недостаточные размеры элементов.

Общий опыт использования углеродного холста для восстановления и усиления железобетонных конструкций указывает на перспективность этого направления. С появлением новых видов углеродных тканей и эпоксидных компаундов, которые соответствуют требованиям строительного производства, возможности применения этой технологии будут расширяться.

Литература:

1. Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами
2. Чернявский, В. Л. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами/В. Л. Чернявский, Е. З. Аксельрод // Жилищное строительство. — 2003. — № 3. — с. 15-16
3. Шилин, А. А. и др. Внешнее армирование железобетонных конструкций композиционными материалами. М., «Стройиздат», 2007
4. Хаютин, Ю. Г. Повышение надежности железобетонных конструкций при ЧС (зарубежный опыт)/Ю. Г. Хаютин, В. Л. Чернявский // Высотные здания. — 2007. — № 3.

Передовое производство в гражданском строительстве

Семенова Мария Александровна, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Основной целью этой работы является анализ потенциальной энергии и экологических преимуществ 3D-печати в строительстве зданий. В современной литературе сообщается о значительном количестве преимуществ 3D-печати, а именно: сокращение использования материалов, снижение эксплуатационных расходов и экономия времени. Авторы также отмечают свободу дизайна, более высокую эффективность, производительность и качество. В этой работе представлены последние разработки в области 3D-печати в гражданском строительстве, а именно обзор последних проектов 3D-печати и ограничения строительной 3D-печати с акцентом на крупномасштабные приложения, технологические затраты, разработку и оптимизацию смеси и тепловое поведение.

Ключевые слова: 3D-печать, производство добавок, автоматизация зданий, гражданское строительство.

1.1. Сокращение отходов и использование альтернативных связующих

Хотя в первые дни 3D-печати бетона смеси имели высокое содержание цемента, около 40-50%, по мере развития технологии в смесях становилось меньше цемента, который был заменен другими альтернативными вяжущими. Летучая зола и шлак в настоящее время используются в качестве замены цемента или активируются в геополимерах, напечатанных на 3D-принтере. Тинг и др. [8] попытались заменить песок переработанным стеклом в 3D-печати, и хотя результаты были не такими хорошими, как у песчано-цементной смеси, результаты показывают многообещающую траекторию использования переработанных заполнителей в смесях 3DP.

Такие компании разрабатывают новые решения для увеличения использования переработанных материалов, таких как кальцинированная глина и летучая зола, для создания оптимизированного бетона. Эти инновации не только помогают окружающей среде, сокращая использование материалов массового производства, но и могут помочь развивающимся странам, где стоимость материалов очень высока. Литература показывает, что постепенное применение 3D-печати оказывает большое влияние на крупномасштабное производство с заметным снижением соотношения цемент/вода, что означает, что требуется меньше цемента, что, в свою очередь, может снизить потребление энергии производителями цемента [7].

1.2. Воздействие на человеческий труд

Здания становятся все более сложными, а строительные площадки менее безопасными для строителей; во всем мире уровень несчастных случаев в этом секторе является одним из самых высоких, что в сочетании с нехваткой квалифицированной рабочей силы делает отрасль одной из наименее эффективных. Автоматизация, сокращая зависимость от человеческого труда, снижает количество несчастных случаев, травм и болезней. Естественно, для работы с 3D-печатью требуется новый набор навыков, и строительному сектору придется адаптироваться, обучая рабочих и нанимая новый персонал. Переход, следующий за тем, что уже произошло в других отраслях, выведет строительную отрасль на более высокий технологический уровень.

1.3. Стоимость и скорость

Автоматизация в строительстве зданий может значительно сократить общие затраты на строительные проекты. Затраты на материалы можно снизить более чем на 50%, а сборка бетонных конструкций, таких как стены, кровельные системы и панели пола, может привести к значительному снижению общих затрат из-за возможности снижения веса на 54% за счет объема материала. [6].

Технология 3D-принтеров также экономит время, обеспечивая непрерывную печать, которую можно остановить только при желании. Структуры, на строительство которых обычно уходят месяцы, могут быть построены в течение нескольких дней после даты начала проекта. Еще одним дополнительным преимуществом технологии 3DP, которое способствует повышению устойчивости и снижению затрат, является отсутствие опалубки [5]. На опалубку в традиционном строительстве приходится 28-50% общей стоимости бетонной конструкции.

Веллер и др. [4] проанализировали несколько принципов, относящихся к производителям, основанных на экономических моделях, и пришли к выводу, что аддитивное производство предлагает большую гибкость, продукты с высокой степенью индивидуализации без штрафных санкций и с быстрым производством, что приводит к более низким ценам для потребителей.

1.4. Сложность дизайна

3DP обеспечивает большую свободу проектирования, ограниченную только вычислительными возможностями, открывая целый ряд новых возможностей для архитекторов и инженеров по созданию зданий на заказ. В прошлом некоторые сложные формы достигались с помощью обычной опалубки; однако аддитивное производство дает больше свободы без увеличения затрат. При 3DP воздействие конструкции на окружающую среду не увеличивается с ее сложностью, как это происходит с обычными конструкциями [3].

2. Ограничения строительной 3D-печати

2.1. Крупномасштабные приложения

Применение 3DP в больших масштабах, хотя и осуществимо, по-прежнему сопряжено с некоторыми проблемами. Споры о том, как обеспечить постоянную поставку сырья, продолжаются до сих пор. В большинстве проектов исполь-

зуются обычное дозирование, но также изучается возможность микродозирования или смешивания в форсунке.

Форма экструзионного сопла обычно прямоугольная или круглая, и уже известно, что его форма и размер могут влиять на скорость печати, способ нанесения каждого печатного слоя и эффект при изменении направления печати [2].

Когда масштаб элемента увеличивается и время печати увеличивается, происходит повышение температуры, вызванное нагревом в насосе и трением в насосе и шланге. Влияние температуры на прокачиваемость, экструдире-

мость и раннее схватывание материала до сих пор полностью не изучено, но этот эффект виден в изменениях, наблюдаемых в материале. Более крупные элементы также имеют более высокий риск разрушения под действием собственного веса, и пока единственным вариантом является ограничение высоты печатного объекта [1].

Масштабирование процесса печати означает увеличение скорости печати и размера объекта, что может привести к ухудшению адгезии слоев, поскольку более длинные траектории печати могут привести к ухудшению качества печати.

Литература:

1. Фэн, П.; Мэн, Х.; Чен, Дж. Ф.; Е, Л. Механические свойства структур, напечатанных на 3D-принтере цементными порошками. Пост. Строить Матер. 2015, 93, 486-497. [Перекрестная ссылка]
2. Тай, Ю. В. Д.; Панда, Б.; Пол, Южная Каролина; Нур Мохамед, Северная Америка; Тан, М]; Леонг, К. Ф. Тенденции 3D-печати в строительстве: обзор. Виртуальный физ. Протот. 2017, 12, 261-276. [Перекрестная ссылка]
3. Диксит, М. К. Расчет рекуррентной воплощенной энергии жизненного цикла зданий: обзор. Дж. Чистый. Произв. 2018, 209, 731-754. [Перекрестная ссылка]
4. Ким, Дж. Б.; Чон, В.; Клейтон, М]; Хаберл, Дж. С.; Ян, В. Разработка физической библиотеки BIM для моделирования тепловой энергии здания. автомат. Констр. 2015, 50, 16-28. [Перекрестная ссылка]
5. Гурлис, Г.; Ковачич, И. Информационное моделирование зданий для анализа энергоэффективных промышленных зданий — тематическое исследование. Продлить. Поддерживать. Energy Rev. 2017, 68, 953-963. [Перекрестная ссылка]
6. Варшавский, А.; Навон, Р. Внедрение робототехники в строительстве: текущее состояние и перспективы на будущее. Дж. Констр. англ. Управление ASCE 1998, 124, 31-41. [Перекрестная ссылка]
7. Алви, А.; Караяннис, С.; Старки, Б.; Гарднер, М.; Редик, К.; Варли, Т. Строительство, Мегамасштабная 3D-печать; Университет Суррея: Гилфорд, Великобритания, 2013 г.; стр. 199-200.
8. Ву, П.; Ван, Дж.; Ван, Х. Критический обзор использования 3D-печати в строительной отрасли. автомат. Констр. 2016, 68, 21-31. [Перекрестная ссылка]

Проектирование световой среды интерьеров музеев и картинных галерей

Торгашина Виктория Владимировна, студент

Научный руководитель: Зульф리카рова Татьяна Владимировна, кандидат технических наук, доцент
Филиал Воронежского государственного технического университета в г. Борисоглебске

В статье рассматриваются особенности интерьеров, предназначенных для размещения в них музейных экспозиций, изучаются характеристики освещенности данных интерьеров, а также методы правильного использования искусственного и естественного освещения для музеев и картинных галерей.

Ключевые слова: освещение, экспозиция, световосприятие, консервация.

Designing lighting environments interiors museums and art galleries

The article examines the features of interiors designed to accommodate museum expositions in them, examines the characteristics of illumination of these interiors, as well as methods of proper use of artificial and natural lighting for museums and art galleries.

Keywords: lighting, exposure, color perception, conservation.

Введение

Освещение музеев и выставок считается одним из самых сложных направлений светодизайна и светотехники. Ошибки в этой области приводят не только

к уменьшению потока посетителей неудачно освещенных экспозиций, но и к повреждениям ценных экземпляров вследствие разрушающего действия света.

Цель исследования — выявление благоприятных для восприятия и консервации экспонатов способов освещения и изучение методов создания грамотного светового дизайна в выставочных залах.

Использование естественного освещения

Одной из главных задач освещения выставочных помещений является обеспечение благоприятных условий восприятия экспонатов. [4]

Из психофизиологических соображений предпочтительно естественное освещение, когда это допускается требованиями консервации. [3] Дневной солнечный свет считается лучшим для корректного световосприятия.

В выставочных помещениях световые проемы по возможности не должны попадать в поле зрения посетителей

при обзоре экспонатов. Для ограничения слепящего действия световых проемов необходимо применять жалюзи и экраны.

Как правило, картины лучше видны, когда они равномерно освещены рассеянным светом, что позволяет избежать резких теней, бликов и зеркальных отражений.

Пример правильного освещения — Третьяковская галерея. (Рис. 1) Потолки Третьяковской галереи выполнены из неорганического силикатного стекла. Эти светорассеивающие (молочные) стекла применяют для изготовления диффузионно-рассеивающих деталей.

Рассеянный свет равномерно падает с потолка. Такое освещение исключает появление резких бликов и теней на экспонатах, создает одинаковое освещение во всех залах.



Рис. 1. Использование светорассеивающего стекла в выставочном зале Третьяковской галереи

Использование искусственного освещения

В помещениях, предназначенных для экспозиции живописи, графики, тканей, ковров, гобеленов и т.п., прямой солнечный свет должен быть исключен вследствие его разрушающего действия на красители, ткани и бумагу. В таком случае приходится использовать искусственное освещение.

Использование искусственного освещения в музеях дает возможность кураторам выставок полностью контролировать световую среду в залах. Современные LED-технологии помогают выполнить очень тонкую настройку под каждый

экспонат — например, выставить нужную цветовую температуру или мощность. Благодаря различной оптике можно подчеркнуть каждый экспонат в отдельности или, наоборот, сделать мягкий заливающий свет на всю стену.

При проектировании освещения залов с предметами, восприимчивыми к свету нужно решить противоречивые задачи — сделать экспонаты хорошо видимыми зрителям и защитить от слишком яркого, разрушающего света.

Каждый тип экспонатов имеет свой определенный уровень допустимой освещенности. [1]

Таблица 1. Нормы допустимой освещенности для различных типов экспонатов

Норма освещенности, лк	Тип экспоната
50	Объекты из ткани или газетной бумаги, акварельная живопись
30-50	Экспонаты низкой светостойкости: темпера, рисунки, рукописи, марки, графика
150	Экспонаты средней светостойкости: изделия из дерева и кости, масляная живопись
200-300	Крупногабаритные экспонаты высокой светостойкости: бронзовые, мраморные скульптуры
300-500	Экспонаты высокой светостойкости с мелкими деталями: ювелирные изделия, фарфор, монеты, оружие
500	Драгоценные металлы и камни

Для необходимой консервации экспонатов некоторых типов свет должен быть тусклым. Пример такого освещения — Государственный музей изобразительных искусств им. А. С. Пушкина. (Рис. 2) Зрителям трудно воспринимать картины в полумраке, но осветители изобрели

особый прием: сделали стены в помещении темными и не использовали общего освещения. Когда посетитель входит в зал, его глаза сразу начинают привыкать к сумеркам, поэтому через некоторое время акцентный свет кажется более ярким привыкшему к темноте глазу.



Рис. 2. Акцентное освещение картин в Государственном музее изобразительных искусств им. А. С. Пушкина

Восприятие предмета искусства зависит от расположения осветительных приборов. Направленный на экспонат свет позволяет выделить объект в общей экспозиции и привлечь внимание зрителя, служить своеобразной навигацией посетителя музея. В любом случае нужно исключить, чтобы прямой свет от ламп попадал в поле зрения.

Картины лучше воспринимаются, если они освещены источником света того же цвета, при котором были написаны. [6] Из-за несоответствующей цветовой палитры и насыщенности экспонат воспринимается совсем не так, как это задумывал автор. Например, мрачность, ужас, заложенные в картину, легко испортит яркий световой

поток. Наоборот, можно помочь в восприятии полотна или другого произведения искусства, приглушив подсветку или подчеркнув определенные места.

Чтобы визуально увеличить объем трехмерных фигур, совмещают рассеянный и прямой свет в определенном соотношении. [7] (Рис. 3) Это деление скорее относительно, потому что оба потока света переменяются и поддерживают друг друга. Разработчики освещения выставок считают, что пропорция освещенности музейной ценности и фона должна составлять 2:1. С одной стороны, объект не становится излишне драматичным, а с другой, внимание акцентируется на экспонате.



Рис. 3. Совмещение рассеянного и прямого света в соотношении 2:1

Заключение

Методы освещения должны соответствовать типу экспонатов для наилучшей их сохранности. При проектировании интерьера музея или картинной галереи необходимо уделять внимание освещению, благодаря которому

можно акцентировать внимание на определенных моментах в картине, создать необходимую атмосферу, навеять различные чувства. Освещение — проводник зрителя к богатствам изобразительного искусства.

Литература:

1. ПНСТ 392-2020 «Музейное освещение»
2. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»
3. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»
4. Журнал theory&practice [Электронный ресурс] — URL: <https://theoryandpractice.ru/posts/8712-gallery-lightning>
5. Школа светодизайна Lids [Электронный ресурс] — URL: <https://www.lidschool.org/post/5-songs-that-make-me-really-happy>
6. Jotto [Электронный ресурс] — URL: <https://jotto8.ru/blog/znachenie-sveta-v-zhivopisi-chast-1-kak-osveschenie-vlijaet-na-tsvet-i-formu>
7. Мастер-класс по теме «Свет в музее» [Электронный ресурс] — URL: <https://otopleniehelp.ru/avtonomnoe-otoplenie/osveshhenie-v-muzeyah>
8. Освещение для музеев. — Текст: электронный // LIGHTRU: [сайт]. — URL: <https://lightru.pro/osveshhenie-dlya-muzeev/?ysclid=lhurwpbznu14857990> (дата обращения: 20.05.2023).

Архитектурные принципы модернизации жилых кварталов города Алматы

Убайдуллаева Саулет Бауржановна, студент магистратуры;
Исабаев Галым Абдыкаимович, кандидат архитектуры, профессор-исследователь
Казахская головная архитектурно-строительная академия (г. Алматы)

Ключевые слова: модернизация, жилой квартал, типовая застройка, реновация, снос, ветхие дома.

Реконструкция представляет собой радикальное переосмысление и изменение зданий с целью улучшения их состояния. Это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на устранение морального и физического износа зданий в целом или их отдельных элементов и систем. Реконструкция включает в себя модернизацию и обновление инфраструктуры, улучшение систем отопления, водоснабжения и электроснабжения, а также исправление структурных проблем и обновление интерьера. Однако реновация также включает в себя модернизацию здания с технической и инженерной точек зрения. Это может включать замену устаревших систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, электрической проводки и технологического оборудования. Целью модернизации является улучшение энергоэффективности, безопасности и удобства использования здания.

Серии жилых домов — жилые здания, построенные по объединённой в серию группе типовых проектов, которые внутри серии могут отличаться этажностью, количеством секций, ориентацией и незначительными деталями архитектурной отделки. Как правило, серия жилых домов имеет ограниченный ряд планировок квартир, общий архитектурный стиль и технологию строительства.

В зависимости от климатических и геологических условий, а также существующей инфраструктуры в разных районах, разработаны различные серии жилых домов для односемейного заселения. Планировочные и конструктивные решения этих домов были адаптированы под особенности каждого региона. [1]

В период с 1950 по 1970 годы в городе Алматы были построены несколько жилых кварталов, в основном представленных многоэтажными жилыми зданиями типа хрущёвок и брежневок. В 1955 году начался период массового строительства жилья в Алматы. Были разработаны серии типовых проектов, учитывающих особенности строительства в сейсмически активных районах. Также начал свою работу Алматинский домостроительный комбинат (АДК). К 1959 году мощность АДК составила 175,0 тыс. кв. м жилой площади в год. Началось строительство первых микрорайонов на западном территориальном полигоне. К 1961 году жилищная обеспеченность составила 5,7 кв. м жилой площади на 1 жителя. Центр города сложился в районе улицы Гоголя, проспекта Достык, улицы Кабанбай батыра и Наурызбай батыра. В соответствии с действующими на тот момент сейсмическими нормами, массовое строительство осуществлялось преимущественно в 2-3 этажа. [3]

Надо отметить, что типовое домостроение первых лет отличалось максимальной экономичностью, и соответственно, неудобными с современной точки зрения планировками. Некоторое время назад поднимался вопрос о будущем панельных домов, многим из которых почти 60 лет, тогда расчетный срок их эксплуатации — 25 лет. Пока в Алматы не было сильного землетрясения, но специалисты понимают, что слабое место сейсмостойчивых панельных домов находится в местах стыков панелей. Предлагались разные варианты, например, реконструировать первый и последние этажи, — первому этажу отдать участок под окнами для террасы, а верхние, где часто протекает потолок, сделать двухуровневыми — с надстройкой легких конструкций мансардных этажей. [5]

В западноевропейских странах, таких как Франция, Германия, Англия и Финляндия, массовая модернизация существующей застройки началась в 1970-х годах и, практически, была завершена к середине 1980-х годов. Эти страны накопили значительный опыт в области реконструкции крупнопанельного жилья.

В рамках программы реновации городской среды панельной застройки, созданной и внедренной в Германии для жилых районов, построенных в период с 1960-х по 1980-е годы, проводились мероприятия, направленные на повышение эффективности использования территории и недвижимости. В результате этих мероприятий сохранялась первоначальная планировочная структура жилых районов, однако улучшались условия эксплуатации и использования территории, что способствовало более эффективному использованию жилых ресурсов и созданию комфортной городской среды. [2]

Массовая модернизация включала в себя широкий спектр мероприятий. Она включала не только внешнюю и внутреннюю реконструкцию зданий, но и обновление инженерных систем, технологического оборудования и коммуникаций. Основной целью было улучшение качества жилья, обеспечение комфортных условий проживания и повышение энергоэффективности.

Западноевропейские страны достигли значительных результатов в области модернизации сложившейся застройки. Благодаря своему богатому опыту, они разработали эффективные методы и технологии, а также установили нормы и стандарты, которые позволили успешно реализовать проекты по реконструкции крупнопанельного жилья.

Важно отметить, что успешный опыт развитых европейских стран может быть ценным источником информации и вдохновения для других стран, включая Казахстан, при реализации проектов по модернизации существующей застройки и улучшению качества жилья.

В последние годы была проведена модернизация многих жилых кварталов, построенных в Алматы в период с 1950 по 1970 годы. Целью модернизации было улучшение условий проживания и обновление инфраструктуры. Вот некоторые основные аспекты модернизации:

Модернизация жилых кварталов, построенных в Алматы в 1950-1970 годы, направлена на повышение комфорта, улучшение условий проживания и соответствие современным стандартам жилья.

В 2022 году была разработана «Программа развития города Алматы до 2025 года и среднесрочные перспективы до 2030 года». [4] Включение пяти полицентров в новый Генеральный план г. Алматы до 2040 года, станет первым шагом реализации направления «Комфортная городская среда».

Развитие территории города планируется осуществлять по двум взаимодополняющим направлениям:

— Восстановление, реновация и модернизация существующей застройки территории города Алматы;

— Развитие полицентров с освоением как свободных территорий, так и территорий существующей застройки через реконструктивные мероприятия.

В конце 2023 года будут разработаны документы, которые будут содержать конкретные детали и планы для развития пяти новых центров, которые будут связаны между собой и образуют сеть территорий. Каждый из этих центров будет представлять собой самодостаточный и компактный район с полноценной жилищной, социальной, инженерной и транспортной инфраструктурой.

В домах, построенных в 1930-1975 годах проживает более 60 тыс. горожан. До 2030 года планируется снос 708 ветхих домов и строительство 683 многофункциональных жилых дома. В границах «Исторического центра» будет разработана и принята отдельная программа по благоустройству мест историко-культурного значения и восстановлению ремонту зданий, относящихся к культурно-историческому наследию. Модернизация и обновление коснется и жилых зданий советского периода — до 2030 года будут обновлены инженерные сети, которые изношены на 60%.

Модернизация сложившейся типовой застройки предлагает ряд преимуществ по сравнению со сносом. Сохранение исторической и культурной ценности: Модернизация позволяет сохранить и восстановить исторические и культурные аспекты типовой застройки, которые могут иметь значительную ценность для общества. Это позволяет сохранить уникальный архитектурный стиль и атмосферу, что важно для идентичности и наследия города. Экономическая эффективность:

1) модернизация может быть более экономически эффективной по сравнению со сносом и полным строительством заново. Сохранение и модернизация существующей застройки может быть более затратно-эффективным вариантом, особенно если конструкция здания в достаточно хорошем состоянии;

2) позволяет снизить потребление ресурсов и отходы, связанные со сносом и строительством заново. Это способствует устойчивому развитию и снижению негативного воздействия на окружающую среду;

3) модернизация может быть менее разрушительной для сообщества, связанного с существующей застройкой.

Люди, живущие в таких районах, могут продолжать проживать на тех же участках и сохранять связи с соседями, школами и другими социальными инфраструктурами;

4) модернизация может быть более быстрым процессом, чем снос и строительство новых зданий. Она позволяет быстрее достичь желаемых улучшений и обновлений без необходимости начинать с нуля.

В целом, модернизация сложившейся типовой застройки предлагает более гибкое, устойчивое и экономически эффективное решение, которое учитывает и сохраняет уникальные качества и ценности уже существующего городского окружения. В Алматы по результатам обследования многие жилые кварталы с типовыми жилыми домами морально устарели. В разрабатываемых мастер планах и программах по развитию города и комфортной жизни предлагается снос типовых жилых домов и строительство новых комплексов. Изучив и проанализировав мировой опыт модернизации жилых кварталов, снос жилищного фонда из крупнопанельных жилых домов первых массовых серий не осуществляли ни в одной стране мира. Программы по модернизации жилых кварталов в городе Алматы требует хорошо разработанный проект реконструкции. Проект должен предусматривать:

— Реконструкция фасадов и общественных пространств: Внешний вид многих жилых зданий был обновлен. Произошла замена старых фасадов на новые,

современные материалы, что придало им свежий и современный вид. Также были обновлены общественные пространства, такие как дворы, парки и детские площадки.

— Улучшение инфраструктуры: Были проведены работы по улучшению коммуникаций, таких как системы водоснабжения, канализации и электроснабжения. Также была модернизирована система отопления, включая замену устаревших систем на более эффективные и экологически чистые.

— Энергоэффективность и улучшение теплоизоляции: Для улучшения энергоэффективности жилых зданий были проведены работы по утеплению фасадов, замене окон на более энергосберегающие и установке системы индивидуального учета потребления энергии.

— Обновление лифтов и систем безопасности: Были заменены старые лифты на новые современные модели, обеспечивающие безопасность и комфорт жильцов. Также были улучшены системы пожарной безопасности и видеонаблюдения.

— Развитие инфраструктуры районов: в рамках модернизации жилых кварталов были развиты торгово-развлекательные центры, медицинские и образовательные учреждения, спортивные объекты и другие элементы инфраструктуры, чтобы обеспечить жителям удобство и доступность необходимых услуг.

Литература:

1. Н. В. Баранова. Авторы: А. М. Журавлев, Н. А. Наумова (Москва, Стройиздат, 1975) // Глава «Архитектура жилых и массовых общественных зданий. 1955-1970». «Всеобщая история архитектуры. Том 12. Книга первая. Архитектура СССР»
2. Меерович, М. Г., Малько А. В., Козлова Л. В., Гладкова Е. А. Реновация панельной застройки 1960-1980-х гг. в Германии // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2017
3. <https://vernoye-almaty.kz/a-z/a2.shtml>
4. https://almatydc.kz/uploads/reports/38/file/programma-razvitiya-almaty-2025_rus_12-09.pdf?cache=1662974782
5. <https://informburo.kz/stati/almatinskie-panelki-slavilis-svoei-seismostoikeyu-pora-li-ix-snosit>

МАТЕМАТИКА

Графы в дискретной математике

Акмырадов Ягмыр Чарыевич, преподаватель;

Аллаберенов Сердар Акмыратович, преподаватель;

Мередов Овезмухаммед Аннанурович, преподаватель

Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

Графы являются одним из наиболее важных понятий в дискретной математике. Они используются для моделирования различных ситуаций, включая социальные сети, транспортные системы и многие другие.

Граф представляет собой набор вершин и ребер, соединяющих эти вершины. Вершины могут быть представлены как точки на плоскости, а ребра — как линии, соединяющие эти точки. Графы могут быть ориентированными или неориентированными, в зависимости от того, имеют ли ребра направление.

Одним из основных понятий в графах является путь — последовательность вершин, соединенных ребрами. Путь может быть простым (когда все вершины различны) или не простым (когда некоторые вершины повторяются). Длина пути определяется количеством ребер, которые он содержит.

Другим важным понятием является цикл — замкнутый путь, начинающийся и заканчивающийся в одной и той же вершине. Цикл может быть простым (когда все вершины различны) или не простым (когда некоторые вершины повторяются). Длина цикла определяется количеством ребер, которые он содержит.

Решение примера:

Представим граф, который состоит из 5 вершин (A, B, C, D, E) и 6 ребер. Для этого графа можно найти несколько путей и циклов. Например, существует путь от вершины A до вершины E, проходящий через вершины B и C. Этот путь имеет длину 2.

Также в этом графе существует несколько циклов. Например, цикл ABCA имеет длину 3, а цикл ACEDA имеет длину 4.

Таким образом, графы являются важным инструментом для моделирования различных ситуаций в дискретной математике. Изучение графов позволяет решать множество задач, связанных с поиском путей, циклов и других характеристик графов.

Графы также используются для анализа связей между объектами в различных областях, таких как биология, эко-

номика и информационные технологии. Например, графы могут использоваться для моделирования белковых взаимодействий в клетках, социальных сетей или дорожных сетей.

Одной из задач, которую можно решить с помощью графов, является задача коммивояжера. Эта задача заключается в нахождении кратчайшего пути, проходящего через все вершины графа. Задача коммивояжера имеет множество приложений в логистике и транспорте.

Еще одной задачей, которую можно решить с помощью графов, является задача о разбиении графа на две части. Эта задача заключается в нахождении способа разбиения вершин графа на две непересекающиеся части таким образом, чтобы количество ребер, соединяющих вершины из разных частей, было минимальным.

Графы также используются для анализа данных и машинного обучения. Например, графы могут использоваться для моделирования связей между пользователями в социальных сетях или для анализа текстовых данных, где вершинами являются слова, а ребрами — связи между ними.

Еще одним примером использования графов является задача кластеризации. Эта задача заключается в разделении множества объектов на группы, которые имеют схожие характеристики. Графы могут использоваться для построения кластеров, где вершины являются объектами, а ребра — мерой сходства между ними.

Кроме того, графы используются в теории игр для моделирования стратегий и принятия решений. Например, графы могут использоваться для анализа игр на доске, где вершинами являются различные состояния игры, а ребрами — возможные ходы.

В целом, графы являются универсальным инструментом для анализа и моделирования различных систем и процессов. Изучение графов и их свойств помогает нам лучше понимать мир вокруг нас и применять эти знания в различных областях науки и техники.

Пример 1: Анализ социальной сети

Допустим, у нас есть данные о друзьях в социальной сети. Мы можем представить эти данные в виде графа, где

каждый человек представлен вершиной, а ребро между двумя вершинами означает, что эти два человека являются друзьями.

Мы можем использовать этот граф для анализа социальной сети. Например, мы можем найти самых популярных людей в сети, которые имеют наибольшее количество друзей. Мы также можем исследовать сообщества в сети, где люди имеют более тесные связи друг с другом, чем с остальными.

Пример 2: Кластеризация текстовых данных

Допустим, у нас есть большое количество текстовых данных, например, статьи на различные темы. Мы можем использовать графы для кластеризации этих данных.

Сначала мы можем представить каждую статью в виде вершины графа. Затем мы можем использовать алгоритмы машинного обучения для определения связей между статьями и создания ребер между соответствующими вершинами. Например, мы можем использовать меру сходства между статьями на основе их содержания.

После построения графа мы можем использовать алгоритмы кластеризации для разделения статей на группы, которые имеют схожие темы или содержание.

Литература:

1. Бабенко, К.И. Основы численного анализа/К.И. Бабенко. — М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1986. — 744 с.
2. Бакушинский, А. Элементы высшей математики и численных методов/А. Бакушинский, В. Власов. — М.: Просвещение, 2014. — 336 с.
3. Босс, В. Лекции по математике. Том 1. Анализ. Учебное пособие/В. Босс. — М.: Либроком, 2016. — 216 с.
4. Воробьев, Н.Н. Теория рядов/Н.Н. Воробьев. — М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1986. — 408 с.
5. Гусак, А.А. Задачи и упражнения по высшей математике. Часть 2/А.А. Гусак. — М.: Вышэйшая школа, 2013. — 384 с.

Пример 3: Моделирование стратегий в играх

Допустим, у нас есть данные о различных играх, например, шахматах или покере. Мы можем использовать графы для моделирования стратегий и принятия решений в этих играх.

Мы можем представить каждое состояние игры в виде вершины графа, а возможные ходы — в виде ребер. Затем мы можем использовать алгоритмы машинного обучения для определения наилучших стратегий и принятия решений в игре на основе этого графа.

Например, мы можем использовать алгоритм минимакса для определения оптимальной стратегии в игре, где один игрок пытается максимизировать свой выигрыш, а другой — минимизировать его потери.

В заключение можно сказать, что графы являются мощным инструментом для моделирования и анализа различных ситуаций. Изучение графов позволяет решать множество задач, связанных с поиском путей, циклов и других характеристик графов, а также применять их в различных областях науки и техники.

Основные понятия логарифмических уравнений

Иламанов Байрамберди Байраммырадович, преподаватель
Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

Логарифмы — это математическая функция, которая показывает степень, в которую нужно возвести некоторое число, чтобы получить другое число. Логарифмы используются во многих областях науки и техники, включая физику, химию, экономику и т. д.

Показательные уравнения — это уравнения, в которых неизвестное число является показателем степени некоторого другого числа. Например, уравнение $2^x = 8$ — это показательное уравнение, так как неизвестное число x является показателем степени числа 2.

Для решения показательных уравнений применяются различные методы, в зависимости от их сложности. Некоторые простые уравнения могут быть решены путем приведения к общему основанию и использования свойств

степеней. Например, для решения уравнения $3^x = 27$ можно заметить, что $27 = 3^3$, и заменить правую часть уравнения на 3^3 :

$$3^x = 3^3$$

Затем, применяя свойство равенства степеней, получаем:

$$x = 3$$

Таким образом, мы нашли значение неизвестного числа. Однако, более сложные показательные уравнения могут требовать использования логарифмов или других методов решения. Например, для решения уравнения $2^{x+1} = 6$ можно использовать замену переменной $y = 2^x$ и решить полученное линейное уравнение:

$$y \cdot 2 - y = 6$$

$$y = 6/2 = 3$$

Затем, используя обратную замену переменной, находим значение x :

$$2^x = y = 3$$

$$x = \log^2(3)$$

Таким образом, мы нашли значение неизвестного числа.

Важно отметить, что при решении показательных уравнений необходимо учитывать допустимые значения основания и показателя степени, так как некоторые значения могут быть недопустимыми в исходном уравнении. Например, в уравнении $2^x = -3$ нет действительных решений, так как никакое положительное число не может быть возведено в отрицательную степень.

Решение показательных и логарифмических уравнений имеет широкое применение в различных областях науки и техники, включая физику, химию, экономику, программирование и т. д. Поэтому, понимание основных методов решения этих уравнений является важным для успешного изучения этих областей.

Логарифмические уравнения — это уравнения, в которых неизвестное число находится под знаком логарифма. Например, уравнение $\log(x) = 3$ — это логарифмическое уравнение, так как неизвестное число x находится под знаком логарифма.

Для решения логарифмических уравнений также применяются различные методы, в зависимости от их сложности. Одним из основных методов является приведение к общему основанию и использование свойств логарифмов. Например, для решения уравнения $\log(x) + \log(x-2) = \log(20)$ можно применить свойство логарифма произведения:

$$\log(x \cdot (x-2)) = \log(20)$$

$$x \cdot (x-2) = 20$$

$$x^2 - 2x - 20 = 0$$

$$(x-5) \cdot (x+4) = 0$$

$$x = 5 \text{ или } x = -4$$

Однако в некоторых случаях применение свойств логарифмов может быть недостаточно, и требуется использование других методов, например, метода замены переменной или метода приведения к экспоненциальной форме. Например, для решения уравнения $\log(x+1) + \log$

$(x-3) = 2$ можно применить замену переменной $y = x+1$ и решить полученное квадратное уравнение:

$$\log(y) + \log(y-4) = 2$$

$$\log(y \cdot (y-4)) = 2$$

$$y \cdot (y-4) = 100$$

$$y^2 - 4y - 100 = 0$$

$$(y-10) \cdot (y+6) = 0$$

$$y = 10 \text{ или } y = -6$$

Затем, используя обратную замену переменной, находим значение x :

$$x+1 = 10 \text{ или } x+1 = -6$$

$$x = 9 \text{ или } x = -7$$

Таким образом, мы нашли значения неизвестного числа.

Решение логарифмических уравнений также имеет широкое применение в различных областях науки и техники, включая физику, химию, экономику, программирование и т. д. Поэтому, понимание основных методов решения этих уравнений является важным для успешного изучения этих областей.

Решение показательных и логарифмических уравнений может быть достигнуто путем применения свойств логарифмов и экспоненты. Например, свойства логарифмов позволяют переписать логарифмическое уравнение в эквивалентной форме, где неизвестное число находится в виде экспоненты. Затем, применяя свойства экспоненты, можно решить уравнение и найти значение неизвестного числа.

Например, рассмотрим логарифмическое уравнение $\log(x) = 3$. Применяя свойство логарифма, получаем:

$$x = 10^3$$

Затем, применяя свойства экспоненты, получаем:

$$x = 1000$$

Таким образом, решив логарифмическое уравнение, мы нашли значение неизвестного числа.

Важно отметить, что при решении показательных и логарифмических уравнений необходимо проверять полученное решение на корректность, так как некоторые значения могут быть недопустимыми в исходном уравнении. Например, в показательном уравнении $2^x = -1$ нет действительных решений, так как никакое положительное число не может быть возведено в отрицательную степень.

Литература:

1. Бабенко, К.И. Основы численного анализа/К.И. Бабенко. — М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1986. — 744 с.
2. Бакушинский, А. Элементы высшей математики и численных методов/А. Бакушинский, В. Власов. — М.: Просвещение, 2014. — 336 с.
3. Босс, В. Лекции по математике. Том 1. Анализ. Учебное пособие/В. Босс. — М.: Либроком, 2016. — 216 с.
4. Воробьев, Н.Н. Теория рядов/Н.Н. Воробьев. — М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1986. — 408 с.
5. Гусак, А.А. Задачи и упражнения по высшей математике. Часть 2/А.А. Гусак. — М.: Вышэйшая школа, 2013. — 384 с.

Применение теоремы Безу в решении задач

Онгарбаев Рахим Осербай улы, стажер-преподаватель;
 Сатниязова Элеонора Канияз кызы, студент;
 Каландаров Турабай Сапарбаевич, старший преподаватель;
 Убайдуллаева Дилфуза Караматдин кызы, студент
 Каракалпакский государственный университет имени Бердаха (г. Нукус, Узбекистан)

Ключевые слова: многочлен, остаток, следствие, целый коэффициент, необходимое и достаточное условие, найти корень, наибольший общий делитель (НОД), алгоритм Евклида, делитель целого числа.

Application of Bezu's theorem in solving problems

Keywords: polynom, residual, conclusion, integer, necessary and enough, search a root, greatest common divisor or highest common factor (GCD or HCF), factor of an integer, degree.

При изучении математики многочлены играют важную роль, а также в теореме Вейерштрасса, которая является одной из основных теорем математического анализа. Теорема Безу посвящена многочленам.

Пусть $P(x)$ — многочлен n -й степени с действительными коэффициентами:

$$P(x) = a_0x^n + a_1x^{n-1} + a_2x^{n-2} + \dots + a_{n-1}x + a_n, a_0 \neq 0 \text{ и } \alpha \in R.$$

Теорема Безу. Остаток от деления многочлена $P(x)$ на двучлен $x - \alpha$ равен $P(\alpha)$.

Доказательство: Необходимость. Если многочлен $P(x)$ делится на двучлен $x - \alpha$ без остатка, то $P(x) = (x - \alpha)\varphi(x)$. Следовательно, при $x = \alpha$, имеем $P(\alpha) = (\alpha - \alpha)\varphi(\alpha) = 0$.

Достаточность. Пусть $P(x)$ равен нулю, при $x = \alpha$, т.е. $P(\alpha) = 0$. Тогда из равенства $P(x) = (x - \alpha)\varphi(x) + r$ получим $r = P(\alpha) - (\alpha - \alpha)\varphi(\alpha) = 0$.

Следствия теоремы Безу (деление двучлена $x^n \pm a^n$ на двучлен $x \pm a$):

1. Разность одинаковых степеней двух чисел делится на разность этих чисел без остатка. Потому, что по теореме Безу остаток от деления двучлена $x^n - a^n$ на двучлен $x - a$ равен $P(a) = a^n - a^n$, т.е. равен нулю;

2. Сумма одинаковых степеней двух чисел не делится на разность этих чисел без остатка. Потому, что по теореме Безу остаток от деления двучлена $x^n - a^n$ на двучлен $x - a$ равен $P(a) = a^n + a^n = 2a^n$, т.е. не равен нулю;

3. Разность одинаковых четных степеней двух чисел делится на сумму этих чисел без остатка, а нечетных степеней не делится. Потому, что по теореме Безу остаток от деления двучлена $x^{2n} - a^{2n}$ на двучлен $x + a$ равен $P(-a) = (-a)^{2n} - a^{2n} = 0$, т.е. равен нулю, а остаток от деления двучлена $x^{2n-1} - a^{2n-1}$ на двучлен $x + a$ равен $P(-a) = (-a)^{2n-1} - a^{2n-1} = -2a^{2n-1}$, т.е. не равен нулю;

4. Сумма одинаковых нечетных степеней двух чисел делится на сумму этих чисел без остатка, а четных степеней не делится. Потому, что по теореме Безу остаток от деления двучлена $x^{2n-1} + a^{2n-1}$ на двучлен $x + a$ равен $P(-a) = (-a)^{2n-1} + a^{2n-1} = 0$, т.е. равен нулю, а остаток от деления двучлена $x^{2n} + a^{2n}$ на двучлен $x + a$ равен $P(-a) = (-a)^{2n} + a^{2n} = 2a^{2n}$, т.е. не равен нулю;

Следствие 1. Если многочлен $P(x)$ делится на $x - \alpha$ без остатка, то α является корнем этого многочлена.

В общем случае верно и обратное.

Следствие 2. Если α корень многочлена $P(x)$, то этот многочлен делится на $x - \alpha$ без остатка;

Таким образом, эти два условия являются необходимыми и достаточными условиями друг для друга.

Данный многочлен делится на $(x-1)$ без остатка ($r=0$). Следовательно сумма коэффициентов этого многочлена равен нулю.

3. Нахождение корней многочлена $P(x)$ эквивалентен задаче нахождения его линейных делителей. За основу берется теорема Безу при применении широко используемого метода Горнера для деления многочлена $P(x)$ на линейный многочлен $x-\alpha$ с остатком.

4. Теорема Безу может быть применена к определению, является ли число α кратным корнем многочлена $P(x)$. В этом случае условия $P(\alpha)=0$, $r_n(\alpha)=0$ является необходимым и достаточным условиям для того, чтобы α было кратным корнем. Здесь $r_n(x)$ — это остаток от деления $P(x)$ на $(x-\alpha)^n$. Если многочлен $P(x)$ (n -й степени) делится на $(x-\alpha)^{n-m}$ без остатка ($r_{n-m}(\alpha)=0$), но $r_{n-m+1}(\alpha)\neq 0$, тогда α является кратным корнем степени $n-m$ для этого многочлена, то это означает, что каждый из оставшихся m корней отличен от этого α числа.

5. Применяется для выполнения алгоритм Евклида. При этом, если заданы два многочлена $f(x)$ и $g(x)$, можно определить используя теорему Безу, что выполнение условия $\text{НОД}(f(x), g(x))=1$ только для одного случая, т. е. $f(\alpha_1)=0 \Leftrightarrow g(\alpha_1)\neq 0, f(\alpha_2)=0 \Leftrightarrow g(\alpha_2)\neq 0, \dots, f(\alpha_n)=0 \Leftrightarrow g(\alpha_n)\neq 0$.

6. Теорема Безу использовалась для решения как стандартных, так и некоторых нестандартных задач.

Пример 3. Доказать, что число $2^{81}+1$ делится на 9 без остатка.

Решение. В следствии теоремы Безу мы показали, что сумма одинаковых нечетных степеней двух чисел делится на сумму этих чисел без остатка.

Отсюда следует, что двучлен $P(x)=x^{27}+1$ делится на $x+1$ без остатка. В данном примере $x=2^3$. Отсюда получим, что $P(2^3)=(2^3)^{27}+1$ тогда $x+1=2^3+1=9$.

Следовательно, $2^{81}+1$ делится на 9 без остатка.

Пример 4. При каком значении параметра a многочлен $P(x)=x^{2017}+ax-5$ делится на двучлен $(x+1)$ без остатка?

Решение. По теореме Безу для того, чтобы многочлен $P(x)$ делилось на $(x+1)$ без остатка, необходимо и достаточно, чтобы выполнялось равенство $P(-1)=0$. Следовательно, $P(-1)=(-1)^{2017}a\cdot(-1)-5=0$. Отсюда получим, что $a=-6$.

Ответ: $a=-6$.

Пример 5. При каком значении параметра b множество решений уравнения $x^3+17x^2+bx-17=0$ состоит только из целых чисел?

Решение. Если ввести обозначение $P(x)=x^3+17x^2+bx-17$, то для заданных корней многочлена по теореме Безу необходимо и достаточно, чтобы выполнялось условие $P(x_1)=0, P(x_2)=0, P(x_3)=0$ для x_1, x_2, x_3 решений.

Для данной задачи решения должны быть целые числа. Поэтому мы находим целые делители свободного члена данного многочлена и проверяем используя теорему Безу.

Здесь свободный член $a_n=-17$. Целые делители свободного члена равен: $\pm 1; \pm 17$. Проверим, являются ли эти числа решениями уравнения или корнями многочлена, используя теорему Безу.:

$$P(-1)=x^3+17x^2+bx-17=(-1)-b \Rightarrow b=(-1);$$

$$P(1)=x^3+17x^2+bx-17=1+b \Rightarrow b=(-1);$$

$$P(-17)=x^3+17x^2+bx-17=(-17)-17b \Rightarrow b=(-1);$$

$$P(17)=x^3+17x^2+bx-17=1+b \Rightarrow b=(-577);$$

Здесь число 17 не является корнем. Потому, что значение параметра b отличен от других.

Замечание. Уравнение не имело бы трех целочисленных решений, если бы количество значений, отличных друг от друга, было больше единицы, когда проверили возможные целые значения b .

Данный многочлен делится на $(x-1)$ без остатка ($r=0$). Следовательно сумма коэффициентов этого многочлена равен нулю.

3. Нахождение корней многочлена $P(x)$ эквивалентен задаче нахождения его линейных делителей. За основу берется теорема Безу при применении широко используемого метода Горнера для деления многочлена $P(x)$ на линейный многочлен $x-\alpha$ с остатком.

4. Теорема Безу может быть применена к определению, является ли число α кратным корнем многочлена $P(x)$. В этом случае условия $P(\alpha)=0, r_n(\alpha)=0$ является необходимым и достаточным условиям для того, чтобы α было кратным корнем. Здесь $r_n(x)$ — это остаток от деления $P(x)$ на $(x-\alpha)^n$. Если многочлен $P(x)$ (n -й степени) делится на $(x-\alpha)^{n-m}$ без остатка ($r_{n-m}(\alpha)=0$), но $r_{n-m+1}(\alpha) \neq 0$, тогда α является кратным корнем степени $n-m$ для этого многочлена, то это означает, что каждый из оставшихся m корней отличен от этого α числа.

5. Применяется для выполнения алгоритм Евклида. При этом, если заданы два многочлена $f(x)$ и $g(x)$, можно определить используя теорему Безу, что выполнение условия $\text{НОД}(f(x), g(x))=1$ только для одного случая, т. е. $f(\alpha_1)=0 \Leftrightarrow g(\alpha_1) \neq 0, f(\alpha_2)=0 \Leftrightarrow g(\alpha_2) \neq 0, \dots, f(\alpha_n)=0 \Leftrightarrow g(\alpha_n) \neq 0$.

6. Теорема Безу использовалась для решения как стандартных, так и некоторых нестандартных задач.

Пример 3. Доказать, что число $2^{81}+1$ делится на 9 без остатка.

Решение. В следствии теоремы Безу мы показали, что сумма одинаковых нечетных степеней двух чисел делится на сумму этих чисел без остатка.

Отсюда следует, что двучлен $P(x)=x^{27}+1$ делится на $x+1$ без остатка. В данном примере $x=2^3$. Отсюда получим, что $P(2^3)=(2^3)^{27}+1$ тогда $x+1=2^3+1=9$.

Следовательно, $2^{81}+1$ делится на 9 без остатка.

Пример 4. При каком значении параметра a многочлен $P(x)=x^{2017}+ax-5$ делится на двучлен $(x+1)$ без остатка?

Решение. По теореме Безу для того, чтобы многочлен $P(x)$ делилось на $(x+1)$ без остатка, необходимо и достаточно, чтобы выполнялось равенство $P(-1)=0$. Следовательно, $P(-1)=(-1)^{2017}a \cdot (-1)-5=0$. Отсюда получим, что $a=-6$.

Ответ: $a=-6$.

Пример 5. При каком значении параметра b множество решений уравнения $x^3+17x^2+bx-17=0$ состоит только из целых чисел?

Решение. Если ввести обозначение $P(x)=x^3+17x^2+bx-17$, то для заданных корней многочлена по теореме Безу необходимо и достаточно, чтобы выполнялось условие $P(x_1)=0, P(x_2)=0, P(x_3)=0$ для x_1, x_2, x_3 решений.

Для данной задачи решения должны быть целые числа. Поэтому мы находим целые делители свободного члена данного многочлена и проверяем используя теорему Безу.

Здесь свободный член $a_n=-17$. Целые делители свободного члена равен: $\pm 1; \pm 17$. Проверим, являются ли эти числа решениями уравнения или корнями многочлена, используя теорему Безу.:

$$P(-1)=x^3+17x^2+bx-17=(-1)-b \Rightarrow b=(-1);$$

$$P(1)=x^3+17x^2+bx-17=1+b \Rightarrow b=(-1);$$

$$P(-17)=x^3+17x^2+bx-17=(-17)-17b \Rightarrow b=(-1);$$

$$P(17)=x^3+17x^2+bx-17=1+b \Rightarrow b=(-577);$$

Здесь число 17 не является корнем. Потому, что значение параметра b отличен от других.

Замечание. Уравнение не имело бы трех целочисленных решений, если бы количество значений, отличных друг от друга, было больше единицы, когда проверили возможные целые значения b .

В нашем случае значения параметра b совпали, когда мы проверяли с помощью теоремы Безу, являются ли числа отличные от 17 корнями данного уравнения. Итак, уравнению можно разложить на следующие множители

$$x^3 + 17x^2 + bx - 17 = (x-1)(x+1)(x+17).$$

Уравнение имеет целые $x_1 = (-17), x_2 = (-1), x_3 = 1$ решения тогда и только тогда, когда значение параметра b равен -1 .

Ответ: $b = -1$.

Пример 6: При каком значении n многочлен $(x+1)^n + (x-1)^n$ делится на x без остатка?

Решение. Согласно теореме Безу, чтобы многочлен $P(x)$ делился на $(x-0) = x$ без остатка, должно выполняться равенство $P(0) = 0$.

Если многочлен $P(x) = (x+1)^n + (x-1)^n$ делится на x , то

$$P(0) = (0+1)^n + (0-1)^n = (1)^n + (-1)^n = 1 + (-1)^n \text{ должно равняться нулю.}$$

Следовательно, $1 + (-1)^n = 0$, отсюда получим $(-1)^n = -1$.

Ответ: n — произвольное нечетное натуральное число.

Пример 7. Найти остаток от деления многочлена $P(x) = \dots; Q(x) = \dots; R(x) = \dots; E(x) = \dots$ на $(x-1)$.

Решение. Согласно теореме Безу этот остаток равен значению заданного многочлена при $x = 1$.

Ответ: $P(1), Q(1), R(1), E(1)$.

Пример 8. Остаток от деления многочлена $P(x) = x^3 + ax^2 + 2x - 3$ на двучлен $(x-2)$ равен 5.

Остаток от деления многочлена $Q(x) = x^3 - bx + 1$ на $(x-3)$ равен 4.

Остаток от деления многочлена $R(x) = x^5 + cx^4 + 3$ на $(x+2)$ равен 3.

Найти остаток от деления многочлена $P(x)Q(x)R(x)$ на $(x-1)$?

Решение. Используя теорему Безу, запишем параметры a, b, c и заданные многочлены:

$$P(2) = (2)^3 + a \cdot (2)^2 + 2 \cdot 2 - 3 = 0 \Rightarrow a = (-1) \Rightarrow P(x) = x^3 - x^2 + 2x - 3$$

$$Q(3) = 3^3 - 3 \cdot b + 1 = 0 \Rightarrow b = 8 \Rightarrow Q(x) = x^3 - 8x + 1$$

$$R(-2) = (-2)^5 + c \cdot (-2)^4 + 3 = 0 \Rightarrow c = 2 \Rightarrow R(x) = x^5 + 2x^4 + 3.$$

Согласно теореме Безу остаток от деления многочлена $P(x)Q(x)R(x)$ на двучлен $(x-1)$ равен значению этого многочлена при $x = 1$, т. е. $P(1) \cdot Q(1) \cdot R(1)$. Тогда

$$P(x)Q(x)R(x) = (x^3 - x^2 + 2x - 3)(x^3 - 8x + 1)(x^5 + 2x^4 + 3).$$

Следовательно, $P(1) \cdot Q(1) \cdot R(1) = (1^3 - 1^2 + 2 \cdot 1 - 3)(1^3 - 8 \cdot 1 + 1)(1^5 + 2 \cdot 1^4 + 3) = (-1) \cdot (-6) \cdot 6 = 36$;

Ответ: 36.

Пример 9. Делится ли многочлен $P(x) = x^5 + 11x^4 + 37x^3 + 35x^2 - 44x - 40$ на $Q(x) = x^2 + 3x + 2$ без остатка?

Решение. Согласно теореме Безу, если корни многочлена $Q(x)$ являются также корнями многочлена $P(x)$, то многочлен $P(x)$ делится на $Q(x)$ без остатка.

$$Q(x) = x^2 + 3x + 2 = (x+1)(x+2) \Rightarrow Q(-1) = 0; Q(-2) = 0.$$

$$P(-1) = (-1)^5 + 11 \cdot (-1)^4 + 37 \cdot (-1)^3 + 35 \cdot (-1)^2 - 44 \cdot (-1) - 40 = 0;$$

$$P(-2) = (-2)^5 + 11 \cdot (-2)^4 + 37 \cdot (-2)^3 + 35 \cdot (-2)^2 - 44 \cdot (-2) - 40 = 0.$$

Ответ: Многочлен $P(x)$ делится на многочлен $Q(x)$ без остатка.

Пример 10. Существует ли многочлен $P(x)$, такое что при $P(0) = 20$ и $P(1) = 100$?

Решение. Согласно теореме Безу остаток от деления многочлена $P(x)$ на x равен 20, а на $x-1$ равен 100.

Пусть $P(x) = x(x+a) + b$. Воспользовавшись теоремой Безу, имеем $b = 20, a = 79$. Следовательно, $P(x) = x(x+79) + 20$. Проверяя условия задачи, имеем $P(0) = 20$ и $P(1) = 100$.

Ответ: Да, существует. Например $P(x) = x(x+79) + 20$.

Литература:

1. Винберг, Э. Б. Курс алгебры, — М.: Издательство «Факториал Пресс», 2002, ISBN 5-88688-060-7.
2. Piotr Rudnicki (2004). «Little Bézout Theorem (Factor Theorem)» Formalized Mathematics. 12 (1): 49-58.
3. Andrzej Trybulec. On the sets inhabited by numbers. Formalized Mathematics, 11 (4):341-347, 2003.

ХИМИЯ

Производство майонезного соуса на основе гуаровой камеди

Николаева Юлия Владимировна, кандидат технических наук, доцент;

Нечаева Анна Владиславовна, студент

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ) (г. Москва)

В статье авторы разработали рецептуру и производственную линию для производства майонезного соуса с использованием пищевой добавки — гуаровой камеди.

Нынешний ритм и тип жизни больших населенных пунктов приводит к дисбалансу в питании: чрезмерному употреблению легкоусваиваемых углеводов и насыщенных жиров животного происхождения, недостатку незаменимых жирных кислот, витаминов, фосфолипидов, минеральных веществ и пищевых волокон. Рынок жировых продуктов расширяется в результате разработки новых продуктов, основанных на результатах и рекомендациях диетической науки. Огромные перспективы для развития майонезных соусов связаны с повышением их пищевой ценности, снижением энергетической ценности за счет изменения рецептурного состава, введения физиологически функциональных ингредиентов, в т.ч. витаминов и минеральных веществ. Сегодня содержание пищевых волокон является неотъемлемой частью оценки пищевой ценности продукта. Однако, в настоящее время ассортимент майонезных соусов весьма ограничен на отечественном рынке здорового питания. Для улучшения пищевой ценности продукта необходимо добавление пищевых добавок, тем самым мы добьемся в майонезном соусе нежной текстуры и снижение себестоимости.

Целью данной работы было создание линии по производству майонезного низкокалорийного соуса с добавлением гуаровой камеди. Для реализации данной цели были поставлены задачи

1. Проанализировать рынок майонезных соусов
2. Обосновать технико-экономические показатели и выбор места строительства
3. Разработать рецептуру, технологию и составить процессуальную схему производства майонезного соуса
4. Составить машинно-аппаратурную схему производства
5. Рассчитать основные экономические показатели производства с мощностью 1,7 тыс. тонн в год получения майонезного соуса

Анализируя рынок, были выделены 5 лидеров компаний по производству майонезов и майонезных соусов:

«Провансаль» — 50%, «Calve» — 30%, «Ряба» — 10%, «Слобода» — 6%, «Махеев» — 3% и др. В целом на российском рынке наблюдается профицит торгового баланса, поскольку в денежном выражении объема экспорта значительно превышает объемы импорта продукции на внутренний рынок. Видовая структура потребления майонеза и майонезного соуса стабильна, люди предпочитают традиционный майонез с содержанием жира не менее 50%, а вот потребление майонезного соуса меньшей жирностью значительно ниже. В то же время, несмотря на отсутствие реальных доходов населения, потребители все чаще стали выбирать продукты меньшей жирностью, более легкие, что обусловлено правильным питанием и здоровым образом жизни. Основное отличие майонеза — это узкий диапазон вкусовых качеств, более высокий уровень холестерина, более низкая цена. Таким образом, все больше и больше производителей заинтересованы не в цене, а в обогащении продукта питательными веществами.

В производстве майонезного соуса был выбран горячий способ приготовления, так как он дает широкие возможности для организации непрерывного процесса большой мощности. Далее представлена процессуальная схема и расход сырья.

В вакуумном реакторе (позиция 1), при одновременном нагреве, сначала создается грубая эмульсия, туда же добавляется пектин и все ингредиенты (растительное масло, сахар-песок, соль, горчичный порошок, гуаровая камедь). Далее гомогенизатор (позиция 2) обрабатывает ингредиенты в однородную масложировую эмульсию. Затем в эмульгаторе (позиция 3) приготавливается эмульгатор-стабилизатор и тоже перекачивается в реактор, перемешивается с добавлением уксусной кислоты, консистенция при этом становится более густой. Готовый продукт перекачивается на фасовку (позиция 4) и далее на фасовку. Во время приготовления поддерживается постоянная температура и вакуум для лучшего качества получаемого продукта.

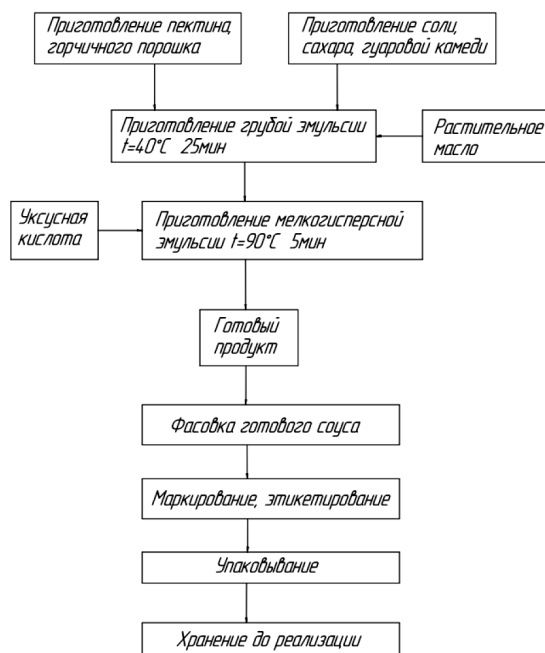


Рис. 1 Процессуальная схема производства

Таблица 1. Расход сырья

Наименование сырья	Цена за 1 кг, руб	Норма расхода на 1 т продукта, кг		Стоимость сырья за 1 т продукта, руб		Затраты на весь объем производства, тыс р	
		н	а	н	а	н	а
Пектин яблочный	1950	60,48	-	117936	-	203262,5	-
Сахар	35	90,72	90,72	3175.2	3175.2	5472,455	5472,455
Соль	30	20,16	20,16	604.8	604.8	1042,375	1042,375
Вода	40	655,2	355.2	26208	26208	45169,49	45169,49
Гуаровая кам едь	200	22,68	22,68	4536	4536	7817,796	7817,796
Горчичный порошок	300	20,16	20,16	6048	6048	10423,73	10423,73
Масло растительное	80	141,12	141,12	11289.6	11289.6	19457,63	19457,63
Уксусная кислота	250	7,56	7,56	1890	1890	3257,415	3257,415
Яйца куриные	1400	-	60.48	-	84672	-	145932,2
Молоко	120	-	300	-	36000	-	62046
итого		1018.08	1018.08	171687.6	174423.6	295903,4	300619,1

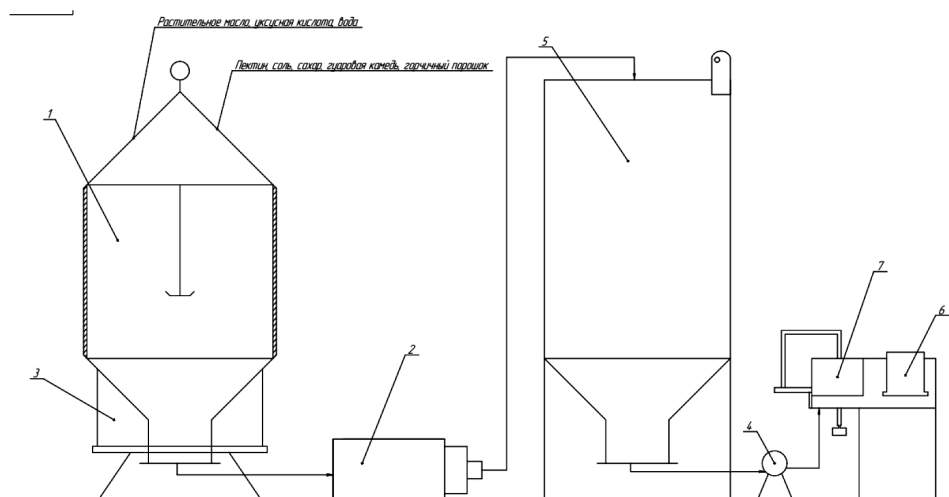


Рис. 2. Машинно-аппаратурная схема производства майонезного соуса на основе гуаровой камеди

Хранят фасованный майонез в чистом, сухом, хорошо проветриваемом темном помещении с относительной влажностью не более 75%, температурой от 0 до 18°C. Низкие температуры недопустимы, так как вода замерзает и кристаллы льда разрушают эмульсию и майонезный соус слоится. Также не допускается хранение на прямом солнечном свете.

Таким образом, можно сделать вывод, что добавление в рецептуру майонезного соуса гуаровой камеди положительно влияет на текстуру, консистенцию, пищевую ценность. Снижает жирность, затраты на сырье и оборудование. Соус становится низкокалорийным и тем самым заменяет традиционный майонез.

Литература:

1. Байгарин, Е. К., Морина Э. В., Горшунова К. Д., Комиссаров М. В., Нечаев А. П. Разработка технологии майонезных соусов 25, 15 и 10%-ной жирности, обогащенные токоферолом, про- и пребиотиками // Масложировая промышленность. 2011. — № 3. — с. 18-22
2. Елисеева, Н. Е., Нечаев А. П., Байков В. Г., Кулакова С. Л., Майонезы и соусы для здорового питания/Масла и жиры, 2009. № 6. — с. 8-11
3. Кодряну, Н. П. Производство низкожирных майонезных соусов. // Масложировая промышленность, 2001. № 1. — с. 22-23
4. Перковец, М. В. «ЭКО ПРОВАНСАЛЬ» — натуральный функциональный майонез, шаг в ногу со временем// Масложировая промышленность. — № 4. — 2009 с. 22-23
5. Парамонов, П. В. Основные тенденции развития майонезного рынка городской России // Масла и жиры. 2009. с. 4-5

Алгоритм расчета электроотрицательностей атомов в таблице Д. И. Менделеева на основе энергий диссоциации

Рогов Роман Юрьевич, учащийся 11-го класса

Научный руководитель: Зелёный Алексей Иванович, кандидат технических наук, учитель математики
МАОУ Лицей № 14 имени Ю. А. Гагарина г. о. Щёлково (Московская обл.)

Настоящее исследование посвящено разработке алгоритма для расчета электроотрицательности (ЭО) атомов. Основное внимание автора было сосредоточено на изучении табличных данных и применении различных методов для их обработки с целью расчета ЭО атомов с повышенной точностью. Актуальность исследования заключается в том, что экспериментальные последовательности ЭО еще недостаточно изучены. Определяющим фактором использования в вычислениях значений энергии диссоциации простых молекул явилась возможность рассчитать более точные значения ЭО за счет отсутствия в самих вычислениях неточных значений радиусов атомов. Цель исследования — это определение максимально точных значений ЭО в первой и седьмой группах таблицы Д. И. Менделеева; выявление физической природы самого понятия ЭО; раскрытие свойств энергии диссоциации простых молекул. В качестве гипотезы исследования было принято положение о том, что максимальное значение ЭО химического элемента, находящегося в первой группе таблицы Д. И. Менделеева, близко к единице и принадлежит интервалу 1,023-1,032. Теоретическая значимость настоящей работы заключается в том, что сформулированные положения позволяют отказаться от ряда постулатов и дать предложения по дальнейшему использованию таблиц энергий диссоциации.

Ключевые слова: электроотрицательность (ЭО), шкала Оллреда-Рохова, регрессионный анализ, метод последовательных приближений, метод наименьших квадратов, энергия диссоциации.

1. Особенности методов расчета электроотрицательности атомов

1.1 Об учении электроотрицательности атомов

Учение об электроотрицательности (ЭО) является одним из давних разделов общей химии, основу которому положил Берцелиус. Изначально учение носило только качественный характер. Первая количественная шкала ЭО была разработана Лайнусом Полингом в 1932 году. При этом, под ЭО понималась способность атомов притягивать к себе чужие электроны [1;2]. В настоящее время существует более двадцати шкал ЭО, в основу которых положены различные свойства веществ и элементов. Однако само понятие ЭО и методы ее определения еще не имеют общего понимания среди научного мира. Это обстоятельство не позволяет однозначно объяснить как физическую сущность ЭО, так и ее

роль в происходящих химических процессах. Тем не менее, понятием ЭО широко пользуются в общей химии. Оно может быть выражено в численном виде и отнесено к какой-либо определенной шкале [3]. Необходимо отметить что, одни шкалы ЭО имеют размерность физических величин, а другие нет [2].

Полинг постулировал ЭО значение фтора $F = 4,0$; $H = 2,1$, также им было принято значение ЭО элементов от углерода до фтора в диапазоне от 2,5 до 4,0 [1]. Сам Полинг характеризовал точность рассчитанных им значений ЭО атомов как очень низкую (до одного знака после запятой) [4].

Определенную часть ЭО атомов Полинг вычислил самостоятельно [4]. Рассчитать оставшиеся ЭО ему помог другой выдающийся ученый Альберт Л. Олдред [5]. Однако, в своей работе Олдред не только обновил исходные данные Полинга, но и использовал термодинамические данные для расчета значений ЭО атомов. Именно эти «пересмотренные значения» ЭО Полинга используются в научной литературе [1; 5].

Предложенное Полингом выражение для расчета разности в ЭО между химическими элементами А и В имеет вид:

$$|X_A - X_B| = (eV)^{-1/2} \sqrt{E_d(AB) - \frac{E_d(AA) + E_d(BB)}{2}},$$

в котором энергии диссоциации $E_d(AB)$ связей $A - B$, $A - A$ и $B - B$ имеют размерность в эВ. Для выбора произвольной точки отсчета производилось взаимное согласование ЭО с использованием большого числа термодинамических данных по энергиям связи. Оно осуществлялось таким образом, чтобы наиболее электроотрицательным элементам от С до F приписать значения от 2.5 до 4.0 [3]. Энергия связи и энергия диссоциации связи — это эквивалент величин энергий химической связи между атомами. По существу энергия диссоциации это именно та энергия, которая необходима для разложения молекулы на атомы [2].

Известно [2], что два атома образуют химическую связь за счет своих электронов. В одном случае какой-либо из двух атомов отдает валентные электроны другому и образуется ионная связь. В другом — оба атома в равной мере вкладывают свои валентные электроны. При этом формируется общая группа электронов, образующая ковалентную связь. Чисто ковалентные связи в химии — это исключительные случаи. Чаще встречаются ситуации, когда образуются ковалентные полярные и ионные связи. Именно это обстоятельство и учитывал Полинг при создании своей шкалы ЭО.

Сравнивая энергию связи $E(A - B)$ с полусуммой энергий чисто ковалентных связей $E(A - A)$ и $E(B - B)$, Полинг пришел к выводу, что разность энергий $\Delta E = E(A - B) - \frac{1}{2} [E(A - A) + E(B - B)]$ по своей сути является проявлением полярного характера связи атомов А и В [2]. Он также определил, что $\sqrt{\Delta E}$ можно разложить на термы, соответствующие атомам А и В ($\sqrt{\Delta E} = T_A - T_B$), а пересчитав размерность из килокалорий в электрон-вольты получить еще и формулу для расчета ЭО:

$$X_A - X_B = \sqrt{\frac{\Delta E}{23,06}} = 0,208\sqrt{\Delta E}.$$

Из данной формулы следует, что энергия диссоциации двухатомных молекул содержит достаточно необходимой информации о ЭО атома. Поэтому она представима в виде алгебраической функции от ЭО атомов: $D_{A,B} = F(X_A; X_B)$. Преимуществом энергии диссоциации является возможность вычислять ЭО химических элементов в эВ без использования значений их атомных радиусов.

Известный российский ученый Артем Оганов скептически относится к расчетам ЭО на основе энергии диссоциации (энергии связи). Он считает: — «что из энергий связей невозможно получить электроотрицательности, приведенные в каждом учебнике. Мы обратились к экспериментальным данным и тоже не нашли совпадений. Вообще непонятно, откуда взялась таблица значений электроотрицательности. Это загадка. Если порыться в литературе, то оказывается, что этот эффект был известен. Но мы были потрясены тем, что он упоминается вскользь, шепотом, у него даже есть смешные названия, например «размерный эффект» [6; 7; 8].

Таким образом, работа Полинга «ЭО как функция от энергии диссоциации» превратилась в гипотезу.

Одна из наиболее известных и востребованных шкал ЭО, основанная на эффективном заряде ядра атома $Z_{эфф}$ и ковалентном радиусе атома, принадлежит Альберту Л. Олдреду и Юджину Г. Рохову. Считается, что в данном случае ЭО определяется как кулоновская сила притяжения электрона к одному из двух ядер:

$$F = \frac{Z_{эфф} \times e^2}{r_{ков}^2}.$$

Найденное ими эмпирическое соотношение [9] дало хорошие совпадения величин ЭО со шкалой Полинга:

$$X_1 = 0.744 + 0.359 \frac{Z_{эфф}}{r_{ков}^2}.$$

В 2022 году на основе энергии ионизации была создана новая шкала ЭО. Рассчитанные по этой шкале значения ЭО отличаются не более чем на $\pm 0,02$ от значений ЭО шкалы Оллреда и Рохова. Особенностью новой шкалы является тот факт, что она действует только в пределах какого-либо одного периода таблицы Д. И. Менделеева и использует в качестве основных орбитальные радиусы [10].

Опорными ЭО для данной шкалы являются: ЭО углерода C, кремния Si, германия Ge, олова Sn и свинца Pb. Однако, в качестве опорных элементов ЭО могут быть выбраны и другие вещества. Например: литий Li, натрий Na, калий K, рубидий Rb, цезий Cs. Расчет ЭО химических элементов осуществлялся по выражению:

$$X(I) = \frac{X(\text{опорное})}{KЧ_1} \text{эВ, где } KЧ_1 = \frac{R_1}{R_{\text{опорное}}}.$$

1.2. Выбор математического аппарата для обработки эмпирических данных и установления зависимостей

Применение метода регрессионного анализа (или иначе метода наименьших квадратов) для обработки изучаемых эмпирических последовательностей известно давно. Наилучшей полученной аналитической зависимостью считается та, которая изначально основывается на особенностях изучаемого процесса. Самой главной особенностью регрессионного метода является его способность учитывать взаимосвязь экспериментальных значений и тем самым осуществлять их сглаживание или «исправление» (выявлять зависимость) [11; 12].

Используемый в работе математический аппарат подбора аппроксимирующих функций и расчет их точности заимствованы из [11].

Применялся также метод последовательных приближений и другие аналитические методы.

2. Особенности расчета электроотрицательности на основе энергии диссоциации

2.1. Алгоритм расчета ЭО атомов первой группы таблицы Д. И. Менделеева

Известный российский ученый профессор Сколтеха Артем Оганов, давая интервью журналисту РИА Новости [7], высказал свое отношение к шкале ЭО Полинга. **«Мы использовали определение Полинга для расчета электроотрицательности в нормальных условиях и были поражены, обнаружив, что ее масштаб не соответствует ни теоретическим, ни экспериментальным энергиям связи. Более того, многие публикации в химической литературе упоминают об этом несоответствии, но ни одна не предлагает последовательного решения».**

Тем не менее, в наших исследованиях использовались разности молекулярных энергий диссоциации. Так, например, при определении разности ЭО атомов X(Na) и X(K) была использована разность энергии диссоциаций молекул D(HNa) и D(HK) [13].

$$D(\text{HNa}) = 185690 \div 96485,34 \cong 1,9245 \text{ эВ}$$

$$D(\text{HK}) = 174576 \div 96485,34 \cong 1,8094 \text{ эВ}$$

$$\Delta[D(\text{HNa}); D(\text{HK})] = D(\text{HNa}) - D(\text{HK}) = X(\text{Na}) - X(\text{K}) \cong 0,1152 \text{ эВ}$$

При определении ЭО X(K), X(Rb) и X(Cs) использовали разности:

$$D(\text{HK}) = 174576 \div 96485,34 \cong 1,8094 \text{ эВ}$$

$$D(\text{HRb}) = 172600 \div 96485,34 \cong 1,7889 \text{ эВ}$$

$$\Delta[D(\text{HK}); D(\text{HRb})] = D(\text{HK}) - D(\text{HRb}) = X(\text{K}) - X(\text{Rb}) \cong 0,0205 \text{ эВ}$$

$$D(\text{HRb}) = 172600 \div 96485,34 \cong 1,7889 \text{ эВ};$$

$$D(\text{HCs}) = 175364 \div 96485,34 \cong 1,8175 \text{ эВ}$$

$$\Delta[D(\text{HRb}); D(\text{HCs})] = D(\text{HRb}) - D(\text{HCs}) = X(\text{Rb}) - X(\text{Cs}) \cong 0,02865 \text{ эВ}$$

Сначала предположили, что значение ЭО X(Na) = 1,01 [15] (**метод последовательных приближений**). Тогда, так как

$$X(\text{Na}) - X(\text{K}) = 0,11518, \text{ то:}$$

$$X(\text{K}) = X(\text{Na}) - 0,11518 = 1,01 - 0,1151 \cong 0,8948 \text{ эВ.}$$

$$\text{При } X(\text{Na}) = 1,02 \text{ эВ}$$

$$X(\text{K}) = X(\text{Na}) - 0,11518 = 1,02 - 0,1151 \cong 0,9048 \text{ эВ.}$$

$$\text{При } X(\text{Na}) = 1,03 \text{ эВ}$$

$$X(\text{K}) = X(\text{Na}) - 0,11518 = 1,03 - 0,1151 \cong 0,9148 \text{ эВ.}$$

$$\text{При } X(\text{Na}) = 1,025 \text{ эВ}$$

$$X(\text{K}) = X(\text{Na}) - 0,11518 = 1,025 - 0,1151 \cong 0,9098 \text{ эВ.}$$

Из четырех рассчитанных значений X(K) наиболее близкое к рассчитанному в [14] является четвертое. Именно от него были рассмотрены остальные ЭО X(Rb), X(Cs) и соответствующие для них разности:

$$X(\text{Rb}) = X(\text{Ka}) - 0,02047 = 0,90981 - 0,02047 \cong 0,8893 \text{ эВ;}$$

$$X(\text{Cs}) = X(\text{Rb}) - 0,02864 = 0,88933 - 0,02864 \cong 0,8606 \text{ эВ.}$$

Сопоставляя полученные данные с данными из таблицы Оллреда и Рохова [15] отметили, что они практически совпадают кроме ЭО для X(Na), которое увеличилось на 0,015.

Иным подтверждением правильности расчета ЭО первой группы атомов стали вычисления их ЭО на основе других энергий диссоциаций молекул: $D(\text{NaNa})$, $D(\text{NaK})$, $D(\text{NaRb})$, и $D(\text{NaCs})$.

$$D(\text{NaNa}) = 74805 \div 96485,34 \cong 0,7753 \text{ эВ.}$$

$$D(\text{NaK}) = 65994 \div 96485,34 \cong 0,684 \text{ эВ.}$$

$$D(\text{NaRb}) = 63887 \div 96485,34 \cong 0,6621 \text{ эВ.}$$

$$D(\text{NaCs}) = 63200 \div 96485,34 \cong 0,655 \text{ эВ.}$$

Нашли их соотношения и получили:

$$X(\text{K}) = D(\text{NaK}) \div D(\text{NaNa}) \times 1,025 = 0,684 \div 0,775 \times 1,025 \cong 0,904 \text{ эВ;}$$

$$X(\text{Rb}) = D(\text{NaRb}) \div D(\text{NaNa}) \times 1,025 = 0,66 \div 0,775 \times 1,025 \cong 0,875 \text{ эВ;}$$

$$X(\text{Cs}) = D(\text{NaCs}) \div D(\text{NaNa}) \times 1,025 = 0,66 \div 0,775 \times 1,025 \cong 0,866 \text{ эВ.}$$

Данные результаты расчетов отличаются от представленных выше не более чем на 0,01.

При сравнении с табличными данными Оллреда и Рохова [15] суммарная погрешность аппроксимации при $X(\text{Na}) = 1,025$ равна:

$$S(i) = \sum_{i=1}^3 [X(i) - y_i]^2 = 1,36 \times 10^{-4}.$$

Предварительно вычисленные и обработанные значения ЭО атомов из первой группы таблицы Д. И. Менделеева приведены в таблице 1.

Таблица 1. Расчет значений аппроксимирующей функции для первой группы таблицы Д. И. Менделеева

Элемент	Cs	Rb	K	-	-	Li	Na
Номер x_i	1	2	3	4	5	6	7
X_{Di}	0,8607	0,8893	0,9098	-	-	-	1,025
$Y = \ln y_i$	0,1501	0,1173	0,0945	-	-	-	
Рассчитанная ЭО y_i	0,8620	0,8863	0,9113	-	-	-	

Расчет значений аппроксимирующей функции для первой группы осуществляли с использованием метода наименьших квадратов [11;12]:

$$\sum_{i=1}^3 x_i = 6; \sum_{i=1}^3 x_i^2 = 14; \sum_{i=1}^3 \ln y_i = -0,36166; \sum_{i=1}^3 x_i \times \ln y_i = -0,6682.$$

$$\begin{cases} 14 \times a + 6 \times b = -0,6682; \\ 6 \times a + 3 \times b = -0,36166. \end{cases}$$

$$a = 0,0278; b = -0,1762; \beta = e^b = 0,8384$$

$$y_i = 0,8384 \times e^{0,0278x_i}.$$

где знаменатель прогрессии равен:

$$q = e^{0,0278} = 1,0281 \cong 1,028,$$

$$x_i \in \{1; 2; 3; 4; 5; 6; 7\}.$$

Суммарная погрешность аппроксимации при данном значении ЭО $X(\text{Na})$ равна

$$S(a, b) = \sum_{i=1}^3 [\beta e^{ax_i} - y_i]^2 = 1,294 \times 10^{-5}.$$

Сравнение приведенных выше результатов расчетов погрешностей показало, что значение ЭО $X(\text{Na})$ лежит около 1,025. Вместе с тем, расчет по методу наименьших квадратов с использованием показательной аппроксимирующей функции позволил считать, что значения ЭО атомов в первой группе расположены в порядке возрастающей геометрической прогрессии со значением знаменателя около $g = 1,025$. Действительно:

$$X(\text{Cs}) = 1,025^{-6} = 0,8622 \text{ эВ; } X(\text{Rb}) = 1,025^{-5} = 0,8838 \text{ эВ;}$$

$$X(\text{K}) = 1,025^{-4} = 0,9059 \text{ эВ; } X(\text{Na}) = 1,025^{-1} = 1,025 \text{ эВ;}$$

$$X(\text{Cs}) = 1,028^{-5,5} = 0,8607 \text{ эВ; } X(\text{Rb}) = 1,028^{-4,5} = 0,8893 \text{ эВ;}$$

$$X(\text{K}) = 1,028^{-3,5} = 0,909 \text{ эВ; } 1,028^1 = 1,028 \text{ эВ;}$$

$$X(\text{Na}) = 1,028^{0,36} = 1,00991 \text{ эВ.}$$

Однако последовательность со знаменателем $q = 1,025$ оказалась предпочтительнее тем, что целому значению показателя степени соответствует вполне определенный период. И, наконец, так как значение ЭО каждого химического

элемента равно значению соответствующего члена геометрической прогрессии, то их можно представить в виде выражений:

$X^{-4} = X - 0,1151884832$ и $X^{-5} = X - 0,1151884832 - 0,02047979537$ для X(K) и X(Rb), где X значение ЭО X(Na).

$X^{-5} = X - 0,1151884832 - 0,02047979537$ и

$X^{-6} = X - 0,1151884832 - 0,02047979537 - 0,02864683863$ для X(Rb) и X(Cs), где X значение ЭО X(Na).

Решив (аналитически) отдельно две пары уравнений определили области значений ЭО X(Na).

$1 = X^4(X - 0,1151884832)$, $1 = X^5(X - 0,1151884832 - 0,02047979537)$,

$X^4(X - 0,1151884832) = X^5(X - 0,1151884832 - 0,02047979537)$,

$X - 0,1151884832 = X(X - 0,1151884832 - 0,02047979537)$,

$X - 0,1151884832 = X^2 - 0,1356682786X$,

$X^2 - 1,1356682786X + 0,1151884832 = 0$ и

$$X_1 = 1,023078169.$$

Вторая пара уравнений решается аналогично.

$1 = X^5(X - 0,1356682786)$ и $1 = X^6(X - 0,1643151172)$,

$X^2 - 1,1643151172X + 0,1356682786 = 0$ и

$$X_2 = 1,032978082.$$

$q = e^{0,0278} = 0,5 \times (X_1 + X_2) \cong 1,028$,

Решения данных уравнений достаточно достоверно определяют вариабельность значения ЭО X(Na), и тем самым подтверждают правильность выдвинутой нами гипотезы о том, что значение величины ЭО X(Na) практически близко к единице.

В таблице № 2 представлено сопоставление значений ЭО, рассчитанных из энергий диссоциаций, по методу наименьших квадратов и заимствованных из таблицы Оллреда и Рохова.

Таблица 2. Расчет значений аппроксимирующей функции для первой группы таблицы Д. И. Менделеева

Элемент	Cs	Rb	K	-	-	Li	Na
Номер x_i	1	2	3	4	5	6	7
X_{Di} , расчет из энергий диссоциаций	0,8600	0,8900	0,9100	-	-	0,97	1,028 ¹
ЭО Табличные данные	0,8622	0,8838	0,9059	-	-	0,97	1,01 ¹
Расчет ЭО $y_i = 1,025^i$	$1,025^{-6}$	$1,025^{-5}$	$1,025^{-4}$			0,975	1,025 ¹

Точность расчетов сопоставлялась с помощью приведенных ниже выражений:

$$S(i) = \sum_{i=1}^3 [X(i) - X_{Di}]^2 = 2,0 \times 10^{-6},$$

$$S(i) = \sum_{i=1}^3 [1,025^i - y_i]^2 = 1,294 \times 10^{-5}.$$

Пользуясь данными приведенных расчетов, определили ЭО атомов в первой группе таблицы Д. И. Менделеева:

$X(\text{Li}) = 0,975$ эВ; $X(\text{Na}) = 1,025$ эВ; $X(\text{K}) = 0,906$ эВ; $X(\text{Rb}) = 0,884$ эВ;

$X(\text{Cs}) = 0,862$ эВ.

$X_D(\text{Li}) = 0,879$ эВ; $X_D(\text{Na}) = 1,025$ эВ; $X_D(\text{K}) = 0,909$ эВ; $X_D(\text{Rb}) = 0,889$ эВ; $X_D(\text{Cs}) = 0,861$ эВ.

Данные расчеты отличаются от представленных выше не более чем на 0,01 (кроме Li).

При сравнении с табличными данными Оллреда и Рохова [15] суммарная погрешность аппроксимации X_{Di} при $X(\text{Na}) = 1,025$ равна

$$S(i) = \sum_{i=1}^3 [X(i) - X_{Di}]^2 = 2,0 \times 10^{-6}.$$

2.2 Алгоритм расчета ЭО атомов в седьмой группе таблицы Д. И. Менделеева

При расчете ЭО атомов в седьмой группе использовались энергии диссоциации следующих простых молекул: D(FF); D(FCl); D(FBr); D(FI). Здесь:

$$D(FF) = 158670 \div 96485,34 \cong 1,6445 \text{ эВ};$$

$$D(FCl) = 260830 \div 96485,34 \cong 2,7033 \text{ эВ};$$

$$D(FBr) = 280000 \div 96485,34 \cong 2,902 \text{ эВ};$$

$$D(FI) = 271500 \div 96485,34 \cong 2,8139 \text{ эВ (надо полагать, что эти данные без учета энергии разрушения решетки)}.$$

С учетом разрушения решетки

$$D(FI) \cong 333500 \div 96485,34 \cong 3,4513 \text{ эВ}.$$

Для проведения дальнейших вычислений приняли гипотезу о том, что ЭО X(F) = 4,0 эВ. Тогда:

$$X(Cl) = X(F) - (D(FCl) - D(FF)) = 4 - (2,7033 - 1,6444) \cong 2,941 \text{ эВ};$$

$$X(Br) = X(F) - (D(FBr) - D(FF)) = 4 - (2,9019 - 1,6444) \cong 2,742 \text{ эВ};$$

$$X(I) = X(F) - (D(FI) - D(FF)) = 4 - (3,4513 - 1,6444) \cong 2,193 \text{ эВ}.$$

(Вычисленное значение для X(I) сомнительное). В данных расчетах использовались разности между энергиями диссоциаций соответствующих молекул [13].

Использовали и иной способ определения ЭО в седьмой группе — это отношения энергий диссоциаций.

$$D(HF) = 569658 \div 96485,34 \cong 5,9041 \text{ эВ};$$

$$D(HCl) = 431361 \div 96485,34 \cong 4,4707 \text{ эВ};$$

$$D(HBr) = 366160 \div 96485,34 \cong 3,7949 \text{ эВ};$$

$$D(HI) = 298260 \div 96485,34 \cong 3,0912 \text{ эВ}.$$

$$X(Cl) = X(F) \times D(HCl) \div D(HF) = 4 \times 4,4707 \div 5,90408 \cong 3,0289 \text{ эВ};$$

$$X(Br) = X(F) \times D(HBr) \div D(HF) = 4 \times 3,7949 \div 5,90408 \cong 2,571 \text{ эВ};$$

$$X(I) = X(F) \times D(HI) \div D(HF) = 4 \times 3,0912 \div 5,90408 \cong 2,0943 \text{ эВ}.$$

Для оценки достоверности вычислений ЭО атомов на основе энергий диссоциаций были проведены вычисления и с использованием энтальпий $\Delta_f H^\circ$, нейтральных молекул [16]. Расчет осуществлялся посредством деления соответствующих энтальпий:

$$\Delta_f H^\circ(KF) = -587500; \Delta_f H^\circ(KCl) = -419200; \Delta_f H^\circ(KBr) = -373500;$$

$$\Delta_f H^\circ(KI) = -308900.$$

$$X(Cl) = X(F) \times \Delta_f H^\circ(KCl) \div \Delta_f H^\circ(KF) = 4 \times (-419,2) \div (-587,5) \cong 2,85 \text{ эВ};$$

$$X(Br) = X(F) \times \Delta_f H^\circ(KBr) \div \Delta_f H^\circ(KF) = 4 \times (-373,5) \div (-587,5) \cong 2,54 \text{ эВ};$$

$$X(I) = X(F) \times \Delta_f H^\circ(KI) \div \Delta_f H^\circ(KF) = 4 \times (-308,9) \div (-587,5) \cong 2,1 \text{ эВ}.$$

Анализ результатов расчетов показал удовлетворительное совпадение значений ЭО для одних и тех же атомов, рассчитанных различными способами. Наиболее близкими к табличным значениям ЭО были те, которые вычислялись с использованием разности между энергиями диссоциаций соответствующих молекул.

2.3 Алгоритм расчета ЭО по энергиям простых молекул в одном периоде

В настоящей работе также рассматривалась возможность расчета ЭО по энергиям диссоциации простых молекул, состоящих из щелочных металлов и галогенов. Результаты расчета приведены ниже:

$$D(LiF) = 577000 \div 96485,34 \cong 5,9802 \text{ эВ};$$

$$D(NaCl) = 412100 \div 96485,34 \cong 4,2711 \text{ эВ};$$

$$D(KBr) = 379100 \div 96485,34 \cong 3,9291 \text{ эВ};$$

$$D(RbI) = 318800 \div 96485,34 \cong 3,3041 \text{ эВ}.$$

Совершенно очевидно, что энергия диссоциации молекул в два раза больше чем ожидалось. В научной литературе отсутствует рассмотрение этого феномена.

Если X(F) = 4,0 эВ а X(Li) = 0,975 эВ, то естественно ожидать, что их разница должна быть равной 3,0 эВ.

Данный феномен нами был объяснен следующим образом. Должны существовать две ЭО, основанные на разных принципах. Например, ЭО, предложенная Оллредом и Роховым [9] и базирующаяся на энергии ядра атома $Z_{эфф}$, и ЭО, предложенная в [10], базирующаяся на энергии электронного облака валентных электронов. В [10] показано, что эти два вида ЭО различаются не более чем на 0,02. Для данного случая энергию диссоциации в первом приближении можно записать в виде уравнения:

$$D(A,B) = |\tilde{X}(A) - \tilde{X}(B)| + |\tilde{X}(B) - \tilde{X}(A)|, \text{ где}$$

$$\tilde{X}(A) \text{ и } \tilde{X}(B) \text{ ЭО по Оллреду Рохову, а } \tilde{X}(A) \text{ и } \tilde{X}(B) \text{ по [10].}$$

В пределах одного периода энергии диссоциации молекул, содержащих щелочные металлы и галогены, равны удвоенной разности ЭО щелочных металлов и галогенов, входящих в данную молекулу. Если же молекула содержит щелочные металлы и галогены из разных периодов, то значение энергии диссоциации будет равно сумме значений ЭО этих щелочных металлов и галогенов.

Это означает, что суммируются либо вычитаются ЭО (энергии), определяющие кулоновские силы, а следовательно суммируются либо вычитаются два вида ЭО атомов. Таким образом, ЭО это энергия, сложным образом проявляющаяся при организации связей в молекулах.

Таблица 3. Расчет энергии диссоциации простых молекул, состоящих из щелочного металла и галогена

M(A,B)	D(A,B)	$ \bar{X}(A) - \bar{X}(B) + \bar{X}(B) - \bar{X}(A) $	$ \Delta $
M(Li,Cl)	4,861	$ 0,975 - 0,00 + 2,941 - 0,00 = 3,916$	0,945
M(Li,Br)	4,341	$ 0,975 - 0,00 + 2,742 - 0,00 = 3,717$	0,624
M(Li,I)	3,578	$ 0,975 - 0,00 + 2,193 - 0,00 = 3,168$	0,410
M(Li,F)	5,982	$ 0,97 - 3,99 + 4,1 - 1,00 $	0,14
M(Na,F)	4,947	$ 1,025 - 0,00 + 4,00 - 0,00 = 5,025$	0,078
M(Na,Br)	3,763	$ 1,025 - 0,00 + 2,742 - 0,00 = 3,767$	0,004
M(Na,I)	3,153	$ 1,025 - 0,00 + 2,193 - 0,00 = 3,218$	0,065
M(Na,Cl)	4,271	$ 1,01 - 3,07 + 2,83 - 1,01 $	0,39
M(K,F)	5,070	$ 0,909 - 0,00 + 4,00 - 0,00 = 4,909$	0,161
M(K,Cl)	4,488	$ 0,909 - 0,00 + 2,941 - 0,00 = 3,850$	0,638
M(K,I)	3,342	$ 0,909 - 0,00 + 2,193 - 0,00 = 3,102$	0,240
M(K,Br)	3,929	$ 0,91 - 2,8 + 2,74 - 0,925 $	0,225
M(Rb,F)	5,120	$ 0,884 - 0,00 + 4,00 - 0,00 = 4,884$	0,236
M(Rb,Cl)	4,432	$ 0,884 - 0,00 + 2,941 - 0,00 = 3,825$	0,607
M(Rb,Br)	3,946	$ 0,884 - 0,00 + 2,742 - 0,00 = 3,626$	0,320
M(Rb,I)	3,304	$ 0,89 - 2,35 + 2,21 - 0,89 $	0,52

Среднее арифметическое $\Delta \cong 0,3502$.

ЭО галогенов в простых молекулах, при атомах одного и того же периода, рассчитывается следующим образом [13]:

$$X(F) = X(Li) + 0,5 \times D(LiF) = 0,975 + 0,5 \times 5,9801 \cong 4,0 \text{ эВ};$$

$$X(Cl) = X(Na) + 0,5 \times D(NaCl) = 1,025 + 0,5 \times 4,2711 \cong 3,16 \text{ эВ};$$

$$X(Br) = X(K) + 0,5 \times D(KBr) = 0,90595064 + 0,5 \times 3,9290 \cong 2,87 \text{ эВ};$$

$$X(I) = X(Rb) + 0,5 \times D(RbI) = 0,8838542876 + 0,5 \times 3,3041 \cong 2,54 \text{ эВ}.$$

В пределах одного периода энергии ядер и валентных электронов простых молекул суммируются, что равносильно суммированию их ЭО. Это возможно только в том случае, если в молекуле существуют две ЭО, основанные на разных принципах. Если молекула образована атомом щелочного металла из другого периода, то атом щелочного металла потерял электрон и уже не способен отдавать энергию на электронном уровне, а значит отсутствует и ЭО на электронном уровне.

2.4 Дальнейшие направления развития исследования

Основное внимание в настоящей работе было сосредоточено на изучении табличных данных и применении различных методов для их обработки с целью расчета ЭО атомов с повышенной точностью. В справочнике [15] данные более точные, но в нем не в полной мере представлены энергии диссоциации гидридов. В справочнике [17] энергии представлены в большем объеме, однако точность их значений мала. Поэтому требуется создание иных методов обработки «не достаточно точных справочных данных» с целью достижения возможности их достоверного использования.

Расчет более точных значений ЭО атомов несомненно представляет большой интерес, но еще больший интерес имеет физический смысл ЭО атомов. В данной работе показано, что ЭО — энергия, сложным образом проявляющаяся при организации связей в молекулах и имеет размерность в эВ. Однако имеется и неразрешенная по настоящее время проблема. Олдред и Рохов когда постулировали для расчета ЭО атомов свое знаменитое уравнение, то объявили ЭО как «электростатическую силу» (со всеми вытекающими последствиями) [9]. Эта проблема требует разрешения в виде теоретического доказательства.

Определяющим фактором использования в вычислениях значений энергии диссоциации простых молекул — это возможность рассчитать более точные значения ЭО за счет отсутствия в самих вычислениях неточных значений радиусов атомов. Использование этих уточненных значений ЭО, позволит более точно рассчитывать как орбитальные, металлические так и ковалентные радиусы атомов.

Заключение

Материалом для проведенного нами исследования послужили труды выдающихся ученых. К их числу относятся Л. Полинг, А. Оллред, Ю. Рохов, А. Оганов и другие. Всесторонний анализ их трудов позволил сделать следующие выводы:

В связи с отсутствием достаточного количества данных в таблицах энергии диссоциации ни Л. Полинг, ни А. Оллред, ни А. Оганов, ни автор настоящей работы не смогли рассчитать ЭО всех химических элементов таблицы Д. И. Менделеева. В связи с этим, можно считать, что теория Л. Полинга на сегодняшний день — только гипотеза, хотя научные методы, подходы и приемы, которыми пользовался в своей деятельности Л. Полинг, значимы и в настоящее время.

Регрессионный метод обработки эмпирических данных является самым давним. Однако, он очень плодотворен, так как позволяет не только выявлять математические зависимости, но и осуществлять «исправление» эмпирических данных с приемлемой точностью.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

Цель исследования достигнута. Гипотеза подтверждена. Впервые достоверно определена область вариабельности значения ЭО $X(\text{Na})$, и тем самым подтверждена гипотеза о значении величины ЭО $X(\text{Na})$ близкой к единице (1,025 эВ).

Расчет ЭО атомов осуществлялся с помощью специально подобранных энергий диссоциаций молекул.

В состав алгоритма расчета ЭО химических элементов первой группы вошли: метод наименьших квадратов, метод последовательных приближений и особенности геометрической прогрессии.

Получены более точные значения ЭО атомов первой группы. Оценить полученную в данной работе точность расчета ЭО не представляется возможным в связи с отсутствием эталона. Однако можно утверждать, что отклонение рассчитанных значений ЭО от приводимых в таблице Оллреда и Рохова составило примерно $\pm 0,015$.

Установлено, что в пределах одного периода энергии диссоциации молекул, содержащих щелочные металлы и галогены, равны удвоенной разности ЭО щелочных металлов и галогенов, входящих в конкретную молекулу. Это означает, что должны существовать две ЭО, основанные на разных принципах. При этом значение энергии диссоциации в первом приближении можно записать в виде уравнения $D(A,B) = |\bar{X}(A) - \bar{X}(B)| + |\bar{X}(B) - \bar{X}(A)|$, где $\bar{X}(A)$ и $\bar{X}(B)$ ЭО по Оллреду Рохову [9], а $\bar{X}(A)$ и $\bar{X}(B)$ ЭО по уравнению из [11]. Если же молекула содержит щелочные металлы и галогены из разных периодов, то значение энергии диссоциации будет равно сумме значений ЭО этих щелочных металлов и галогенов.

Литература:

1. Электроотрицательность [Электронный ресурс] URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.1b5d790b-63e4b987-92f9ce0b-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Mulliken_Scale Загл. с экрана.
2. Бацанов, С. С. Электроотрицательность элементов и химическая связь. Сибирское отделение АН СССР, 1962. — 196 с.
3. Еремин, В. В., Борщевский А. Я. Основы общей и физической химии: Учебное пособие. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2018. — 848 с.
4. Полинг, Л. Природа химической связи. Москва, Ленинград Государственное научнотехническое издательство химической литературы, 1947. — 438 с.
5. A. L. Allred, J. Inorg. Chem., 17, pp 215 to 221 (1961)
6. Электроотрицательность химических элементов теперь можно считать по-новому [Электронный ресурс] URL: <https://www.nkj.ru/news/41317/> Загл. с экрана.
7. Российские химики нашли несоответствие в формуле нобелевского лауреата [Электронный ресурс] URL: <https://ria.ru/20210407/elektrootritsatelnost-1727163698.html> Загл. с экрана.
8. Tantardini, C., Oganov, A. R. Thermochemical electronegativities of the elements. Nat Commun 12, 2087 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22429-0>.
9. A. L. Allred, J. and E. G. Rochow Inorg. Chem., 5, pp 254 to 268 (1958)
10. Рогов, Р. Ю. Расчет электроотрицательности химических элементов в таблице Д. И. Менделеева //Международный научный журнал «Юный ученый» № 6 (58), июнь 2022 г. (стр. 92-101) — URL: [http://yun/moluch.ru/archive/58/3113/\(ISSN 2409-564X, свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-61102 от 19 марта 2015 г.\)](http://yun/moluch.ru/archive/58/3113/(ISSN%202409-564X,%20свидетельство%20о%20регистрации%20СМИ%20ПИ%20№%20ФС77-61102%20от%2019%20марта%202015%20г.))
11. Коломиец, Л. В., Поникарова Н. Ю. Метод наименьших квадратов: методические указания — Самара., Издательство Самарского университета, 2017. — 32 с.
12. Румшицкий, Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента. М., Наука, 1971, 192 с..
13. Разработка метода расчета эффективного ядра атома/Р. Ю. Рогов // Сборник материалов XIII Международной олимпиады-конкурса научных работ учащихся школ, гимназий, лицеев и колледжей «Химия: наука

и искусство» имени В. Я. Курбатова. 22-23 марта 2023 года. — Санкт-Петербург: Дуит, 2023. — 245 с. — ISBN 978_5_905240_90_4. — с. 108-110.

14. Рогов, Р. Ю. Количественная оценка химических элементов в периодах и первой группе таблицы Д. И. Менделеева //Международный научный журнал «Молодой ученый» № 4 (451), январь 2023 г. (стр. 92-101) — URL: [http://yun/moluch.ru/archive/58/3113/\(ISSN 2409-564X, свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-61102 от 19 марта 2015 г.\)](http://yun/moluch.ru/archive/58/3113/(ISSN 2409-564X, свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-61102 от 19 марта 2015 г.)).
15. Волков, А. И., Жарский И. М. Справочник по общей и неорганической химии. — Минск: Букмастер, 2013. — 224 с.
16. Волков, А. И., Жарский И. М. Справочник по физической химии. — Минск: «Литера Гранд» «Книжный дом», 2016. — 400 с.
17. Молекулярные постоянные неорганических соединений: Справочник/К. С. Краснов, Н. В. Филиппенко, В. А. Бобкова и др. Под ред. докт. хим. наук К. С. Краснова — Л.: Химия, 1979. — 448 с.

Сахарозаменители и уменьшение употребления добавленного сахара

Юдина Юлия Викторовна, инженер-технолог
ООО «Объединенные кондитеры» (г. Москва)

В статье автор рассматривает различные виды сахарозаменителей, их общие характеристики и влияние их использования на тенденцию уменьшения употребления добавленного сахара и общее оздоровление населения.

Ключевые слова: сахар, сахарозаменители, натуральные заменители сахара.

Здоровое питание — важнейшая составляющая качества жизни человека, под которым понимается интегральный показатель психического, физического и социального функционирования человека. В рационе подавляющего большинства жителей нашей страны недостаточно овощей и фруктов, молочных продуктов, избыток сахара, соли, продуктов, содержащих животный жир и трансизомеры жирных кислот. Нарушения системы питания приводят к развитию различных заболеваний, таких, как сердечно-сосудистые, онкологические, сахарный диабет, подагра, остеопороз и др., пусковым механизмом которых является избыточная масса тела и ожирение. Данные заболевания являются основными причинами преждевременной смертности населения. Это свидетельствует о низком уровне знаний населения о принципах здорового питания и высоком уровне потребляемых калорий, в том числе и добавленного сахара.

В 2015 г. Всемирная организация здравоохранения опубликовала руководство по потреблению сахара для взрослых и детей, где определен термин «свободный сахар»: «Свободные сахара включают моносахариды и дисахариды, добавляемые в пищевые продукты и напитки изготовителем, поваром или потребителем, и сахара, которые от природы присутствуют в меде, сиропах, фруктовых соках и концентратах фруктовых соках». На основе всех имеющихся фактических данных ВОЗ разработала следующие рекомендации в отношении потребления свободных сахаров взрослыми и детьми. По статистике россиянин съедает до 40 кг сахара в год при рекомендуемой Министерством здравоохранения РФ норме потребления до 24 кг. По данным опроса среди молодежи в возрасте от 18 до 30 лет (162 опрошенных) на вопрос «Как часто

Вы употребляете кондитерские изделия?» большинство респондентов ответили, что едят сладкое 1-3 раза в неделю. Вторым по популярности стал ответ «Ежедневно», что неудивительно при многообразии кондитерских изделий на полках магазина. Результаты опроса в диаграмме на рис. 1.

Благодаря свойству сахара усиливать вкус продуктов его активно используют различные виды пищевых производств. Поэтому организм человека получает глюкозу не только благодаря непосредственному употреблению сахара и кондитерских изделий, но и из обычных продуктов, не относящихся к кондитерским изделиям, что еще раз подтверждает его чрезмерное потребление.

Для того, чтобы снизить употребление добавленного сахара в рационе целесообразно вместо сахара использовать сахарозаменители или вещества, усиливающие сладость сахара в производстве кондитерских изделий, а также других продуктов с использованием сахара в рецептуре. Рассмотрим некоторые из них, обращая внимание на их натуральность и пользу для организма человека.

Фруктоза — один из самых популярных сахарозаменителей, который в 1,7 раза слаще сахара и не имеет привкуса. В организм человека фруктоза при рациональном питании поступает с натуральными ягодами, фруктами и овощами. Всасывается фруктоза в несколько раз медленнее, чем сахар, что, например, можно учитывать при изготовлении изделий для больных сахарным диабетом. Рекомендуемая суточная норма потребления в качестве сахарозаменителя составляет 30 г. Фруктоза длительное время используется в США в качестве сахарозаменителя при производстве продуктов питания и прохладительных напитков, однако последние исследо-



Рис. 1

вания показали, что отсутствуют обоснования преимущественного использования фруктозы вместо сахара.

Очень похож на обычный сахар ксилит: он белого цвета, имеет кристаллическую структуру и обладает сладким вкусом, аналогичным сахару. Ксилит присутствует в растениях, овощах и фруктах, однако концентрация содержания ксилита в них редко превышает 1%. Организм человека также вырабатывает ежедневно от 5 до 15 граммов ксилита в печени в ходе расщепления углеводов. Соответственно ксилит является абсолютно естественным элементом для человеческого организма, а также не оказывает заметного влияния на уровень глюкозы в крови как у больных сахарным диабетом, так и у здоровых людей. Пищевые продукты, в которых используется ксилит, не плесневеют.

Одной из удачных находок среди сахарозаменителей является суканат, который представляет собой гранулы, которые получают методом обезвоживания сока органического тростника нагреванием при невысокой температуре. При таком способе от сахара не отделяется патока, которая содержится в готовом продукте.

Жидкость, которую отбрасывает центрифуга процессе очистки сахара, еще несколько раз выпаривают и кристаллизуют, чтобы получить как можно больше сахара, называется патокой. Питательные вещества остаются в этой жидкости, которая за рубежом пользуется популярностью и продается на различных площадках. Патока содержит от 20-25% воды, 50% сахара, 10% золы и некоторое количество белков, органических кислот и смол. Патока обладает

сильным запахом и обычно используется для выпечки, хотя некоторые потребители готовы есть ее в «чистом» виде, так как она содержит много фитонутриентов.

Сорбит — шестиатомный спирт, имеющий сладкий вкус. Наиболее широко данный сахарозаменитель используется в медицинской практике. Впервые сорбит был получен из рябины в 1868 г. По сладости сорбит уступает сахару, а его калорийность составляет 3,5 ккал/г. Важно отметить, что сорбит благоприятно влияет на работу желудочно-кишечного тракта, стимулирует выделение желудочного сока, обладает желчегонной активностью, а также сорбит обладает антикетогенным действием, что имеет практическое значение при некоторых заболеваниях. Кроме того, у больных сахарным диабетом он усваивается лучше глюкозы и не требует для этого инсулина.

В настоящее время активно ведутся исследования, в которых рассматривают добавление к сахару различных веществ: молочных белков, белково-сывороточных концентратов, изолятов сывороточного белка, которые влияют на интенсивность сладости, что позволит сократить количество добавленного сахара в готовом изделии без потери вкусовых характеристик готового изделия.

Таким образом, существует многообразие безопасных современных сахарозаменителей, которые могут быть использованы в рационе как больных различными заболеваниями, так и здоровых людей, снижая потребление добавленного сахара и позитивно влияющее на тенденцию уменьшения употребления добавленного сахара и общее оздоровление населения.

Литература:

1. Корпачек, В. В. Сахар и сахарозаменители. — К.: Книга плюс, 2004. — 3202.
2. Сарафанова, Л. А. Пищевые добавки Энциклопедия. СПб: ГИОРД, 2003
3. Малютенкова, С. М. Товароведение и экспертиза кондитерских товаров СПб: Питер, 2004
4. Крутошникова А., Утер М. Природные и синтетические сладкие вещества. М., Мир, 1988

БИОЛОГИЯ

Достижения в области расшифровки генома человека

Василевская Наталья Владимировна, доктор биологических наук, профессор;
Канивец Анастасия Витальевна, студент магистратуры
Мурманский арктический государственный университет

В статье авторы анализируют историю и последние достижения в расшифровке генома человека в рамках проекта «Геном человека» и не только.

Ключевые слова: геном, молекулярная генетика, наследственная информация.

Введение

Интерес научного сообщества к генетике всегда был волнообразным: в XIX веке Грегор Мендель, сам того не зная, положил начало развитию генетики, открыв закономерности наследования. Фридрих Мишер выделил нуклеиновые кислоты из лейкоцитов. Начало XX века ознаменовалось ещё более важными событиями: Эрвин Чаргафф в 1949-1951 гг. вывел принципы, описывающие количественное соотношение различных азотистых оснований, входящих в состав ДНК, но самым значимым событием стало открытие Уотсоном и Криком пространственной структуры ДНК. [2, 4, 5]

Логическим продолжением изучения ДНК стал проект «Геном человека», начатый в 1988 году, который позволил установить первую «черновую» последовательность ДНК всех хромосом человека. [7]

Этот проект после своего официального завершения в 2003 году стал отправной точкой других проектов: «Тысяча геномов», который ставит своей целью оценку генетического разнообразия людей всей планеты; проект ENCODE, который был сосредоточен на 1% человеческого генома и впоследствии завершил две дополнительные фазы (ENCODE 2 и ENCODE 3), в ходе которых проводились полногеномные анализы геномов человека и мыши. [1, 10]

Были созданы базы генетических данных, одна из них — «UK Biobank». Создание таких баз данных позволяет сравнивать уникальные последовательности нуклеотидов каждого человека, собрать анамнез и проследить всю историю болезни, что помогает подобрать лечение или установить причину того или иного заболевания. [2]

Результатом проведенных исследований стало появление системной биологии, позволяющей понять детально работу клетки в целом. Такое понимание было бы

невозможно без знания последовательности генома человека.

Реальные возможности (технические, методические, научные) определения структуры молекул, кодирующих наследственную информацию, появились в конце 20 века.

Международный проект «Геном человека» (HGP), начал реализовываться в 1988 году. Его основная цель — определение последовательности нуклеотидов во всех молекулах ДНК человека с одновременным установлением локализации всех генов, получение высокоточной последовательности подавляющего большинства эухроматической части генома человека. Основными направлениями были — структурно-функциональное изучение генома, медицинская генетика и генотерапия. [7]

Первоначально работа велась по двум направлениям:

— картирование геномов человека и мыши, для изучения наследственных заболеваний и обеспечения основы для сборки генома;

— секвенирование организмов с более простыми геномами, которые могли служить испытательным стендом для разработки метода интерпретации генома человека.

В результате работ по этим направлениям стало возможно секвенирование генома человека. Для выполнения этой части программы HGP был создан Международный консорциум по секвенированию генома человека (IHGSC) — открытое сотрудничество с участием двадцати центров в шести странах.

Для реализации проекта возникла необходимость поиска новых технологий расшифровки ДНК, создание новой вычислительной техники и компьютерных программ. Но даже после решения этих задач к 1998 году было расшифровано лишь около 3% генома. [7]

В феврале 2001 года IHGSC и CeleraGenomics представили черновые варианты последовательностей, да-

ющие первое общее представление о геноме человека. Эти последовательности позволили систематически изучать сам геном человека, включая идентификацию генов, комбинаторную архитектуру белков, различия в составе генома, распределение переносимых элементов, полиморфизма, а также взаимосвязь между генетической рекомбинацией и физическим расстоянием. Более того, систематическое знание генома человека позволило использовать новые инструменты и подходы, которые заметно ускорили биомедицинские исследования.

Однако обе черновые последовательности имели важные недостатки. Например, в последовательности HNGSC было пропущено $\approx 10\%$ эухроматического генома; она была прервана ≈ 150000 пробелами; и порядок и ориентация многих сегментов в определенных участках не были установлены.

В результате многолетних усилий HNGSC количество пробелов сократилось в 400 раз и составило всего 341. [8]

Последовательность генома человека состоит из 2851330913 нуклеотидов, почти полностью лежащих в пределах эухроматической части генома. Он прерывается только 341 пробелом, из которых 33 разрыва являются эухроматическими.

Эухроматическая часть генома человека все еще не завершена.

Представленный в 2001 году «эталонный» геном человека охватывал только эухроматическую часть генома, оставляя незаконченными важные гетерохроматические области. Текущий эталонный геном человека был выпущен Genome Reference Consortium (GRC) в 2013 году и исправлен в 2019 году (GRCh38.p13).

В дальнейшем работы были продолжены и Консорциум Telomere-to-Telomere (T2T) Consortium представил полную последовательность из 3,055 миллиардов пар оснований человеческого генома, T2T — CHM13, которая включает в себя сборки без зазоров для всех хромосом, кроме Y, исправляет ошибки в предыдущих исследованиях. Завершенные области включают все центромерные спутниковые массивы, сегментарные дубликации и короткие рукава всех пяти акроцентрических хромосом, открывая эти сложные области генома для исследований.

Сборка T2T-CHM13 добавляет пять полных хромосомных плеч и больше дополнительных последовательностей, чем в любом эталонном выпуске генома за последние 20 лет. Эти части генома не были исследованы ранее из-за технологических ограничений.

Высокоточное секвенирование с длительным считыванием позволило провести всесторонние исследования геномных вариаций во всем геноме человека. Для таких исследований обязательно потребуется полный и точный эталонный геном человека.

В CHM13 отсутствует Y-хромосома, а гомозиготные Y-несущие CHM нежизнеспособны, поэтому для завер-

шения этой последней оставшейся хромосомы потребуется другой тип образца.

Выходя за рамки эталонного генома человека, крупномасштабные проекты повторного секвенирования выявили геномные вариации в разных человеческих популяциях.

Хотя CHM13 представляет полный человеческий гаплотип, он не отражает всего разнообразия генетических вариаций человека. Чтобы устранить этот недостаток, справочный консорциум «Пангенома человека» объединился с консорциумом T2T для создания коллекции высококачественных справочных гаплотипов из разнообразного набора образцов.

В идеале, все геномы могут быть собраны, но автоматическая сборка диплоидных геномов методом T2T представляет собой сложную задачу. На данный момент последовательность T2T-CHM13 представляет собой наиболее полную, репрезентативную и точную версию. [10]

Понимание работы генома не сводится лишь к описанию набора элементов ДНК и определению их местоположения. Большое значение также имеет характер связей между элементами ДНК, который определяет, как гены будут функционировать и как пойдет индивидуальное развитие в различных условиях среды. Набор активных генов различается в зависимости от типа ткани, периода развития организма, полученных внешних или внутренних сигналов. [7]

Основополагающим законом передачи наследственной информации в течение последних 70 лет является закон комплементарности при формировании двойной спирали ДНК, считалось, что обработка и хранение информации возможно только за счет структуры двойной спирали. Эта элегантная модель хорошо объясняла молекулярную сущность процессов передачи наследственной информации, поэтому не рассматривались другие возможные взаимодействия в живых объектах.

Однако, в 2023 году российский исследователь Максим Никитин опубликовал в научном журнале Nature Chemistry результаты экспериментов по изучению механизма «молекулярной коммутации» ДНК. Эти эксперименты показали, что обработка информации может происходить без образования ДНК второй спирали. Хранение и передача может осуществляться за счет слабоафинных взаимодействий в случае низкого сродства молекул друг к другу. Также было показано, что даже короткая ДНК, которая некомплементарна гену максимально, может контролировать его работу.

«Молекулярная коммутация» заключается в переносе информации в процессе взаимодействий коротких одноцепочечных молекул ДНК/РНК или других молекул. Варианты взаимодействия определяются «сродством» молекул, а передача информации будет происходить через посредника — коммутатор, слабого взаимодействия с которым вполне хватает, чтобы передать ее. Больше ко-

личество олигонуклеотидов позволяет передать гораздо больший объем информации.

Модель, предложенная Никитиным, концептуально не имеет ограничения по числу взаимодействия олигонуклеотидов. Кроме того, эта модель позволяет показать, что неструктурированная оцДНК может специфично регулировать экспрессию гена безотносительно их комплементарности, в зависимости от наличия в среде или организме других олигонуклеотидов, некомплементарных тоже.

Открытый феномен коммутации цепей ДНК дает возможность улучшить специфичность генной терапии и безопасность вакцин за счет выявления и снижения побочных действий препаратов.

Показанное явление коммутации, будучи основным и естественным механизмом взаимодействия молекул друг с другом, может быть ключом к познанию природы самых разнообразных процессов. [10]

Заключение

Сфера применения знаний, полученных при изучении генома человека, огромна. Так, молекулярная антропология вызывает интерес криминалистов, экологов, лингвистов, антропологов, палеонтологов, этнографов, философов, историков и многих других специалистов.

Решению всех этих задач способствовал проект «Геном человека», а также все проекты после него, позволившие заполнить пробелы, дополнить и уточнить уже известные данные.

Литература:

1. Mu, W., Zhang W. Molecular approaches, models, and techniques in pharmacogenomic research and development // *Pharmacogenomics*. — Academic Press, 2013. — с. 273-294.2.
2. Fairbanks, D.J. Demystifying the mythical Mendel: a biographical review // *Heredity*. — 2022. — Т. 129. — №. 1. — с. 4-11.
3. Szustakowski, J.D. et al. Advancing human genetics research and drug discovery through exome sequencing of the UK Biobank // *Nature genetics*. — 2021. — Т. 53. — №. 7. — с. 942-948.
4. Dahm, R. Friedrich Miescher and the discovery of DNA // *Developmental biology*. — 2005. — Т. 278. — №. 2. — с. 274-288.
5. Portin, P. The birth and development of the DNA theory of inheritance: sixty years since the discovery of the structure of DNA // *Journal of genetics*. — 2014. — Т. 93. — с. 293-302.
6. Manchester, K.L. Historical Opinion: Erwin Chargaff and his «rules» for the base composition of DNA: why did he fail to see the possibility of complementarity? // *Trends in biochemical sciences*. — 2008. — Т. 33. — №. 2. — с. 65-70.
7. Watson, J.D., Crick F.H. C. Molecular structure of nucleic acids: a structure for deoxyribose nucleic acid // *Nature*. — 1953. — Т. 171. — №. 4356. — с. 737-738.
8. Гнатик Екатерина Николаевна Расшифровка генома человека: успехи, проблемы, перспективы // *Вестник РУДН. Серия: Философия*. 2016. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rasshifrovka-genoma-cheloveka-uspehi-problemy-perspektivy> (дата обращения: 23.03.2023).
9. Leamon, J. H., Rothberg J. M. DNA sequencing and genomics. — 2009.
10. Nurk, S. et al. The complete sequence of a human genome // *Science*. — 2022. — Т. 376. — №. 6588. — с. 44-53.
11. Nikitin, M. P. Non-complementary strand commutation as a fundamental alternative for information processing by DNA and gene regulation // *Nature Chemistry*. — 2023. — с. 1-13.
12. Davis, C. A. et al. The Encyclopedia of DNA elements (ENCODE): data portal update // *Nucleic acids research*. — 2018. — Т. 46. — №. D1. — С. D794-D801.

Серповидноклеточная анемия как проявление защитных механизмов организма человека

Неупокоева Инга Романовна, студент;
Троицкая София Алексеевна, студент
Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург)

В статье авторы ищут взаимосвязь между серповидноклеточной анемией и невосприимчивостью организма людей с данным заболеванием к малярии, анализируя исследование ученых.

Ключевые слова: эритроцит, мутантный гемоглобин, малярийный плазмодий, серповидноклеточная анемия.

Sickle cell anemia as a manifestation of the protective mechanisms of the human body

Neupokoyeva Inga Romanovna, student;
Troitskaya Sofiya Alekseevna, student
Ural State Medical University (Ekaterinburg)

In the article, the authors are looking for the relationship between sickle cell anemia and the immunity of the body of people with this disease to malaria, analyzing a study by scientists

Keywords: erythrocyte, mutant hemoglobin, malarial plasmodium, sickle cell anemia.

Введение. Как известно, наш организм является уникальной саморегулирующейся системой с множеством защитных механизмов. Почти все изменения организма, как внешние, так и внутренние, являются реакцией организма на изменения условий окружающей среды и носят адаптивный, а порой и защитный характер. К таким механизмам, вероятнее всего, относится и развитие серповидноклеточной анемии. Такой вывод можно сделать на основании того, что текущий вид заболевания крови характерен для стран Африки и Средиземноморья, где эндемична малярия.

Серповидноклеточная анемия (СКА) — наследственная гемоглобинопатия, при которой часть (весь) гемоглобина имеет дефектную структуру. Вместо гемоглобина у пациентов синтезируется аномальный гемоглобин, именно поэтому эритроциты, несущие этот белок, в условиях гипоксии принимают характерную форму серпа. Заболевание вызывает тромбоз сосудов, боль в костях и суставах, отек конечностей, увеличение печени и селезенки (гепатомегалия и спленомегалия). При ухудшении состояния серповидноклеточная анемия вызывает тяжелые кризы различной природы [3].

Любопытно, что пациенты с серповидноклеточной анемией обладают повышенной устойчивостью к малярийной инфекции, поскольку возбудитель малярии не может проникать в серповидные эритроциты.

Малярия — это острое лихорадочное заболевание, вызываемое паразитами из рода *Plasmodium*, которые передаются с укусами комаров из рода *Anopheles*. У человека существует 4 типа возбудителей малярии:

- *Plasmodium vivax* (3-дневная малярия)
- *Plasmodium ovale*
- *Plasmodium falciparum* (тропическая малярия)
- *Plasmodium malariae* (4-дневная малярия)

Плазмодии — это внутриклеточные паразиты, которые живут в эритроцитах человека и питаются гемоглобином. Малярия — одно из самых распространенных заболеваний в современном мире. На фоне высокой частоты заражения, скорее всего, произошла генная мутация, которая привела к появлению серповидноклеточной анемии.

Гипотеза — серповидноклеточная анемия является защитным механизмом организма человека от заболевания малярией.

Цель — исследовать причину устойчивости серповидных эритроцитов к возбудителю малярии.

Для достижения цели необходимо выполнить ряд последующих **задач**:

1. Изучить патогенез серповидноклеточной анемии;
2. Изучить строение обычных эритроцитов, малярийных эритроцитов и малярийных эритроцитов с мутантным гемоглобином;
3. Сравнить механизм инвазии возбудителем малярийного плазмодия в нормальный эритроцит и эритроцит больного серповидноклеточной анемией;
4. На основе анализа подтвердить или опровергнуть выдвинутую нами гипотезу.

Материалы и методы: материалы из Интернета, публикации в СМИ, аналитические материалы специалистов, справочные издания, анализ и сравнение

Основной генетический дефект при СКА заключается в точечной мутации аутосомного гена β -полипептидной цепи, вследствие чего происходит замена валина на глута-

миновую кислоту в 6-м положении β -полипептидной цепи (проиллюстрируем это на рисунке 1):

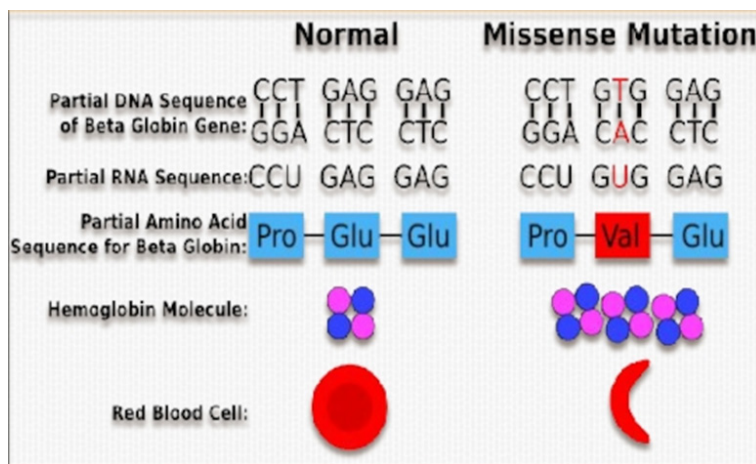


Рис. 1. Сравнение нормальных и мутантных эритроцитов

В результате появляется аномальный HbS с измененными физико-химическими свойствами. Дезоксигенированный (уже отдавший кислород) гемоглобин S имеет значительно сниженную растворимость. Известно, что HbA, лишенный кислорода, растворим вдвое меньше, чем HbA, насыщенный кислородом. Растворимость HbS при отдаче кислорода уменьшается в 100 раз. Дезоксигенированный HbS способен к полимеризации и отложению в виде нитей. Эти нити агрегируют и превращаются в продолговатые кристаллы. При микроскопии выявляются кристаллы величиной 1,5 мкм, напоминающие по форме серповидные эритроциты и исчезающие после присоединения кислорода. Эти изменения приводят к нарушению функционального состояния мембраны эритроцитов, их деформации (они обретают продолговатую форму) и гемолизу [1].

Такие мутации в гене гемоглобина присутствуют почти у 40% населения экваториальной Африки, и это не случайно: «анемичные» эритроциты каким-то образом защищают организм от малярии. Учёные из Гейдельбергского университета (Германия) в сотрудничестве с коллегами из Буркина-Фасо сравнили с помощью электронного микроскопа строение обычных эритроцитов, малярийных эритроцитов и малярийных эритроцитов с мутантным гемоглобином.

Им удалось выяснить причину того, почему малярийному плазмодию плохо живётся в серповидных эритроцитах. У нормальных красных кровяных клеток актиновые филаменты, элементы белкового скелета клетки, распределены под мембраной эритроцита. Эти очень короткие белковые нити позволяют одновременно поддерживать форму клетки и обеспечивают достаточную гибкость, чтобы протискиваться в крохотных и тесных капиллярах и отверстиях стенок сосудов. Но когда в клетку

проникает малярийный паразит, он начинает использовать цитоскелет в своих целях. Из актиновых филаментов, протянутых под мембраной, плазмодий конструирует транспортную систему, с помощью которой отправляет наружу собственный белок адгезин. Этот адгезин, переброшенный на наружную сторону мембраны эритроцитов, делает клетки крови липкими. Эритроциты слипаются и оседают на стенках сосудов: это происходит, когда паразиту на очередном этапе жизненного цикла нужно выйти из кровотока. Процесс сопровождается множественными микрососудистыми воспалениями, характерными для малярии [2].

Однако люди болеют малярией уже давно, но эволюция не стоит на месте. В мутантных клетках простейшим оказалось трудно заставить цитоскелет функционировать. Несмотря на усилия плазмодия, актиновые «мостики» не достигают мембранных везикул с адгезинами, предназначенными для наружного транспорта. Во время строительства актинового «мостика» простейшие создают длинные актиновые нити из коротких, но в клетках с мутантным гемоглобином именно такая дополнительная полимеризация актина невозможна. Это связано с особенностями структурной перестройки такого гемоглобина при связывании им кислорода.

Даже одна копия «анемичного» гемоглобина опасна для жизни *Plasmodium falciparum*, в то время как другая копия нормального гемоглобина осуществляет нормальный газообмен.

Вывод: таким образом, на основании исследования ученых, гипотеза подтверждена. Серповидноклеточная анемия действительно в своем роде является защитным механизмом организма человека от заболевания малярией, поскольку такие люди в современных условиях могут противостоять данному возбудителю.

Литература:

1. А. Н. Шапченко, Г. Г. Арабидзе, О. В. Муслимова, С. Г. Фищенко, Е. О. Скрыбина. Серповидноклеточная анемия: случай из клинической практики. М. —: Клиническая медицина, 2013.
2. Как серповидноклеточная анемия побеждает малярию. —: Российская Фармацевтика, 2011
3. Серповидноклеточная анемия — причины, симптоматика, диагностика и лечение. М. —: Медицинский справочник болезней, 2021

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Роль физической культуры и спорта в профилактике асоциального поведения молодежи и молодежного экстремизма

Варламова Нина Александровна, студент;

Клюшина Вероника Олеговна, студент;

Кормилицын Юрий Васильевич, преподаватель

Средне-Волжский институт (филиал) Всероссийского государственного университета юстиции (РПА Минюста России) в г. Саранске

В статье подчеркивается значимость физической культуры и проанализирована взаимосвязь влияния физической культуры на поведение студентов и уменьшения асоциальных проявлений. Рассмотрены основные факторы, влияющие на характер отношения студенческой молодежи к физической культуре.

Ключевые слова: физическая культура, спорт, профилактика, асоциальное поведение.

The role of physical culture and sports in the prevention of antisocial behavior of youth and youth extremism

Varlamova Nina Alexandrovna, student,

Klyushina Veronika Olegovna, student,

Kormilitsyn Yuri Vasilyevich, teacher

The Middle Volga Institute (branch) of the All-Russian State University of Justice (RPA of the Ministry of Justice of Russia) in Saransk

The article emphasizes the importance of physical culture and sports for the education of a healthy lifestyle. The interrelation of the influence of physical culture on the behavior of students and the reduction of antisocial manifestations is analyzed. The main factors influencing the nature of the attitude of students to physical culture are considered.

Keywords: physical culture, sports, prevention, antisocial behavior.

Постоянное изменение социальных характеристик, происходящее в современном обществе потребления (экономический кризис, высокая инфляция, безработица, поляризация благ общества, «отсутствие культурного единства и широкого плюрализма ценностей и норм»), приводит не только к ухудшению здоровья, обнищанию и вырождению населения, но и к различным асоциальным проявлениям, способствующим росту девиантного поведения и развитию его новых форм. По мере ухудшения экономической ситуации в стране особое значение приобретает деятельность социально-культурной и спортивной отрасли жизнедеятельности.

Количественный рост различных форм негативной девиантности (преступность, наркомания, алкоголизм, проституция, самоубийство, жестокость, полное отсутствие интереса к своему будущему) наблюдается во всех слоях общества, и особенно среди молодежи. Проблема девиантного поведения молодежи достаточно актуальна

и социально значима в современных реалиях. В результате отклонений от норм поведения разрушается мирный и привычный уклад жизни.

Человек неотделим от социальных отношений, от социальных ролей, но как субъект этих отношений он вышшеается над ними как личность, автономная от них. Молодежь является основным социально активным психологическим субъектом и поэтому от нее зависит, в какой степени происходит или проявляется социально неприемлемое поведение. В этом возрасте, когда еще не сформировалось устойчивое мировоззрение, человек особенно чувствителен к внешним воздействиям, легко воспринимает интересы и мнения окружающих, происходит изменение в сфере мотивации.

По мере того, как у молодых людей развивается девиантное поведение, положительные чувства в значительной степени ослабевают и становятся потенциалом для будущих преступлений. Девиантное поведение при-

чиняет реальный вред как самому человеку, так и окружающим его людям, т. е. Б. приводит к отрицательному отношению к обучению, снижению интеллекта, агрессивности, нетерпимости и т. д.

Профилактика различных видов девиантного поведения у обучающихся является одним из важных направлений деятельности образовательных организаций. Проблема профилактики наркомании средствами физической культуры также возникла двадцать лет назад.

Поэтому одной из самых острых и серьезных проблем, стоящих сегодня перед обществом и государством, является не только проблема здорового образа жизни современной молодежи, отвлечение ее от протестов асоциальных, но и выравнивание социальных возможностей молодежи. Девиз «Молодежь — наше будущее» становится как никогда актуальным и значимым. [3]

Говоря о законодательном регулировании данного вопроса, существует Указ Президента РФ от 24 марта 2014 г. № 172 «О Всероссийском физкультурно-спортивном комплексе «Готов к труду и обороне» (ГТО) направлен на совершенствование государственной политики в области физической культуры и спорта, создание системы физического воспитания, направленного на укрепление здоровья населения. Физическое здоровье является неотъемлемой частью здоровья психического, в том числе способствует личностному позитивному развитию [1].

Максимизация усилий самого населения неотделима от физической культуры, обеспечивающей необходимый психофизиологический потенциал для поддержания здоровья и работоспособности. Физическая культура и спорт имеют особое значение для студенческой молодежи как особой социокультурной общности, представляющей человеческий потенциал продуктивных слоев общества.

Основной смысл занятий физической культурой заключается в возбуждении стремления к ведению здорового образа жизни, предупреждении форм асоциального поведения: алкоголизма, наркомании, токсикомании, совмещении учебной деятельности и активного отдыха учащихся, иными словами, формировании культуры самосохранения.

Физическая культура и спорт играют важную роль в профилактике асоциального поведения молодежи и молодежного экстремизма. Во-первых, занятия спортом и физической культурой способствуют формированию здорового образа жизни, укреплению физического и психического здоровья, повышению самооценки и самодисциплины.

Занятия спортом способствуют проявлению социальной активности студентов, помогают более конструктивно строить их межличностные отношения как внутри, так и вне собственного социума, завоевывая тем самым широкую общественную поддержку, что в свою очередь противодействует социальному исключению студентов и снижает возможность приема психотропных средств, что означает проявления антиобщественного поведения в целом. Кроме того, возрастает потребность во вну-

тренней мотивации к учебе, которая формируется только тогда, когда занятия имеют личностный смысл, ставятся доступные (непосредственные) цели, студенты испытывают положительные эмоции при реализации мотивов и целей, во взаимоотношениях с преподавателями, с коллегами, в существующих условиях занятий, в котором происходит социальное взаимодействие, в процессе которого учащиеся «...стремятся укрепить свой образ Я, получая одобрение и определенный статус в глазах окружающих» [3].

Во-вторых, спортивные команды и клубы создают благоприятную среду для общения и социализации молодежи, что может помочь предотвратить асоциальное поведение и экстремизм. Спорт объединяет людей разных возрастов, национальностей, религий и социальных слоев, что способствует формированию толерантности и уважения к другим.

В-третьих, занятия спортом и физической культурой могут стать альтернативой для молодежи, которая склонна к асоциальному поведению и экстремизму. Спортивные достижения могут стать источником гордости и удовлетворения для молодежи, что может помочь им отказаться от негативных форм поведения.

Спорт и двигательная активность, являясь одним из структурирующих факторов здорового образа жизни, позволяющих молодому человеку реализовать свое право на общественно полезную деятельность, осуществлять активную творческую деятельность, проявить себя как личность, является отправной точкой для карьерного роста, необходимым условием для достижения высоких социальных должностей, способствует перераспределению времени в пользу досуга.

Что касается воспитательных возможностей занятий спортом, то кроме развития физических качеств у студента формируется и психологические черты личности: уверенность в собственных силах, психологическая устойчивость к стрессовым ситуациям, твердость характера, умение проявлять хладнокровие, выдержанность, уважение к партнеру, помимо этого происходит воспитание гражданско-патриотической, активной жизненной позиции, духовной нравственности, чувства долга и ответственности. Все эти качества положительно влияют и на усвоение учебных программ.

Активные занятия физической культурой и спортом способствуют здоровому образу жизни молодежи. По данным опроса студентов нашего вуза отрицательное отношение к наркотикам высказали 83,1% опрошенных, к курению — 61,7%, к спиртным напиткам 53,9% респондентов. 67,5% студентов хотят улучшить состояние своего здоровья именно с помощью занятий физической культурой и спортом. [2]

Спорт должен быть массовым и включать: студенческий спорт, прикладной профессиональный спорт, физическую культуру и спорт для укрепления здоровья, спорт для укрепления здоровья. Во многих странах мира эти сорта включены в движение «Спорт для всех», объеди-

няющее миллионы людей. В зависимости от направленности занятий общественным спортом в рамках систематических занятий решается ряд задач: воспитательные, оздоровительные, служебно-ориентированные, досуговые, оздоровительные (состояние). Основой массового спорта является студенческий спорт, ориентированный на достижение базовой физической подготовленности и оптимизацию общей физической работоспособности в системе образования и тренировки.

Массовый и, в частности, студенческий спорт является мощным объединяющим фактором, физическим и духовным совершенствованием нации, поддержанием ее в нужном социальном тоне, становлением модным и престижным, не только богатым и успешным, но и фи-

зически развитым, адекватным, порядочным и предсказуемым человеком.

Привлекая молодежь к участию в спортивной деятельности, мы достигаем главной цели — воспитать достойного преемника, способного не только изучать и закреплять лучшие традиции и достижения в области физической культуры и спорта, но и внедрять новое, современное, своевременное направление (на оздоровление нации) в повседневной жизни молодого поколения.

Таким образом, физическая культура и спорт могут стать эффективным инструментом в борьбе с асоциальным поведением и молодежным экстремизмом, помогая молодежи стать здоровыми, социально адаптированными и толерантными людьми.

Литература:

1. Указ Президента РФ от 24.03.2014 № 172 «О Всероссийском физкультурно-спортивном комплексе «Готов к труду и обороне» (ГТО)» (дата обращения: 08.05.2023)
2. Кравцов, Е. А. Исследование отношения студентов к занятиям физической культуры в УВО/Е. А. Кравцов. — Текст: электронный // NovaInfo. — 2021. — № 129. — С. 93-95. — URL: <https://novainfo.ru/article/18844> (дата обращения: 11.05.2023).
3. Бахарева, Е. В., Иванова Л. В., Коваленко Е. А. Формирование мотивации к занятиям по физической культуре школьников. //Евразийский научный журнал. — 2019. — № 7. — С. 305-309. (дата обращения: 12.05.2023).

Занятия физической культурой и спортом для студентов с различной степенью близорукости

Ильяшенко Дарья Александровна, студент
Кемеровский государственный университет

Статья рассматривает вопросы, связанные с занятиями физкультурой у студентов с миопией. Тема является актуальной из-за широкого распространения миопии среди студентов.

Ключевые слова: спорт, физкультура, миопия, близорукость, студент

Миопия — это расстройство зрения, характеризующееся нарушением фокусировки света на сетчатке глаза. Люди, страдающие высокой степенью миопии, испытывают трудности в чтении и работе с компьютером, а также плохо видят на дальние расстояния. Это может повлиять на занятия физической культурой, которые часто включают в себя элементы, требующие хорошей зрительной функции. В этой автор рассмотрит особенности занятий физической культурой у студентов, страдающих высокой степенью миопии.

В России по данным Российского общества офтальмологов, близорукость наблюдается более чем у 30% населения. Среди студентов количество тех, кто страдает миопией, может быть выше из-за длительной работы за компьютером и других видов зрительной нагрузки, связанных с учебой. К 2050 году по данным Всемирной организации здравоохранения, близорукость станет распро-

страненной в мире, более половины населения могут быть страдающими миопией. Из-за широкого распространения миопии возникают вопросы о возможности лечения этого заболевания с помощью физических упражнений, учитывая, что при лечении многих заболеваний рекомендовано заниматься физическими упражнениями. Важно отметить, что миопия имеет различные категории и степени, которые отличаются по своей тяжести. Существуют три степени миопии:

— Слабая миопия. При слабой миопии отклонение зрения составляет до -3 диоптрий. Такая степень миопии могут видеть небольшие объекты на расстоянии, но могут испытывать трудности при чтении или вождении автомобиля.

— Средняя миопия. При средней миопии отклонение зрения составляет от -3 до -6 диоптрий. Из-за такой степени миопии люди могут испытывать затруднения

при вождении автомобиля и просмотре телевизионных программ на расстоянии, а также в ориентировании в незнакомой местности.

— Высокая миопия. При высокой миопии отклонение зрения составляет более чем –6 диоптрий. Такая степень миопии является причиной возникновения трудностей при определении форм и контуров объектов даже на близких расстояниях, а также люди с данной степенью миопии могут страдать от серьезных осложнений, таких как отслойка сетчатки, глаукома, катаракта и др.

Важно понимать, что миопия является прогрессирующим заболеванием, и степень ее тяжести может увеличиваться со временем. Поэтому рекомендуется регулярно проверять зрение у врача-офтальмолога и выполнять все предписания по лечению и профилактике данного заболевания.

Студентам со слабой степенью миопии, как правило, не запрещают заниматься спортом. Однако при этом рекомендуется учитывать определенные особенности и ограничения. Например, при занятиях спортом необходимо контролировать интенсивность нагрузки и избегать чрезмерного напряжения глазных мышц. Рекомендуется выбирать такие виды спорта, как бег, ходьба, плавание, йога, теннис и другие, которые не требуют острого зрения на большие расстояния. При занятиях в тренажерном зале следует обращать внимание на правильную технику выполнения упражнений и не перенапрягать глаза при работе с компьютером или другими электронными устройствами. Также рекомендуется носить специальные очки или контактные линзы, предназначенные для коррекции зрения, чтобы уменьшить риск возможных травм глаз.

Студентам со средней степенью миопии при занятиях спортом следует избегать игр, которые требуют быстрого перемещения глаз, таких как футбол, волейбол и баскетбол. Вместо этого рекомендуется участвовать в более статических играх, таких как боулинг, гольф или керлинг. Следует избегать видов спорта, связанных с резкими изменениями высоты, таких как горные лыжи или скейтбординг. Вместо этого можно выбрать другие виды спорта, которые не требуют резких изменений высоты, такие как велосипедный спорт, лыжный бег или бег на длинные дистанции. В тренажерном зале важно не вы-

полнять упражнения, связанные с наклоном головы вниз, например, подтягиваний на брусьях или наклона головы при выполнении жима штанги лежа.

Студентам с высокой степенью миопии не рекомендуется участвовать в спортивных активностях, но рекомендуется проводить ежедневную утреннюю гигиеническую гимнастику, включающую особые упражнения для тренировки внутренних и наружных мышц глаз, с продолжительностью 8-10 минут. Некоторые упражнения, которые следует избегать для людей с высокой степенью близорукости, включают прыжки и соскоки, опорные прыжки через снаряды, кувырки и стойку на голове, упражнения на верхних рейках гимнастической стенки, прыжки с подкидного мостика, а также упражнения, требующие продолжительного напряжения зрения, например, длительная стрельба.

Физкультура представляет собой эффективный и безопасный метод лечения и профилактики миопии у больных. Регулярные физические упражнения способствуют укреплению мышц глаз, улучшению кровоснабжения глазного яблока и стимуляции адаптивных механизмов зрительного аппарата. Специально созданные комплексы упражнений для глаз, включающие различные движения глазных мышц, фокусировку на близкие и дальние объекты, плавные перемещения глаз и многие другие, могут существенно ослабить прогрессию миопии и улучшить общую остроту зрения у пациентов.

Перед началом физических упражнений для лечения миопии важно проконсультироваться с офтальмологом или специалистом по физической реабилитации. Только профессионал сможет определить оптимальный комплекс упражнений, учитывая особенности заболевания и индивидуальные потребности пациента.

Сочетание физических упражнений и иных методов лечения, таких как очковая коррекция или терапия с помощью лазера, может привести к наиболее положительным результатам в борьбе с миопией. Важно помнить, что физкультура для больных миопией должна быть регулярной и систематической, а также выполняться под наблюдением специалистов. Это поможет достигнуть наибольшей эффективности и улучшить зрение у студентов с миопией.

Литература:

1. Миопия высокой степени: все о болезни, и способах боры с ней // Элит Плюс: сайт. — URL: <https://elitplus-clinic.ru/stati/miopiya-vyisokoj-stepeni.html> (дата обращения: 05.05.22).
2. Миопия у детей: причины, лечение, профилактика // 4-я Городская клиническая больница имени Н.Е. Савченко: сайт. — URL: <https://4gkb.by/news/30/> (дата обращения: 07.05.23).
3. Близорукость (миопия) — симптомы, лечение, диагностика близорукости (миопии) — симптомы, лечение, диагностика: сайт. — URL: <https://fnkc-fmba.ru/zabolevaniya/blizorukost/> (дата обращения: 07.05.23).
4. Близорукость, или миопия — причины появления, симптомы заболевания, диагностика и способы лечения: сайт. — URL: <https://www.invitro.ru/library/bolezni/29547/> (дата обращения: 09.05.23).

Развитие скоростно-силовых способностей баскетболистов 13-15 лет

Можуло Виктория Евгеньевна, студент магистратуры
Сургутский государственный университет

Работа посвящена развитию скоростно-силовых способностей баскетболистов 13-15 лет при помощи упражнений на развитие взрывной силы. Показано, что разработанная тренировочная программа может быть эффективным средством их подготовки.

Ключевые слова: скоростно-силовые, баскетбол, взрывная сила.

Способность к максимальной концентрации мышечных и волевых усилий в минимальный отрезок времени при преодолении вертикального и горизонтального расстояний, играет очень значительную роль в процессе подготовки баскетболистов. При этом скоростно-силовые нагрузки более разносторонне и эффективно адаптируют организм к выполнению работы, создавая предпосылки для роста не только силы, но и быстроты. Поиск оптимального сочетания средств, методов и их дозировки для конкретного контингента является актуальной проблемой для тренеров. Поэтому целью данного исследования было разработать и экспериментально проверить тренировочную программу развития скоростно-силовых способностей баскетболистов 13-15 лет [1].

Для проведения эксперимента были сформированы контрольная (КГ) и экспериментальная (ЭГ) группы по 10 юношей учебно-тренировочного этапа первого года обучения по баскетболу, существенно не отличавшихся между собой по уровню физической подготовленности. КГ занималась по утвержденной учебно-тренировочной программе спортивной школы. Отличительной особенностью методики, применяемой в ЭГ, являлось применение плиометрических (прыжковых) упражнений ударным методом. Она направлена на повышение уровня межмышечной и внутримышечной координации, увеличение лабильности нервных центров и на скорость нарастания напряжения в мышечных волокнах. Тренировочная программа представлена в таблице 1 [2].

Таблица 1. Тренировочная программа для развития прыгучести ЭГ

№	Содержание	Дозировка	Методические указания
Понедельник			
1.	И. п. — стойка ноги врозь. Выпрыгивания вверх из глубокого приседа со взмахом рук вверх.	2-3 подхода по 6 повторений. Усилие максимальное. Отдых активный: бег трусцой 1-2 мин	Упражнение выполняется без паузы. Носки развернуты в стороны. Корпус прямой спина напряжена и собрана, живот подтянут. В фазе полета колени чуть согнуты. Приземляться на переднюю часть свода стопы, и опускаться полностью в присед.
2.	И. п. — стойка ноги врозь. Прыжок в длину с места на обе ноги с продвижением вперед.	2-3 подхода по 6 повторений. Усилие максимальное. Отдых активный: бег трусцой 1-2 мин	Максимальное продвижение вперед. Перед прыжком быстро отводить руки назад и выполнять взрывное движение вперед с выносом рук вперед. При приземлении сгибать коленные суставы. Приземляться на переднюю часть свода стопы, и опускаться полностью в присед.
3.	И. п. — стойка ноги врозь. Прыжки с подтягиванием коленей к груди на месте.	2-3 подхода по 8 повторений. Усилие максимальное. Отдых активный: бег трусцой 1-2 мин.	Согнуть ноги в коленных суставах. Держать руки перед собой, ладонями вниз. Выполнить взрывное отталкивание вверх, подтянуть колени к груди. Приземляться на переднюю часть свода стопы в полу-присед и сразу выполнить отталкивание.
4.	И. п. — стойка на правой (левой) ноге. 2 прыжка на правой и 2 на левой с продвижением	2-3 подхода по 8 повторений. Усилие максимальное. Отдых активный: бег трусцой 1-2 мин.	Выполнять максимальное усилие. Держать равновесие. Приземляться на переднюю часть свода стопы. Приземляться мягко. Нога в коленном суставе согнута при приземлении.
Среда			
1.	И. п. — стойка ноги врозь. Прыжки с подтягиванием коленей к груди с продвижением.	2-3 подхода по 8 повторений. Усилие максимальное. Отдых активный: бег трусцой 1-2 мин.	Согнуть ноги в коленных суставах. Держать руки перед собой, ладонями вниз. Выполнить взрывное отталкивание вверх-вперед, подтянуть колени к груди.

2.	И. п. — стойка ноги врозь. Прыжки до баскетбольной сетки с разбега.	2-3 подхода по 8 повторений. Усилие максимальное. Отдых активный: бег трусцой 1-2 мин.	Отталкивание выполнять правой или левой ногой. При выпрыгивании тянуться рукой до сетки. Приземляться на переднюю часть свода стопы. Нога в коленном суставе согнута при приземлении.
3.	И. п. — стойка на правой (левой) ноге. Прыжки с ноги на ногу с продвижением вперед.	2-3 подхода по 8 повторений. Усилие максимальное. Отдых активный: бег трусцой 1-2 мин.	Выполнять максимальное усилие. Держать равновесие. Приземляться на переднюю часть свода стопы. Приземляться мягко. Нога в коленном суставе согнута при приземлении.
4.	И. п. — стойка на правой (левой) ноге. Прыжки с ноги на ногу из стороны в сторону.	2-3 подхода по 8 повторений. Усилие максимальное. Отдых активный: бег трусцой 1-2 мин.	Выполнять прыжок с левой ноги на правую, двигаясь из стороны в сторону с максимальным усилием. Левую ногу согнуть в коленном суставе. Приземляться на переднюю часть свода стопы. Приземление мягкое. Держать равновесие. Коленный сустав правой ноги согнут. То же для левой ноги. Упражнение выполнять без паузы.
Пятница			
1.	И. п. — узкая стойка. Прыжки со скакалкой.	3 подхода по 50 повторений. Темп максимальный. Отдых пассивный: 1-2 мин.	Прыжки выполнять в максимально быстром темпе. Приземляться на переднюю часть свода стопы.
2.	И. п. — стойка ноги врозь. Спрыгивания с тумбы (40 см) в положение глубокого приседа с последующим выпрыгиванием вверх.	2-3 подхода по 6 повторений. Усилие максимальное. Отдых активный: бег трусцой 1-2 мин.	Спрыгнуть с тумбы на обе ноги в положение глубокого приседа, отвести руки назад. Оттолкнуться от земли для взрывного прыжка вытянув руки вверх. Приземляться на переднюю часть свода стопы. Подкладывается мат.
3.	И. п. — стойка ноги врозь. Запрыгивания на тумбу (40 см) без спрыгивания.	2-3 подхода по 6 повторений. Усилие максимальное. Отдых активный: бег трусцой 1-2 мин.	Из положения приседа отводим руки назад. Выполняется мощное отталкивание. Выполняется мах руками и немного подтягиваются колени к груди. Приземление должно быть мягким. На тумбе выполняется полное выпрямление коленных и тазобедренных суставов. Руки также расслабляются. После чего выполняется сход на пол и снова выполняется прыжок.
4.	И. п. — стойка ноги врозь. Прыжки через барьеры (25 см) на двух ногах с подтягиванием коленей.	2-3 подхода по 8 повторений. Усилие максимальное. Отдых активный: бег трусцой 1-2 мин.	Согнуть ноги в коленных суставах. Выполнить взрывное отталкивание вверх-вперед, подтянуть колени к груди. Приземляться на переднюю часть свода стопы в полу-присед и сразу выполнить отталкивание.

С целью контроля развития прыгучести у баскетболистов до и после эксперимента длительностью два месяца проводили контрольные испытания: «Выпрыгивания вверх с разбега со взмахом рук», «Тест реактивности», «Дроп-прыжки». Результаты исследования подвергались обработке стандартными методами математической статистики. Достоверность отличий между изучаемыми показателями определяли при помощи t-критерия Стьюдента при уровне значимости $p < 0,05$ [3, 4, 5].

Измерение результатов фиксировалось при помощи видеофиксации и обработки материалов в программе для раскадровки видео Filmora X. Разрешение записи видео 720×1280 пикселей, частота 60 кадров в секунду. После чего полученные данные переводились в мощность и относительную мощность. Результаты тестирования представлены в таблице 2.

До эксперимента результаты во всех четырех тестах в КГ и ЭГ достоверно не отличались ($p > 0,05$), составляя относительную мощность в выпрыгиваниях вверх с разбега со взмахом рук $44,38 \pm 10,5$ Вт/кг в КГ и $44,98 \pm 4,84$ Вт/кг в ЭГ, в тесте реактивности $24,99 \pm 3,72$ Вт/кг в КГ и $24,96 \pm 3,06$ Вт/кг в ЭГ, в дроп-прыжках $22,39 \pm 3,13$ Вт/кг в КГ и $23,42 \pm 3,82$ Вт/кг в ЭГ.

После эксперимента результаты КГ и ЭГ достоверно между собой не отличались, это связано с тем, что результаты улучшились и в КГ и в ЭГ, обе методики являются эффективными. Однако разработанная нами методика имеет ряд преимуществ: предупреждение травматизма, а также оптимизация тренировочного времени. Относительная мощность увеличилась в обеих группах: до $56,3 \pm 1,41$ Вт/кг в КГ и $54,48 \pm 8,6$ Вт/кг в ЭГ в выпрыгиваниях вверх с разбега со взмахом рук, до $31,69 \pm 4,1$ Вт/кг в КГ и $30,23 \pm 4,41$ Вт/кг в ЭГ в тесте реактивности,

Таблица 2. Результаты тестирования относительной мощности баскетболистов КГ и ЭГ до и после эксперимента

Тесты	Группа	До	После	p
Выпрыгивания вверх с разбега со взмахом рук (Вт/кг)	КГ	44,38±10,5	56,2±11,41	<0,05
	ЭГ	44,98±4,84	54,48±8,6	<0,05
<i>p</i>		>0,05	>0,05	
Тест реактивности (Вт/кг)	КГ	24,99±3,72	31,69±4,1	<0,05
	ЭГ	24,96±3,06	30,23±4,41	<0,05
<i>p</i>		>0,05	>0,05	
Дроп-прыжки (Вт/кг)	КГ	22,39±3,13	32,88±7,04	<0,05
	ЭГ	23,42±3,82	31,73±5,96	<0,05
<i>p</i>		>0,05	>0,05	

Примечание: *p* — достоверность различий

до 32,88±7,04 Вт/кг в КГ и 31,73±5,96 Вт/кг в ЭГ в дроп-прыжках.

Таким образом разработанная программа с применением плиометрических упражнений ударным методом может быть использована в тренировочном процессе баскетболистов первого года подготовки тренировочного этапа для развития скоростно-силовых качеств. При этом рекомендуется учитывать ряд условий:

во время выполнения плиометрических упражнений необходимо особое внимание обращать на правильную технику выполнения и избегать жесткого приземления на опору; тренировочную программу целесообразно проводить в течение 15-20 минут в середине подготовительной части тренировки; перед выполнением прыжков необходимо выполнять комплекс упражнений на укрепление коленных суставов.

Литература:

1. Вайцеховский, С. М. Книга тренера/С. М. Вайцеховский. — М.: ФиС, 2004. — 311 с.
2. Власов, А. М. Комплексный контроль физической подготовленности и морфофункционального состояния юных баскетболистов 12-15 лет: дис. канд. пед. наук/А. М. Власов. — М., 2004. — 142 с.
3. Asadi A, de Villarreal ES, Arazi H The effects of plyometric type neuromuscular training on postural control performance of male team basketball players. // J Strength Condition Res. — 2015. — № 29 (7). — P. 1870-1875.
4. Chimera NJ, Swanik KA, Swanik CB, Straub SJ Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes // J Athl Train. — 2004. — № 39 (1). — P. 24-31.
5. Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR Plyometric training in female athletes: decreased impact forces and increased hamstring torques // Am J Sports Med. — 1996. — № 24 (6). — P. 765-773.

Проблемы реабилитации после травм с повреждением сухожилий

Силкина Ольга Юрьевна, студент;
Хабибуллин Альберт Багъзанурович, старший преподаватель
Казанский государственный энергетический университет

Травмы являются неотъемлемой частью нашей жизни. И если после одних травм восстановление проходит быстро и без особых усилий, то после других требуется долгая реабилитация. В статье рассматриваются проблемы восстановления после травм с повреждением сухожилий, определяется значимость лечебной физической культуры в процессе реабилитации и приводится примерный комплекс упражнений при повреждении сухожилий кисти.

Ключевые слова: сухожилие, разрыв сухожилия, восстановление после повреждения сухожилия, лечебная физическая культура.

Наша повседневная жизнь наполнена множеством различных случайностей, причём они могут быть как позитивными, так и негативными. Позитивные случайности приносят человеку радость, в то время как негативные горе, страдания и боль. Именно в результате не-

гативных случайностей люди часто получают различные травмы: ожоги, порезы, ушибы, переломы и т.д. И если после некоторых из этих травм восстановление происходит быстро и без особых усилий, то после других нужна реабилитация (кратковременная или длительная), на-

правленная на восстановление первоначальных функций. Например, после небольшого пореза рана заживает достаточно быстро и не доставляет в последующем человеку неудобств. Однако травма с повреждением сухожилия при отсутствии реабилитации или при неправильном её проведении приводит к полной или частичной утрате первоначальных функций повреждённой конечности, в результате чего в значительной степени снижается качество жизни человека.

Сухожилие — соединительное образование, служащее для прикрепления мышц к твёрдым опорным частям организма или для скрепления их между собой [1]. Наиболее частым видом повреждения сухожилий является разрыв сухожилия.

Разрыв сухожилия — нарушение целостности сухожилия в области сгибательного или разгибательного аппарата конечностей, пальцев рук и стоп [2].

Проблема восстановления после такого вида травм заключается в необходимости восстановления не только непрерывности сухожильных волокон, но и механизма скольжения между сухожилием и смежными анатомическими структурами, такими как кости, суставы, паратенон и сухожильные оболочки. Подобно многим другим тканям сухожилия заживают путём отложения рубцовой ткани в месте повреждения, что в последующем препятствует нормальному скольжению и функционированию сухожилия. В результате такого срастания сухожилия возникают спайки, приводящие к потере движения, формированию контрактуры и функциональной инвалидности [3]. Именно поэтому в процессе восстановления после таких травм ключевую роль играет лечебная физическая культура, причём важно начинать реабилитацию как можно раньше, желательно спустя сутки после хирургического вмешательства.

Процесс восстановления после повреждения сухожилия делится на два этапа, каждый из которых направлен на выполнение определённых задач. Основной

задачей первого этапа, начинающегося через сутки после хирургического вмешательства, считается борьба с образованием спаек. Основной задачей второго этапа, начинающегося после снятия повязки, восстановление первоначальных функций.

В зависимости от вида повреждённого сухожилия подбирается комплекс упражнений. Однако все они направлены на укрепление мышц и восстановление первоначальных функций.

Одними из распространённых травм с повреждением сухожилий являются травмы с повреждением сухожилий кисти, так как кисти являются нашим главным инструментом для выполнения различных действий. В результате чего риск получить травму достаточно велик. Комплекс упражнений, направленных на восстановление первоначальных функций после травм с повреждением сухожилий кисти включает следующие упражнения:

- сгибание и разгибание пальцев кисти;
- сгибание и разгибание кистей в лучезапястном суставе;
- отведение-приведение пальцев кисти;
- круговые движения в лучезапястном суставе;
- круговые движения в локтевых суставах;
- упражнения с мячом;
- упражнения с резинкой [4].

Выполнение этих простых упражнений позволяет практически полностью восстановить функции кисти в целом и каждого пальца в отдельности, что является важным для обеспечения качества жизни человека.

В заключение можно сделать вывод: основным видом реабилитации после травм с повреждением сухожилий, наряду с физиотерапией, массажем и рефлексотерапией, является лечебная физическая культура [5], так как благодаря выполнению определённых физических упражнений значительно увеличивается вероятность полного восстановления первоначальных функций.

Литература:

1. Сухожилие // Академик. Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/brokgauz_efron/98583/Сухожилие?ysclid=lhk4u6tz4z419743459.
2. Разрыв сухожилия — симптомы и лечение // ПРОБОЛЕЗНИ. Режим доступа: <https://probolezny.ru/razryv-suhozhiliya/?ysclid=lhk50l6iyg23915560>.
3. Щербак, С.Г. Регенеративная реабилитация при повреждениях сухожилий/С.Г. Щербак, С.В. Макаренко, О.В. Шнейдер, Т.А. Камилова, А.С. Голота // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2021. № 2. с. 192-206.
4. Пальченко, А.П. Физическая реабилитация пациентов после оперативного лечения контрактуры Дюпюитрена/А.П. Пальченко, Н.П. Локотникова, О.В. Шакирова // Молодой учёный. 2020. № 8. с. 262-265.
5. Бобунов, Д.Н. Лечебная физкультура после хирургического восстановления сухожилий пальцев кисти/Д.Н. Бобунов, Д.С. Бондаренко, Д.Д. Шалишева, М.А. Ткачук, Д.А. Морозов // Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования. 2022. № 2. с. 20-22.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 20 (467) / 2023

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 31.05.2023. Дата выхода в свет: 07.06.2023.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.