

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



52 2023
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 52 (499) / 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 *Святослав Николаевич Фёдоров* (1927–2000), советский и российский офтальмолог, глазной микрохирург, один из участников внедрения радиальной кератотомии, Герой Социалистического Труда, заслуженный изобретатель СССР.

Святослав Николаевич родился 8 августа 1927 года в г. Проскурове (ныне Хмельницкий, Украина) в семье командира дивизии Красной Армии. Его отец был репрессирован в 1938 году и приговорен к 17 годам лагерей.

После окончания школы в 1943 году Святослав поступил в Ереванское подготовительное артиллерийское училище. В 1944 году был переведен в 11-е подготовительное училище ВВС, однако не смог его закончить, так как в 1945 году в результате несчастного случая потерял ступню. В 1952 году окончил в г. Ростове-на-Дону медицинский институт.

В 1958 году защитил кандидатскую диссертацию, в 1967 году — докторскую. Работал врачом в станице Вешенская Ростовской области и в г. Лысьве Свердловской области. С 1958 года заведовал клиническим отделением в Чебоксарском филиале Государственного института глазных болезней имени Гельмгольца.

В 1960 году Фёдоров создал искусственный хрусталик и провел экспериментальную операцию по его имплантации. Но в результате конфликта с директором филиала Святослав Николаевич был уволен, а его исследования были объявлены ненаучными. Однако после публикации в «Известиях» статьи Анатолия Аграновского о результатах по вживлению искусственного хрусталика Фёдоров был восстановлен на работе. Эта публикация помогла еще и созданию научной лаборатории. С 1961 по 1967 год Святослав Фёдоров работал в Архангельске заведующим кафедрой глазных болезней мединститута, затем был переведен в Москву и возглавил кафедру глазных болезней и проблемную лабораторию по имплантации искусственного хрусталика в 3-м Московском медицинском институте. В 1969 году ученый занялся имплантацией искусственной роговицы. В 1973 году впервые в мире провел операцию по лечению глаукомы на ранних стадиях: разработал метод глубокой склерэктомии, впоследствии получивший международное признание.

В 1974 году возглавляемая Святославом Фёдоровым лаборатория отделилась от института и получила название Московской научно-исследовательской лаборатории экспериментальной и клинической хирургии глаза Министерства здравоохранения РСФСР. В том же году Святослав Фёдоров начал проводить операции по лечению и коррекции близорукости нанесением передних дозированных надрезов на роговицу по разработанной им методике. Эта методика впоследствии широко применялась в клинике Фёдорова и ее филиалах, а также за рубежом.

В 1979 году на базе лаборатории был создан Институт микрохирургии глаза, директором которого стал Святослав Фёдоров.

В период перестройки клиника С. Фёдорова продолжала развиваться. В апреле 1986 года на базе института был создан Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза».

Святослав Фёдоров вел активное строительство филиалов МНТК по всей стране (всего открыто 11 филиалов) и за рубежом (в Италии, Польше, Германии, Испании, Йемене, ОАЭ), оборудовал морское судно — офтальмологическую клинику «Петр Первый», плавающее по Средиземному морю и Индийскому океану.

В апреле 1995 года Святослав Николаевич Фёдоров был избран действительным членом Российской академии медицинских наук (РАМН). Являлся членом-корреспондентом Российской академии наук (РАН), действительным членом Российской Академии естественных наук (РАЕН), ряда зарубежных академий.

Под руководством академика Святослава Фёдорова подготовлено и защищено несколько десятков докторских и кандидатских диссертаций. Он автор более 180 изобретений.

В 1989–1991 годах Святослав Николаевич был народным депутатом СССР. Активно занимался политической агитацией. Являлся членом редакционной коллегии журнала «Огонёк». В январе 1995 года создал и возглавил Партию самоуправления трудящихся (ПСТ), стоявшую на социал-демократических позициях.

В 1996 году выдвигал свою кандидатуру на выборах Президента России, где набрал 0,92 % голосов, заняв шестое место.

Второго июня 2000 года Святослав Фёдоров погиб в авиакатастрофе: принадлежавший клинике вертолёт «Еврокоптер Газель», на котором Фёдоров возвращался с конференции из Тамбова, рухнул на пустырь в районе Братцева, близ МКАД. На борту находились четыре человека: сам Фёдоров и его пилот Анатолий Лобов, штурман Анвер Хусаинов и инженер МНТК «Микрохирургия глаза» Александр Спиридонов. Все четверо погибли. По заключению МАК, причиной авиакатастрофы стала техническая неисправность вертолёта.

Выдающийся офтальмолог похоронен на сельском кладбище деревни Рождественно Мытищинского района. На месте гибели Фёдорова построена часовня.

Имя Святослава Фёдорова носят МНТК «Микрохирургия глаза», многопрофильный медицинский центр в Москве, а также парк имени Святослава Фёдорова в Москве и Фёдоровский сквер в Санкт-Петербурге. В его честь названы улицы в Калуге, в Москве, Пыть-Яхе, Чебоксарах и Ростове-на-Дону. В 1993 году в честь Фёдорова был назван астероид (4371) Фёдоров, открытый 10 апреля 1983 года советским астрономом Л. И. Черных.

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Валяева В. А.

Новая противообледенительная система, сочетающая тепловую расширительную пленку и электрический нагреватель несущего винта вертолета.....1

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Абдрахманов С. И.

Системы охраны периметра. Общие требования к периметральным системам 4

Аннамырадова Б. М., Акыев Д. Б., Бабаев Д. Д., Бердиева А. М., Какаева М. В.

Создание базы данных 6

Воротников И. С.

Исследование активности головного мозга методом вызванных потенциалов7

Заикин Д. А.

Устройство для полевой диагностики антенно-волноводных систем. Проблема приобретения устройств10

Рахманова Ш. К., Алиева А. М., Довранмырадова М., Куллаева О. Г., Оразмамедова А. Б.

Построение безопасных криптографических систем 12

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Воробьева К. А.

О подходе к моделированию высокопрочного бетона 14

Воробьева К. А.

О верификации экспериментальных данных с результатами численного моделирования (обзор зарубежного опыта) 17

Гришин Д. И.

Вариант реализации регистратора времени простоя станка..... 21

Ефимова Е. Э.

Сравнение работы производственной котельной на разных видах топлива..... 24

Любимов П. В.

Исследование влияния углов вращения и пропусков поверхности кольцевого оребрения на параметры интенсификации теплообмена ... 27

Мансуров Т. Д.

Разработка критериев выбора подвижного состава для организации высокоскоростного движения в условиях железных дорог Казахстана (обзор) 31

Николаева Е. В.

Барьеры развития вертикальных ферм38

Себельдин А. С.

Необходимость краткосрочного прогнозирования энергопотребления объектов нефтегазодобычи42

Себельдин А. С.

Повышение точности краткосрочного прогнозирования энергопотребления с учетом использования математических моделей44

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Веселовский И. Е.

Внедрение 4D-моделирования в практику деятельности строительной организации.....46

Маньков А. А.

К вопросу методики определения критериев капитального ремонта и реконструкции объектов капитального строительства в части замены несущих строительных конструкций.....48

МЕДИЦИНА

Стяжкина С. Н., Федотова Т. С., Мансурова Л. В., Сатдарова А. Р.

Особенности диагностики и лечения острого холецистита у мужчин..... 51

Фадеева М. Н., Фадеева О. А., Фадеев Н. В.

Морфологические и клинические предпосылки для разрыва матки. Клинический случай53

Фаттахова Ю. Э.

Уровень витамина D и магния среди пациентов с хронической обструктивной болезнью легких55

ЭКОЛОГИЯ

Ивахина К. А.

К вопросу утилизации и переработки отходов..... 60

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Рахманов Н. И.

Обзор основных особенностей переработки агропромышленных отходов 62

ФИЗИКА

Новая противообледенительная система, сочетающая тепловую расширительную пленку и электрический нагреватель несущего винта вертолета

Валяева Виктория Александровна, студент
Пензенский государственный университет

Разработана новая противообледенительная система, сочетающая тепловую расширительную пленку и электрический нагрев несущего винта вертолета на основе композиционных материалов. Устройство устанавливается на поверхности зоны обледенения несущего винта вертолета. Изобретение может удовлетворять требованиям антиобледенения при различных плохих погодных условиях и различных условиях замерзания.

Ключевые слова: композиционные материалы, несущий винт вертолета, противообледенительная система, нагревательная расширительная пленка, электронагревательная противообледенительная система.

Вертолет представляет собой своеобразное специальное транспортное средство на несущем винте управления горизонтальным и вертикальным движением. По сравнению с другими летательными аппаратами вертолет обладает уникальными техническими характеристиками: роторная система, трансмиссия и вертолетный двигатель. Эти три части являются основными конструкциями вертолетов для обеспечения динамики полета, подъемной силы и двигательной техники [1]. Когда вертолет летит на большой высоте или в облаках, содержащих переохлажденные капли воды, на наветренной поверхности вертолета, такой как несущий винт, хвостовой винт и входное отверстие двигателя, будет появляться обледенение [2].

После десятилетий опыта в авиационных исследованиях изучение метеорологической обстановки обледенения самолетов было очень важным, актуальным в стране и за рубежом. Ниже приводится краткое описание метеорологических параметров, влияющих на характеристики обледенения вертолета, особенно лопастей несущего винта вертолета. Явление обледенения в атмосфере — это природное явление, на которое влияют многие факторы [3]. Основным фактором является температура окружающей среды.

При температуре от -5°C до -40°C (до -80°C в облаке кристаллов льда) будет возникать обледенение (для воздушных компонентов силовой установки самолета и карбюратора). В температурный диапазон облаков при наличии более или менее холодных капель воды самолет будет наращивать обледенение на поверхности.

Основными методами антиобледенения являются термическое антиобледенение, механическое антиобле-

денение и новые материалы антиобледенения [4]. Основным недостатком электрического теплосъема является большой расход электроэнергии, а проблема механического антиобледенения в основном заключается в разрушении поверхности ротора. Супергидрофобный антиобледенительный материал — это новая ориентация в этой области, в то время как основная проблема заключается в износостойкости этих новых материалов. Целью изобретения является предложение нового типа несущего винта вертолета с тепловым расширением пленки и электрическим нагревом комбинированной противообледенительной системы, а также путем теоретического анализа и анализа фактического состояния вертолета перейти к инновационной конструкции. Кроме того, учитывая ограниченность пространства секции несущего винта вертолета, воздушную энергию, рабочее состояние несущего винта и сложность окружающего поля потока, разработана новая противообледенительная система для несущего винта вертолета.

Разработанная в данной работе противообледенительная система включает в себя тепловую расширительную пленку, воздушный компрессор для горячего газа двигателя, воздушную инфляционную пленку, обратный клапан, насосный вакуумный насос для закрытия расширительной пленки горячего газа, манометр для измерения контура горячего воздуха, трубопровод передачи горячего газа и датчик обледенения для определения толщины льда ротора [5]. Выход воздушного компрессора и расширительная пленка горячего газа соединены обратным клапаном в контуре заправки газа.

Как показано на рис. 1, воздушный контур управления расширительной мембраной горячего газа проти-

вооблденительной системы установлен в верхней части двигателя вертолета, что благоприятно для сбора и утилизации высокотемпературных и высоконапорных хвостовых газов двигателя. Когда система антиобледенения пленки расширения горячего газа начинает работать, выхлопные газы двигателя с высокой температурой и высоким давлением проходят через воздушный фильтр [5]. Затем воздух высокой температуры и высокого давления нагнетается давлением компрессора и передается на тепловую расширительную мембрану, установленную на поверхности ротора через канал трубопровода горя-

чего воздуха, установленный в валу ротора. Когда система антиобледенения пленки расширения горячего газа остановится, чтобы работая, вакуумный насос открывался и выпускал газ из расширительной пленки воздуха. Два контура закрыты обратным клапаном, чтобы гарантировать, что все давление воздуха и давление контролируются манометром. Воздушный фильтр в пневматическом контуре управления предназначен для предотвращения попадания примесей в хвостовой газ двигателя в пневматический контур, которые разрушили бы воздушный фильтр [6].

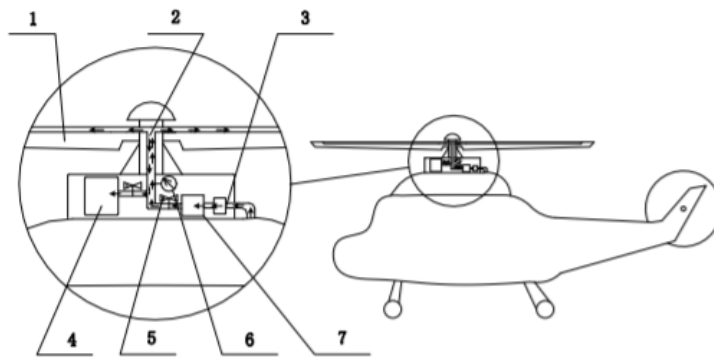


Рис. 1. Принципиальная схема установки положения контура управления воздушным потоком
1 — Ротор; 2 — Канал горячего воздуха; 3 — Воздушный фильтр; 4 — Вакуумный насос; 5 — Обратный клапан;
6 — Манометр; 7 — Воздушный компрессор

Когда надутая горячим воздухом мембранная антиобледенительная система работает, канал пленки теплового расширения заполняется горячим воздухом. Затем пленка теплового расширения быстро расширяется, и площадь поверхности льда сбивается вниз. После антиобледенения тепловая расширительная пленка держится надутой около 0,5 с, так что поверхность горячего воздуха надутой пленки достигает высокой температуры [7]. Наконец, пленка теплового расширения быстро сжималась, чтобы сохранить первоначальную поверхность профиля. Датчик льда определяет толщину льда и, когда он достигает заданных требований, пленка снова быстро надувается. Возвратно-поступательное движение рабочего цикла, в конечном счете, достигается антиобледенительный эффект ротора. Тепловое расширение и сжатие открытая инфляция мембраны обратно к исходному рабочему периоду аэродинамического профиля составляет 1 с, что является коротким для обеспечения того, чтобы поле поверхностного потока ротора и подъемная сила ротора не были затронуты.

Тепловая расширительная пленка и электрический нагрев, сочетающие антиобледенительный компонент, представляют собой своего рода систему, сочетающую механическое противогололедное и теплопередающее противогололедное покрытие [7]. Необходимо учиты-

вать конвективный теплообмен во внешнем поле потока. Поэтому уравнения управления потоком в поле потока выражаются следующим образом.

Модель рассчитана по алгоритму многопольной связи физических полей и рассмотрено влияние поля оттока на теплопередачу. Установлена система защиты ротора от обледенения. Сетка конечно-элементной модели делится на конечно-элементную модель. В зависимости от состояния внешней среды несущего винта вертолета задаются граничные условия и используется простой алгоритм.

Предложена новая противообледенительная система, сочетающая в себе тепловую расширительную пленку и традиционные методы электронагрева против обледенения. Расширительная пленка и грелка устанавливаются в разных антиобледенительных зонах. Анализ показывает, что противообледенительная система эффективно снижает энергозатраты вертолета на противообледенительную систему.

Новая антиобледенительная система объединила в себе преимущества терморасширяющей пленки и электрического нагрева. Устройство не только может улучшить эффективность антиобледенения, но также он может эффективно снизить потребление энергии антиобледенения в воздухе.

Литература:

1. Stallabrass, J., and Price, R. On the Adhesion of Ice to Various Materials// National Research Council Canada, Ottawa, July 1962. Pp. 199-219;
2. Мазин, И. П. Физические основы обледенения самолетов. М.: Гидрометеиздат, 1957. с. 25-26;
3. Martin, C. A., and Putt, J. C. Advanced Pneumatic Impulse Ice Protection System (PIIP) for Aircraft// Journal of Aircraft, Vol. 29, No. 4, 1992. Pp. 714-716;
4. Scavuzzo, R. J., Chu M. L., and Kellackey, C. J. Impact Ice Stress in Rotating Airfoils// Journal of Aircraft, Vol. 28, No. 7, July 1991. Pp. 450-455;
5. Gent, R. W., Dart, N. P., and Candsdale, J. T. Aircraft Icing// Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A: Mathematical and Physical Sciences, Vol. 358, 2000. Pp. 2873-2911;
6. Тенишев, Р. Х., Строганов Б. А., Савин В. С. и др. Противообледенительные системы летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1967. с. 320;
7. Bascom, W., Cottingham R., and Singletery, C. Ice Adhesion to Hydrophilic and Hydrophobic Surfaces// Journal of Adhesion Science and Technology, Vol. 1, Oct. 1969. Pp. 246-263.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Системы охраны периметра. Общие требования к периметральным системам

Абдрахманов Санат Иранбекович, студент

Научный руководитель: Аверченко Артем Павлович, старший преподаватель

Омский государственный технический университет

В статье автор исследует системы охраны периметра, общие требования к периметральной системе.

Ключевые слова: периметральная граница, безопасность, видеонаблюдение.

Охрана периметра и охранные системы занимают важное место в обеспечении охраны объектов различного назначения. К таким объектам относятся промышленные объекты, объекты повышенной опасности (химические предприятия), склады, ангары, пакгаузы, дачные участки, офисы, предприятия, иностранные посольства, государственные учреждения и т. д. Система охраны периметра позволяет фиксировать любые попытки проникновения на объект с первого раза. Современное оборудование является одним из наиболее эффективных средств защиты от несанкционированного проникновения (задолго до того, как злоумышленник достигнет критических зон), поскольку оно своевременно оповещает сигналами тревоги. В сочетании с другими системами охрана периметра имеет важное значение для обеспечения безопасности жизни и имущества.

Системы охраны периметра выполняют задачу обнаружения злоумышленников. Системы охраны периметра являются наиболее эффективным средством защиты от несанкционированного проникновения злоумышленников на территорию охраняемых объектов. При выборе и проектировании системы охраны периметра учитывается множество факторов: тип ограждения, рельеф местности, пересеченная местность, возможность выделения зон отчуждения, наличие растительности, близость железных дорог, автомагистралей и наличие линий электропередач.

На сегодняшний день технические средства защиты весьма разнообразны и в целом весьма эффективны. Однако большинство из них имеют существенный недостаток, который не позволяет заблаговременно зарегистрировать сигналы о вторжении на территорию объекта. Такие системы ориентированы на обнаружение злоумышленников, которые уже проникли на охраняемую территорию или в здание. Простым примером этого является система охранного видеонаблюдения. Системы охранного видеонаблюдения часто используют устройства видеоза-

писи для подтверждения факта вторжения только после того, как вторжение уже произошло. Фактором, определяющим эффективность системы безопасности, является минимизация этого временного интервала, что является привлекательностью системы охраны периметра. Система охраны периметра выполняет задачу обнаружения и задержания злоумышленников. Другая задача заключается в обеспечении того, чтобы нарушители не совершали противоправных действий.

Периметральная граница — лучшее место для раннего обнаружения вторжений. Злоумышленники взаимодействуют в первую очередь с физическими границами, создавая помехи, которые могут быть зарегистрированы специальными детекторами. Будь то забор в виде металлической решетки, вы можете преодолеть его; будь то стена или барьер, вы можете преодолеть его сверху; ну а если это открытая местность, вы можете пересечь ее. Таким образом, устанавливая физический контакт между злоумышленником и окружающей средой, вы получаете возможность обнаружить это вторжение электронным способом. Кроме того, оно находится на первой линии защиты — периметре.

Таким образом, система охраны периметра может подать сигнал тревоги задолго до того, как злоумышленник сможет проникнуть в особо важную зону охраняемого объекта.

- провести анализ угроз;
- оценить объект с точки зрения его диверсионной привлекательности;
- оценить сумму возможного ущерба.

Несомненно, необходимо учесть степень сложности охраны периметра, которая зависит от следующих факторов:

- конфигурации забора, если таковой имеется;
- площади территории, прилегающих к внешнему ограждению территорий;

— наличия в ее пределах деревьев, транспортных проездов, особенностей рельефа.

Но на данный момент технологии безопасности настолько разнообразны, что позволяют организовать эффективную охрану периметра без предварительной зачистки запретных зон и границ.

Системы защиты и охраны периметра занимают ведущее место в обеспечении охраны объектов различного назначения.

К типовым решениям охраны периметра относятся следующие системы:

— системы охраны периметра на промышленных объектах;

— системы охраны периметра коттеджных участков;

— системы охраны периметра объектов повышенного риска (к примеру, охрана периметра химического предприятия);

— системы охраны периметра складов, ангаров, хранилищ;

— системы охраны периметра иностранных посольств, фирм, офисов, госучреждений и другие.

Охрану периметра обычно рекомендуется использовать в сочетании с другими системами безопасности (видеонаблюдение, охранная сигнализация и т. д.), и она будет наиболее эффективной, поскольку средства безопасности перекрывают недостатки друг друга. Системы охраны периметра должны легко интегрироваться с другими системами безопасности, особенно с системами видеонаблюдения.

Существуют общие требования к периметральным системам, к ним относятся следующие:

— возможность раннего обнаружения нарушителя до его проникновения на объект;

— точное следование контурам периметра, отсутствие «мертвых» зон;

— по возможности скрытая установка датчиков системы;

— устойчивость к электромагнитным помехам — грозовые разряды, источники мощных электромагнитных излучений и тому подобное;

— невосприимчивость к внешним факторам «нетривиального» характера — промышленные помехи, шум проходящего рядом транспорта, мелкие животные и птицы;

— независимость параметров системы от сезона (зима, лето) и погодных условий (дождь, ветер, град и так далее).

Системы охраны периметра должны обладать максимально возможной чувствительностью для обнаружения опытных злоумышленников. В то же время система должна обеспечивать как можно более низкую вероятность ложных срабатываний. Причины ложных тревог могут быть разными. Например, система может среагировать при появлении птиц или мелких животных в защитной зоне. Сигнал тревоги может появиться в случае сильного ветра, града или дождя. Кроме того, ложные срабатывания могут возникать по «техническим» причинам. Неграмотная установка датчиков на заборе, неправильная конфигурация электронных компонентов или просто ненадлежащее техническое состояние самого забора. Охрана периметра — один из наиболее эффективных способов обеспечения безопасности объектов. Это связано с тем, что охрана периметра может препятствовать въезду людей и автомобилей на территорию объекта, что может нанести ущерб жизни и здоровью людей. Однако, чтобы периметральная система была эффективной, необходимо соблюдать предельные требования:

— надежность и стабильность работы системы. Периметральная система должна работать надежно и стабильно в любых условиях.

— быстрый отклик на возникшую угрозу. Система должна быстро реагировать на возникшую угрозу и предупредить об этом охранную службу.

— возможность интеграции с другими системами безопасности. Периметральная система должна быть совместима с другими системами безопасности, такими как видеонаблюдение, контроль доступа и т. д.

— простота управления и обслуживания. Система должна быть простой в управлении и обслуживании, чтобы минимизировать возможность ошибок и сбоев.

— соответствие стандартам безопасности. Периметральная система должна соответствовать стандартам безопасности и правилам эксплуатации.

В целом, охрана периметра является эффективным способом обеспечения безопасности объекта, при условии соблюдения вышеуказанных требований.

Литература:

1. Ларин, А.И. Технические системы безопасности. Охрана периметра: целесообразность и эффективность // Специальные системы. — 2004. — № 2 // Электронная версия на сайте <http://bumerang.pnov.ru/articles/guardobject/practicabilityguardperimeter/>.
2. Ларин, А.И. Охрана периметра: целесообразность и эффективность // Все о вашей безопасности. — 2004. — № 2
3. Варнеев Николай. Системы охраны периметра — задачи и проблема выбора. Компания «НИКИРЭТ» // БДИ. — 2006. — № 2 март-апрель // Электронная версия на сайте <http://articles.security-bridge.com/articles/104/11724/>.

Создание базы данных

Аннамырадова Бягуль Мыратбердыевна, преподаватель;
Акыев Дайанч Бегенджович, студент;
Бабаев Дидар Дядебаевич, студент;
Бердиева Айджерен Максадовна, студент;
Какаева Майса Ватановна, студент
Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад)

Ключевые слова: база данных, обработка данных.

База данных, как следует из названия, представляет собой набор информации, к которой можно получить доступ при необходимости. Любой набор данных нельзя назвать базой данных.

База данных (БД) — совокупность взаимосвязанных организованных данных, предназначенных для длительного хранения, регулярного использования и обновления в памяти компьютера и на внешних носителях информации.

Представим себе школьную базу данных. Вся информация о школе хранится в базе данных:

- адрес школы;
- руководители школ;
- список студентов;
- даты рождения;
- адреса проживания;
- его занятия;
- оценки, полученные по курсам;
- проведенные уроки;
- информация о преподавателях;
- сведения о родителях, обучающихся;
- сведения об учащихся, окончивших школу, по годам;
- номера телефонов и т. д.

Данные обычно представляются в нескольких моделях: иерархическом, сеточном и табличном (реляционном) форматах. Таким образом, МБ — это база данных, и благодаря современному управлению созданной МБ существует специальное программное обеспечение для работы с МБ, называемое системой управления базами данных (MBDS).

MBDS — это программное обеспечение, которое позволяет пользователям создавать МБ и получать к ним доступ.

Обработка данных делится на централизованные и распределенные методы. Централизованная разработка ведется на одном ПК вычислительной системы МБ. В распределенном режиме МБ может храниться на любом компьютере вычислительной системы, он доступен всем компьютерам.

В настоящее время разработаны и развиваются MBDS, такие как MySQL, Oracle, DB2, FoxPro, InterBase и другие с более широкими возможностями. Разработка МБ состоит из двух этапов:

- проектирование МБ;
- Создать МБ.

Процесс проектирования включает в себя:

- систематический анализ предметной области;
- анализ данных и моделирование данных.

Создание МБ осуществляется в рамках MBDS и состоит из:

- Проектирование структуры МБ;
- Заполнение МБ данными.

Первый шаг в проектировании делается на бумаге. Второй этап выполняется на компьютере.

Создание набора данных представляет собой перенос используемых на бумаге документов на магнитный диск персонального компьютера. Обычно записи файла состоят из полей, а каждая запись состоит из нескольких строк. Поля аналогичны столбцам, а записи — строкам стандартного документа.

Для работы с системой управления базами данных Visual Foxpro необходимо сначала запустить программу. Запуск этой программы аналогичен запуску любой другой программы. Таким образом, на экране дисплея персонального компьютера появится окно операционной системы Visual Foxpro. В этом окне находится основная строка меню программы, инструментальные клавиши для быстрого выполнения задач, с их помощью можно выполнять некоторые операции над ранее существовавшими объектами.

Команда APPEND используется для вставки дополнительных записей. Для ввода дополнительных записей ему необходимо сначала открыть группу A41 с помощью команды USE A41. Если выдается команда USE, никаких видимых действий не выполняется, только системный вызов появляется в следующей строке экрана. Это означает, что он готов выполнить следующую команду. Таким образом, все последующие команды выполняются над открытым набором данных A41.

Ввод информации на экран дисплея после команды «Добавить». Если записи вставляются во вновь созданный набор данных, то номер записи равен 1. Слева от этого представления находятся имена полей, а справа от каждого имени поля — прямоугольник. Длина этих прямоугольников равна длине, введенной вначале. Курсор находится в первой позиции прямоугольника 1. Записи вводятся последовательно. Enter используется для перехода к следующему полю после заполнения одного поля. Если во время ввода данных вводится последний символ в прямоугольнике, курсор автоматически перемещается

в первую позицию следующего прямоугольника. Если нажать Enter после заполнения последнего поля, запись для Студента 1 будет завершена. Остальные записи можно вводить таким же образом. При вводе данных не забывайте писать дату по порядку, то есть ММ/ДД/ГГ. Если месяц и дата поменяются местами, например, 26.04.78 вместо 26.04.78, на дисплее в командной строке появится сообщение об ошибке: Неверная дата. Эту ошибку потом можно исправить. Но система не всегда улавливает ошибку при вводе даты, например, 02.11.78 и 11.02.78 — две возможные даты. Поэтому следует быть внимательным при вводе записей.

Литература:

1. Брой, М. Информатика. Основополагающее введение: В 4 ч. Ч. 1. — М.: Диалог-МИФИ, 2006.
2. Брукшир Дж. Введение в компьютерные науки. — М.: Диалог-МИФИ, 2006.

Исследование активности головного мозга методом вызванных потенциалов

Воротников Иван Сергеевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Томилов Иван Николаевич, кандидат технических наук, доцент
Новосибирский государственный технический университет

В этой статье рассматривается определение вызванных потенциалов (ВП), их роль в нейрофизиологических исследованиях, а также описывается система «Генератор стимулов», которая была разработана для проведения экспериментов по изучению активности головного мозга.

Ключевые слова: вызванные потенциалы, внешний стимул, электроэнцефалограмма (ЭЭГ), генератор стимулов

Вызванные потенциалы (ВП) представляют собой нейрофизиологические реакции на внешние стимулы и регистрируются с помощью специализированных методов, таких как электроэнцефалография (ЭЭГ) или магнитоэнцефалография (МЭГ). Во время записи испытуемые подвергаются воздействию контролируемых сенсорных стимулов, соответствующих интересующей их модальности, таких как зрительные, слуховые или соматосенсорные стимулы [1, с. 289]. Возникающие при этом электрические сигналы нервной системы улавливаются оптимально расположенными электродами на коже головы или в других соответствующих анатомических точках. Затем эти сигналы усиливаются и обрабатываются для повышения отношения сигнал/шум, например, с помощью такого метода, как усреднение сигнала. Этот тщательный процесс позволяет выделить специфические паттерны реакции, связанные с предъявляемыми стимулами. После обработки сигнала дальнейший анализ включает в себя идентификацию отдельных компонентов, например, P100 в зрительных вызванных потенциалах (ЗВП), N100 в слуховых вызванных потенциалах (СВП) [1, с. 290]. Амплитуда и латентность этих компонентов служат количественными показателями, отражающими целостность и эффективность путей сенсорной обработки.

При заполнении текста возможна ошибка, для исправления этой ошибки используются клавиши управления, то есть достаточно переместить курсор не в то место и нажать правильный символ. Иногда символы необходимо удалить или вставить. Клавиша Del используется для удаления символа в поле. Для этого вам нужно подвести курсор к персонажу, который вы хотите удалить, и нажать клавишу Del, также можно нажать несколько раз, в этом случае последовательность символов слева от символа, на котором стоит курсор, удаляется.

End используется для завершения ввода данных. Если используется Esc, изменения не сохраняются.

Клиническое применение вызванных потенциалов (ВП) распространяется на диагностическую сферу, позволяя получить более глубокое представление о неврологических заболеваниях и служа бдительным дозорным при хирургических вмешательствах. Помимо диагностики, ВП позволяют выявлять нарушения в работе коры головного мозга. Во время операций, затрагивающих критические нейронные структуры, такие как спинной мозг или ствол головного мозга, непрерывная оценка ВП обеспечивает сохранение неврологических функций. Мониторинг изменений ВП в режиме реального времени позволяет оперативно выявить надвигающийся неврологический компромисс и своевременно принять меры для смягчения возможных неблагоприятных исходов.

Несмотря на неоценимую пользу, которую приносят вызванные потенциалы (ВП), присущие им проблемы заставляют задуматься о совершенствовании и будущем развитии. Главная проблема заключается в присущей записи ВП вариативности, обусловленной такими факторами, как индивидуальные различия в анатомии и физиологии [6, с. 118]. Эта изменчивость требует тщательного подхода к стандартизации для повышения надежности и воспроизводимости данных ВП.

Будущие направления исследований ВП предполагают развитие технологий и расширение клинического применения. Технологические инновации, такие как высокоплотные электродные решетки и усовершенствованные алгоритмы обработки сигнала, обещают повысить пространственное и временное разрешение записей ВП. Эти инновации призваны раскрыть более тонкие детали нейронных ответов, обеспечивая более полное понимание сенсорной и когнитивной обработки. Расширение клинического репертуара ВП предполагает поиск новых применений за пределами традиционной неврологии. Включение оценки ВП в такие области, как психиатрия и реабилитационная медицина, расширяет сферу потенциальных диагностических и терапевтических возможностей. Кроме того, в последние годы этот метод активно интегрируется в разработки по управлению техникой силой мысли при помощи интерфейсов мозг-компьютер (brain-computer interface — BCI). Это открывает новые перспективы не только в медицинской практике, но и в областях, связанных, например, с технологиями виртуальной реальности.



Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов системы для исследования активности мозга

Для стимулирования активности мозга были реализованы три простых эксперимента на генерацию зрительных и слуховых стимулов:

«Геометрическая фигура» — в случайной последовательности показывается зелёный или красный круг. При появлении зелёного круга следует нажать клавишу «пробел», при появлении красного круга ничего делать не требуется.

«Арифметические вычисления» — случайным образом формируется задание на простые арифметические вычисления с результатом не превосходящим 100. Необходимо вычислить результат: если он получился чётным, следует нажать клавишу «пробел», в противном случае ничего делать не требуется.

«Род существительного» — в случайном порядке воспроизводятся звуковые файлы с существительными. Необходимо определить род существительного: если он получился мужским, следует нажать клавишу «пробел», в противном случае ничего делать не нужно.

Перед началом эксперимента в окне настройки задаются параметры экспериментов, пример параметров для эксперимента «Геометрическая фигура» представлен на рисунке 2.

После старта эксперимента в соответствии с выбранным сценарием и заданными параметрами испытуемому генерируются события и ведётся запись ЭЭГ,

ПО для проведения исследований активности мозга

Для проведения исследований активности мозга было разработано программное обеспечение (ПО) для генерации стимулов, записи и разметки ЭЭГ сигнала в соответствии с моментами возникновения событий и действиями испытуемого.

Для записи электроэнцефалограммы использовалось стороннее ПО — NeuroPlay [3]. NeuroPlay представляет собой мощный инструмент для записи и обработки ЭЭГ, который доступен для работы в режиме сервера, благодаря чему становится возможным управление функционалом посредством HTTP запросов. Перечень всех доступных команд можно найти в официальной документации API NeuroPlay [4]. Для регистрации мозговой активности применялись нейроинтерфейсы, которые по каналу Bluetooth, подключаются к NeuroPlay и в режиме реального времени передают данные о работе мозга.

Таким образом, сформировалась схема взаимодействия компонентов системы для исследования активности мозга, она приведена на рисунке 1

на которой ставятся временные метки, отражающие моменты, когда возникло событие и когда испытуемый отреагировал на него. По завершении эксперимента, на выходе получается файл в формате edf (стандартный формат файла, предназначенный для обмена и хранения медицинских временных рядов), содержащий размеченную запись ЭЭГ (Рисунок 3)

Полученные в результате экспериментов ЭЭГ в дальнейшем можно использовать, например, для диагностики и мониторинга неврологических расстройств, путем идентификации аномальных паттернов мозговой активности или в разработке интерфейсов мозг-компьютер: такие данные могут быть использованы для создания систем, которые реагируют на определенные паттерны мозговой активности, позволяя людям управлять внешними устройствами силой мысли.

В заключение стоит отметить, что вызванные потенциалы (ВП) являются критически важным аспектом современного изучения работы головного мозга, обеспечивая динамический обзор тонкостей сенсорной и когнитивной обработки. Хотя этот метод сталкивается с проблемами вариативности записи и интерпретации, постоянный прогресс в технологии обещает улучшить пространственное и временное разрешение. В ходе исследования была разработано программное обеспечение для записи и разметки ЭЭГ в соответствии с предъ-



Рис. 2. Окно для установки параметров эксперимента «Геометрическая фигура»

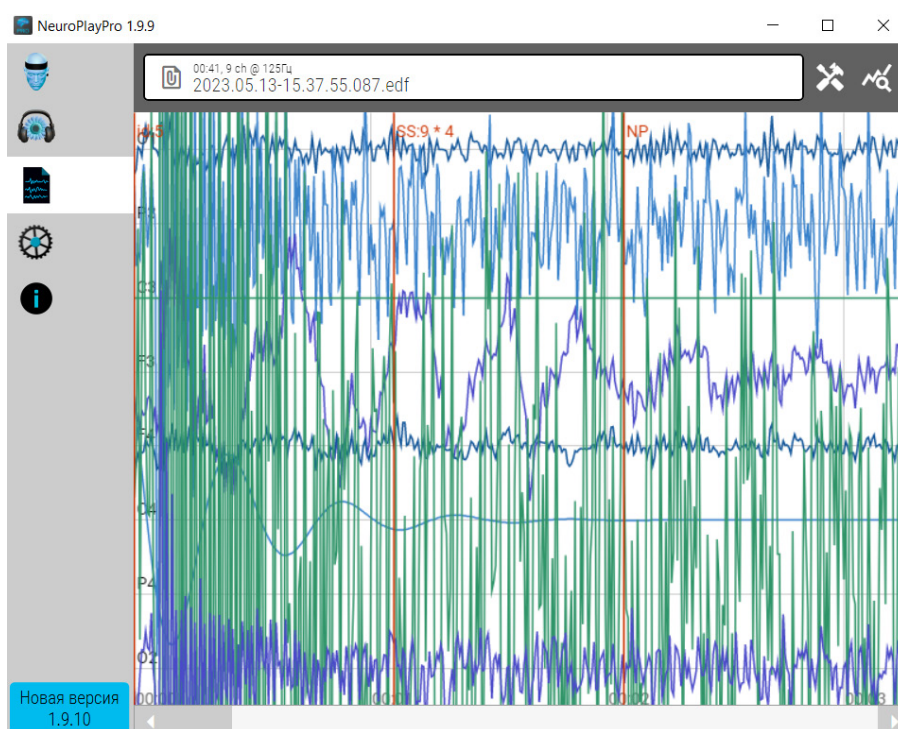


Рис. 3. Просмотр ЭЭГ, размеченной в ходе эксперимента «Арифметические вычисления»

явленными стимулами и реакциями испытуемых, что значительно упрощает процесс анализа и интерпретации данных. Это позволит исследователям более точно определять, как мозг реагирует на различные стимулы, углубляя понимание нейронных механизмов, лежащих в ос-

нове когнитивных функций. Таким образом, интеграция передовых технологий с методом вызванных потенциалов открывает новые горизонты в нейронауке и предоставляет возможности для более глубокого изучения сложных процессов головного мозга.

Литература:

1. Боричева, Д. О. Акустические стволовые и когнитивные вызванные потенциалы при хроническом нарушении мозгового кровообращения/Д. О. Боричева, Л. М. Тибекина, А. А. Александров // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. — 2019. — Т. 105, № 3. — с. 284-294. — DOI 10.1134/S0869813919030026. — EDN FKZCSB. (дата обращения: 08.12.2023).

2. Новые грани неврологии — нейропластичность/Х.К. С. Тамбиева, Р.И. Тамбиева, Д.И. Тамбиева, Д.А. Гагиева // International Journal of Medicine and Psychology. — 2023. — Т. 6, № 1. — с. 118-120. — EDN ICENTR. (дата обращения: 11.12.2023).
3. Что такое NeuroPlay и зачем он вам нужен? [Электронный ресурс]/Электрон. дан. URL: <https://neuroplay.ru/#application2/>, свободный. Яз. рус. (дата обращения 15.12.2023)
4. NeuroPlayPro API reference [Электронный ресурс]/Электрон. дан. URL: <https://neuroplay.ru/api/>, свободный. Яз. рус. (дата обращения 15.12.2023)

Устройство для полевой диагностики антенно-волноводных систем. Проблема приобретения устройств

Заикин Данил Андреевич, студент

Научный руководитель: Аверченко Артем Павлович, старший преподаватель
Омский государственный технический университет

В статье автор исследует преимущество для использования устройства для полевой диагностики антенно-волноводных систем, а также проблему приобретения устройств в связи с санкциями.

Ключевые слова: антенно-волноводные системы, современность, проблемы, полевая диагностика, санкции.

Существует несколько различных инструментов разной сложности и точности для тестирования антенн и их линий питания. Все также можно использовать для измерения других электрических цепей и компонентов (по крайней мере, в принципе).

Самым простым является измеритель КСВ, который показывает только степень несоответствия; фактическое несоответствие импеданса должно быть выведено путем измерения нескольких соседних частот и выполнения нескольких простых вычислений. Для измерителя КСВ требуется передатчик или генератор сигналов для обеспечения тестового сигнала мощностью несколько ватт.

Антенный мост может выполнять измерения при малой мощности, но также требует подаваемого тестового сигнала; в зависимости от мостовой схемы его можно использовать для измерения как реактивного сопротивления, так и сопротивления путем считывания значений, отмеченных на ручках, которые были отрегулированы для соответствия.

И шумовой мост, и анализаторы цепей обеспечивают очень малую мощность тестовые сигналы; оба могут измерять как сопротивление, так и реактивное сопротивление, либо вычислением, либо считыванием ручек, настроенных на совпадение. Современные анализаторы напрямую отображают сопротивление и реактивное сопротивление, а вычисления выполняются внутри микропроцессора [1].

Антенный анализатор — это устройство, которое предназначено для проведения полевой диагностики антенно-волноводных систем, а также для измерения и анализа параметров, таких как коэффициент отражения, коэффи-

циент стоячей волны, согласование сопротивлений и диагностики других характеристик антенн.

Качество работы радиопередающего устройства в значительной степени определяется антенной, излучающей электромагнитную энергию в пространство. Антенна должна быть адаптирована к различным вариантам применения. Недостаточно качественно настроенная антенна имеет меньшую эффективность. Более высокая эффективность означает большую излучаемую мощность и увеличенный рабочий диапазон. Для оптимальной работы антенна должна быть настроена для увеличения рабочего диапазона, под настройкой подразумевается регулировка коэффициента стоячей волны (КСВ) [3, с. 134]. Коэффициент стоячей волны является математическим выражением неоднородности электромагнитного поля (электромагнитного поля) на линии передачи, такой как коаксиальный кабель. Обычно КСВ определяется как отношение максимального радиочастотного (РЧ) напряжения к минимальному РЧ-напряжению вдоль линии [2, с. 125].

Сильные стороны антенного анализатора включают в себя его портативность, возможность проведения измерений в реальном времени в полевых условиях, а также широкий диапазон измеряемых параметров, что делает его удобным инструментом для инженеров и специалистов в области радиотехники.

Однако, у антенного анализатора также есть некоторые слабые стороны. Например, точность измерений может быть ограничена в сравнении с более продвинутыми стационарными анализаторами. Также, некоторые модели антенных анализаторов могут иметь ограничения по частотному диапазону, что может усложнять работу с широ-

копосными антеннами или в более высоких частотных диапазонах.

Однако, несмотря на эти ограничения, антенные анализаторы остаются актуальными для измерения в полевых условиях. Они решают значительные проблемы, такие как возможность быстрого и объективного измерения ключевых характеристик антенн в полевых условиях, что позволяет оперативно реагировать на необходимость настройки и оптимизации антенных систем.

В связи с некоторыми ограничениями на импорт, большинство электроники в данный момент в Российской Федерации сложно достать из-за границы функциональное устройство по адекватной цене, тем самым это является проблемой для компаний занимающихся диагностикой и настройкой антенно-волноводных систем. Поскольку многие специализированные устройства и оборудование для измерений, включая антенные анализаторы, могут быть в значительной степени зависимы от импортных компонентов или сами быть импортным производством, их доступность может оказаться серьезно ограниченной.

Это означает, что компании, занимающиеся диагностикой и настройкой антенно-волноводных систем, сталкиваются с проблемой не только доступности, но и стоимости оборудования. В связи с тем, что импортная электроника может периодически подвергаться внезапным изменениям в стоимости из-за колебаний валютного курса и других факторов, это также создает нестабильность в себестоимости такого оборудования для компаний.

Для решения этой проблемы, возможно, стоит рассмотреть возможность развития и поддержки отечественного производства подобных устройств. Это позволило бы снизить зависимость от импортной электроники и создать более стабильный и доступный источник оборудования для диагностики и настройки антенно-волноводных систем для компаний в России. При этом, раз-

витие собственного производства и технологической базы также может способствовать повышению инновационной активности и конкурентоспособности в данной области.

Важно также обратить внимание на развитие местных технологических компаний и инновационных стартапов, специализирующихся на производстве и разработке электроники, включая антенные анализаторы и другие устройства для диагностики антенно-волноводных систем. Поддержка таких компаний через инвестиции, налоговые льготы, научно-техническое сотрудничество и другие меры стимулирования инноваций может способствовать созданию конкурентоспособной отечественной продукции.

Наличие отечественных аналогов или заменителей импортной электроники может решить проблему доступности и адекватной цены для компаний, занимающихся диагностикой и настройкой антенно-волноводных систем. Более того, поддержка отечественного производства способствует созданию новых рабочих мест, развитию экспортного потенциала и обеспечению независимости от внешних поставок, что имеет большое значение для обеспечения национальной безопасности и стабильности в данной области.

Таким образом, развитие отечественного производства электроники, включая специализированные устройства для диагностики и настройки антенно-волноводных систем, может способствовать решению проблемы доступности, адекватной цены и стабильности поставок, представляя собой перспективное направление для содействия развитию индустрии связи и радиотехники в Российской Федерации.

Таким образом, антенный анализатор остается важным инструментом для радиоинженеров и специалистов по беспроводным коммуникациям, позволяя проводить измерения эффективно и оперативно в различных условиях эксплуатации, что делает его востребованным и актуальным в настоящее время.

Литература:

1. Антенный анализатор — Antenna analyzer — Текст: электронный // ru.wikibrief.org: [сайт]. — URL: https://ru.wikibrief.org/wiki/Antenna_analyzer (дата обращения: 24.12.2023).
2. Голобов, Д. В., Кирильчук В. Б., Юрцев О. А. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства. — Минск, 2015. — с. 124-130.
3. Фрадин, А. З., Рыжков Е. В. Измерение параметров антенно-фидерных устройств. — М., 2009. — с. 198.

Построение безопасных криптографических систем

Рахманова Ширин Кабуловна, преподаватель;

Алиева Алтын Мамедовна, студент;

Довранмырадова Марал, студент;

Куллаева Огулсурай Гурбангулыевна, студент;

Оразмамедова Айна Батыровна, студент

Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад)

Ключевые слова: криптография, алгоритм, пиктограмма.

Криптография — это метод защиты информации и коммуникаций посредством использования кодов, благодаря которому только те, для кого информация предназначена, могут ее прочитать и обработать.

История криптографии: Слово «криптография» происходит от греческого *κρυπτος*, что означает «скрытый». Префикс «крипт-» означает «скрытый» или «хранилище», а суффикс «-графия» означает «письмо».

Происхождение криптографии обычно датируется примерно 2000 годом до нашей эры, когда в Египте существовала иероглифическая практика. Они состояли из сложных пиктограмм, полный смысл которых был известен лишь избранным.

Первое известное использование современного шифра было сделано Юлием Цезарем (100-44 гг. До н. э.), который не доверял своим посланникам при общении со своими губернаторами и офицерами. По этой причине он создал систему, в которой каждый символ в его сообщениях заменялся символом, находящимся на три позиции впереди него в латинском алфавите.

В информатике криптография относится к методам защиты информации и связи, основанным на математических концепциях и наборе вычислений на основе правил, называемых алгоритмами, для преобразования сообщений способами, которые трудно расшифровать. Эти детерминированные алгоритмы используются для генерации криптографических ключей, цифровой подписи, проверки для защиты конфиденциальности данных, просмотра веб-страниц в Интернете и конфиденциальных коммуникаций, таких как транзакции по кредитным картам и электронная почта.

Криптографические методы. Криптография тесно связана с дисциплинами криптологии и криптоанализа. Он включает в себя такие методы, как микроточки, слияние слов с изображениями и другие способы сокрытия информации при хранении или передаче. Однако в современном компьютерно-ориентированном мире криптография чаще всего связана с шифрованием открытого текста (обычного текста, иногда называемого открытым текстом) в зашифрованный текст (процесс, называемый шифрованием), а затем обратно (известный как дешифрование). Люди, которые практикуют эту область, известны как криптографы.

Криптосистемы используют набор процедур, известных как криптографические алгоритмы или шифры,

для шифрования и дешифрования сообщений для обеспечения безопасности связи между компьютерными системами, устройствами и приложениями.

Набор шифров использует один алгоритм для шифрования, другой алгоритм для аутентификации сообщений и третий для обмена ключами. Этот процесс, встроенный в протоколы и написанный в программном обеспечении, работающем в операционных системах (ОС) и сетевых компьютерных системах, включает в себя:

- генерацию открытых и закрытых ключей для шифрования/дешифрования данных
- цифровую подпись и проверку для аутентификации сообщения
- обмен ключами.

Проблемы криптографии

Злоумышленники могут обойти криптографию, взломать компьютеры, отвечающие за шифрование и дешифрование данных, а также использовать слабые реализации, такие как использование ключей по умолчанию. Однако криптография усложняет злоумышленникам доступ к сообщениям и данным, защищенным алгоритмами шифрования.

Растущая обеспокоенность по поводу вычислительной мощности квантовых вычислений, способной нарушить существующие стандарты шифрования криптографии, побудила NIST в 2016 году объявить математическому и научному сообществу конкурс на подготовку статей о новых стандартах криптографии с открытым ключом.

В отличие от современных компьютерных систем, квантовые вычисления используют квантовые биты, которые могут представлять, как 0, так и 1, и, следовательно, выполнять два вычисления одновременно. По данным NIST, хотя крупномасштабный квантовый компьютер, возможно, не будет создан в ближайшее десятилетие, существующая инфраструктура требует стандартизации общеизвестных и понятных алгоритмов, которые предлагают безопасный подход. Крайний срок подачи заявок был назначен на ноябрь 2017 года. Ожидается, что анализ предложений займет от трех до пяти лет.

Важно понимать, что, когда потенциальный злоумышленник получает фрагмент зашифрованного текста, в его распоряжении может быть больше информации, чем просто сам зашифрованный текст. Например, он может знать, что открытый текст был написан на ан-

глийском языке, а это означает, что буква е встречается в открытом тексте чаще, чем любая другая буква; Также можно предсказать частоту употребления многих других букв и распространенных буквенных комбинаций. Эта информация может значительно упростить задачу поиска ключа. Точно так же он может знать что-то о вероятном содержании сообщения; например, слово «вход», скорее всего, встретится в начале сеанса удаленного входа в систему. Это может сделать возможным атаку по известному открытому тексту, которая имеет гораздо более высокие шансы на успех, чем атака только по зашифрованному тексту. Еще лучше — атака с использованием выбранного открытого текста, которую можно осуществить, предоставив отправителю некоторую информацию, которую, как вы знаете, отправитель может передать — такие вещи случались, например, в военное время.

Таким образом, лучшие криптографические алгоритмы могут помешать злоумышленнику получить ключ, даже если человек знает, как открытый текст, так и зашифрованный текст. Это не оставляет злоумышленнику иного выбора, кроме как попробовать все возможные ключи — исчерпывающий поиск методом «грубой силы». Если

ключи имеют n бит, то существует 2^n возможных значений ключа (каждый из n бит может быть либо нулем, либо единицей). Злоумышленнику может повезти сразу же попробовать правильное значение, или не повезти, чтобы попробовать каждое неправильное значение, прежде чем, наконец, попробовать правильное значение ключа, перепробовав все 2^n возможных значений; среднее количество попыток найти правильное значение находится посередине между этими крайностями, 2^{n-1} . Это можно сделать непрактичным с вычислительной точки зрения, если выбрать достаточно большое пространство ключей и сделать операцию проверки ключа достаточно дорогостоящей. Что усложняет задачу, так это то, что скорость вычислений продолжает расти, что делает ранее невозможные вычисления возможными. Более того, хотя мы концентрируемся на безопасности данных при их перемещении по сети (то есть данные иногда уязвимы только в течение короткого периода времени), в целом специалисты по безопасности должны учитывать уязвимость данных, которые необходимо защитить. хранятся в архивах десятки лет. Это говорит в пользу очень большого размера ключа. С другой стороны, большие ключи замедляют шифрование и дешифрование.

Литература:

1. <https://book.systemsapproach.org/>
2. <https://eprint.iacr.org/>

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

О подходе к моделированию высокопрочного бетона

Воробьева Карина Александровна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Создание математических моделей, описывающих поведение высокопрочных бетонов и железобетонных элементов из них требует тщательной подготовки исходных данных. Кроме того, пространственная работа высокопрочного бетона выражается нелинейными функциями, от точности учета которых зависит конечный результат математического моделирования. В данной статье предлагается подход к моделированию элементов с использованием высокопрочного бетона через условное разрушение.

Ключевые слова: высокопрочный бетон, железобетон, прочность бетона, испытания высокопрочного бетона, математическое моделирование высокопрочного бетона.

About the approach to modeling of high-strength concrete

The creation of mathematical models describing the behavior of high-strength concrete and reinforced concrete elements from them requires careful preparation of initial data. In addition, the spatial work of high-strength concrete is expressed by nonlinear functions, the accuracy of which determines the final result of mathematical modeling. This article proposes an approach to modeling elements using high-strength concrete through conditional destruction.

Keywords: HPC, reinforced concrete, concrete strength, testing of high-strength concrete, mathematical modeling of high-strength concrete.

Введение

Структурный анализ и верификация требуют уточнения параметров прочности материала. Эти параметры подвержены неопределенности, которую необходимо учитывать при анализе. Во многих случаях для учета этой неопределенности используется консервативное характерное значение [1, 2, 3].

При этом современные расчетные комплексы позволяют проводить глубокий анализ с учетом механики разрушения. Однако такой расчет требует достаточно больших вычислительных ресурсов, соответственно, использование моделей, поддерживающих механику разрушения целесообразно на лабораторных образцах. Для моделирования больших конструкций требуется упрощать расчетную модель.

Критерии условного разрушения

Высокопрочный бетон является нелинейным материалом, и для того, чтобы добиться точного моделирования поведения конструкции или её элементов проявление нелинейности требуется сохранить, однако полная механика разрушения (образование трещин и т.д.) требует большого количества элементов в расчетной модели,

более качественной подготовки сетки и деления стадий расчета на большее количество итераций.

Как правило, эксперименты с бетоном или железобетоном предполагают доведение образца до разрушения. При этом, бетон сам по себе является сложным материалом, который во-первых анизотропен, во-вторых проявляет ярко выраженную нелинейность.

Таким образом моделирование объединяет в себе:

- экспериментальные данные;
- принятую модель материала;
- теоретические данные, полученные из нормативной документации.

В данной работе предлагается использование модели бетона Drucker-Prager в введение следующих критериев, которые можно считать началом разрушения:

- достижение предельных относительных деформаций при растяжении;
- достижение максимального нормального напряжения при сжатии.

С помощью такого подхода автором в рамках численного эксперимента были верифицированы данные фи-

зических экспериментов. Ниже показаны результаты испытаний стандартных образцов на сжатие, а также результаты, полученные при моделировании стандартного образца из высокопрочного бетона класса В100 (при этом в модели использованы нормативные данные соответствующие СП63.13330).

В ходе расчета установлено, что максимальное сжимающее напряжение в образце достигло своего пика -79 МПа, при этом результаты экспериментов устанавливают диапазон значений $-75..-80$ МПа. Относительная деформация при этом составляет: $\epsilon_{b0}=0,4/150=0,00266$. Т. е. разница между теоретическим значением и значением, полученным в результате эксперимента, составляет 9%.

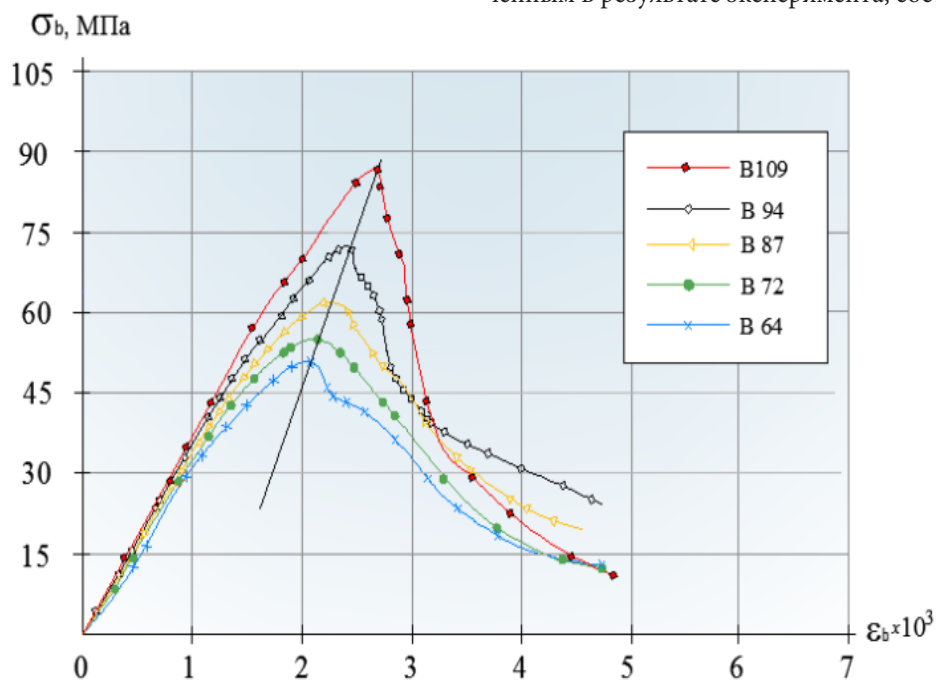


Рис. 1. Результаты испытаний стандартных образцов из высокопрочного бетона

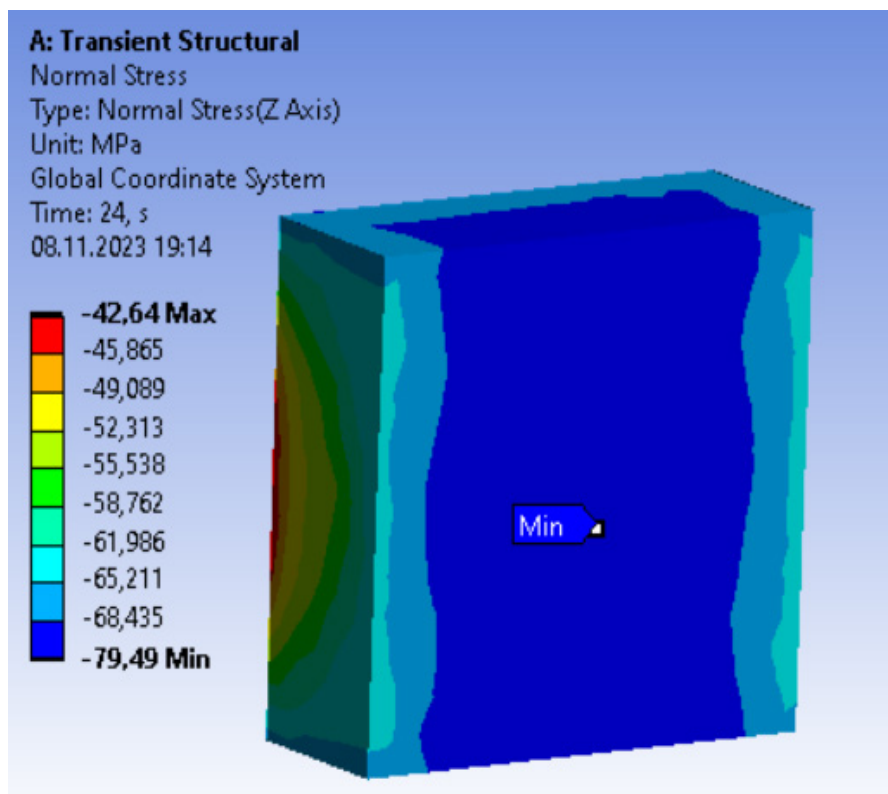


Рис. 2. НДС образца при пиковом напряжении, МПа

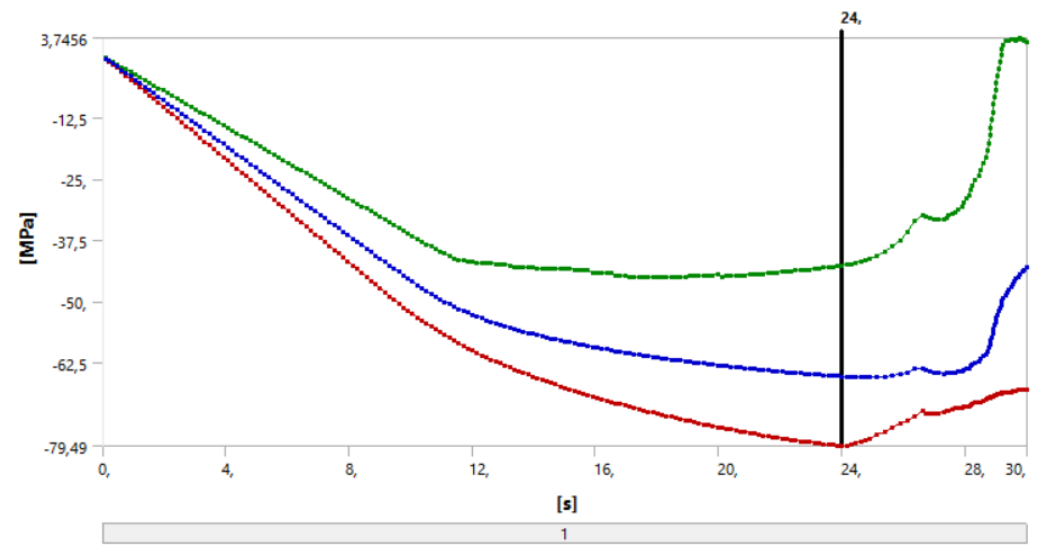


Рис. 3. Зависимость напряжения от величины нагрузки, МПа

В случае с растяжением данный подход позволяет в результате расчета определить область формирования трещин.

Ниже показаны результаты численного эксперимента, повторяющего испытания балки на четырехточечный изгиб.

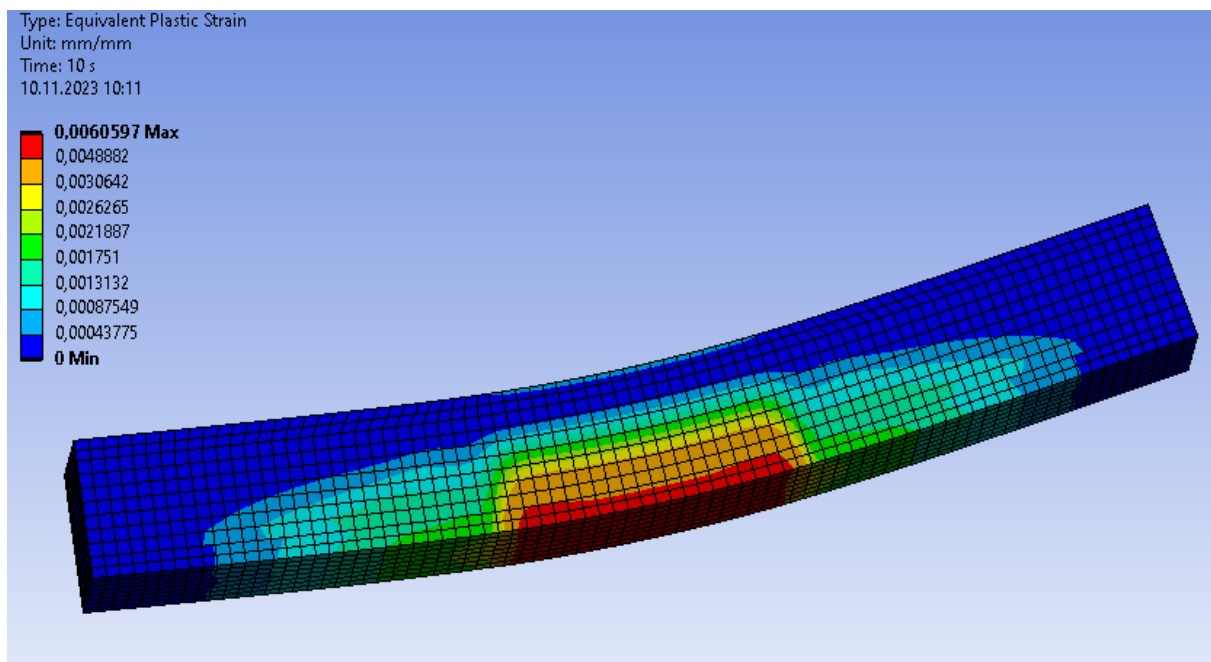


Рис. 4. Пластические деформации при максимальной нагрузке

В данном случае механика модели не предполагает образование трещин в виде отдельных структур, бетон с трещинами выключается из работы согласно графику разупрочнения с нарастанием пластических деформаций, образование и раскрытие трещин происходит в растянутой зоне с относительной деформацией более 0,000176.

Литература:

1. Aitcin, P. C. High Performance Concrete, 1998.
2. Nawy, Edward G. Fundamentals of High Strength High Performance Concrete, 1996.

Выводы

Предложенный подход с введением условных критериев разрушения и использование модели Drucker-Prager для моделирования железобетонных элементов из высокопрочного бетона способен привести к оптимизации расчетных моделей и при этом проводить расчеты до момента начала разрушения.

3. Peterman, M. B. & Carrasquillo, R. L. Production of High Strength Concrete, 1986.
4. Мкртчян, А. М., Маилян Д. Р. Влияние разных факторов на работу железобетонных колонн из высокопрочных бетонов // Интернет-журнал Науковедение. 2013. № 5 (18). с. 117.
5. Мкртчян, А. М., Аксенов В. Н. Аналитическое описание диаграммы деформирования высокопрочных бетонов // Инженерный вестник Дона. 2013. Т. 26. № 3 (26). с. 127.
6. Аксенов, В.Н., Аксенов Н.Б., Блягоз А.М., Хутыз А.М. Особенности конструктивных свойств высокопрочных бетонов // <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-konstruktivnyh-svoystv-vysokoprochnyh-betonov?ysclid=loq4omd2r0247260629>

О верификации экспериментальных данных с результатами численного моделирования (обзор зарубежного опыта)

Воробьева Карина Александровна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Разработка технологий производства балок из высокопрочного бетона (HPC) с целью создания безопасного и долговечного материала тесно связана с численными моделями реальных объектов. В работе исследованы трехмерные нелинейные конечно-элементные модели армированных высокопрочных бетонных балок со сложной геометрией. Численный анализ выполнен с использованием конечно-элементного пакета ANSYS. Сравнение результатов свидетельствует о правильности критериев разрушения, принятых для высокопрочного бетона и стальной арматуры. Результаты численного моделирования чувствительны к модулю упругости и коэффициенту передачи сдвига для открытой трещины, присвоенному высокопрочному бетону. Полные нелинейные кривые нагрузки-прогиба в середине пролета балок, развитие деформации в сжимаемом бетоне и развитие деформации в растягивающем стержне хорошо согласуются с экспериментальными результатами.

Ключевые слова: высокопрочный бетон, метод конечных элементов, армированные высокопрочные бетонные балки, моделирование.

On the verification of experimental data with the results of numerical modeling (review of foreign experience)

The development of technologies for the production of beams made of high-strength concrete (HPC) in order to create a safe and durable material is closely related to numerical models of real objects. The paper investigates three-dimensional nonlinear finite element models of reinforced high-strength concrete beams with complex geometry. The numerical analysis was performed using the ANSYS finite element package. A comparison of the results indicates the correctness of the fracture criteria adopted for high-strength concrete and steel reinforcement. The numerical simulation results are sensitive to the modulus of elasticity and shear transfer coefficient for an open crack assigned to high-strength concrete. The complete nonlinear load-deflection curves in the middle of the beam span, the development of deformation in compressible concrete and the development of deformation in a tensile rod are in good agreement with experimental results.

Keywords: HPC, finite element method, reinforced high-strength concrete beams, modeling.

Введение

Повышение производительности вычислительных систем и возможность их использования при проектировании инженерных сооружений стимулируют интенсивное развитие численных методов анализа статического и динамического поведения конструкций. Численные методы — единственный способ получить полезные решения для сложных пространственных конструкций, изготовленных из материалов, ведущих себя нелинейно, как бетон. Влияние прочности бетона на сжатие и изгиб

влияние коэффициента усиления при растяжении на поведение при прогибе под нагрузкой и пластичность армированных высокопрочных бетонных балок было описано несколькими предыдущими исследователями [1-3]. Усиленные элементы HPC требовали не только экспериментальных испытаний, но и конечно-элементного моделирования поведения при разрушении. Немногие исследователи изучали конечно-элементное моделирование железобетонных балок [4-5] с использованием пакет конечных элементов ANSYS. Однако доступные публикации

по исследованию методом конечных элементов армированных высокопрочных бетонных балок по-прежнему ограничены.

Описание предельного состояния бетона при статическом нагружении было предметом многочисленных публикаций. Уравнения предельной поверхности для бетона описаны в статье [3]. Предложенные уравнения предельной поверхности зависят от первого инварианта тензора напряжений и второго, и третий инвариант девиатора напряжений. Это описание позволяет наиболее точно аппроксимировать конкретные экспериментальные результаты в сложном напряженном состоянии. Сфокусируемся на уравнении предельной поверхности в зависимости от пяти параметров напряжений в соответствии с [4] и введем закон изменения предельной поверхности. Критерий разрушения бетона в сложном напряженном состоянии описывается следующим уравнением:

$$Fa/fc = Sa, a = 1,4 \quad (1)$$

в котором: Fa — функция условий нормальных напряжений $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ в направлении декартовой система координат x, y, z , Sa — поверхность разрушения, зависящая от главных напряжений $\sigma_1, \sigma^2, \sigma^3$, где: $\sigma_1 = \max(\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$, $\sigma^3 = \min(\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$, $\sigma_1 \geq \sigma^2 \geq \sigma^3$, и параметры прочности: f_c — прочность на одноосное сжатие, вызывающее раздавливание, f_t — предел прочности при одноосном растяжении, f_{cb} — предельная прочность при двухосном сжатии, f_l — предел прочности при сжатии для состояния двухосного сжатия, наложенного в состоянии гидростатического напряжения σ_h , f^2 — предел прочности при сжатии для состояния одноосного сжатия, наложенного в состоянии гидростатического напряжения σ_h .

Предельная поверхность с законом эволюции используется в качестве критерия разрушения бетона в соответствии со следующей интерпретацией. Материал поврежден, если выполняется уравнение 1. Состояние разрушения можно определить как состояние растрески-

вания, если какое-либо основное напряжение является растягивающим. В противном случае его можно определить как состояние разрушения, если все основные напряжения являются сжимающими. Эволюция предельной поверхности определяется предложенным законом твердения/размягчения, показанным на рисунке 1. Зависимость напряжения от деформации при одноосном сжатии подтверждается экспериментальными наблюдениями, показывающими гораздо большую предельную деформацию бетона в конструкции, чем в образце. Отметим, что использование соотношения напряжение-деформация, основанного на коде модели 90, приводит к значительному снижению предельного прогиба балки.

Более того, результаты экспериментов показали, что низкая пластичность высокопрочного бетона в конструктивных элементах не оправдано, поскольку деформации достигали 6-12‰ [6,7]. Предполагалось линейное соотношение напряжение-деформация для одноосного сжатия на уровне $0,3f_c$. Затем начинается область упругопластического упрочнения с линейным увеличением напряжения вплоть до предела прочности при одноосном сжатии f_c . После этого напряжения в бетоне уменьшаются до $0,8f_c$ при предельной деформации ϵ_{cu} . Предполагалась деформация $\epsilon_{c1} = 6\text{‰}$ при f_c и предельные деформации сжатия $\epsilon_{cu} = 12\text{‰}$. Кривая зависимости напряжения от деформации при растяжении бетона представляет собой линейный вплоть до предела прочности при растяжении f_t (см. рис. 16). Предполагается, что модуль упругости при растяжении равен модулю упругости при сжатии. После достижения f_t растягивающее напряжение внезапно уменьшается до значения $T_c f_t$.

Параметр T_c следует выбирать из диапазона $0,6 \leq T_c \leq 1$. Эффект придания жесткости показывает постепенное снижение предела прочности при растяжении до нуля и описывается деформацией, равной $0,8\text{‰}$, если $T_c = 0,6$, или $1,4\text{‰}$, если $T_c = 1$.

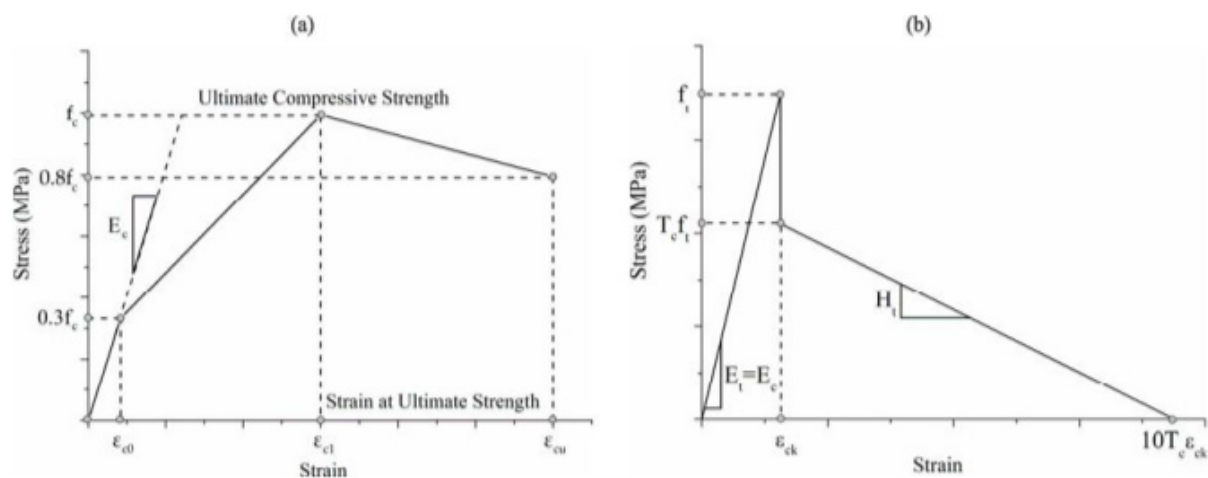


Рис. 1. Соотношение напряжение-деформация для HSC (а) одноосное сжатие, (б) одноосное растяжение

Для бетона были применены шестигранные элементы. Конечный элемент определяется изотропными свойствами материала, восемью узлами с тремя степенями

свободы в каждом из них и перемещениями узлов в трехмерной ортогональной локальной системе координат. В каждом конечном элементе деформация и напряжение

вычисляются во всех точках численного интегрирования. В состоянии растрескивания и раздавливания матрица жесткости конечного элемента адаптируется к состоянию повреждения. Параметр β_t введен для уменьшения пере-

дачи сдвига, вызывающей скольжение в плоскости, перпендикулярной поверхности трещины.

Соотношение между напряжением и деформацией бетона с трещинами в одной плоскости описывается следующей матрицей жесткости

$$D_c^{ek} = \frac{E_c}{1+\nu_c} \begin{bmatrix} H_t(1+\nu_c)/E_c & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1/(1-\nu_c) & \nu_c/(1-\nu_c) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \nu_c/(1-\nu_c) & 1/(1-\nu_c) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5\beta_t & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5\beta_t \end{bmatrix} \quad (2)$$

Графическая интерпретация параметра размягчения H_t и множителя T_s для растягивающего напряжения релаксация показана на рисунке 16. Более подробную информацию можно найти в [2].

Моделирование стали. Упругопластическая модель с линейным упрочнением и таким же соотношением напряжение-деформация для растяжения и сжатия применяется для арматурных стержней, рис. 2.

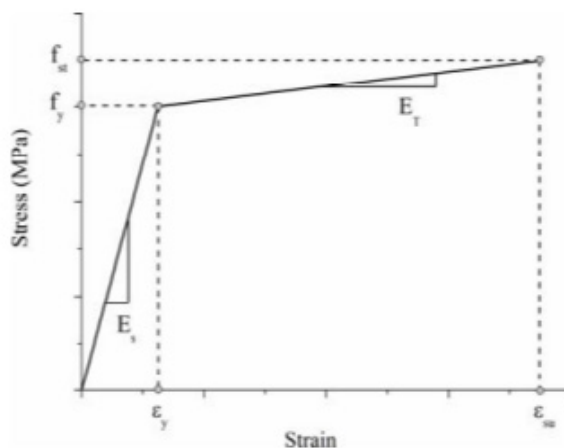


Рис. 2. Соотношение напряжений и деформаций для стальной арматуры

При моделировании стержней был применен пространственный лонжеронный элемент с двумя узлами и тремя степенями свободы в каждом из них. Кроме того, для стальных пластин, расположенных в точках опоры и нагружения, была принята линейно-упругая модель. Шестигранные элементы были применены к моделируемым стальным пластинам. Предполагается идеальное сцепление между материалами. Арматура соединена с узлами бетонной сетки. Таким образом, бетон и арматурная сетка имеют одни и те же узлы, и бетон занимает одни и те же области, захваченные арматурными стержнями.

Метод основан на согласовании параметра адаптивного спуска ξ в итерации равновесия. Матрица текущей жесткости генерируется численным методом как эффект нелинейной пластичности, жесткости при больших деформациях, дроблении бетона и релаксации напряжений после растрескивания.

Численные решения уравнений равновесия. Метод Ньютона-Рафсона представляет собой итерационный процесс решения нелинейных уравнений. Матрица жесткости и вектор восстанавливающих нагрузок рассчитываются на основе вектора перемещения. Матрица жесткости в Методе Ньютона-Рафсона с модификацией адаптивного спуска описывается как сумма двух матриц [5]

Метод определения длины дуги. В методе определения длины дуги уравнение зависит от параметра нагрузки λ [16]

$$K_i^T \Delta u_i = F^a - F^{nr} \quad (4)$$

Вектор инкрементального смещения Δu_i состоит из двух составляющих

$$\Delta u_i = \Delta u_i^I + \Delta u_i^{II} \quad (5)$$

где: Δu_i^I — вектор приращения смещения, вызванный параметром единичной нагрузки, Δu_i^{II} — вектор приращения смещения в алгоритме Ньютона-Рафсона. Параметр приращения нагрузки $\Delta \lambda$ ищется из уравнения дополнительных ограничений, основанного на обеспечении ортогональности. Было обнаружено, что сходимости решений при установке по умолчанию пределов допуска сходимости было трудно достичь из-за нелинейного поведения железобетона. Поэтому пределы допуска на сме-

$$K^T = xK^S + (1-x)K^T \quad (3)$$

где: K^S — матрица текущей жесткости, K^T — матрица касательной жесткости, ξ — параметр адаптивного спуска.

щение были увеличены до 5%, чтобы получить сходимость решений.

Численные результаты и обсуждение. Размеры прямоугольных балок, протестированных в [6], были приняты

для численных пространственных моделей балок. Размеры, усиление и расположение нагрузки/опоры показаны на рисунке 3.

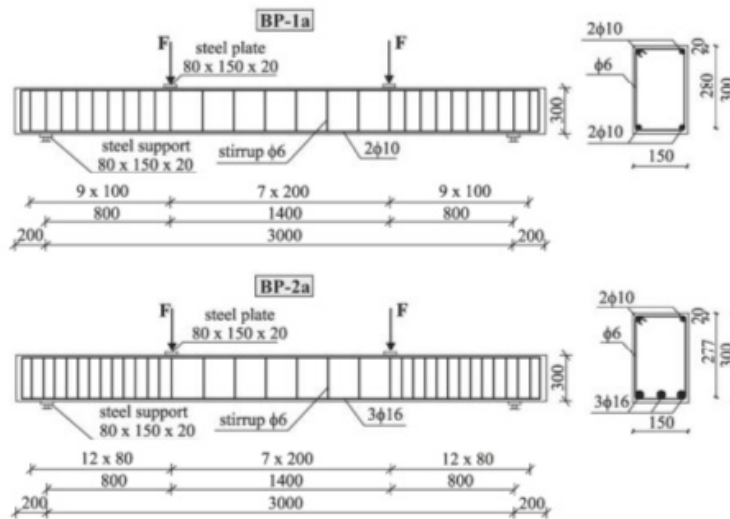


Рис. 3. Размеры балок с усилением и расположением нагрузки/опоры (единица измерения в мм)

Половина балки была смоделирована с учетом продольной симметрии. Стальные пластины на опоре были смоделированы как узловые, передающие усилия на ролики. Допускалось свободное вращение балки в плоскости изгиба. Внешнее усилие также прикладывается через стальную пластину. Предполагалось равномерное распределение усилий в узлах в направлении поперечной оси симметрии стальной пластины.

Влияние модуля упругости и коэффициента передачи сдвига на кривые зависимости нагрузки от прогиба. Проч-

ность на сжатие необходима для определения других параметров нелинейной модели. Расчеты модельной балки, изготовленной из бетона с прочностью на сжатие 81,2 МПа, были выполнены для оценки влияния модуля упругости (E_c) и коэффициента передачи сдвига для открытой трещины (β_t) на кривые зависимости нагрузки от прогиба. Различные соотношения между прочностью на сжатие и значения модуля упругости для высокопрочного бетона приведены в таблице 1. Можно отметить, что рассчитанные значения модуля упругости имеют большой разброс результатов.

Таблица 1. Уравнения для определения модуля упругости высокопрочного бетона (литературные данные)

	Уравнения	E_c (МПа) для $f_c = 81,2$ МПа
CEB-FIB	$E_c = 10(f_c + 8)^{1/3}$	44681
CAN A23.3-M90	$E_c = 5 \sqrt{f_c}$	45056
ACI 363	$E_c = 3,32 \sqrt{f_c} + 6,9$	36817
Проф. Кикидзак [17]	$E_c = 3,65 \sqrt{f_c}$	32890
Проф. Невилл [17]	$E_c = 57000 \sqrt{f_c}$	42649

При анализе зависимости нагрузки от прогиба в середине пролета для балки, полученной в ходе экспериментальных испытаний и в МКЭ анализ для различных значений модуля упругости было обнаружено, что предложение по расчету модуля упругости в соответствии с ACI 363 дает кривую наилучшего соответствия. Численные расчеты анализа влияния коэффициента передачи сдвига для открытой трещины были выполнены с использованием метода Ньютона Рафсона

с адаптивным спуском. Для коэффициента β_t , равного 0,5, были получены результаты, аналогичные экспериментальным данным.

Выводы

Изменяемый шаг нагрузки и правильная настройка параметров обеспечивают более быстрое численное вычисление и, кроме того, гарантируют точные решения. Кроме того, стальные пластины, размещенные на опоре и в точке нагрузки, очень важны для отображения граничных ус-

ловий во время экспериментальных испытаний. В этом исследовании полезность метода была проверена на пространственных моделях армированных высокопрочных бетонных балок. Результаты, полученные в результате

численного и экспериментального анализа, сравниваются друг с другом. Видно, что поведение конечного элемента при отказе указывает на хорошее соответствие с поведением при тестировании.

Литература:

1. V. Afroughsabet, T. and Ozbakkaloglu, «Mechanical and durability properties of high-strength concrete containing steel and polypropylene fibers,» *Constr. Build. Mater.*, vol. 94, pp. 73-82, 2015.
2. S. Teng, T. Y. D. Lim and B. S. Divsholi, «Durability and mechanical properties of high strength concrete incorporating ultra-fine ground granulated blast-furnace slag,» *Constr. Build. Mater.*, vol. 40, pp. 875-881, 2013.
3. M. Mazloom, A. A. Ramezani pour, and J. J. Brooks, «Effect of silica fume on mechanical properties of high-strength concrete,» *Cem. Concr. Compos.*, vol. 26, pp. 347-357, 2004.
4. M. E. Kamińska, «High-strength concrete and steel interaction in RC members,» *Cem. Concr. Compos.*, vol. 24, pp. 281-295, 2002.
5. M. A. Rashid, and M. A. Mansur, «Reinforced high-strength concrete beams in flexure,» *ACI Struct. J.*, vol. 102, pp. 462-471, 2005.
6. D. M. Özcan., A. Bayraktar, A. Şahin, T. Haktanir, and T. Türker, «Experimental and finite element analysis on the steel fiber-reinforced concrete (SFRC) beams ultimate behavior,» *Constr. Build. Mater.*, vol. 23, pp. 1064-1077, 2009.
7. M. Slowik, and P. Smarzewski, «Study of the scale effect on diagonal crack propagation in concrete beams,» *Comp. Mater. Sci.*, vol. 64, pp. 216-220, 2012.
8. A. Stolarski, «Dynamic strength criterion for concrete,» *J. Eng. Mech.-ASCE*, vol. 130, pp. 1428-1435, 2004.
9. A. M. Neville, «Properties of Concrete,» 4th ed., Longman, England, p. 868, 2000.

Вариант реализации регистратора времени простоя станка

Гришин Дмитрий Игоревич, студент

Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске

На предприятиях существует потребность создания простого и дешевого устройства, выполняющего регистрацию времени простоя и работы станка.

Для определения наработки можно контролировать изменение тока при разных состояниях станка: когда ток не протекает — станок не работает; когда величина тока незначительная — станок находится в состоянии простоя; когда величина тока большая — станок работает.

Контроль тока осуществляется с помощью трансформатора тока, установленного на провод питания станка и передающего значения потребляемого тока на микроконтроллер.

Для создания данного устройства были подобраны основные элементы схемы электрической принципиальной, показанной на рисунке 1.

Основным компонентом устройства является микроконтроллер *ATmega328P* (рис. 2) со стандартной обвязкой [1].

Для загрузки и обновления ПО на микроконтроллере, а также его калибровки, был выбран *USB-UART* преобразователь *FT232RL*, изображенный на рисунке 3.

Для измерения силы тока будет использоваться трансформатор тока *CT* (рис. 4), подключаемый к микроконтроллеру через *RC*-цепь, состоящую из:

- резистора $1,5 \text{ кОм} \pm 5\% 0,25 \text{ Вт}$;
- резистора $1 \text{ кОм} \pm 5\% 0,25 \text{ Вт}$;
- двух диодов *1N4148*;
- конденсатора *K50-35-680 мкФ-16 В-20%*.

Часы реального времени реализованы на микросхеме *DS1302* [2] с цифровым генератором $32,768 \text{ кГц DT-38}$, в дежурном режиме питание которых осуществляется от элемента питания *CR2032*.

Управление устройством производится с помощью энкодера *EC11E09244BS* [3].

Отображение времени осуществляется на четырехзначном семисегментном индикаторе *3642BS-1* (рис. 5) через *LED*-драйвер *TM1637* [4].

Отформатированные данные записываются через интерфейс *SPI* [5] на *Flash*-накопитель, которым является *MicroSD*-карта.

Таким образом предложенная схемная реализация устройства позволяет решать поставленную задачу.

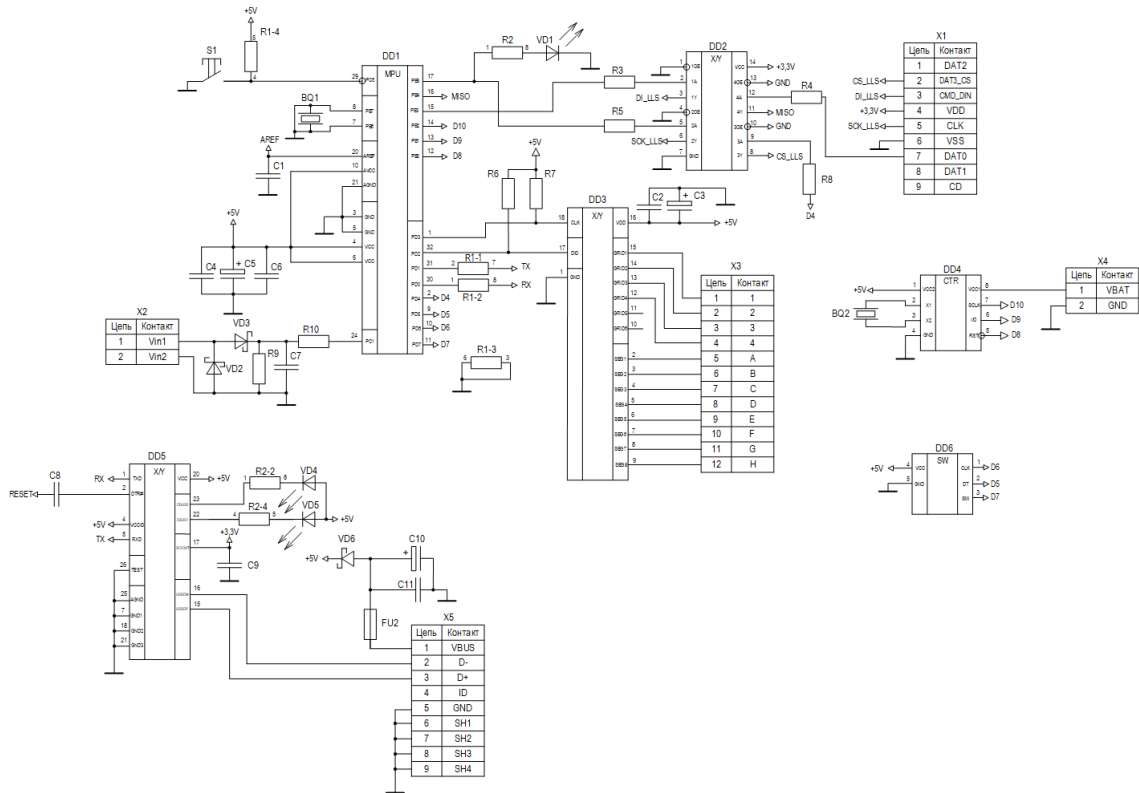


Рис. 1. Принципиальная схема регистратора времени простоя станка

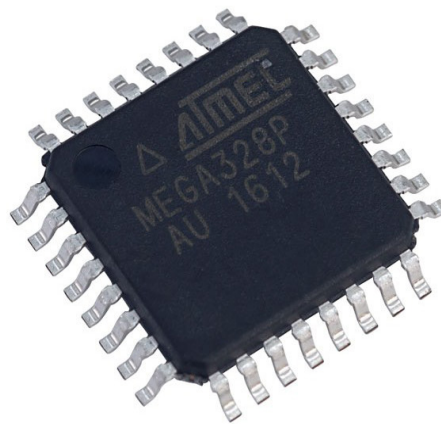


Рис. 2. Микроконтроллер АТмега328P-AU

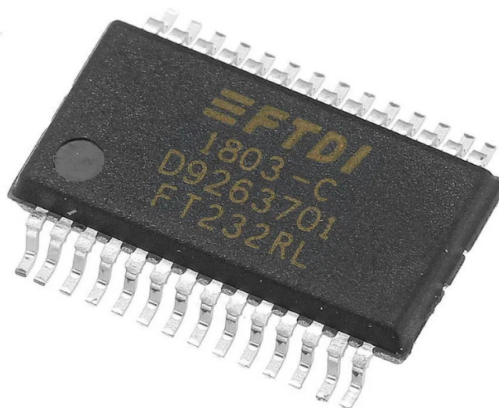


Рис. 3. USB-UART преобразователь FT232RL



Рис. 4. Трансформатор тока СТ



Рис. 5. Плата с контроллером TM1637 и индикатором 3642BS-1

Литература:

1. Nano | Arduino Documentation. — Текст: электронный // arduino. cc: [сайт]. — URL: <https://docs.arduino.cc/hardware/nano> (дата обращения: 26.12.2023).
2. DS1302 Trickle-Charge Timekeeping Chip// chipdip. ru/URL: <https://static.chipdip.ru/lib/528/DOC011528227.pdf> (дата обращения: 26.12.2023)
3. EC11. — Текст: электронный // chipdip. ru: [сайт]. — URL: <https://static.chipdip.ru/lib/751/DOC028751090.pdf> (дата обращения: 26.12.2023).
4. TM1637. — Текст: электронный // aliyuncs. com: [сайт]. — URL: https://m5stack.oss-cn-zhgzhen.aliyuncs.com/resource/docs/datasheet/unit/digi_clock/TM1637.pdf (дата обращения: 26.12.2023).
5. Болл, С.Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров/С.Р. Болл. — Москва: Додэка-XXI, 2007. — 360 с. — Текст: непосредственный.
6. SN74LVC125A Quadruple Bus Buffer Gate With 3-State Outputs. — Текст: электронный // chipdip. ru: [сайт]. — URL: <https://static.chipdip.ru/lib/235/DOC015235211.pdf> (дата обращения: 26.12.2023).

Сравнение работы производственной котельной на разных видах топлива

Ефимова Елизавета Эдуардовна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Современные производственные котельные могут работать на разных видах топлива: твердом, жидком и газообразном. Приоритетным топливом для котельных в настоящее время является природный газ, так как имеет низкую стоимость в сравнении с альтернативными энергетическими источниками, доступен и поставляется централизованно к потребителю через сеть газопроводов, а также экологичен.

Ключевые слова: энергетические ресурсы, природный газ, газообразное топливо, твердое топливо, жидкое топливо, топливо, сжиженный углеводородный газ, каменный уголь, топливные пеллеты, дизельное топливо, сравнительный анализ.

Comparison of the operation of a production boiler house on different types of fuel

Modern industrial boilers can run on different types of fuel: solid, liquid and gaseous. The priority fuel for boiler houses, at present, is natural gas, as it has a low cost, in comparison with alternative energy sources, is available and supplied centrally to the consumer through a network of gas pipelines, and is also environmentally friendly.

Keywords: energy resources, natural gas, gaseous fuel, solid fuel, liquid fuel, fuel, liquefied petroleum gas, coal, fuel pellets, diesel fuel, comparative analysis.

Выбор того или иного топлива для производственных котельных основан на ряде факторов. Так, если объект расположен в области с централизованной газификацией, то вопрос о выборе топлива почти никогда не возникает. С другой стороны, существуют и негазифицированные районы, поэтому котельные, эксплуатируемые в таких регионах, работают на других видах энергетических источников: конкретное решение зависит от возможностей, бюджета, экологических показателей, а также доступности альтернативного вида топлива, и других переменных. Некоторые владельцы производств осознанно выбирают установки не на газообразных видах энергоресурсов, так как это наиболее выгодно и рационально в их случаи.

Как правило, для котельных используется три вида органического топлива: твердое, жидкое и газообразное. В рамках исследовательской работы было проведено сравнение разных видов энергетических ресурсов, применяемых на производственной котельной, мощностью в 1 МВт. В качестве твердого топлива, был рассмотрен каменный уголь и топливные пеллеты (гранулы). В качестве жидкого — мазуты топочные, дизельное топливо (ДТ). В качестве газообразного — природный газ и сжиженный углеводородный газ (СУГ). С целью исследования альтернативного источника энергии было рассмотрено электричество.

Целью исследовательской работы является проведение сравнительного анализа экологических и стоимостных показателей выбранных энергоресурсов.

Твердое топливо — представляет собой углеродистые горючие вещества, к которым относятся: каменный уголь,

бурый уголь, горючий сланец, торф, древесина, а также современные искусственные виды — топливные пеллеты и брикеты.

Каменный уголь — твердое горючее полезное ископаемое растительного происхождения, самый распространенный вид твердого органического топлива, который обладает высокой степенью углеродизации. Представляет собой плотную породу черного, иногда серо-черного цвета с блестящей, полуматовой или матовой поверхностью. Содержит: 75-97% углерода; 1,5-5,7% водорода; 1,5-15% кислорода; 0,5-4% серы; до 1,5% азота; 45-2% летучих веществ; количество влаги колеблется от 4 до 14%; золы — обычно от 2-4% до 45%. Теплотворная способность каменных углей достигает 29-34 МДж/кг (4000-7000 ккал/кг).

Топливные пеллеты (гранулы) — спрессованные в форме цилиндра гранулы, получаемые от отходов деревообрабатывающего производства, балансовой бракованной древесины, стружки и опилок, торфа, пищевой промышленности или сельского хозяйства. Сравнение рассматриваемых гранул и стандартных дров или евродров, показывает их отличительную особенность, заключающуюся в том, что гранулы обладают большей плотностью (примерно в полтора раза) и меньшей влажностью (влажность всего 8-12%, когда влажность сырых дров — 30-50%), при этом сохраняя теплоотдачу на таком же уровне. Теплотворность топливных пеллет составляет не менее 17,6 МДж/кг (4200 ккал/кг), зольность (не более 0,5-1%).

Жидкое топливо. Распространенный вид топлива, используемый на промышленных котельных различного на-

значения. В зависимости от вида сырья жидкое котельное топливо бывает: нефтяное, получаемое из нефтяных остатков (дизель, мазут); сланцевое, состоящее из смол полукоксовых сланцев; угольное, представляющее собой тяжелые фракции смол полукоксования углей. Жидкое котельное топливо различается по содержанию серы, золы, по вязкости топлива, температуре застывания и теплоте сгорания. Преимущество жидкого котельного топлива перед твердыми видами определяется их высокой теплотой сгорания — 37-42 МДж/кг (9000-10000 ккал/кг), а также удобством транспортировки и хранения, простотой подачи в топку.

Дизельное топливо (солярка) — нефтепродукт, состоящий из смеси углеводородных соединений, которые получают методом перегонки нефти и отбора из них определенных фракций. Представляет собой вязкую жидкость, цвет которой варьируется от желтого до светло-коричневого. Химический состав ДТ зависит от места добычи нефти, температуры перегонки, добавленных присадок, которые меняют характеристики и состав. Дизельное топливо состоит из углеводородов (парафиновые — до 10-40%, нафтеновые — 20-60%, ароматические — 15-30%), также в состав дизельного топлива по нормативным требованиям могут входить: смолы, соединения серы, вода, механические примеси, красители [1]. По техническим условиям содержание золы допускается не более 0,01% для всех марок дизельного топлива. Теплота сгорания составляет 42,6 МДж (10180 ккал/кг).

Мазут — жидкое топливо, получаемое в результате конечного продукта перегонки нефти. Мазут состоит из углеводородов, нефтяных смол, карбоидов, органических соединений, содержащих металлы, а также карбенов и асфальтенов. Основные свойства мазута: плотность при 20°C составляет 890-1000 кг/м³; теплота сгорания варьируется в пределах от 38 до 42 МДж/кг (9100-10000 ккал/кг); содержание серы 0,8-3,5%, смол до 60%, золы 0,2-0,5%.

Газообразное топливо. К органическому газообразному топливу относится природный газ, который, в зависимости от месторождения и химического состава, можно подразделить на две группы: газ из чисто газовых и газоконденсатных месторождений (сухие и жирные, соответственно), и нефтепромысловый газ (попутный). Нефтепромысловые газы, получаемые как попутный продукт при добыче нефти, идут на переработку в виде сырья для химической промышленности. Природный газ газовых месторождений используется в качестве топлива для отопительно — бытовых и производственных котельных, а также на промышленных объектах. В местах добычи природный газ очищается от механических при-

месей, осушается и по магистральным газопроводам направляется потребителям.

Природный газ — сухое беззолное высокоценное топливо, имеет следующий химический состав, по объему: метан CH_4 85-98,3%, тяжелые углеводороды C_nH_m — 2-6%, диоксид углерода 0,1-1,0%, азот N_2 — от 1 до 5%. Характеристики природного газа: теплота сгорания сухого природного газа находится в пределах от 30,6 до 36,9 МДж/м³ (от 7300 до 8800 ккал/м³), плотность от 0,73 до 0,88 кг/м³.

Сжиженные углеводородные газы (СУГ) — смесь группы углеводородов — пропана и нормального бутана. Кроме того, в ряде случаев, в виде примесей в СУГ могут присутствовать: изобутан, этан, пропилен, этилен и другие легкие, и более тяжелые непредельные и предельные углеводороды. При нормальных условиях данная смесь углеводородов находится в газообразном состоянии, при повышении давления (при сохранении температуры постоянной) или понижении температуры (при атмосферном давлении) переходит из газообразного агрегатного состояния в жидкое. За счет изменения объемной доли компонентов смеси можно регулировать характеристики топлива, обеспечивая тем самым требуемые параметры хранения, которые задаются территориальными климатическими условиями. Способы получения СУГ: путем переработки нефти на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ), при добыче нефти и природного газа. Удельная теплота сгорания сжиженного углеводородного газа составляет 45,2 МДж/кг (10800 ккал/кг).

В сравнении с традиционными ископаемыми видами топлива, альтернативным энергоресурсом является электричество (электрические сити).

Электричество — физический термин, для определения количества электрической энергии, выдаваемой генератором в электрическую сеть или получаемой из сети потребителем. Основной единицей измерения выработки и потребления электрической энергии служит киловатт-час (и кратные ему единицы).

В качестве сравнительного анализа были составлены таблицы, в которых отражены экологические (приведены в таблице 1) и стоимостные характеристики исследуемых видов топлива.

Стоимость 1 Гигакалории тепловой энергии, вырабатываемой котельной при указанной стоимости или электроэнергия указана в таблице 2.

Заключение

По итогам проделанного сравнительного анализа можно сделать следующий вывод, что наиболее энергоэффективным, энергоэкологичным, а также отвечающим всем требованиям технико-экономических характеристик топливом является — природный газ.

Таблица 1. Экологические характеристики исследуемых видов топлива

Вид топлива	Ед. изм.	Зольность, %	Сера, %	Влажность, %	Углекислый газ — CO ₂ (в ды- мовых газах), кг/ГДж	Ущерб экологии
Твердое топливо						
Каменный уголь	1 кг	10-35	1-3	10-40	60	высокий
Топливные пеллеты (гранулы)	1 кг	0,4-1	0-0,3	8-10	0	нет (средний)
Жидкое топливо						
Дизельное топливо (солярка)	1 л	1	0,2	0,1-1	78	высокий
Мазут топочный	1 л	0,2-0,5	0,8-3,5	1-5	78	высокий
Газообразное топливо						
Природный газ	1 м ³	—	0,1-0,3	3-5	57 (0)	нет
Сжиженные углево- дородные газы (СУГ)	1 л/кг	—	—	?	?	нет
Альтернативный энергоресурс						
Электричество	1 кВт/ч	—	—	—	—	нет

Примечание: «0» означает, что при сжигании топлива количество выделяемого углекислого газа не превышает объема, который образуется при его естественном разложении, а количество других вредных выбросов ничтожно мало.

Таблица 2. Стоимостные характеристики исследуемых видов топлива

Вид топлива	Ед. изм.	Стоимость, руб.	Теплота сгорания (кКал)	Теплота сгорания (МДж)	Цена 1 Гкал, руб.
Твердое топливо					
Каменный уголь	1 кг	6,5	6900	29,00	1335,05
Топливные пеллеты (гранулы)	1 кг	8,5	4200	17,6	2464,7
Жидкое топливо					
Дизельное топливо (солярка)	1 л	58,07	10300	43,12	7489,56
Мазут топочный	1 л	31,82	9700	40,61	
Газообразное топливо					
Природный газ	1 м ³	7,6 (5,7)	8000	33,50	1080,6
Сжиженные углеводо- родные газы (СУГ)	1 л/кг	23,5	10800	45,20	3690,59
Альтернативный энергоресурс					
Электричество	1 кВт/ч	6,17	нет	нет	7327,75

Литература:

- ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное. Технические условия. — М.: Стандартинформ, 2014. — 15 с.
- ГОСТ 25543-2013 Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам. — М.: Стандартинформ, 2014. — 21 с.
- ГОСТ 10585-2013 Топливо нефтяное. Мазут. Технические условия. — М.: Стандартинформ, 2014. — 22 с.
- ГОСТ 5542-2022 Газ природный промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия. — М.: Российский институт стандартизации, 2022. — 16 с.
- ГОСТ Р 52087-2018 Газы углеводородные сжиженные топливные. Технические условия. — М.: Стандартинформ, 2018. — 23 с.
- Стаскевич, Н. Л., Вигдорчик Д. Я. Справочник по сжиженным углеводородным газам. Л.: Недра, 1986. 549 с.
- Карякин, Е. А. Сжиженные углеводородные газы в качестве резервного топлива котельных. — М., 2015.
- Методика определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок ТЭС. РД 34.02.305-98/ВТИ. — М., 1998.

9. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. — Л.: Госкомгидромет, 1986. — 142 с.
10. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. — СПб., 2005.
11. Сжигание топлива на крупных установках в целях производства энергии: Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям (ИТС 38-2017)/Федер. агентство по техн. регулированию и метрологии; Бюро НДТ. — М., 2017. — 280 с.
12. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации (на 1 января 2006 года). — Вып. 91: Уголь. — Т. 8: Дальневосточный федеральный округ. — М.: Федер. агентство по недропользованию, 2006. — 320 с.
13. Угольная база России. — Т. 5. — Кн. 2: Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока (Республика Саха, Северо-Восток, о. Сахалин, п-ов Камчатка). — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. — 638 с.
14. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок/М-во природ. ресурсов Рос. Фед. Науч.-исслед. ин-т охраны атмосфер. воздуха (НИИ Атмосфера); Фирма «Интеграл». — СПб., 2001. — 15 с.
15. Кошелев, А. А., Ташкинова Г. В., Чебаненко Б. Б. и др. Экологические проблемы энергетики. — Новосибирск: Наука, 1989-322 с.

Исследование влияния углов вращения и пропусков поверхности кольцевого оребрения на параметры интенсификации теплообмена

Любимов Павел Викторович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский горный университет

Энергосбережение — это процесс оптимизации и рационального использования энергетических ресурсов с целью сокращения потребления энергии и снижения негативного влияния на окружающую среду.

Энергосбережение может осуществляться в различных сферах жизни, включая промышленность, домашнее хозяйство, транспорт и государственные организации. Примеры мер по энергосбережению включают установку энергосберегающего оборудования, оптимизацию систем отопления и охлаждения, использование энергоэффективных технологий и повышение осведомленности населения о необходимости сокращения энергопотребления.

Энергосбережение имеет ряд преимуществ. Во-первых, оно способствует снижению затрат на энергию, что особенно актуально в условиях роста цен на энергоресурсы. Во-вторых, оно помогает сократить выбросы парниковых газов и других вредных веществ, что положительно влияет на окружающую среду и здоровье людей.

Оребрение поверхности теплообмена — это процесс нанесения специальных ребер или пластин на поверхность теплообменного оборудования, такого как конденсаторы, испарители, радиаторы, трубы и другие теплообменники. Оребрение используется для увеличения эффективности теплообмена, позволяя повысить передачу тепла между теплоносителями.

Данный обзор представляет анализ одного из способов оребрения теплообменной поверхности, кольцевого оребрения. В работе рассматриваются технологии пропусков и углов закручивания оребрения и исследуется влияние этих конфигураций на параметры теплообмена.

Ключевые слова: теплоэнергетика, теплотехника, оребрение, теплообмен, кольцевое оребрение, интенсификация теплообмена.

Как упоминалось ранее, оребрение является одним из методов интенсификации теплообмена, он заключается в размещении ребер или пластинок, специальных вставок, на поверхности теплообмена, что увеличивает площадь контакта между теплоносителями.

К способам повышения эффективности протекания тепловых процессов внутри труб круглого сечения можно отнести применение пассивных методов [1], предполагающих включение в состав конструкции внутренних участков трубных пучков теплообменных поверхностей перфорированные круглые кольца, вихревые образующие

винтовые сечения или присоединенные спиральные провода [2].

Среди известных способов и методов оребрения наибольший интерес представляют кольцевые конструкции, позволяющие локально интенсифицировать параметры теплообмена.

Кольцевое оребрение — это метод оребрения, при котором на поверхности теплообменника создаются кольцевые ребра. Кольцевое оребрение интенсифицирует теплообмен благодаря нескольким факторам:

1. Увеличение площади контакта: Кольцевые ребра увеличивают площадь поверхности теплообменника. Большая площадь контакта повышает эффективность теплообмена, увеличивая передачу тепла между средами.

2. Улучшение турбулентности потока: Кольцевые ребра создают перегородки, которые изменяют направление потока, это снижает скорость и увеличивает турбулентность потока. Турбулентный поток обеспечивает лучшую смешиваемость и повышенную эффективность теплопередачи.

3. Разрушение пограничного слоя: Кольцевые ребра помогают разрушить пограничный слой, который образуется вблизи поверхности теплообменника. Пограничный слой ослабляет теплообмен, но кольцевые ребра создают вихревые потоки.

В данной статье представлено исследование кольцевой конструкции, что представляет из себя один из вариантов внутреннего оребрения, исследуются разные вариации кольцевого оребрения в сравнении с гладким кольцевым аналогом, представленным проточной частью самой трубы, с целью определить оптимальную конфигурацию ребер для интенсификации теплообмена. Исследуемая жидкость — однофазный воздух. Объект исследования — труба. Предмет исследования — кольцевое оребрение.

Все расчеты проводятся с использованием программного комплекса SolidWorks 2022, симуляция тепловых процессов осуществляется с использованием «пакета» SolidWorks flow simulation [3]. Исходные данные материала и среды представлены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики трубы и граничные условия

Параметр	Единица измерения	Значение
Геометрия трубы:	-	-
d_n	м	0,028
L	м	1
d_v	м	0,022
Оребрения (для всех):		
шаг	м	0,05
толщина	м	0,002
высота	м	0,002
кол-во	-	15
Параметры окружающей среды:		
p	Па	101325
t	°C	20,05
Параметры жидкости:		
$t_{вх}$	°C	80,05
Q	кг/с	0,0001

Материал трубы и оребрения представлен алюминием, на рисунке 1 представлены исследуемые варианты оребрения: А — гладкая поверхность, В — кольцевое ореб-

рение, С — кольцевое оребрение с вращением, D — кольцевое оребрение с пропусками.

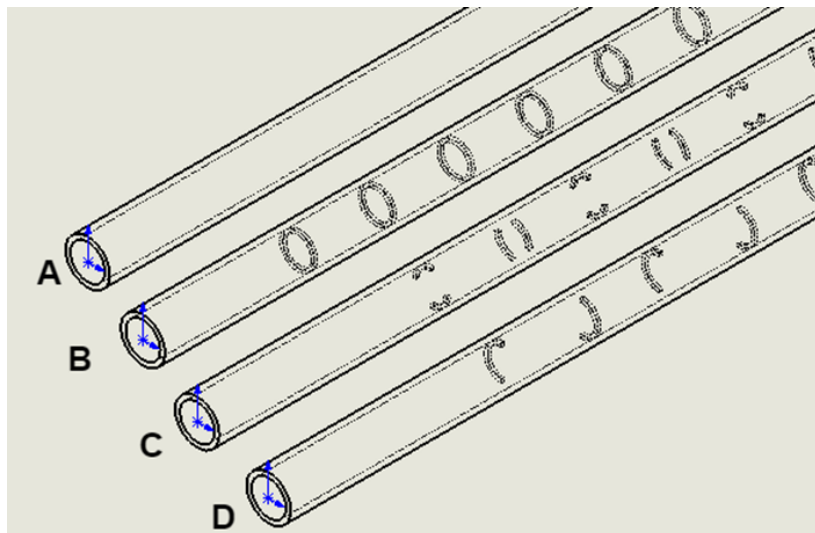


Рис. 1. Рассматриваемые варианты оребрения трубы

Далее на рисунках 2-5 представлены результаты расчетов коэффициентов теплоотдачи и тепловых потоков, проведена симуляция течения потока и распределение

температуры жидкости — воздух по длине трубы для упомянутых ранее вариантов.

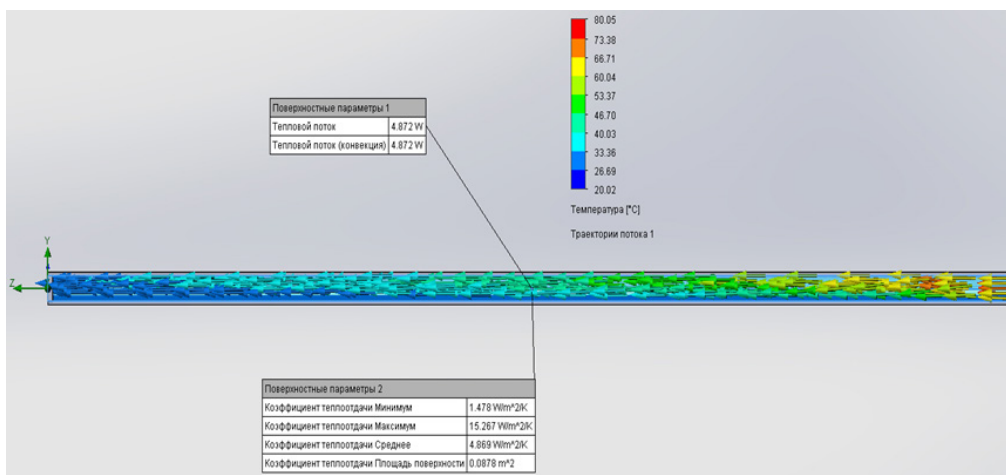


Рис. 2. Симуляция движения потока и теплофизических параметров для случая гладкой трубы, вариант — А

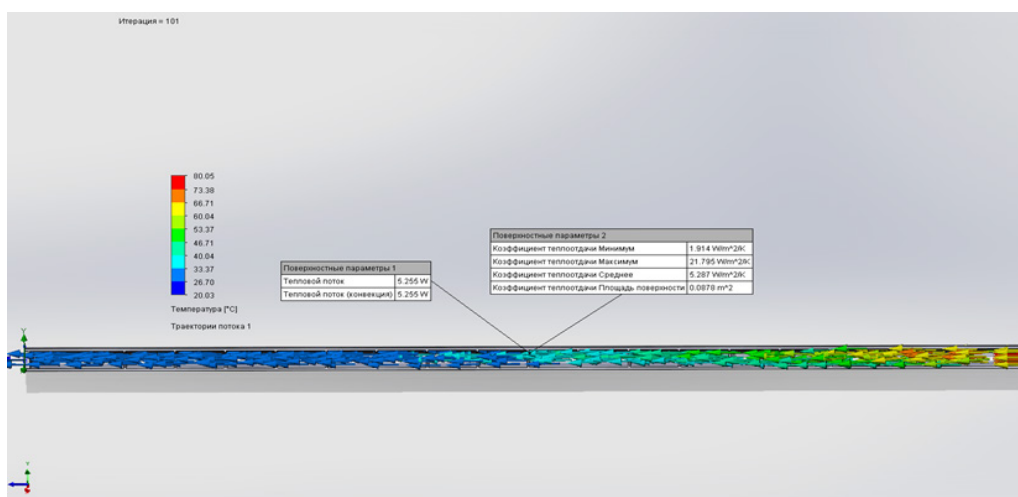


Рис. 3. Симуляция движения потока и поверхностных тепловых параметров для случая кольцевого оребрения, вариант — В

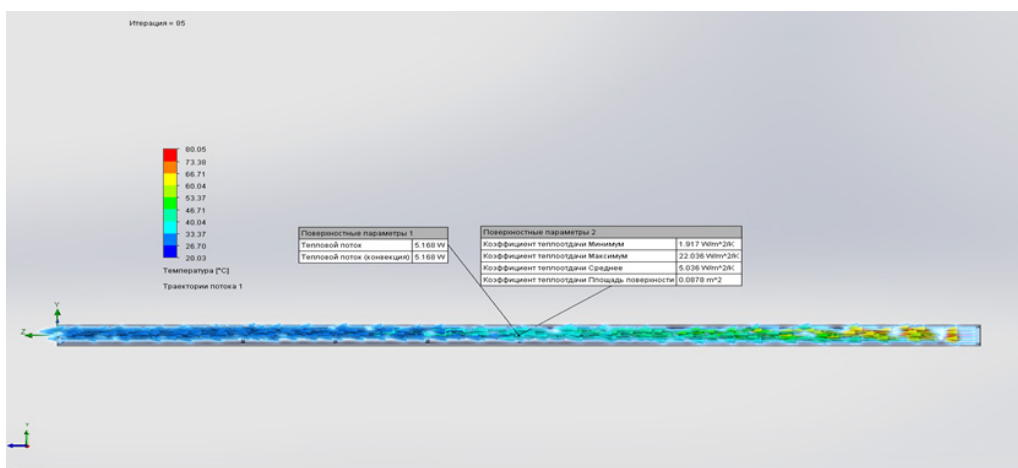


Рис. 4. Симуляция движения потока и поверхностных тепловых параметров для случая кольцевого оребрения с прерыванием, вариант — С

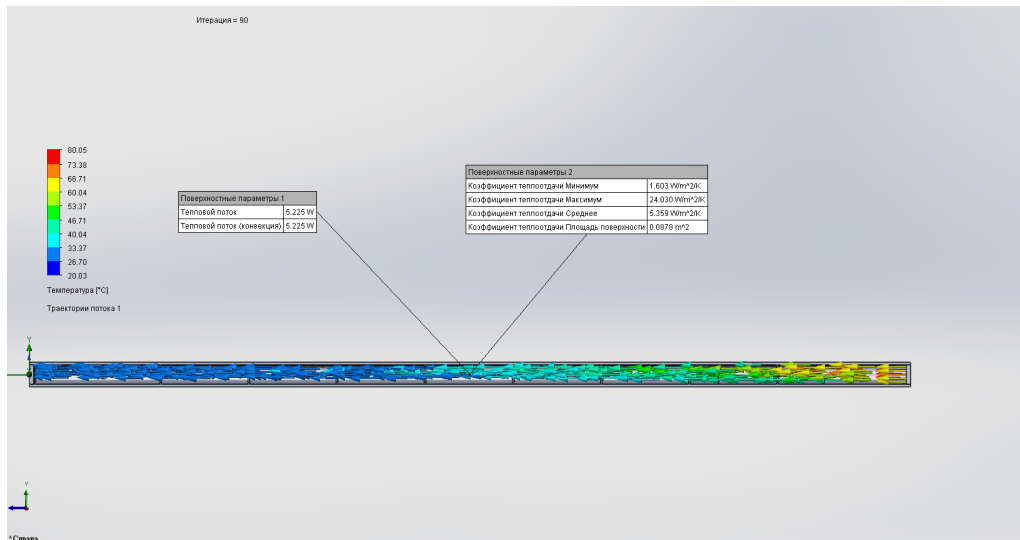


Рис. 5. Симуляция движения потока и поверхностных тепловых параметров для случая кольцевого оребрения с пропусками, вариант — D

Далее, в таблицу 2 сведены результаты расчетов по- токами исследуемой среды и коэффициентами теплоот- верхностных параметров, представленные тепловыми по- дачи.

Таблица 2. Результаты расчетов поверхностных параметров

Вариант	Тепловой поток Вт	Коэффициент теплоотдачи минимальное значение Вт/(м² К)	Коэффициент теплоотдачи максимальное значение Вт/(м² К)	Коэффициент теплоотдачи среднее значение Вт/(м² К)	Площадь поверхности наружная м²
A	4,872	1,478	15,267	4,869	0,0878
B	5,255	1,914	21,795	5,297	0,0878
C	5,168	1,917	22,036	5,287	0,0878
D	5,225	1,603	24,030	5,359	0,0878

Из расчетов следует, что наибольшим коэффициентом теплоотдачи и, как следствие, наиболее оптимальными геометрическими параметрами, обладает вариант D — кольцевое оребрение с пропусками, это может быть связано с явлениями турбулизации потока и созданием вторичных набегающих потоков, способствующих более интенсивному перемешиванию среды и завихрениям в области пограничного теплового слоя, где в основном преобладает молекулярная теплопроводность [4]. Определенное наибольшим коэффициентом теплоотдачи оребрение, оказывает существенное влияние на формирование гидродинамического и теплового пограничных слоев на более ранних участках трубы, повышая характеристики теплопереноса, форм-фактор предложенного варианта внутреннего оребрения обладает способностью к большей децентрализации потока, что также может способствовать интенсификации теплообмена. Использование кольцевого оребрения, помимо вышеизложенного, способствует более равномерному распределению тепла на поверхности теплообмена в сравнении с простыми прямыми или спиральными аналогами, поскольку основу приращения коэффициента теплоотдачи составляет тур-

булизация потока, можно заключить, что кольцевое оребрение способствует формированию наилучшего гидродинамического поведения, из рассмотренных вариантов, как упоминалось ранее, наилучшим оребрением выступает кольцевое оребрение с пропусками. При интенсификации теплоотдачи в трубах весьма эффективны поперечные кольцевые выступы, что служит разновидностью кольцевого оребрения, разница заключается в технологии оребрения поверхности. Наиболее просто получается оребрение накаткой. В области относительно малых чисел Рейнольдса и сравнительно больших относительных шагов выступов турбулизация потока приводит к выгодному соотношению между нарастанием теплообмена и увеличением сопротивления. Доказано, что возможно опережающее нарастание теплообмена по сравнению с увеличением гидросопротивления [5]. Так можно сказать, что исследуемый вариант D, помимо наилучшего коэффициента теплоотдачи, обладает одним из наименьших параметров гидросопротивления, занимая меньшую площадь по ходу течения среды, в отличии от стандартного кольцевого оребрения, вариант — B.

Литература:

1. A comprehensive review on single phase heat transfer enhancement techniques in heat exchanger applications/Tabish Alam, Man-Hoe Kim // Renewable and Sustainable Energy Reviews. — 2018. — ISSN 1364-0321. — V. 81. — P. 813-839.
2. Experimental investigation on heat transfer enhancement in a circular tube with equilateral triangle cross sectioned coiled-wire inserts/Orhan Keklikcioglu, Veysel Ozceyhan // Applied Thermal Engineering. — 2018. — ISSN 1359-4311. — V. 131. — P. 686-695.
3. SolidWorks Flow Simulation Tutorial // MySolidWorks: информ.-справочный портал. 2022 URL: <https://my.solidworks.com/training/elearning/69/solidworks-flow-simulation> (дата обращения 10.11.2023).
4. Аметистов, Е. В., Белосельский Б. С., Емцев Б. Т., Клименко А. С., Комендантов А. С., Круг Г. К., Лабунцов Д. А., Махров В. В., Морозкин В. П., Охотин В. С., Павлов Ю. М., Протопопов В. С., Реутов Б. Ф., Созинов Р. И., Сычев В. В., Тимрот Д. Л., Тоцкий В. Е., Чистяков В. С., Чичков В. В., Шпильрайн Э. Э., Шурыгин А. П., Ягов В. В: теоретические основы теплотехники теплотехнический эксперимент. — Москва: Изд-во Энергоатомиздат, 1988. — 543 с.
5. Юдин, В. Ф. Теплообмен поперечно-оребранных труб/В. Ф. Юдин. — Л. Машиностроение, 1982. — 187 с.

Разработка критериев выбора подвижного состава для организации высокоскоростного движения в условиях железных дорог Казахстана (обзор)

Мансуров Тамерлан Дулатович, студент магистратуры

Научный руководитель: Токмурзина-Коберняк Наталья Анатольевна, кандидат технических наук, доцент
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

В данной статье проводится анализ источников по теме исследования, рассматриваются технические характеристики моделей высокоскоростного подвижного состава, приводятся факторы, влияющие на выбор высокоскоростного подвижного состава, описываются перспективы развития и варианты организации высокоскоростного движения в Казахстане.

Ключевые слова: высокоскоростной подвижной состав, железные дороги Казахстана, высокоскоростной электропоезд.

Современный мир не обходится без инновационных технических решений и постоянно требует развития науки и технологии. Это можно наблюдать на примере развития железнодорожного транспорта, в истории которого одним из ключевых инноваций стало появление высокоскоростного движения. Благодаря этому достижению, страны мира смогли повысить свои экономические показатели, усовершенствовать транспортную систему, а пассажиры, пользующиеся услугами высокоскоростного транспорта, получили возможность комфортно и быстро перемещаться на длинные расстояния.

По сегодняшним меркам популяризация высокоскоростного транспорта является одной из актуальных тем. Это связано с тем, что актуальность данного вида транспорта определяется интересом стран в силу получения экономической выгоды. Высокоскоростные поезда позволяют сократить время в пути, что приводит к повышению производительности труда, снижению издержек и увеличению привлекательности территорий для инвестиций. Поэтому многие страны Европы и Средней Азии на долгосрочную перспективу планируют организацию железнодорожного высокоскоростного движения на территориях.

Высокоскоростной железнодорожный транспорт — рельсовый подвижной состав, состоящий из прицепных и тяговых моторных вагонов, скорость которого преодолевает 200 км/ч. В настоящее время высокоскоростной железнодорожный транспорт обслуживает только пассажирское движение, поскольку развитие высоких скоростей в грузовом движении не допускается в целях обеспечения безопасности движения. Такой запрет обуславливается высокой грузоподъемностью грузовых вагонов, что в последствии приводит к снижению их конструкционной скорости.

К основным преимуществам использования высокоскоростного подвижного состава относятся: комфортабельность; высокая провозная способность; высокая скорость движения; повышенный уровень безопасности движения; энергоэффективность; низкое воздействие на экологическую среду.

Для организации высокоскоростного движения на железных дорогах Казахстана необходимо учитывать текущее состояние парка подвижного состава, технические и тяговые характеристики высокоскоростного железнодорожного подвижного состава, подходящую систему железнодорожной инфраструктуры (верхнее и нижнее стро-

ение железнодорожного пути, план пути, контактная сеть, предназначенная для высокоскоростного движения) и безопасность движения.

На территории Республики Казахстан протяженность железнодорожных путей составляет порядка 16 тыс. км [11, с. 1], часть из которых неполностью электрифицированы. Это нельзя считать единственной проблемой железных дорог Казахстана, поскольку к дополнению данной проблемы входит вопрос замены однопутных участков на двухпутные.

С целью необходимости организации высокоскоростного движения одновременно стоит отметить, что на сегодняшний момент подвижной состав парка Казахстана имеет крайне неудовлетворительное состояние. Это обуславливается высоким коэффициентом износа подвижного состава, в совокупности который составляет 70% [10]. Несмотря на то, что в Казахстане идёт стремительное обновление парка, в эксплуатации по сей день содержится (находится) устаревший подвижной состав, который превышает заявленный срок службы.

Кроме этого, стоит вопрос повышения скорости движения имеющегося подвижного состава. Максимально допустимая скорость движения на железных дорогах Республики Казахстан с учётом участковой и технической скоростей составляет в среднем значении 160 км/час в пассажирском движении, 90 км/ч — в грузовом движении [6]. Таким образом, можно понять, что максимально допустимая скорость в пассажирском движении соответствует норме скоростного движения. Тогда как скорость движения подвижного состава в грузовом движении не входит в указанную норму, что является довольно актуальной проблемой для железнодорожного транспорта в целом.

Цель исследования: обзор технических характеристик подвижного состава с учетом факторов, влияющих

на разработку критериев выбора высокоскоростного подвижного состава.

Методология исследования: для достижения цели исследования были использованы следующие методы:

— анализ существующих видов подвижного состава, используемых для высокоскоростного движения в разных странах, их технических характеристик, преимуществ и недостатков;

— сравнительный анализ моделей высокоскоростных электропоездов по критериям скорости, пассажироместительности, размерного показателя.

Предложенные в данной статье факторы способны оказать организацию высокоскоростного движения в рамках железных дорог Казахстана.

Кроме того, на основе проведенного литературного обзора по настоящей теме исследования предоставляются основные технические характеристики моделей высокоскоростных электропоездов для проведения сравнительного анализа.

Анализ технических характеристик высокоскоростного подвижного состава стран зарубежья

Япония является страной, которая сделала прорыв в области высокоскоростного наземного транспорта. В 1964 году она запустила первую в мире высокоскоростную железнодорожную магистраль (ВСМ) под названием «Синкасен», в итоге которая стала одним из мировых символов научно-технического прогресса. С тех пор Япония продолжает совершенствовать свою систему ВСМ «Синкасен» и разрабатывать новые модели высокоскоростного подвижного состава. На линиях «Синкасен» эксплуатируются множество серии электропоездов Shinkansen, которые имеют свои конструктивные особенности и характеристики.

В таблице 1 приведены современные модели высокоскоростного подвижного состава серии E5 и N700S.

Таблица 1. Основные технические характеристики моделей высокоскоростных электропоездов

Модель подвижного состава	Конструкционная скорость, км/ч	Пассажироместительность, чел.	Выходная мощность, кВт	Длина подвижного состава, м	Род тока, АС/DC
TGV Duplex	320 км/ч	545 чел.	8800 кВт	200 м	25 кВ 50 Гц АС/1,5-3 кВ DC
Talgo 350	330 км/ч	400 чел.	8000 кВт	200 м	25 кВ, 50 Гц АС/3 кВ DC
Shinkansen E5	320 км/ч	574 чел.	9280 кВт	400 м	25 кВ 50 Гц АС
Shinkansen N700S	300 км/ч	731 чел.	9600 кВт	404,7 м	25 кВ 60 Гц АС

Многоизвестные высокоскоростные электропоезда Shinkansen характеризуются технологической продвину-

тостью, уникальными конструктивными особенностями и гениальными инженерно-техническими решениями.

Кроме того, электропоезда Shinkansen послужили примером для разработки высокоскоростных поездов TGV во Франции, ICE Velaro в Германии и AVE Talgo в Испании.

Произведем анализ особенностей и технических характеристик высокоскоростных электропоездов Shinkansen E5 и N700S.

Электропоезд Shinkansen серии E5 [3] — высокоскоростной японский электропоезд, производством и обслуживанием которого занимается компания Hitachi совместно с Kawasaki Industries и Nippon. Согласно данным, приведённым в таблице 1.1, заявленная производителем

конструкционная скорость движения электропоезда составляет 320 км/ч. Конструкция имеет узкий обтекаемый корпус в зоне носовой части и раздвижные обтекатели, предназначенные для непосредственного доступа к автосцепному устройству. Узкий обтекаемый корпус способствует повышению аэродинамических показателей (снижению аэродинамического сопротивления), что в результате обеспечивает высокую скорость движения.

Внешний вид электропоезда Shinkansen серии E5 представлен на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид высокоскоростного электропоезда Shinkansen серии E5

Shinkansen N700S [4] является новейшей модификацией модельной серии высокоскоростных электропоездов N700 компании Hitachi, Kawasaki Industries и Nippon. Он имеет 16 вагонов с общей вместимостью 731 пассажира и оснащается батареями, которые позволяют электропоезду осуществлять движение в автономном режиме при отключении тягового электроснабжения, а также системами безопасности и комфорта для пассажиров [4]. Введен в эксплуатацию сравнительно недавно — в 2020 году.

Кроме того, Shinkansen N700S имеет острый и угловатый профиль передней части, который снижает аэродинамическое сопротивление движению и уменьшает давление воздуха при входе в туннели.

Ещё одной конструктивной особенностью данного электропоезда заключается в использовании усовершенствованной системы наклона, которая обеспечивает плавное и тихое движение поезда [4].

На рис. 2 представлен высокоскоростной электропоезд Shinkansen серии N700S.

Проводя сравнительный анализ высокоскоростных электропоездов Японии, стоит отметить, что электропоезда Shinkansen обладают непременно высокой выходной мощностью на валах тяговых электродвигателей (ТЭД), чем является весомым преимуществом в сравнении с высокоскоростными электропоездами стран Европы.

Преимущество заключается в преодолении тяжелых уклонов продольного профиля пути за счет использования высокой выходной мощности высокоскоростных электропоездов серии Shinkansen, что в результате позволяет электропоезду сохранять кинетическую энергию при движении. Такие уклоны характеризуются горной и холмистой местностью, которые в условиях железных дорог Казахстана являются нередкостью.

Известно, что на железных дорогах Казахстана эксплуатируются скоростные вагоны Talgo 200. Опыт эксплуатации вагонов Talgo 200 показал, что их комфортабельность достаточно низка в силу малых размеров салона, отсутствия душевых кабин и недостаточной шумоизоляции. Однако,



Рис. 2. Внешний вид высокоскоростного электропоезда Shinkansen серии N700S

невзирая на перечисленные недостатки, вагоны Talgo 200 не обделены преимуществами, которыми являются:

- достаточно низкая масса вагонов, что в результате позволяет подвижному составу развивать высокую скорость за относительно короткий период времени;
- применение жесткого сочленённого соединения вагонов, за исключением вагонов-электростанции которые оборудуются автосцепным устройством СА-3;
- применение одноосной колесной пары, располагаемой в межвагонном пространстве;
- применение маятниковой системы пневмоподвески.

Поэтому в рамках вопроса организации высокоскоростного движения в Казахстане рассмотрим высокоскоростной поезд Talgo 350.

Высокоскоростной электропоезд Talgo 350 [2] производства испанской компании Talgo имеет 12 вагонов с общей пассажироместимостью 400 пассажиров, его конструктивная скорость составляет 330 км/ч. Он характеризуется низкими показателями сопротивления движению и высокой устойчивостью к поперечному ветру. Вагоны электропоезда, за исключением моторных, имеют те же конструктивные особенности, которые имеются в скоростных вагонах Talgo 200.

На рис. 3. представлен высокоскоростной электропоезд модели Talgo 350 государственной компании Renfe AVE (Испания).

Одной из наиболее развитых стран Европы, занимающихся производством и эксплуатацией высокоскоростного подвижного состава, является Франция. Она создает значительный вклад в производство высокоскоростных железнодорожных электропоездов серии TGV.

TGV (Train à Grande Vitesse) — это серия высокоскоростных электропоездов, разработанных Alstom и эксплуатируемых французской государственной железнодорожной компанией SNCF. TGV были первыми коммерчески успешными высокоскоростными поездами в мире и сыграли важную роль в развитии высокоскоростного железнодорожного транспорта в Европе. Из успешных современных моделей серии TGV является высокоскоростной электропоезд TGV Duplex.

Французские высокоскоростные электропоезда серии TGV Duplex [5], основанные на передовых технологиях, способны развивать скорость более 300 км/ч. Эти электропоезда, данные о которых приведены в таблице 1, характеризуются высокой надежностью, конструктивной скоростью, повышенной комфортабельностью и большой пассажироместимостью, уступая по этому параметру только японским высокоскоростным электропоездам Shinkansen E5 и N700S. Большая пассажироместимость TGV Duplex обусловлена наличием второго этажа, чем и является его конструктивной особенностью.

Кроме того, по проведенным эксплуатационным испытаниям, TGV Duplex смог достичь максимальной скорости 575 км/ч, установив при этом мировой рекорд скорости железнодорожного транспорта [12]. Это событие ознаменовало новую эру в развитии высокоскоростного железнодорожного транспорта, продемонстрировав превосходство французских технологии.

Высокоскоростной электропоезд серии TGV Duplex государственной компании SNCF (Франция) изображён на рис. 4.



Рис. 3. Внешний вид высокоскоростного электропоезда AVE Talgo 350



Рис. 4. Внешний вид высокоскоростного электропоезда SNCF TGV Duplex

Выбор высокоскоростного подвижного состава по техническим характеристикам значится основополагающим критерием, показывающим его технологическую продвинутость, производительность и конкурентоспособность.

При выборе высокоскоростного подвижного состава характерно учитывать стоимость и экономические затраты на эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт высокоскоростного подвижного состава.

Учет факторов, влияющих на разработку критериев выбора высокоскоростного подвижного состава

Стоит учитывать, что разработка критериев выбора является достаточно сложным процессом ввиду учета многочисленных факторов. К числу таких факторов относятся: безопасность движения; железнодорожная инфраструктура; эксплуатация подвижного состава; климатические условия.

Требования к безопасности движения являются немаловажным критерием в выборе подвижного состава, поскольку безопасность движения влияет на нервно-эмоциональное напряжение локомотивной бригады, стабильность психофизиологического состояния пассажиров и служебного персонала поезда, а также обеспечивает сохранность окружающей среды.

Предусматривается ряд строго необходимых нормативно-технических документов в отношении безопасности движения. Непременными значимыми документами в данной области считаются Правила технической эксплуатации и международный регламент ТР ТС «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» [7]. Ввиду того, что Правила технической эксплуатации Республики Казахстан [8] не имеет на данный момент конкретных требований к высокоскоростному железнодорожному транспорту, уместно рассматривать регламент ТР ТС.

ТР ТС «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» [7] содержит требования к безопасности при производстве, эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте высокоскоростного железнодорожного подвижного состава. Посредством данного регламента возможно оценить выбор высокоскоростного подвижного состава по соответствию требованиям безопасности при проектировании, учитывая наличие систем безопасности, необходимых технических устройств, агрегатов и электрических машин.

Согласно регламенту ТР ТС «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» в целях безопасности важно учитывать шум высокоскоростного подвижного состава. Так как высокий уровень шума неблагоприятно воздействует на человека, вызывая у него болезненные ощущения.

Для безопасности движения высокоскоростного подвижного состава требуется не только соблюдение нормативно-технических регламентов и правил безопасности, но и подходящая железнодорожная инфраструктура. Поэтому для Республики Казахстан первостепенной задачей является создание железнодорожной инфраструктуры, предназначенной для скоростей движения поездов свыше 200 км/ч.

Авторы Вахитова Л.В., Даулетьяров С.А., Абдрахимов Н.Б. также отметили в научной работе [6] несоответствие текущего состояния железнодорожной инфраструктуры Республики Казахстан. По их словам: «основным сдерживающим фактором развития скоростного и высокоскоростного движения в Республике Казахстан является отсутствие транспортной инфраструктуры,

отвечающей требованиям высокоскоростного движения при наличии скоростного подвижного состава. Таким образом, чтобы соответствовать и вовремя реагировать на мировые тенденции развития железнодорожного транспорта Казахстану необходимо совершенствовать процесс модернизации железнодорожной инфраструктуры, используя все имеющиеся для этого ресурсы» [6].

Исходя из данного вывода [6], предлагается два условных варианта решения данной проблемы:

- 1) совершенствование процесса модернизации железных дорог Казахстана [4];
- 2) строительство изолированной железнодорожной сети, предназначенной исключительно для высокоскоростного движения.

Предполагается, что первый вариант решения проблемы подвергнет ухудшению состояния безопасности движения поездов, который отразится повышением риска нарушений безопасности движения (НБД). Причина такого предположения объясняется наличием высокой интенсивности движения грузовых и пассажирских поездов на железных дорогах Казахстана. Вместе с тем, имеется риск увеличения времени опозданий поездов в пассажирском и грузовом движениях.

Весьма значимым и более рациональным вариантом для организации высокоскоростного движения является строительство полностью изолированной железнодорожной сети. Это позволит обеспечить постоянную скорость движения, улучшить состояние безопасности движения высокоскоростного подвижного состава и высокую эффективность обслуживания маршрутов. При возможных опозданиях предполагается, что время опоздания будет сравнительно меньше, чем на модернизированной железнодорожной сети. Такое предположение объясняется наличием факта опоздания поездов на железных дорогах Казахстана [9].

Основные недостатки строительства изолированной железнодорожной сети заключается в дороговизне строительства и повышения коррупции, которая измерима эмпирическими методами.

Чтобы рассчитать требуемые технические характеристики к высокоскоростному подвижному составу для эксплуатации на железных дорогах Казахстана, целесообразно использовать модель динамики движения высокоскоростного подвижного состава. Данная модель характеризуется применением математических методов, позволяющих выполнить тяговый расчет поезда. Такой расчет позволит оценить целесообразность эксплуатации выбранной модели высокоскоростного подвижного состава на железных дорогах Казахстана.

Не менее важным фактором в процессе разработки критериев являются климатические условия. Они характеризуются порывистыми снежными бурями и ветрами, резкими перепадами температур, сухостью воздуха и небольшим количеством осадков на большей части территории Республики Казахстан. Поэтому для организации высокоскоростного движения необходимо выбрать под-

вижной состав, который способен выдержать тяжелый климат Казахстана при температурном диапазоне от –60 до +60 °С и низкой влажности воздуха.

Поскольку большая часть территории Республики Казахстан покрыта степью и пустынями, частым явлением являются сильные и переменчивые ветры. Однако в рамках вопроса эксплуатации высокоскоростного подвижного состава уделяется внимание поперечному ветру. Поскольку он является вредным фактором, негативно влияющим на скорость и состояние безопасности движения высокоскоростного подвижного состава, что требует внедрения дополнительных мер по минимизации воздействия поперечного ветра на высокоскоростной подвижной состав, чтобы обеспечить высокий уровень безопасности его движения.

Закключение. Проведенный общий обзор по теме исследования позволил провести анализ источников, сравнительный анализ технических характеристик высокоскоростных электропоездов. В процессе обзора были

предложены факторы, учитываемые при разработке критериев выбора высокоскоростного подвижного состава.

Было выяснено, что выбор высокоскоростного подвижного состава по техническим характеристикам является основополагающим критерием, показывающим технологическую продвинутость, производительность и конкурентоспособность высокоскоростного подвижного состава.

Для дальнейшего исследования настоящей темы необходимо базироваться на применении модели выбора подвижного состава на основе критериев, которая в результате позволит произвести оценку подвижного состава по соответствию модели динамики движения поезда, соответствию энергоэффективности высокоскоростного подвижного состава, статистическому анализу количественных технико-экономических показателей, анализу безопасности движения и анализу требований, предъявляемых к конструкции высокоскоростного подвижного состава.

Литература:

1. Родченко, В. А. *Высокоскоростное железнодорожное движение. Мировой опыт и перспективы в России: Учебное пособие*/В. А. Родченко, Д. С. Зандарашвили. — 1-е изд. — Москва: МГУПС (МИИТ), 2015. — 116 с. — Текст: непосредственный;
2. Talgo 350. — Текст: электронный // *Официальный сайт Talgo*. Talgo.com: [сайт]. — URL: <https://www.talgo.com/talgo-350> (дата обращения: 27.12.2023);
3. E5 and H5 Series Shinkansen. — Текст: электронный // *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Wikimedia Foundation, Inc.: [сайт]. — URL: https://en.wikipedia.org/wiki/E5_and_H5_Series_Shinkansen (дата обращения: 27.12.2023);
4. Tanaka, A., Ohmori, Y., Nomura, H., Yoshida, Y., & Watanabe, T. (2021). Development of a high-speed railway train with a 350 km/h operating speed. *IEEE Journal of Industry Applications*, 10 (4), 1020-1027;
5. TGV Duplex. — Текст: электронный // *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Wikimedia Foundation, Inc.: [сайт]. — URL: https://en.wikipedia.org/wiki/TGV_Duplex (дата обращения: 27.12.2023);
6. Вахитова, Л.В. Об эффективности реализации скоростного и высокоскоростного движения на железнодорожном транспорте Республики Казахстан/Л.В. Вахитова, С.А. Даулетьяров, Н.Б. Абдрахимов. — Текст: непосредственный // *Актуальные научные исследования в современном мире*. — 2021. — № 2-2 (70). — с. 69-74;
7. О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта (ТР ТС 002/2011). — Текст: электронный // *ЕЭК. Евразийская экономическая комиссия*: [сайт]. — URL: http://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01430284/err_08102021_90 (дата обращения: 27.12.2023);
8. Правила технической эксплуатации железнодорожного транспорта. — Текст: электронный // *Әділет. Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан*: [сайт]. — URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500011897> (дата обращения: 27.12.2023);
9. Пассажирские поезда массово задерживаются в Казахстане из-за снегопада. — Текст: электронный // *Tengrinews.kz*: [сайт]. — URL: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/passajirskie-poezda-massovo-zaderjivayutsya-kazahstane-iz-za-520502/ (дата обращения: 27.12.2023);
10. Об утверждении Концепции развития транспортно-логистического потенциала Республики Казахстан до 2030 года. — Текст: электронный // *Әділет. Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан*: [сайт]. — URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200001116#z151> (дата обращения: 27.12.2023);
11. Информационный лист № 2 за II квартал 2021 г. по проекту «Определение отраслевых показателей, источников данных и организация учета на железнодорожном транспорте». — Текст: электронный // *KAZLOGISTICS*: [сайт]. — URL: https://kazlogistics.kz/storage/corfond/2kv_ANEK.pdf (дата обращения: 27.12.2023);
12. What are the World's Fastest Trains?. — Текст: электронный // *High Speed Rail Alliance*: [сайт]. — URL: <https://www.hsrail.org/blog/worlds-fastest-trains/#:~:text=The%20current%20world%20speed%20record,modified%20to%20test%20new%20designs> (дата обращения: 27.12.2023).

Барьеры развития вертикальных ферм

Николаева Екатерина Владиславовна, студент
Нижегородский государственный агротехнологический университет

В статье рассматриваются барьеры развития вертикальных ферм. Сегодня использование природных ресурсов, растущая потребность в энергии и рост загрязнения становятся предметом беспокойства для развитых стран. Вертикальные фермы — это новая концепция и философия того, как человечество думает о сельском хозяйстве.

Ключевые слова: вертикальные фермы, земледелие, информационные технологии, SWOT-анализ.

В вертикальном земледелии существует несколько проблем, которые необходимо решить, чтобы фермерская система стала основным процессом ведения сельского хозяйства, способным решить проблему дефицита продовольствия по всему миру. Самая большая проблема на данный момент — это экономия за счет масштаба. Вертикальная система земледелия в настоящее время недостаточно оснащена для того, чтобы использовать преимущества экономии за счет масштаба так же эффективно, как горизонтальное земледелие. Вертикальное земледелие требует огромных инвестиций для создания инфраструктуры и расширения масштабов производства. Кроме того, вертикальное земледелие может быть подходящим для выращивания зеленых листовых овощей, таких как базилик, кинза или зеленый лук, фруктов, трав, фармацевтических растений, учитывая стоимость производства и окупаемость инвестиций.

Существует ограничение для выращивания нескольких сортов сельскохозяйственных культур или разных культур в одном вертикальном фермерском хозяйстве, поскольку каждая культура предъявляет разные экологические требования, и очень трудно изменить конструкцию вертикального фермерского хозяйства в соответствии с потребностями различных культур.

Система ведения сельского хозяйства — это энергоемкая система. Даже самые эффективные источники энергии (при условии, что они функционируют на пике своей мощности) также сопряжены с огромными затратами из-за высоких энергетических потребностей заводов. Эти затраты, в свою очередь, увеличивают общую стоимость выращивания. Затраты на техническое обслуживание конструкции и оборудования для контроля микросреды растений на данный момент являются еще одним важным сдерживающим фактором. Если это выполнимо, то затраты на это будут огромными. Другие затраты, связанные с вертикальным земледелием, такие как затраты на рабочую силу, энергию и техническое обслуживание, также очень высоки для функционирования вертикальных ферм по сравнению с горизонтальным земледелием при получении того же урожая в условиях открытого грунта. Некоторые естественные процессы, такие как перекрестное опыление, должны осуществляться вручную, что требует много рабочей силы и денег [1].

Растениеводство производит огромное количество данных, и всегда становится важным их анализировать и получать информацию для эффективного выращивания сельскохозяйственных культур. Успех повседневных операций зависит от эффективного сбора и анализа данных, для чего требуются имитационные модели для конкретных культур, чтобы эти структуры могли работать с минимальным вмешательством человека, удовлетворяя все потребности, характерные для культуры, выращиваемой в структуре.

Хотя вертикальное земледелие представляется многообещающей альтернативой горизонтальному земледелию, оно может стать жизнеспособным вариантом только тогда, когда будут решены все вышеупомянутые проблемы. Несмотря на то, что практика вертикального земледелия быстро расширяется благодаря передовому использованию технологий, все еще предстоит проделать долгий путь, чтобы сделать эти структуры более жизнеспособными с точки зрения рентабельности инвестиций и сложности.

Информационным технологиям (ИТ) отводится важная роль в обеспечении простоты сбора и анализа данных для поддержки процессов принятия решений.

С помощью аналитики больших данных, Интернета вещей и имитационного моделирования среду выращивания на вертикальных фермах можно постоянно отслеживать, тестировать, пересматривать и улучшать с помощью прогностического анализа. Интернет вещей потенциально может стать основой вертикального земледелия, используя технологию датчиков и приводов. Технологические компании могут использовать беспроводные датчики для сбора представляющих интерес данных, таких как изменение естественного освещения и информация об окружающей среде, такая как температура, pH и т.д., а беспроводные приводы могут использоваться для автоматизации этих действий. В сочетании с такими датчиками могут быть разработаны интеллектуальные системы, которые могут оценивать потребности предприятия и вычислять, могут ли эти потребности быть удовлетворены с помощью имеющихся условий или нет. Если нет, то могут быть обеспечены сбалансированные условия роста и искусственное освещение для достижения оптимальных условий роста [5].

Кроме того, если уровни ультрафиолетового излучения от естественного освещения слишком интенсивны

для растений, можно принять меры по снижению интенсивности света с использованием таких технологий, как переключаемое стекло. Датчики состояния инфраструктуры могут использоваться для мониторинга состояния оборудования и здания, используемого для вертикальных ферм. Такие датчики могут регулярно передавать информацию о состоянии здания и механизмов бригаде технического обслуживания (как людям, так и роботам), чтобы можно было принимать упреждающие меры для поддержания условий.

Уровень CO₂, содержание влаги и состояние питательных веществ в конструкциях контролируются для поддержания оптимальных условий выращивания с помощью полностью интегрированной компьютерной системы управления. ИТ-компании могут сыграть значительную роль в создании таких интегрированных систем, которые фермеры могут использовать удаленно для полного контроля соответствующих параметров. Инфраструктура Интернета вещей может играть важную роль, охватывая и интегрируя три функциональных уровня, а именно: уровень восприятия, уровень доставки и уровень управления. Чувствительный слой состоит из датчиков окружающей среды, способных улавливать изменения в условиях окружающей среды, таких как PAR, pH, температура, влажность почвы и т. д. Например, датчик освещенности может показывать распределение интенсивности света в режиме реального времени. Видеодатчики

полезны для контроля размеров установки и принятия решений о различных необходимых вмешательствах. Кроме того, спектральный анализ может указывать на биостресс для дальнейшего анализа и лечения в режиме реального времени.

Уровень доставки передает информацию, собранную с сенсорного уровня, на уровень управления, используя различные протоколы, беспроводной HART, технологии мобильных телефонов (2G/3G/4G), Ethernet и т. д. Третий уровень — это уровень интеллектуального управления, который состоит из средств облачных вычислений, эти огромные объемы данных добываются исследователями для прогнозирования будущего роста сельскохозяйственных культур.

Существует огромный простор для персонального цифрового помощника (КПК), контроллера, регулирующего оборудование и операционного терминала. Этот уровень включает в себя интеллектуальные системы, использующие имитационное моделирование для принятия соответствующих решений в пользу лучшего роста урожая. Такое имитационное моделирование может использовать различные наблюдения и справочные данные для полного анализа, учитывая многочисленные ограничения, такие как требования ИТ-компаний к хранению и обработке этих данных для анализа.

В таблице 1 рассмотрим SWOT-анализ с точки зрения бизнеса.

Таблица 1. SWOT-анализ с точки зрения бизнеса [4]

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> — Пищевые компании, а также венчурные компании и компании, занимающиеся инвестициями в растущий капитал, инвестируют в вертикальное фермерство. — Такие фермы, как AeroFarm, Escoria Farms, Nuvege, Plant Lab и т. д., являются экономически жизнеспособными на безвозмездной основе. — Использует старые здания, создавая подходящие склады, оснащенные необходимой инфраструктурой для вертикального земледелия, что сводит на нет необходимость разрушать старые здания. — Поскольку сельскохозяйственные культуры выращиваются ближе к рынку, очевидно снижение затрат на транспортировку продукции с сельских угодий в города. 	<ul style="list-style-type: none"> — Создание вертикальной фермы требует больших капиталоемких затрат. — Затраты на электроэнергию, рабочую силу и техническое обслуживание очень высоки. — Ограниченность пространства ограничивает то, что можно выращивать. — Выращивание нескольких сортов сельскохозяйственных культур в одном и том же вертикальном фермерском хозяйстве сопряжено с трудностями и высокими затратами. — Такой подход лучше всего подходит только для салатной зелени и пряных трав, которые имеют более высокую рентабельность и могут выращиваться в больших количествах. Основные культуры, такие как пшеница, соя, кукуруза и т. д., не являются экономически выгодными вариантами. — Из-за отсутствия почвы на продукт не наносится маркировка «органический», хотя он стоит столько же. — Масштабируемость — самая большая проблема, необходимо производить достаточное количество урожая для продажи с прибылью в крупных продуктовых сетях.

Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> – Ожидается, что рынок вертикальных ферм вырастет и по сравнению с 2022 годом и достигнет 20 миллиардов долларов США к 2026 году. – Вертикальные фермы могут быть использованы для производства биологически активных молекул для новых медицинских применений. – Спрос на квалифицированных работников на вертикальных фермах создаст в будущем возможности для получения образования и профессиональной подготовки в этой отрасли. 	<ul style="list-style-type: none"> – Политические лидеры не имеют четкого представления о том, что на самом деле представляет собой вертикальная ферма. – Поскольку это совершенно новая отрасль, существует большая неопределенность в отношении окупаемости инвестиций (ROI). – Надлежащее управление и инвестиции в технологии имеют крайне важное значение. По этим причинам за последнее десятилетие несколько стартапов испытывали трудности или потерпели неудачу.

В таблице 2 рассмотрим SWOT-анализ с точки зрения технологий.

Таблица 2. SWOT-анализ с точки зрения технологий [3]

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> – Область с огромным потенциалом роста с точки зрения технологий. – Такие технологии, как дистанционное зондирование, электронная коммуникационная система, интегрированная в единую систему управления данными, и растущие знания о прикладной гидропонике способствуют росту этой области. – Такие компании, как GE, Philips, Panasonic, вкладывают значительные средства в технологии, используемые на вертикальных фермах. – Гиганты-производители семян работают над созданием генетически улучшенных семян, специально предназначенных для вертикального земледелия. – В этой области задействованы лучшие специалисты в области нескольких технологий, такие как голландские биоинженеры, ученые из НАСА, сотрудники исследовательских центров Антарктиды и т. д. – Используя IoT, к растениям можно добавлять нужное количество удобрений и воды, что исключает напрасную трату ресурсов. 	<ul style="list-style-type: none"> – Высокая потребность в энергии для искусственного освещения внутри вертикальных ферм. Отопление и кондиционирование воздуха значительно увеличат потребность в электроэнергии. – Стандарты для сенсорных сетей и передачи данных все еще находятся в стадии разработки. – Специальное сельскохозяйственное программное обеспечение для вертикального земледелия еще не разработано. – Требуется высокоточный мониторинг.
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> – Новые технологии, такие как используемые экономичные мониторы и контроллеры, снижают эксплуатационные расходы. – Более эффективные и недорогие светодиодные светильники снижают высокие затраты на искусственное освещение. – Машины, используемые для сбора урожая и его упаковки, сокращают затраты на рабочую силу. – Возможность для развития новых навыков в связи с растущей потребностью в опытных садоводах, растениеведах, инженерах, обученных проектированию высокотехнологичных систем выращивания. – Для выработки энергии на фермах используются альтернативные решения. Природные источники энергии, такие как геотермальная энергия и солнечная энергия, используются для снижения огромных затрат на электроэнергию. 	<ul style="list-style-type: none"> – Риск кражи информации. – Выход из строя даже одного компонента системы Интернета вещей может привести к быстрой гибели оборудования, что приведет к массовым потерям.

Таким образом, использование технологии может повлиять на влажность почвы, биостресс, прогноз погоды, эвапотранспирацию, методы управления растениеводством и т. д. Светодиоды могут быть адаптированы к определенному спектру и интенсивности, вентиляция, количество распыляемой воды и даже температура корней могут быть точно отрегулированы до требуемого уровня.

Урожай в традиционных системах земледелия уязвимы, когда речь идет о глобальном потеплении, стихийных бедствиях и изменениях погоды. Существует также огромное давление на природные ресурсы, чтобы прокормить постоянно растущее население, учитывая сокращение обрабатываемых земель, пресной воды и более низкие урожаи. Хотя системы вертикального земледелия не поддерживают производство всех видов сельскохозяйственных культур с точки зрения окупаемости инвестиций, они представляются одной из наиболее предпочтительных альтернатив для устойчивого растениеводства. Достижения в области информационных и коммуникационных технологий могут сделать вертикальное сельское хозяйство реальностью. Все, что для этого требуется, — это интегрировать технологии из различных дисциплин вместе, чтобы урожай мог расти в помещении в смоделированной среде. ИТ-компании и другие технологические компании могут сыграть важную роль, интегрируя аналитику больших данных, робототехнику, Интернет вещей и инструменты симуляции/моделирования в сельскохозяйственной сфере, чтобы сделать вертикальные фермы экономически эффективными.

Вертикальные фермы дают очень точный состав продукта даже по сравнению с автоматизированными теплицами, но это выходит в разы дороже, не говоря уже о выращивании на открытом грунте. По мнению эксперта, важно определить, насколько широк рынок, которому нужна такая точность.

Вертикальные фермы требуют освещения, фертигации, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, мобильности, программного обеспечения и искусственного интеллекта.

По словам Даниэле Модесто, генерального директора ZERO Farms из Италии, в совокупности эти факторы могут привести к тому, что капитальные затраты на вертикальную ферму в 4 раза (или более) превысят стоимость высокотехнологичной теплицы. Автоматизированные вертикальные фермы требуют меньше рабочей силы, но это должны быть высококвалифицированные высокооплачиваемые работники — инженеры, разработчики ПО и агрономы. Цены на продукты с вертикальной фермы должны быть в 2 раза выше, чем на обычные органические продукты в Италии.

Есть несколько характеристик продуктов, которые хорошо подходят для вертикальных ферм: это высокий уро-

вень точности при выращивании, а также ограниченное число альтернатив или заменителей, считает Тасгал. Что касается клиентов, то это должны быть жители районов с крайне высокой стоимостью земли и ЖКХ, что делало бы обоснованной ярусную вертикальную систему. Жители таких мест, соответственно, будут готовы переплачивать за свежие продукты.

В числе растений, для которых нужны точные характеристики, независимо от цены, эксперты назвали растения для фармацевтических препаратов, узкоспециализированных фруктов и овощей (таких, как клубника премиум-класса), специализированная зелень и каннабис.

На сегодняшний день неправильное определение адресного рынка стало причиной многих неэффективных инвестиций в область вертикальных ферм. Поскольку вертикальные фермы являются капиталоемкими, продукция ферм должна приносить значительную прибыль и генерировать значительные денежные потоки. Если рынок сбыта завышен, начинаются проблемы.

Основной барьер на пути развития и внедрения технологий урбанизированного растениеводства — это высокая стоимость строительства вертикальных ферм. Минимальные инвестиционные вложения в создание фермы площадью 500 кв. м и с 8-10 ярусами — около 30 млн. руб. При этом окупаемость фермы составляет 2-3 года, в зависимости от вида выращиваемых культур и цены на них.

Консерватизм российских фермеров и предпринимателей также сдерживает процесс внедрения инноваций в производство продукции растениеводства. Недоверие, возникающее от недостатка информации о возможностях урбанизированного растениеводства, значительно тормозит этот процесс.

Срок окупаемости вертикальных ферм в большей степени зависит от величины платежеспособного спроса со стороны населения. Поэтому снижение покупательской способности может стать существенной проблемой и одним из рисков строительства вертикальных ферм.

Еще один барьер заключается в высокой стоимости земли в черте города или городской агломерации. Данная статья инвестиционных затрат является сдерживающим фактором в стремлении предпринимателей строить вертикальные фермы в городе. Квадратный метр земли не просто имеет высокую стоимость, этот показатель ежегодно увеличивается в связи с увеличением городского населения и, соответственно, спроса на жилье.

Преодоление предыдущего барьера возможно посредством размещения ферм в заброшенных и пустующих производственных объектах, на крышах или в подвалах жилых зданий или бизнес-центров и т. д. Однако препятствием на этом пути становится отсутствие градостроительной документации, регулирующей строительство и эксплуатацию вертикальных ферм [2].

Литература:

1. Камитдинов, Н. Грядки вверх. Кто и зачем строит вертикальные фермы в российских городах/Inc [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://incrussia.ru/understand/vertical-farming/> (дата обращения: 10.03.2023).
2. Al-Kodmany, K. The vertical farm: A review of developments and implications for the vertical city // Buildings. 2018. № 8 (2). P. 24-26.
3. Chen, X., Yang, Q. Effects of intermittent light exposure with red and blue light emitting diodes on growth and carbohydrate accumulation of lettuce // Scientia Horticulturae. 2018. № 234. P. 220-226.
4. Gupta, M.K. and Ganapuram S. (2019) Vertical Farming Using Information and Communication Technologies. Infosys. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.infosys.com/industries/agriculture/insights/documents/vertical-farming-information-communication.pdf> (дата обращения: 20.05.2023).
5. Kondratieva, N.P., Filatov D.A., Terentiev P.V. Dependence of current harmonics of greenhouse irradiators on supply voltage // Light & Engineering. 2020. Vol. 28. № 2. P. 85-88.

Необходимость краткосрочного прогнозирования энергопотребления объектов нефтегазодобычи

Себельдин Александр Сергеевич, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

В статье автор исследует необходимую потребность в краткосрочном прогнозировании объектов нефтегазодобычи. Ключевые слова: прогнозирование, энергопотребление, объекты нефтегазодобычи.

Электричество является стержнем в поддержании высокотехнологичной индустриализации в каждой экономике. Почти каждая деятельность, осуществляемая в современную эпоху, зависит от электричества. Спрос и использование электроэнергии в последние годы растут во всем мире, однако процесс выработки, передачи и распределения электроэнергии остается сложным и дорогостоящим. Следовательно, эффективное управление энергопотреблением играет важную роль в снижении стоимости производства и увеличении генерирующих мощностей для удовлетворения растущего спроса на электроэнергию.

Повышение энергоэффективности также является одним из приоритетных направлений повышения операционной эффективности любого нефтегазодобывающего предприятия. Система энергетического менеджмента предприятий была создана и внедрена на основе международного стандарта ISO 50001:2018 и успешно работает. Стратегия энергоэффективности сформулирована в энергетической политике и интегрирована в бизнес-модель компаний. Компании получают значительную экономию энергии в сегментах разведки и добычи благодаря техническим, технологическим и организационным мерам [2].

Экономия энергоресурсов и повышение эффективности их использования являются ключевыми задачами современного нефтегазового производства. Как показывает статистика, чем большее количество энергии потребляет один человек, тем лучшего уровня жизни он дости-

гает, а современные промышленные технологии находят более широкое применение. Когда энергия используется неэффективно, уровень дохода снижается прямо пропорционально падению национального дохода страны.

Вопросы эффективного использования энергии в процессе производства, преобразования, транспортировки, распределения и потребления относятся к особому направлению энергетической отрасли — энергосбережению. Инструментом обеспечения эффективного энергосбережения является энергоменеджмент, который объединяет информационно-аналитическую, организационную, техническую, прогнозную и регуляторную деятельность [4].

Соответственно, эффективное управление энергопотреблением включает в себя надлежащее планирование нагрузки, адекватный график технического обслуживания генерирующих, передающих и распределительных линий и эффективное распределение нагрузки по линиям питания. Таким образом, точное прогнозирование нагрузки будет иметь большое значение для максимизации эффективности процесса планирования на предприятиях нефтегазодобычи. В качестве средства повышения точности прогнозирования спроса на электрическую энергию применяется несколько вычислительных и статистических методов для улучшения моделей прогнозирования [1].

Балансирование производства и потребления электроэнергии в нефтегазодобыче является неотложной задачей. Ее реализация во многом зависит от средств и методов планирования производства. Прогнозирование является

одним из инструментов планирования, поскольку наличие точного прогноза является механизмом повышения обоснованности управленческих решений. При прогнозировании потребления электроэнергии используются как классические, так и современные методы прогнозирования. Классические методы прогнозирования основаны на теории регрессии и статистическом анализе (регрессионные, авторегрессионные модели); вероятностные методы прогнозирования и современные методы прогнозирования используют классические алгоритмы и алгоритмы глубокого машинного обучения, методологию рангового анализа, теорию нечетких множеств, сингулярный спектральный анализ, вейвлет-преобразования, модели Грея и т.д. Оперативное прогнозирование является предметом исследований многих ученых, оно затрагивает вопросы оперативного управления режимами работы энергообъектов на объектах нефтегазодобычи.

Методы прогнозирования могут быть сгруппированы в три группы, а именно корреляцию, экстраполяцию и комбинацию обоих. Методы экстраполяции (анализ тенденций) включают подгонку кривых тренда к первичным историческим данным о потреблении энергии таким образом, чтобы отразить саму тенденцию роста. Здесь будущая величина спроса на электроэнергию получается из оценки функции кривой тренда в предпочтительной точке будущего. Несмотря на свою простоту, ее результаты в некоторых случаях очень реалистичны.

С другой стороны, методы корреляции (модели конечного использования и экономические модели) предполагают соотношение нагрузки на систему с несколькими экономическими факторами. Таким образом, методы гарантируют, что аналитики найдут связь, существующую между закономерностями увеличения нагрузки и другими измеримыми факторами. Однако недостаток заключается в прогнозировании экономических факторов, что сложнее, чем сам прогноз нагрузки. Обычно в методах корреляции используются экономические факторы, такие как динамика затрат на отопление, вентиляция, информация о системе кондиционирования воздуха, погодные данные, структура производства и др. Тем не менее, некоторые исследователи группируют модели прогнозирования в две, а именно: методы, основанные на данных (искусственный интеллект) (такие же, как методы экстраполяции) и инженерные методы (такие же, как методы

корреляции). Тем не менее, ни один метод не считается научно лучшим во всех ситуациях [3].

Кроме того, надлежащее планирование и полезные применения прогнозирования энергопотребления требуют определенных интервалов прогнозирования. В зависимости от интервалов прогнозирования нагрузки можно разделить на три вида, а именно: краткосрочное прогнозирование энергопотребления, среднесрочное прогнозирование энергопотребления и долгосрочное прогнозирование. Краткосрочное прогнозирование предназначено для составления прогнозов в пределах от 1 часа до 7 дней или месяца вперед. Обычно используется для повседневных операций предприятий нефтегазодобычи, таких как планирование производства и выработки. Среднесрочное прогнозирование используется для прогнозирования закупок электроэнергии, технического обслуживания. Период прогнозирования составляет от 1 недели до 1 года. Хотя долгосрочное прогнозирование предназначено для прогнозирования на период от года до 20 лет вперед, оно подходит для стратегического планирования и изменений в системе электроснабжения и доставки электроэнергии.

Несмотря на вышеупомянутые доступные методы и подходы, прогнозирование краткосрочного прогнозирования считается сложной задачей, которую нелегко решить с помощью простых математических формул. Кроме того, прогнозирование электрической нагрузки было основной проблемой для нефтегазовой отрасли с момента ее зарождения.

Независимо от сложности прогнозирования электрической нагрузки, оптимальная и грамотная экономическая организация электроэнергетических систем постоянно занимает жизненно важное место в энергопотреблении предприятий нефтегазодобычи. Краткосрочное прогнозирование позволяет нефтегазодобывающим предприятиям изучить динамичный рост спроса на энергопотребление, чтобы облегчить планирование непрерывности для лучшего и точного использования энергоресурсов. Следовательно, неточное прогнозирование приводит к нехватке электроэнергии, что может привести к нежелательным расходам и сбоям в нефтегазодобыче. Кроме того, надежное краткосрочное прогнозирование имеет важное значение в повышении эффективности ресурсосбережения и росте благосостояния.

Литература:

1. Барбасова, Т. А. Внедрение системы энергетического менеджмента на предприятиях в целях повышения энергетической эффективности/Т. А. Барбасова, А. А. Захарова // Экономика промышленности. — 2020. — № 3. — с. 42-46.
2. Копцев, Л. А. Энергосбережение и повышение экономической эффективности предприятия путем управления нагрузкой производственных агрегатов/Л. А. Копцев // Промышленная энергетика. — 2019. — № 11. — с. 14-21.
3. Казаринов, Л. С. Автоматизированная информационная система поддержки принятия решений по контролю и планированию потребления энергетических ресурсов/Л. С. Казаринов, Т. А. Барбасова, А. А. Захарова // Вест. Юж.-Урал. гос. ун-та. Сер. «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». — 2017. — Вып. 16, № 23 (282). — с. 118-122.

4. Теоретические основы электротехники. Учебник для сельскохозяйственных вузов/А.Н. Горбунов, И.Д. Кабанов, А.В. Кравцов, И.Я. Редько// Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Московский государственный агроинженерный университет, Челябинский государственный агроинженерный университет. М.: УМЦ «ТРИАДА», 2018. 310 с.

Повышение точности краткосрочного прогнозирования энергопотребления с учетом использования математических моделей

Себельдин Александр Сергеевич, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

В статье автор исследует использование математических моделей для повышения точности краткосрочного прогнозирования энергопотребления.

Ключевые слова: энергопотребление, краткосрочное прогнозирование, математические модели.

Поскольку предприятия нефтегазодобычи становятся все более зависимым от электричества, прогнозирование и планирование нефтегазового производства имеет решающее значение. Кроме того, электроэнергию невозможно хранить, поэтому она используется сразу в процессе производства. Это еще больше увеличивает потребность нефтегазовых компаний в упреждающем прогнозировании и планировании энергопотребления.

Надежный прогноз будущего уровня потребления электроэнергии является основным руководящим принципом планирования. В частности, высокая точность прогнозирования средне- и долгосрочного потребления электроэнергии является ключом к планированию энергопотребления. Напротив, неточный прогноз потребления электроэнергии может иметь неприятные последствия. Завышение приведет к растрате ограниченных энергетических ресурсов, огромным капиталовложениям и длительному сроку нефтегазодобычи. Недооценка приведет к более серьезным негативным последствиям, таким как нехватка электроэнергии. Очевидно, что если временно обеспечить эффективное раннее предупреждение, основанное на высокой точности прогнозирования потребления электроэнергии, можно принять некоторые меры, чтобы избежать негативных последствий. Однако потребление электроэнергии является неопределенным, сложным и нелинейным, что зависит от экономических, политических, социальных и других условий, а также климатических факторов и других внешних факторов, влияющих на точность прогнозирования потребления электроэнергии объектов нефтегазодобычи [4].

Текущие прогнозы потребления электроэнергии обычно делятся на краткосрочные прогнозы, среднесрочные прогнозы и долгосрочные прогнозы, при этом среднесрочные и долгосрочные прогнозы в основном ориентированы на месячные и более временные масштабы использования электроэнергии, в то время как кратко-

срочные прогнозы рассчитаны на использование в течение дня.

Традиционные методы прогнозирования основаны на математических методах, таких как регрессионный анализ, авторегрессионная модель и экспоненциальное сглаживание.

Авторегрессионная скользящая модель часто применяется к краткосрочным временным рядам с высокой регулярностью и периодичностью, используется модель для краткосрочного прогнозирования и оценки данных о нагрузке электроэнергии за короткий период (до одного месяца), и, путем сравнения относительных ошибок, прогнозируемое значение модели оказывается более точным.

Метод экспоненциального сглаживания используется для среднесрочного и долгосрочного прогнозирования энергопотребления, который подходит для предприятий с относительно небольшой неопределенностью, и некоторые сезонные факторы также могут быть включены в модель. Эти методы просты и удобны в использовании, но при работе с нелинейными и нестабильными данными о потреблении электроэнергии результаты прогноза не отличаются высокой точностью и подвержены различным проблемам.

В числе математических моделей также необходимо использовать методы искусственного интеллекта, которые позволят эффективно решать проблему точности при прогнозировании энергопотребления, включая нейронные сети и расчет опорных векторов. Модель опорных векторов используется для прогнозирования среднесрочного и долгосрочного потребления электроэнергии с учетом экономической среды и нижестоящих звеньев производственной цепочки, благодаря чему снижается сложность расчета, ускоряется скорость вычисления и повышается точность прогнозирования [1].

Применение улучшенной модели прогнозирования нейронной сети эффективно улучшает сходимость и точность прогнозирования за счет пакетной обработки

данных. Хотя единая интеллектуальная алгоритмическая модель обладает хорошей адаптивностью к нелинейным и неструктурированным данным об энергопотреблении и точность прогнозирования может быть в некоторой степени улучшена путем глубокого анализа внутренних закономерностей данных о потреблении электроэнергии, результаты ее прогнозирования трудно продвигать в использовании, поэтому многие предприятия используют комбинаторные модели для повышения надежности модели и точности прогнозирования энергопотребления.

Также существует возможность применения модели прогнозирования энергопотребления на основе прогнозирования и метода стохастической комбинации, который учитывает взаимосвязь между потреблением электроэнергии и экономическими показателями деятельности предприятия. Так, создается модель прогнозирования на основе случайного фактора и наиболее весомых факторов для упрощения структуры модели прогнозирования энергопотребления путем непредвзятой оптимизации идентификации переменных, что помогает улучшить скорость прогнозирования и способность модели к обобщению [3].

На метод комбинаторного прогнозирования большое влияние оказывают случайные факторы, а на потребление электроэнергии влияют несколько факторов, поэтому перед прогнозированием необходима предварительная обработка данных, а изменяющиеся характеристики данных о потреблении электроэнергии можно проанализировать путем декомпозиции.

Для повышения точности краткосрочного прогнозирования также может быть использована модель краткосрочного прогнозирования нагрузки на основе комбинаторной модели, которая лучше адаптируется к случайности и периодичности нагрузки и значительно повышает точность прогнозирования. Временной ряд разлагается с помощью вейвлет-функции, и строятся различные модели для прогнозирования временного ряда в разных масштабах, а полный результат прогнозирования получается путем реконструкции последователь-

ности, что повышает точность прогнозирования и эффективность моделирования энергопотребления.

Основываясь на недостатках существующих математических моделей, таких как объем обработки сложных данных и отсутствие общей применимости результатов прогнозирования, предлагается комбинированная модель прогнозирования для прогнозирования краткосрочного потребления электроэнергии. Поскольку данные о краткосрочном потреблении электроэнергии представляют собой нелинейный нестационарный ряд, состоящий из нескольких частотных суперпозиций, в центре внимания должна находиться изменчивость данных о потреблении электроэнергии, на которую влияют различные внешние факторы, такие как ежедневная, еженедельная и сезонная цикличность. Ранее предложенные методы и модели обладают большей сложностью и неопределенностью при прогнозировании данных такого типа, поэтому по-прежнему существует потребность в более точном методе для нацеливания и получения более ценных результатов [2].

Предложенный метод используется для разложения необработанных данных о периодическом потреблении электроэнергии, получаются подсерии и остаточные ряды низкой и высокой частоты, и различается влияние различных компонентов для уменьшения сложности, случайности и нестационарности необработанных данных.

Метод может использоваться для моделирования прогнозов для каждого компонента. Затем краткосрочное потребление электроэнергии прогнозируется с помощью одной модели. Наконец, результаты прогнозирования комбинированной модели прогнозирования измеряются на основе весов, полученных из дисперсии.

В таком случае колебания ошибок оптимизированной модели прогнозирования относительно меньше, и, благодаря различению эффектов различных компонентов, снижается сложность, случайность и нестационарность исходных данных, что может эффективно повысить точность прогнозирования, уменьшить ошибки прогнозирования и обеспечить хорошую способность точного прогнозирования данных о краткосрочном нелинейном потреблении электроэнергии.

Литература:

1. Авдеева, Н. Л. О прогнозах потребления электроэнергии в условиях рыночной экономики России [Текст]/Н. Л. Авдеева, Ю. М. Коган, А. Е. Романов // Энергетик. — 2018. — № 7. — с. 9-11.
2. Бэнн, Д. В.. Сравнительные модели прогнозирования электрической нагрузки/Д. В. Бэнн, Е. Д. Фармер; Пер. с англ. — М.: Энергоатомиздат, 2017. — 568 с.
3. Кассем, С. А. Прогнозирование электропотребления предприятия с применением искусственных нейронных сетей/С. А. Кассем, А. Х. А. Ибрагим, А. М. Хасан, А. Г. Логачева // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. 2021. Том 7. № 1 (25). с. 177-193. DOI: 10.21684/2411-7978-2021-7-1-177-193
4. Осипов, Г. В. Моделирование социальных явлений и процессов с применением математических методов: учебное пособие/Г. В. Осипов М: НОРМА: ИНФРА-М, 2018. 191 с.

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Внедрение 4D-моделирования в практику деятельности строительной организации

Веселовский Илья Евгеньевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В последнее время развитие технологий происходит чрезвычайно быстрыми темпами. Строительная отрасль не стала исключением. Таким образом, в последнее время одной из важнейших частей процесса строительства стало информационное моделирование зданий, которое помогает решать проблемы на разных уровнях. Информационное моделирование зданий — это интеллектуальный процесс, который предоставляет экспертам в области архитектуры, проектирования и строительства понимание и инструменты для более эффективного планирования, проектирования, строительства и управления зданиями и инфраструктурой.

Ключевые слова: 4D, моделирование, визуализация, технологии.

Introduction of 4D-modeling into the practice of a construction organization

Veselovskii Ilya Evgenievich, student master's degree
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (St. Petersburg)

Современная строительная индустрия претерпевает значительные трансформации, влияющие на все аспекты ее деятельности. Одним из ключевых направлений развития становится использование инновационных технологий для повышения эффективности и качества строительных проектов. В этом контексте 4D-моделирование, являющееся эволюцией трехмерной графики и временного планирования, привнесит в строительную отрасль новые возможности и преобразования. В данной статье рассмотрим преимущества и вызовы внедрения 4D-моделирования в практику деятельности строительных организаций.

Одним из главных преимуществ 4D-моделирования является его способность интегрировать информацию о времени в трехмерную модель проекта. Это позволяет строительным компаниям лучше визуализировать, анализировать и оптимизировать ход стройки. Одним из основных элементов этого подхода является создание виртуального пространства, которое не только отражает геометрию зданий, но и включает информацию о хронологии выполнения работ.

Эффективное планирование является краеугольным камнем успешной стройки. 4D-моделирование предоставляет возможность создать динамичное расписание стройки, учитывающее временные зависимости между

различными этапами проекта. Это позволяет лучше управлять ресурсами, распределять рабочую силу и оборудование оптимальным образом, уменьшая риски простоев и задержек.

Однако внедрение 4D-моделирования несет в себе определенные вызовы. В первую очередь, это связано с необходимостью обучения персонала. Специалисты, привыкшие к традиционным методам проектирования и планирования, могут столкнуться с трудностями при освоении новых инструментов и технологий. Поэтому важно провести обучение и подготовку кадров, чтобы максимально эффективно использовать потенциал 4D-моделирования.

Другой вызов связан с интеграцией 4D-моделирования в существующие процессы строительства. Внедрение новых технологий требует изменения рабочих привычек и коррекции устаревших методов. Необходимо создать среду, способствующую сотрудничеству и обмену данными между различными участниками проекта — от архитекторов и инженеров до строительных бригад.

Неотъемлемой частью внедрения 4D-моделирования является использование специализированного программного обеспечения. Такие инструменты, как Navisworks, Synchro, Asta Powerproject, предоставляют возможность создания и управления 4D-моделями проектов. Однако выбор подходящего программного обеспечения

также требует внимательного анализа и адаптации к конкретным потребностям строительной организации.

Помимо преимуществ в планировании и управлении проектами, 4D-моделирование способствует улучшению коммуникации между участниками строительного процесса. Виртуальные модели проекта становятся эффективным инструментом для взаимодействия заказчика, проектировщиков, строительных бригад и других участников. Это способствует более точному восприятию проекта и улучшает принятие решений на всех этапах стройки.

Одним из важных аспектов 4D-моделирования является возможность визуализации изменений и коррекции планов. Это позволяет оперативно реагировать на изменяющиеся условия и требования, снижая риски возможных проблем и конфликтов. Также 4D-моделирование может использоваться для проведения анализа воздействия различных факторов, таких как погода, на процесс стройки, что позволяет учесть дополнительные риски и предпринять соответствующие меры.

В заключение, внедрение 4D-моделирования в практику деятельности строительной организации представляет собой перспективный и важный шаг в направлении современных технологий. Это позволяет не только улучшить планирование и управление проектами, но и повысить эффективность коммуникации, снизить риски и обеспечить качество строительных проектов.

Один из критических моментов при внедрении 4D-моделирования — это обучение персонала.

Выбор программного обеспечения также играет важную роль в успешной реализации 4D-моделирования. Компании должны провести тщательный анализ рынка, учитывая специфику своих проектов и потребностей.

Оптимальное программное обеспечение должно предоставлять широкий спектр возможностей для создания, анализа и управления 4D-моделями, а также легко интегрироваться с другими инструментами и системами.

Преимущества внедрения 4D-моделирования не ограничиваются только техническими аспектами. Этот инновационный подход также способствует улучшению взаимодействия с заказчиками. Виртуальные модели позволяют заказчикам лучше представить себе окончательный результат, вносить изменения на ранних этапах проектирования и более точно оценивать стоимость и сроки строительства.

Важным элементом успешного внедрения 4D-моделирования является поддержка со стороны руководства компании. Топ-менеджмент должен проявлять готовность к инновациям, выделять ресурсы для обучения персонала и создавать условия для эффективного использования новых технологий. Кроме того, необходимо разработать четкие стратегии и планы внедрения, учитывая особенности каждого конкретного проекта и бизнес-процессов.

Таким образом, внедрение 4D-моделирования в деятельность строительной организации представляет собой перспективный шаг вперед в области инноваций. Это не только улучшает процессы планирования и управления проектами, но и способствует развитию более эффективных и гибких строительных практик. Однако успешное внедрение требует комплексного подхода, включая обучение персонала, интеграцию технологии в рабочие процессы, выбор подходящего программного обеспечения и поддержку со стороны руководства. С учетом этих аспектов 4D-моделирование становится мощным инструментом для достижения высоких стандартов в строительной отрасли.

Литература:

1. Суродеев, А. В., Терешкин И. П. Основные аспекты внедрения BIM-технологий в России // XLVII Огарёвские чтения: мат-лы науч. конф. (Саранск, 06-13 декабря 2018 года). Саранск, 2019. с. 216-219.
2. Копцева, Н. П. Возможности BIM (building information modeling) — технологий для инновационного развития // Цифровизация. 2021. Т. 2. № 2. с. 8-24. <https://doi.org/10.37993/2712-8733-2021-2-2-8-24>.
3. Babkin, A., Mylnikova E., Chernovalova G., Belmas S., Nagibina N. Information-Infrastructure Mechanism for Managing Industrial Enterprise Self-Development in the Setting of Digitization // Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Vol. 246. p. 762-770. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81619-3_85.
4. Гумба, Х. М., Уварова С. С., Беляева С. В., Белянцева О. М. Формирование концепции системной конкурентоспособности строительства в цифровой экономике // Экономика и предпринимательство. 2021. № 1 (126). с. 716-720. <https://doi.org/10.34925/EIP.2021.126.01.138>.
5. Талапов, В. Роль технического заказчика в организации процесса информационного моделирования // САПР и графика. 2019. № 11 (277). с. 4-12.
6. Пешков, А. В., Матвеева М. В., Безруких О. А., Рогов Д. С. Обеспечение процессов контроля качества на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства в рамках концепции «Строительство 4.0» // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 1 (40). с. 90-97. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-1-90-97>.
7. Aleksandrova, E., Vinogradova V., Tokunova G. Integration of digital technologies in the field of construction in the Russian Federation // Engineering Management in Production and Services. 2019. Vol. 11. № 3. p. 38-47. <https://doi.org/10.2478/emj-2019-0019>.

8. Gledson, B. J., Greenwood D. J. Surveying the extent and use of 4D BIM in the UK // Journal of Information Technology in Construction (ITcon). 2016. Vol. 21. p. 57-71.
9. Ильинова, В. В., Мицевич В. Д. Международный опыт использования BIM-технологий в строительстве // Российский внешнеэкономический вестник. 2021. № 6. с. 79-93. <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2021-6-79-93>.
10. Кривошейцева, Е. А., Корницкая М. Н. 4D моделирование зданий с использованием Autodesk Navisworks // Ползуновский альманах. 2022. № 1. с. 94-96.
11. Болотова, А. С., Маршавина Я. И. Проблемы внедрения технологии информационного моделирования в России // Строительное производство. 2021. № 2. с. 70-80. https://doi.org/10.54950/26585340_2021_2_70.
12. Kassem, M., Brogden T., Dawood N. BIM and 4D planning: a holistic study of the barriers and drivers to widespread adoption // Journal of Construction Engineering and Project Management. 2012. Vol. 2. Iss. 4. p. 1-10. <https://doi.org/10.6106/JCEPM.2012.2.4.001>.
13. Как посчитать внедрение BIM-технологий на российских стройках? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://tybet.ru>. — Заглавие с экрана (дата обращения: 11.12.2023).
14. Технологии информационного моделирования — движение вперед [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://nopriz.ru/> — Заглавие с экрана (дата обращения: 11.12.2023).
15. Sawhney, A., Riley M., Irizarry J. Construction 4.0: An Innovation Platform for the Built Environment. New York, NY: Routledge, 2020. 526 p.

К вопросу методики определения критериев капитального ремонта и реконструкции объектов капитального строительства в части замены несущих строительных конструкций

Маньков Андрей Александрович, студент магистратуры
Научный руководитель: Староверов Вадим Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье проведен анализ актуальной проблемы с выявлением принципиальных отличий при проектировании капитального ремонта и реконструкции объектов капитального строительства. Целью исследования является выявление необходимости конкретизации нормативно-технической и законодательной базы для совершенствования процессов проектирования объектов капитального строительства. В результате исследовательской работы были выявлены недостатки в нормативно-технической и законодательной базе и приведены рекомендации по их устранению.

Ключевые слова: проектирование, реконструкция, капитальный ремонт, объект капитального строительства, элемент несущей строительной конструкции, плита покрытия.

Эксплуатация зданий и сооружений — это ответственная и самая продолжительная стадия жизненного цикла объекта капитального строительства, в течение которой базовым принципом является поддержание нормального безопасного функционирования здания, безаварийной работы инженерных систем и несущих конструкций, соблюдения пожарных, санитарно-гигиенических, санитарно-эпидемиологических требований и проч.

Под эксплуатацией понимают совокупность поэтапных организационно-технических мероприятий с определенным составом, структурой, включающих в себя проведение планово-предупредительных ремонтов, текущего и капитального ремонта, а также реконструкции в зависимости от срока эксплуатации здания и степени морального или физического износа отдельных строительных элементов (или объекта в целом) и систем инженерно-технического обеспечения [1].

В основе повышения эффективности эксплуатации как с технической, так и с экономической точки зрения лежит планирование, подготовка и своевременное проведение ремонтных работ, посредством которых обеспечивается пролонгирование эксплуатационного периода.

Для поддержания работоспособного состояния здания необходимо проведение ремонтно-восстановительных мероприятий, объем и состав которых для последующего проектирования, определяются в рамках проведения технических обследований [2].

Заключением по итогам обследования технического состояния объекта капитального строительства является определение категории технического состояния в соответствии с ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» и необходимости в проведении капитального ремонта или реконструкции в зависимости от количественных характеристик и степени влияния установленных дефектов,

повреждений и деформаций, недостаточности несущей способности, а также несоответствия конструкций нормативным требованиям [3].

Предлагаем рассмотреть одну из проблем в исследуемой области. Известно, что при разработке проектной документации в рамках капитального ремонта или реконструкции объектов капитального строительства предполагается замена и восстановление несущих строительных конструкций. Однако несовершенство положений нормативной документации, определяющей критерии видов проектирования (капитальный ремонт или реконструкция), вызывает отсутствие взаимопонимания между проектировщиками и экспертами.

Основным нормативным правовым актом, трактующим определения вышеуказанных видов деятельности, является Градостроительный Кодекс Российской Федерации, регламентирующий деятельность всех участников проектирования. В соответствии с требованиями п. 14 и п. 14.2 статьи 1 под реконструкцией понимается «замена и (или) восстановление несущих строительных конструкций объекта капитального строительства, **за исключением замены отдельных элементов** таких конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) восстановления указанных элементов», а при капитальном ремонте допускается исключительно «**замена отдельных элементов** несущих строительных конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) восстановление указанных элементов» [4].

Перечень работ по замене и (или) восстановлению несущих строительных элементов объекта капитального строительства, выполнение которых может осуществляться при капитальном ремонте зданий и сооружений, определяется также Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 мая 2022 г. № 881, вступившим в силу с 1 сентября 2022 года. В этой связи уточняется смысл положений Градостроительного кодекса РФ по отношению к видам работ при капитальном ремонте, что безусловно позволяет применить большее количество способов усиления несущих строительных конструкций [5]. Но в то же время требования постановления в точности дублируют понятие «капитального ремонта объектов капитального строительства», представленного в Градостроительном Кодексе Российской Федерации, в части возможности исключительно **замены отдельных конструктивных элементов** несущих строительных конструкций.

Для однозначной интерпретации понятий п. 14 и п. 14.2 статьи 1 Градостроительного Кодекса Российской Федерации и Постановления Правительства Российской Федерации № 881, необходимо учитывать определение термина «элемент строительной конструкции», представленное в п. 3.7 СП 368.1325800.2017 «Здания жилые. Правила проектирования капитального ремонта».

В качестве примера рассмотрим подготовку проектной документации капитального ремонта десятиэтажного

здания общежития с подпольем и чердаком, построенного в 1966 году в г. Санкт-Петербург.

Общежитие выполнено по плоскостной конструктивной системе с поперечным расположением несущих стен и двумя рядами продольных несущих стен в пределах поэтажных коридоров. Покрытие здания выполнено из сборных железобетонных ребристых плит размерами (1,2х6,0) м и (1,0х6,0) м типа «ТТ», уложенных на пилястры стен и железобетонные переемы между ними. Проектирование осуществлялось на основании комплексного обследования технического состояния строительных конструкций [6]. По результатам выявленных дефектов (сверхнормативные прогибы, разрушение бетона с оголением и коррозией арматуры) и проведенных поверочных расчетов было установлено, что отдельные элементы покрытия здания, расположенные в зоне повышенной снеговой нагрузки и наибольшей толщины кровельного пирога, исчерпали несущую способность (коэффициент использования составил от 1,25 до 2,4) и требуют замены на элементы с улучшенными физико-механическими показателями в количестве 52 штук, что составляет 40% от общего количества плит в диске покрытия общим количеством 130 штук.

Итак, в данном случае несущая строительная конструкция — диск покрытия здания, состоящий из сборных железобетонных плит покрытия. Тогда в соответствии с СП 368.1325800.2017 отдельным элементом данной конструкции будет являться одна плита покрытия, а, следовательно, отдельными элементами — плиты покрытия с исчерпанной несущей способностью в количестве 52 штук, расположенные в зоне повышенной снеговой нагрузки и наибольшей толщины кровельного пирога.

Исходя из представленной выше терминологии, можно сделать вывод, что в рамках капитального ремонта возможно заменить как одну сборную плиту покрытия, так и плиты покрытия с исчерпанной несущей способностью, являющиеся отдельными элементами относительно диска покрытия.

Но практика ФАУ «Главгосэкспертиза России» показывает, что указанные трактовки, полученные в результате анализа нормативной документации, регламентирующей данный вид деятельности, являются неактуальными, а зависят от субъективного мнения специалиста (эксперта), в части классифицирования вида проектирования (капитальный ремонт или реконструкция) по объему заменяемых конструкций, и, как следствие, не могут являться единым стандартом при проектировании. Это подтверждает предварительный отказ ФАУ «Главгосэкспертиза России» в принятии к рассмотрению проекта капитального ремонта со следующей формулировкой: «в имеющейся документации усматриваются признаки «реконструкции». Поэтому в случае выявления в ходе проведения государственной экспертизы «в части проверки достоверности определения сметной стоимости [7] признаков «реконструкции» объекта, возможно расторжение договора». То есть можно сделать вывод, что в зави-

симости от количества отдельных несущих элементов, подлежащих замене в проекте капитального ремонта, эксперт может усмотреть признаки «реконструкции», в случае если количество таких элементов окажется, по его мнению, «слишком большим» относительно всей конструкции. В то же время категорически игнорируя тот факт, что реконструкция подразумевает полную замену всей конструкции покрытия, исключая возможность частичной замены, в соответствии с требованиями п. 14 статьи 1 Градостроительного Кодекса Российской Федерации.

В результате анализа полученных рекомендаций ФАУ «Главгосэкспертиза России» проектной организацией было принято решение исключить из раздела проекта «Конструктивные решения» [8] замену исчерпавших несущую способность конструкций плит покрытия во избежание расторжения договора и провести капитальный ремонт, выполнив лишь восстановление защитного слоя бетона и заделку трещин в ребрах плит покрытия, не устраняя основную проблему — исчерпание несущей способности плит. В данном случае позиция ФАУ «Главгосэкспертиза России» противоречит требованиям Феде-

рального закона № 384-ФЗ, направленным на обеспечение безопасности зданий и сооружений в процессе проектирования [9, 10].

Отсутствие нормированного соотношения отдельных элементов несущих конструкций, подлежащих замене в рамках капитального ремонта, относительно всей конструкции целиком и возможности замены отдельных элементов несущих конструкций в рамках реконструкции являются прецедентами для разногласий между участниками проектирования и экспертными организациями.

В связи с вышеуказанным, для устранения такого непонимания необходимо внести уточняющие положения в нормативные документы, то есть необходимо разработать стандартизированную методику определения однозначных критериев капитального ремонта и реконструкции объектов капитального строительства путем формирования исчерпывающего сводного перечня несущих строительных конструкций и соответствующих отдельных элементов с указанием соотношения их возможной замены в рамках капитального ремонта и дифференцированием по типам и материалам конструкций.

Литература:

1. Руководство по технической эксплуатации зданий, сооружений, инженерных систем и технических средств. — Москва: Федеральное государственное унитарное предприятие издательство «Известия», 2017.
2. СП 368.1325800.2017 «Здания жилые. Правила проектирования капитального ремонта».
3. ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».
4. Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» (ред. от 04.08.2023).
5. Постановлением Правительства Российской Федерации от 16.05.2022 № 881 «Об осуществлении замены и (или) восстановления несущих строительных конструкций объекта капитального строительства при проведении капитального ремонта зданий, сооружений».
6. СП 13-102-203 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений».
7. Постановлением Правительства Российской Федерации от 05.03.2007 г. № 145 (ред. от 15.09.2023) «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий».
8. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87 (ред. от 15.09.2023) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
9. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
10. Письмо Минстроя России от 21 февраля 2022 № 3363-ОГ/08 «О необходимости разработки проектной документации при капитальном ремонте».

МЕДИЦИНА

Особенности диагностики и лечения острого холецистита у мужчин

Стяжкина Светлана Николаевна, доктор медицинских наук, профессор;

Федотова Татьяна Сергеевна, студент;

Мансурова Луиза Валерьевна, студент;

Сатдарова Аделина Рушановна, студент

Ижевская государственная медицинская академия

В статье рассматривается актуальная проблема — особенности диагностики и лечения острого холецистита среди мужского населения. Проведено исследование по данным историй болезни бюджетного учреждения здравоохранения Удмуртской Республики «Первая республиканская клиническая больница Министерства здравоохранения Удмуртской Республики». В статье представлены анализ предрасполагающих факторов развития, клинических проявлений, характерных синдромов.

Ключевые слова: острый холецистит, пол, диагностика, лечение, клинический случай, этиологические факторы, клинические синдромы.

Цель исследования: изучение клинических особенностей диагностики и лечения острого холецистита у мужчин в возрасте от 18 до 65 лет, на основе анализа выборки из 20 клинических случаев в Удмуртской Республике, г. Ижевск.

Материалы и методы исследования: во время работы был проведен анализ двадцати историй болезни пациентов, мужского пола с диагнозом острый холецистит, в возрастном диапазоне 18-65 лет, проходящих лечение на базе первой республиканской клинической больницы города Ижевск. Для формирования статистики и анализа данных были использованы результаты клинических, лабораторных и инструментальных исследований.

Результаты исследования: выявлена следующая клиническая картина острого холецистита у пациентов мужского пола в возрасте от 18 до 65 лет: 75% пациентов испытывали приступообразную боль в правом подреберье, 65% пациентов имели боль при пальпации живота в правом верхнем квадранте живота, более отчетливо проявляющаяся во время глубокого вдоха, 60% пациентов жаловались на тошноту и рвоту, 55% пациентов отмечали повышение температуры тела до 37,5°C — 38,0°C, 50% пациентов испытывали общую слабость, и 45% пациентов отметили желтушность кожных покровов.

В ходе анализа возможных факторов, спровоцировавших заболевание острый холецистит, было выявлено, что 38% исследуемых имеют в анамнезе желчнокаменную

болезнь, 12% имеют заболевание подагра, 34% пациентов ежедневно употребляли жареную, жирную пищу с избытком приправ, 16% имеют такие вредные привычки, как употребление алкоголя и курение, а также очень сильное влияние оказывает стресс, в связи с чем данное заболевание очень распространено среди работников правоохранительных органов.

Лабораторные и инструментальные исследования подтвердили диагноз острого холецистита у всех пациентов.

Лабораторные исследования. Общий анализ крови: выраженный лейкоцитоз, высокая СОЭ, биохимический анализ крови: повышенный уровень печеночных трансаминаз, билирубина, АЛТ, АСТ, холестерина.

Инструментальные данные. Критериями для постановки диагноза острого холецистита являлось обнаружение некоторых изменений при ультразвуковом исследовании брюшной полости. Наиболее частые изменения: утолщение стенки желчного пузыря более чем на 5 мм, конкременты в полости желчного пузыря, а также околопузырный экссудат.

Лечение. Пациентам назначали спазмолитики (дротаверин), антибиотики (цефтазидим, меропенем). Также проводили хирургическое лечение — лапароскопическая холецистэктомия. Выполняется в ранние сроки (до 72 часов) от начала заболевания.

Вывод: Диагноз острого холецистита устанавливался на основании:

1. Объективного осмотра. Боль при пальпации живота в диагностических точках, более отчетливо проявля-

ющаяся во время глубокого вдоха. Большая часть пациентов имела положительные желчно-пузырные симптомы (С. Мерфи, С. Кера, С. Ортнера, С. Мюсси, С. Щеткина-Блюмберга и др.)

2. Жалоб больного. Приступообразные боли в правом подреберье, тошнота и рвота, субфебрильная температура тела, общая слабость, желтушность кожных покровов.

3. Лабораторных исследований: общий, биохимический анализ крови

4. Инструментальных данных: УЗИ брюшной полости.

Клинический пример острого калькулезного холецистита.

Больной N обратился с жалобами на сильную приступообразную боль в правом подреберье, боль иррадирует в поясницу. Тошнота, рвота (2 раза, облегчение не приносит), отмечает сильную слабость, головокружения, температура тела 37,8 гр.

История заболевания. Первый раз отмечал такие подобные симптомы 20 лет назад — возникла острая боль в правом подреберье. Был поставлен диагноз острый холецистит. На протяжении времени до настоящего был трижды госпитализирован по поводу острого холецистита, получал соответствующее лечение. Позже, по результатам УЗИ был поставлен диагноз — ЖКБ. Консервативное лечение дало положительные результаты. К хирургическому вмешательству не прибегали.

Последние симптомы заболевания возникли со слов больного через 10 часов после приема жирной пищи на природе, было выяснено, что больной употреблял алкоголь в тот вечер. На утро почувствовал сильную резкую боль в правом подреберье. Попытался самостоятельно ку-

пировать боль медикаментозно — боль не стихла. Госпитализирован на скорой помощи.

При пальпации живота отмечается сильное напряжение брюшных мышц, болезненность в области проекции желчного пузыря. Положительный симптом Щеткина-Блюмберга в правом квадранте живота. А также, с. Мерфи, с. Ортнера, с. Мюсси-Георгиевского, с. Кера, с. Захарьина. положительные. При ультразвуковом исследовании были обнаружены изменения: Желчный пузырь увеличен 88*35 мм. Утолщение стенок до 8 мм, спайки. В полости желчного пузыря — экзогенное образование размерами ~ 1.5 см.

Лечение: была проведена холецистэктомия

Реабилитация: основное место отводится лечебному питанию и исключение из рациона: жирной, острой, жареной пищи, наваристых мясных и грибных бульонов, крепкого чая и кофе.

Профилактика: профилактика острого холецистита сводится к снижению риска возникновения камней в желчном пузыре, что обеспечивается регулярным питанием и соблюдением дробного питания.

Заключение: таким образом, в статье были приведены факторы, которые могут способствовать развитию острого холецистита, а также, клинические проявления у мужчин в возрасте от 18 до 65 лет.

Были приведены основные лабораторные и инструментальные методы диагностики заболевания с характерными перечисленными особенностями в картине анализов и интерпретации инструментальных данных.

Понимание и учет этих факторов в диагностике и лечении позволит эффективно предотвращать и справляться с данной патологией.

Литература:

1. Хирургические болезни: Учебник/М. И. Кузин, О. С. Шкроб, Н. М. Кузин и др.; Под ред. М. И. Кузина. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 2002. — 784 с.
2. Климентов, М. Н., Стяжкина С. Н., Проничев В. В., Леднева А. В., Шония З. Д., Острый холецистит: учебное пособие для студентов лечебного и педиатрического факультетов/Ижевск, 2015. — 44 с.
3. Желчнокаменная болезнь и ее осложнения: учеб.-метод. пособие для студентов 5 и 6 курсов лечебного факультета специальности «Лечебное дело»/А. А. Призенцов, А. Г. Скуратов, М. Н. Камбалов; под ред. В. М. Лобанкова. — Гомель: Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет», 2010. — 24 с.
4. Ревишвили, А. Ш., Оловянный В. Е., Сажин В. П., Захарова М. А., Кузнецов А. В., Миронова Н. Л., Уханов А. В., Шелина Н. В. Хирургическая помощь в Российской Федерации. — М., 2020. — 132 с.
5. Ермолов, А. С., Гуляев А. А. Острый холецистит: современные методы лечения. Леч врач 2005 г.
6. Затевахин, И. И., Магомедова Э. Г. Лечебная тактика при остром холецистите. Рос мед журн 2005 г.
7. Натрошвили, И. Г., Прудков М. И. Насколько активной должна быть хирургическая тактика у больных острым холециститом (по результатам проспективного многоцентрового исследования). Вестн. Росс. ун-та дружбы народов. Серия: Медицина 2019 г.

Морфологические и клинические предпосылки для разрыва матки. Клинический случай

Фадеева Мария Николаевна, студент

Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера

Фадеева Ольга Антоновна, врач — акушер-гинеколог;

Фадеев Николай Васильевич, главный врач

Пермский клинический центр ФМБА России МСЧ № 133

Научный руководитель: Некрасова Людмила Владимировна, кандидат медицинских наук, доцент

Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера

Актуальность. Одним из серьезных осложнений во время беременности и родов, опасным как для матери, так и для ребенка, является разрыв матки. В настоящее время отмечается увеличение числа повторных кесаревых сечений (КС), показанием к которым более чем в 70% наблюдений является рубец на матке [1]. При повторном КС выявляется несостоятельность рубца на матке у 28,3% родильниц [1]. Общая частота разрыва матки составляет 3,3 на 10000 родов. У женщин с КС в анамнезе этот показатель 22 на 10000 родов [1]. Беременность у женщин с рубцом на матке связана с риском материнских осложнений, таких как угроза преждевременных родов (45,4%), плацентарная недостаточность (36,8%), сочетание хронической гипоксии плода и задержки его роста (12,1%). Частота интраоперационных осложнений при повторном КС составила 17,8%, из них патологическая кровопотеря — 9,9%, ранение мочевого пузыря — 1,9% [1]. Летальность при разрывах матки в настоящее время достигает 3-4% [2].

Беременные женщины с отягощенным акушерским анамнезом (ОАА) наиболее подвержены риску инфицирования микроорганизмами группы TORCH. Данные инфекции опасны и могут привести к самопроизвольному выкидышу, мертворождению, преждевременным родам, врожденным аномалиям плода и даже внутриутробной гибели плода — замершей беременности [3].

Беременные с ОАА, у которых во время текущей беременности выявляются аномалии расположения плаценты, довольно часто имеют различные формы тромбофилии. В ходе исследования выявлено, что генетическая тромбофилия была обнаружена у 74,81% беременных с аномалиями расположения плаценты [4].

Основываясь на данных, представленных в актуальности, *цель исследования* — проследить морфологические и клинические предпосылки, способствующие разрыву матки.

Материалом для исследования послужил клинический случай пациентки, поступившей в родильное отделение с клиникой разрыва матки по рубцу после двух кесаревых сечений (корпорального и в нижнем сегменте).

Результаты и обсуждение. Разрыв матки — это экстренное патологическое состояние, характеризующееся нарушением целостности стенок матки во время ро-

довой деятельности. Полный разрыв матки — разрыв матки, проникающий в брюшную полость, или нарушение целостности миометрия с продолжением разрыва на мочевой пузырь, с/без перемещением частей плода в брюшную полость матери [5]. Неполный разрыв матки — нарушение целостности миометрия, не проникающее в брюшную полость, без нарушения целостности пузырно-маточной складки и листков широкой связки матки, без нарушения целостности плодного пузыря [5]. Гладкомышечная ткань обладает минимальной способностью к пролиферации и регенерации, поэтому заживление осуществляется с помощью соединительной (фиброзной) ткани с формированием рубца. Заживление рубца на матке может происходить за счёт восстановления дефекта миоцитами — репарация (реституция), либо за счёт грубоволокнистой соединительной ткани — субституция. При втором варианте заживления последующая беременность может привести к гистопатическому разрыву матки. Причины гистопатических разрывов матки: кесарево сечение в анамнезе, рубец после тубэктомии с резекцией маточного угла, особенно при лапароскопическом доступе, лапароскопическая миомэктомия при наличии выраженного интерстициального компонента, количество родов более 3-4, осложненные аборт с перфорацией.

Аналізу представлен случай пациентки А 32 лет: работник промышленного предприятия с вредными и опасными условиями труда, с подъемом и переносом тяжестей свыше 5 кг. Наследственность — у отца сахарный диабет 2 типа. Перенесённые заболевания: ОРВИ; краснуха; ветряная оспа; острый восходящий пиелонефрит; миопия 1ст, обоих глаз; наследственная тромбофилия (полиморфизмы генов MTRR, MTHFR, SERPINE, ITGB3). ВГ, ВИЧ, туберкулез, вен. заболевания — отрицает. Операции — аппендэктомия, экстренное корпоральное КС и КС в нижнем сегменте. Вредные привычки — курение. Гинекологические заболевания — псевдоэрозия шейки матки (РВТ), хронический эндометрит; уреоплазмоз, кандидозный кольпит, полип эндометрия (гистероскопия, полипэктомия). Беременность 7-я, родов 3, абортов 2, замершая беременность 1.

1 беременность: Роды I срочные в 38 недель. Девочка: вес 2350, рост 45. ЗВУР плода.

II беременность: Мед. аборт в сроке 8 недель без осложнений.

III беременность: Мед. аборт в сроке 11-12 недель без осложнений.

IV беременность: роды II преждевременные, оперативные в сроке 25 нед. ОГА. Тазовое предлежание плода. Выпадение петель пуповины. ПОНРП. Дородовое излитие ОПВ. Лапаротомия по Джоел — Коену. Экстренное корпоральное кесарево сечение. Анемия 2 ст. Кровопотеря 600 мл. Новорожденная девочка умерла на 1 сутки в ОРИТ новорожденных ГПЦ, при явлениях дыхательной недостаточности, связанной с наличием внутриутробной пневмонии, на фоне глубокой недоношенности. Случай признан непредотвратимым, учитывая недоношенность 25 недель, экстремально низкую массу тела при рождении (780 гр.), острую асфиксию на фоне начавшейся отслойки плаценты, внутриутробную пневмонию на фоне РС инфекции.

V беременность: роды III преждевременные, оперативные в сроке 34 недели. Полный гистопатический разрыв матки по корпоральному рубцу. Частичная отслойка плаценты. Внутрибрюшное кровотечение. Изменение ЧСС плода. Массивная кровопотеря 4 кл. Анемия 3 ст. Геморрагический шок. Нутритивная недостаточность. Лапаротомия. Кесарево сечение в нижнем сегменте. Ушивание разрыва матки. Шов по В.-Линч. Рассечение спаек. Ревизия, дренирование брюшной полости. Гемоплазматрансфузия. Продленная ИВЛ. Катеризация кубитальных вен. Новорожденная девочка погибла на 3 сутки. Учитывая ОАГА, женщине рекомендовано: реабилитация, контрацепция, планирование рождения ребенка с использованием ВРТ, суррогатного материнства.

VI беременность: замершая беременность в сроке 7 недель. Проведено выскабливание полости матки.

Вопреки всем рекомендациям по планированию беременности и информированию о высоком риске повторного разрыва матки, женщина прекратила контрацепцию, наступила беременность. VII беременность — настоящая: взята на учет в 17 недель. ОАГА. Необследованная. Угрожаемая по невынашиванию, разрыву матки по рубцу. Рубец на матке после двух кесаревых сечений (корпорального и в нижнем сегменте) и разрыва. Отклонения в биохимическом скрининге, наследственная тромбофилия, миопия I, латентное течение ЦМВИ, ВПГ. Носительство токсоплазма. Проведена плацентобиопсия. Кариологическое исследование. Карิโอтип 46XX. Хромосомной патологии не выявлено. Роды 4е преждевременные в сроке 33-34 недели. В чисто ягодичном предлежании. Рубец на матке после 2х КС. ОАГА. Осложнения: Разрыв матки по рубцу после КС, интраоперационное массивное кровотечение смешанного генеза. Подозрение на вращение плаценты. Ранение мочевого пузыря. Сопутствующий диагноз: спаечная болезнь брюшной полости. Операции: лапаротомия по Джоел — Коену. Экстренное КС в нижнем сегменте. Простая экстирпация матки с левыми придатками. Ушивание мочевого пузыря. Эпицистостома. Дренирование брюшной полости. Плазмо- и гемотрансфузия. Интраоперационная реинфузия аутоэритроцитов. ИВЛ. Родилась девочка. Вес 2400 кг, рост 43 см.

В заключении необходимо отметить, что все подобные исходы беременности, по клиническим рекомендациям подлежат разбору на комиссии по перинатальным рискам и исходам, что и было проведено в данном клиническом случае. Но сочетание данных морфологических и клинических рисков привело к непредотвратимым последствиям, как со стороны матери, так и со стороны новорожденного.

Литература:

1. Земскова, Н. Ю., Прогнозирование течения беременности у женщин с рубцом на матке после кесарева сечения // диссертация на соискание ученой степени канд. мед. Наук. ГБУ здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии». — Москва. — 2021. — 140 с.
2. Сопко, Н.И., Банников В.И., Садовой А.П. Дородовая диагностика разрыва матки у пациенток с отягощенным анамнезом/Медичні аспекти здоров'я жінки». — URL: <https://mazg.com.ua/ru/archive/2007/1%284%29/article-40/dorodovaya-diaagnostika-razryva-matki-u-pacientok-s-otyagoshchennym-anamnezom> (дата обращения: 28.12.2023).
3. Закирова, Ф. И., Кабилова З. Т. Изучение серологического профиля TORCH-инфекций у женщин с отягощенным акушерским анамнезом // Достижения науки и образования. — 2023. — № 2.
4. Зубенко, В.Б., Ловкова А.И. Особенности течения беременности у пациенток с тромбофилией и аномалиями расположения плаценты./Акушерство, Гинекология и Репродукция. 2023;17 (4):411-419. <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-techeniya-beremennosti-u-patsientok-strombofiliey-i-anomaliyami-raspolozheniya-platsenty>.
5. Клинические рекомендации «Разрывы промежности при родоразрешении и другие акушерские травмы (акушерский травматизм)», М., РОАГ, 2023.

Уровень витамина D и магния среди пациентов с хронической обструктивной болезнью легких

Фаттахова Юлия Эдгаровна, ассистент
Ташкентская медицинская академия (Узбекистан)

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) на сегодняшний день представляет собой серьезную проблему в области здравоохранения. Ежегодно отмечается увеличение числа случаев ХОБЛ по всему миру, что сопровождается ухудшением качества жизни пациентов, временной потерей работоспособности и даже летальными исходами.

Дефицитные состояния макро- и микроэлементов в настоящее время признаются мировой медициной как глобальная проблема. Эти состояния оказывают значительное воздействие на организм, предьявляя острую необходимость разработки эффективных стратегий их решения в области здравоохранения.

Согласно имеющимся данным, у больных с ХОБЛ достаточно часто выявляется дефицит питательных веществ. Многочисленные исследования подчеркивают влияние дефицита микроэлементов на прогрессирование заболевания. В настоящее время активно изучается связь между бронхолегочными заболеваниями и пониженным содержанием витамина D и магния в организме больных. Недостаточная активность на открытом воздухе, редкое воздействие солнечного света, неправильное питание, алкоголизм, курение, пониженная способность кожи синтезировать витамин D у курильщиков, общее истощение организма, а также прием некоторых антибиотиков могут быть причинами пониженного содержания витамина D и магния. Во многих исследованиях указывается, что дефицит этих элементов может быть связан со снижением функции легких и увеличением частоты обострений при ХОБЛ, что способствует прогрессированию заболевания.

Дефицитные состояния, часто остающиеся недиагностированными, могут негативно влиять на прогноз заболевания. Настоящее исследование выявляет частоту пониженного содержания витамина D и магния в крови, а также демонстрирует взаимосвязь между низким содержанием этих элементов и степенью тяжести ХОБЛ.

Ключевые слова: ХОБЛ, витамин D, магний, частота встречаемости, недостаточность, дефицит, дефицитные состояния, степень тяжести.

На сегодняшний момент хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) представляет собой актуальную проблему в системе здравоохранения среди взрослого населения. Несмотря на значительные успехи в области диагностики и лечения данного заболевания, ХОБЛ по-прежнему ассоциируется с серьезными осложнениями и может привести к летальному исходу. Каждый год наблюдается устойчивый рост распространенности данного заболевания. Согласно оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в настоящее время более 65 миллионов человек страдают от умеренных и тяжелых форм ХОБЛ.

Исходя из доступных данных, у пациентов с ХОБЛ часто выявляется дефицит питательных микроэлементов. Исследования, проведенные Шевцовой В.И., свидетельствуют о том, что дефицит микроэлементов может оказывать влияние на течение и прогрессирование данного заболевания.

В настоящее время активно исследуется взаимосвязь между бронхолегочными заболеваниями и дефицитом витамина D. Дефицит витамина D представляет собой глобальную проблему, особенно распространенную в развитых странах, где естественная синтезация витамина D в коже возможна только в летний период с 11:00 до 14:00 при отсутствии смога, облаков и плотной одежды. Эти страны также отмечают стремительный рост бронхолегочных заболеваний. Различные исследования указы-

вают на взаимосвязь между низким уровнем витамина D в организме, нарушением функции легких и увеличением риска инфекционных и воспалительных заболеваний [2, 5, 7].

На данный момент проводятся активные исследования взаимосвязи между ХОБЛ и уровнем витамина D. Причинами пониженного содержания витамина D могут быть недостаточная физическая активность на открытом воздухе, ограниченное воздействие солнечного света, неправильное питание, сниженная способность кожи синтезировать витамин D у курильщиков и общее истощение организма [12].

На сегодняшний день учеными установлено, что витамин D способствует активации защитных и иммунных клеток, включая моноциты, макрофаги, лимфоциты и эпителиальные клетки. Рецепторы витамина D (VDR) были обнаружены в этих клетках [6]. Уровень витамина D оказывает влияние на нормальное функционирование врожденного и приобретенного иммунитета [26].

Дефицит витамина D способен нарушить антибактериальную функцию макрофагов, а также иммунную защиту легких, что впоследствии может повысить риск развития патологических респираторных инфекций [11, 17]. Низкий уровень витамина D может увеличить восприимчивость к рецидивирующим инфекциям, способствовать микробной колонизации дыхательных путей и ускорить снижение функции легких.

Поэтому проводятся активные исследования относительно возможного воздействия дефицита витамина D у пациентов с ХОБЛ на хроническое воспаление, нарушение иммунного ответа и уменьшение резистентности организма к острым респираторным заболеваниям [4, 5, 15]. Вирусные и бактериальные инфекции считаются основными факторами, которые способствуют обострениям ХОБЛ [13]. Частые обострения, в свою очередь, приводят к быстрому ухудшению показателей ОФВ1 и прогрессированию заболевания [16, 17, 18, 10], что может повысить риск летальных исходов от ХОБЛ [13].

В некоторых исследованиях подчеркивается, что дефицит витамина D способен поддерживать воспаление в дыхательных путях, усиливая их реактивность и влияя на степень обструкции, что, в свою очередь, повышает частоту обострений [19].

Было установлено, что имеется взаимосвязь между недостатком витамина D и продолжительностью госпитализации пациентов с хронической обструктивной болезнью легких в период обострения. В соответствии с исследованием Мекон Е. и соавт., длительность пребывания в стационаре у пациентов с уровнем витамина D менее 25 нмоль/л была больше по сравнению с пациентами, у которых уровень витамина D превышал 25 нмоль/л [21].

Магний также представляет собой важнейший биогенный элемент, содержащийся в значительных количествах в тканях животных и растений. Этот макроэлемент занимает четвертое место по количеству в организме после натрия, калия и кальция, а ионы магния играют важную роль в регуляции практически всех органов и систем.

Дефицит магния встречается достаточно часто. В повседневном рационе недостаточно продуктов, содержащих магний. К недостатку магния в организме также приводят неправильный образ жизни, похудение с использованием одностороннего пищевого рациона, потребление жирной пищи, неправильное питание (избыток сладостей и продуктов из белой муки, жареных и жирных блюд), употребление продуктов с высоким содержанием кальция или дефицитом витаминов B1, B2 и B6, алкоголизм, курение, избыток фосфатов, прием слабительных средств и диуретиков, определенных антибиотиков, экстремальные виды спорта, беременность, грудное кормление, хронический стресс и экологические катастрофы (большая часть запасов магния в организме тратится на борьбу со смогом, задымлением, стрессом, пестицидами и т.д.) [3].

Результаты эпидемиологических исследований свидетельствуют о том, что дефицит магния действительно играет важную роль в формировании различных сердечно-сосудистых заболеваний, патологий дыхательной системы, а также нейропсихиатрических расстройств, особенно ассоциированных с возрастом [8].

Дефицит магния часто встречается у пациентов с ХОБЛ. Магний является естественным модулятором расслабления гладкой мускулатуры артерий и бронхов, ока-

зывает воздействие на активность воспаления в бронхах и легких. Преимущественно магний обладает свойствами расширения бронхов в дыхательных путях. Научные исследования указывают на связь между магнием, снижением функции легких и увеличением частоты обострений при ХОБЛ [22, 23, 9, 20]. Выявлено, что крайне низкое потребление магния с пищей может являться фактором риска для развития астмы и ХОБЛ [24], способствуя прогрессированию заболевания.

Несмотря на то, что существующие исследования предоставляют ценные данные о взаимосвязи между дефицитом витамина D, магния и ХОБЛ, необходимы дополнительные исследования для более глубокого понимания механизмов воздействия этих дефицитов на прогрессирование заболевания. Учитывая сложность взаимосвязей между питательными микроэлементами, иммунной системой и функцией дыхательной системы, дальнейшие исследования могут сыграть ключевую роль в разработке более точных стратегий профилактики и лечения ХОБЛ.

Цель: дать оценку уровня витамина D и магния в сыворотке крови у больных хронической обструктивной болезнью легких.

Материал и методы исследования: В исследование были включены 100 пациентов с документированным диагнозом ХОБЛ (GOLD, 2016) (86% (86) мужчин и 14% (14) женщин), находившихся на стационарном лечении в РС-НПМЦ фтизиатрии и пульмонологии. Для подтверждения диагноза и определения степени тяжести заболевания проводилась спирометрия на аппарате «СМП-21/01-Р-Д» («Монитор», Россия). Средний возраст пациентов составил 66 ± 8 лет. Всего в исследование были включены пациенты с ХОБЛ III стадии тяжелого течения — 15 человек (15%) и пациенты с ХОБЛ IV стадии крайне-тяжелого течения — 85 человека (85%). Согласно референсным значениям, наличие дефицита витамина D оценивалось — 25 (ОН) D <20 нг/мл; недостаточность витамина D — 25 (ОН) D 20-30 нг/мл; нормальное содержание витамина D >30 нг/мл (Holick M. F. et al., 2011).

Уровень магния в сыворотке крови измеряли у всех больных с обострением ХОБЛ при поступлении. Уровень магния в сыворотке <0,66 ммоль/л считался гипомagneмией, нормальное содержание магния в крови — 0,66-1,07 ммоль/л (Промова О. А. и др., 2014).

Статистический анализ проводился с помощью программы STATISTICA 13.3 (разработчик — StatSoft. Inc). Все значения в тексте представлены как среднее арифметическое вариационного ряда ошибки среднего ($M \pm m$). В качестве статистической гипотезы использовались значения с $p < 0,05$ (с уровнем достоверности 95%).

Результаты и обсуждения: Средний уровень витамина D среди всех обследованных больных составил $34,18 \pm 17,41$ нг/мл (95%ДИ 30,72-37,63).

У 36% больных был выявлен пониженный уровень витамина D. При этом у 11% больных наблюдалась недостаточность витамина D, а у 25% больных был выявлен дефицит витамина D.

В проведенном исследовании было выявлено, что уровень витамина D меняется в зависимости от стадии ХОБЛ. Различие уровня витамина D в зависимости от стадии ХОБЛ представлено в таблице 1.

Таблица 1. Уровень витамина D в зависимости от стадии ХОБЛ

Показатель	Категории	Витамин D в крови (нг/мл)		
		M ± SD	95% ДИ	n
Стадия ХОБЛ	ХОБЛ III	37,56 ± 18,59	27,27-47,86	15
	ХОБЛ IV	33,58 ± 17,24	29,86-37,30	85

Среди пациентов с ХОБЛ III недостаточность витамина D была выявлена в 13,3% (2) случаев, при этом дефицит витамина D встречался у 20% (3) пациентов. У пациентов с ХОБЛ IV недостаточность витамина D наблюдалась в 10,6% случаев (9), а дефицит витамина D был выявлен у 25,9% (22) (рис. 1).

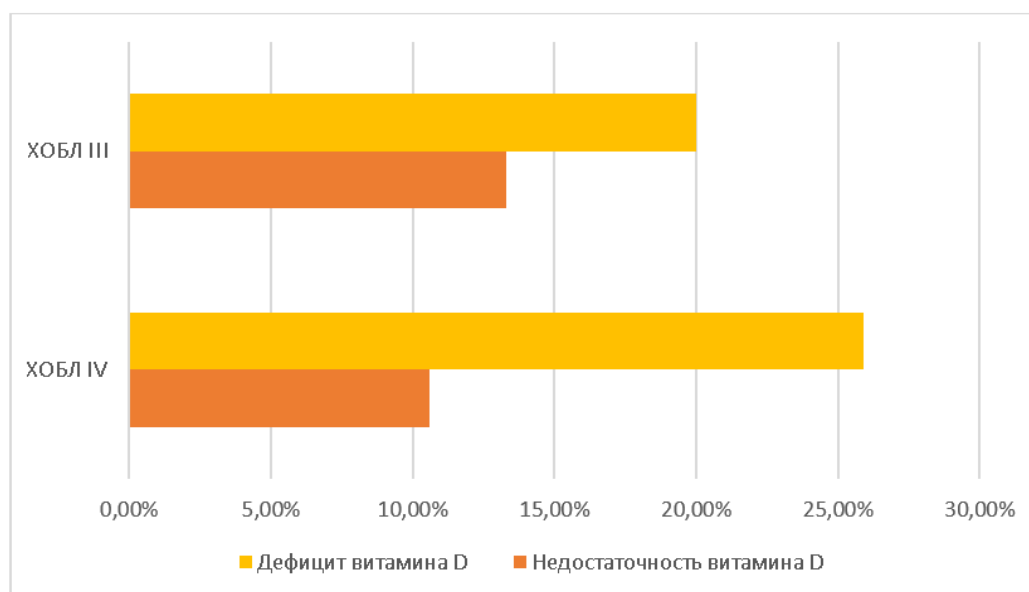


Рис. 1. Уровень витамина D среди пациентов ХОБЛ III и ХОБЛ IV

Средний уровень магния среди всех обследованных больных составил 0,65 ± 0,08 ммоль/л (95%ДИ 0,64-0,67). У 46% больных был выявлен дефицит магния.

В проведенном исследовании было выявлено, что уровень магния также меняется в зависимости от стадии ХОБЛ. Различие уровня магния в зависимости от стадии ХОБЛ представлено в таблице 2.

Таблица 2. Уровень магния в зависимости от стадии ХОБЛ

Показатель	Категории	Магний в крови (ммоль/л)		
		M ± SD	95% ДИ	n
Стадия ХОБЛ	ХОБЛ III	0,67 ± 0,08	0,62-0,71	15
	ХОБЛ IV	0,65 ± 0,08	0,64-0,67	85

Среди пациентов с ХОБЛ III дефицит магния встречался у 26,7% (4) пациентов. У пациентов с ХОБЛ IV дефицит магния был выявлен у 49,4% (42) (рис. 2).

Результаты нашего исследования подчеркивают высокую частоту обнаружения дефицитов витамина D и магния среди пациентов, страдающих от хронической обструктивной болезни легких, что соответствует выводам предыдущих исследований. Согласно работе Janssens W., у 33-77% пациентов с ХОБЛ наблюдается де-

фицит витамина D [14]. В других источниках отмечается, что доля пациентов с дефицитом витамина D может достигать до 83,6% [21]. Метаанализ пяти исследований показывает статистически значимое снижение уровня витамина D в крови у пациентов с ХОБЛ по сравнению со здоровыми лицами [4]. Согласно имеющимся данным, дефицит витамина D может увеличивать риск развития ХОБЛ почти в два раза, при этом вероятность тяжелого протекания болезни увеличивается в три раза. Кроме

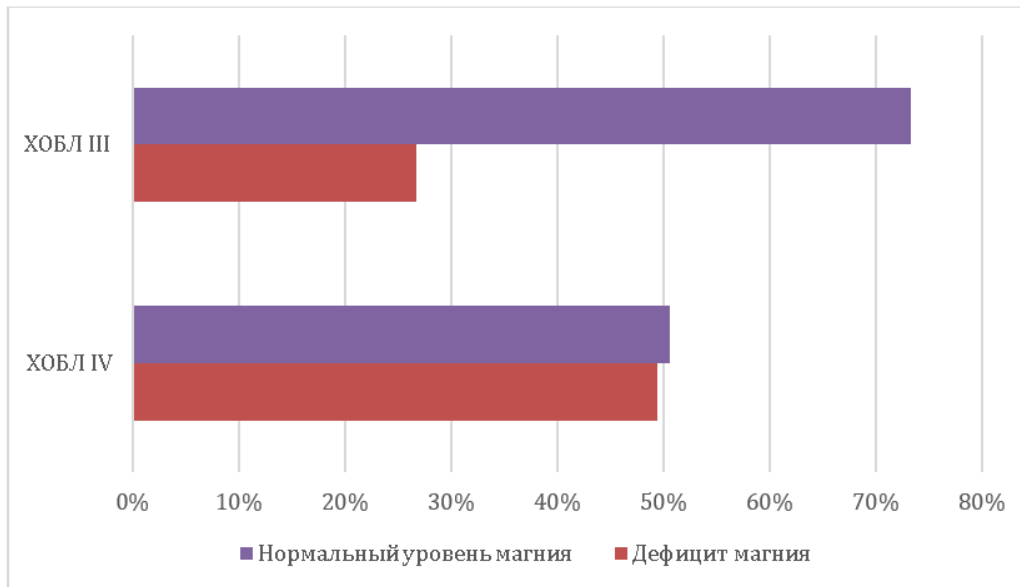


Рис. 2. Уровень магния среди пациентов ХОБЛ III и ХОБЛ IV

того, уровень витамина D коррелирует со степенью обструкции у пациентов с ХОБЛ, при этом у тех, у кого наблюдается более низкое значение ОФВ1и более высокая ежегодная динамика снижения этого показателя, отмечается более низкий уровень витамина D [1, 15, 17, 21, 25].

Дефицит магния также является распространенным явлением у пациентов с ХОБЛ. В многих исследованиях отмечается связь между дефицитом магния и ухудшением функции легких, а также увеличением частоты обострений при ХОБЛ [22, 23, 9, 20].

Наше исследование также подтверждает данные теории. Нами было выявлено, что дефицитные состояния наиболее часто встречаются у больных с более тяжелым течением ХОБЛ. Все это указывает на необходимость уделять больше внимания данной проблеме в клинической практике, включая раннюю диагностику и комплексный подход к лечению этих пациентов, включая нормализацию дефицитных состояний.

Выводы: Среди больных ХОБЛ наблюдается высокая частота встречаемости низкого содержания витамина D и магния в крови. Наиболее низкие показатели витамина D и магния наблюдаются у пациентов с ХОБЛ IV.

Частота встречаемости дефицита витамина D повышается в зависимости от стадии ХОБЛ. Частота встречаемости дефицита витамина D у больных ХОБЛ IV превышает частоту встречаемости дефицита у больных ХОБЛ III. У больных ХОБЛ III дефицит витамина D встречался у 20% пациентов, а у пациентов с ХОБЛ IV — у 25,9%.

Частота встречаемости дефицита магния также была выше у больных ХОБЛ IV. Среди пациентов с ХОБЛ III дефицит магния встречался у 26,7% пациентов. У пациентов с ХОБЛ IV дефицит магния был выявлен у 49,4%

Таким образом, дефицитные состояния могут быть связаны с тяжестью течения ХОБЛ. Именно поэтому для успешного лечения и реабилитации пациентов с ХОБЛ следует проводить диагностику содержания данных показателей для раннего выявления и оценки выраженности низкого содержания витамина D и магния в крови с последующей коррекцией выявленных нарушений. Это может улучшить результаты лечения, сократить количество обострений, снизить прогрессирование заболевания и риски летального исхода.

Литература:

1. Аверина, И. А., Сергиенко Д. Ф., Дугугиева О. С., Гаджиев Р. М. Хронические заболевания легких в контексте иммуногенетического влияния витамина D // Успехи современной науки. - 2017. - Т. 24, № 4. - с. 209-218.
2. Ахметова, А. А. Полиморфизм FOKI, TAGI, BSMI, APAI и CDX2 рецептора витамина D (VDR) с восприимчивостью к туберкулезу легких: сравнительный анализ // Вестник КГМА им. И. К. Ахунбаева. - 2018. - № 4. - с. 17-23.
3. Гладкевич, А. В. и др. Роль магния в патогенезе депрессивных расстройств, некоторых коморбидных заболеваний и способы их коррекции // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. — 2015. — №. 4 (52). — с. 15-25
4. Громова, О. А., Торшин И. Ю., Мартынов А. И. Роль обеспеченности витамином D в регуляции иммунитета и в обеспечении противоинфекционной защиты у взрослых // Терапия. - 2017. - № 6 (16). - с. 81-88

5. Громова, О. А., Торшин И. Ю., Томилова И. К., Гилельс А. В. Метаболиты витамина D: роль в диагностике и терапии витамин D-зависимой патологии // Практическая медицина. - 2017. - No 5 (106). - с. 4-10.,
6. Иванцова, Н. Л., Белякова А. Г., Дмитриевская М. И. Обоснование использования витамина D у больных ХОБЛ с целью коррекции иммунологических показателей // Таврический медико-биологический вестник. — 2014. - Т. 17, No 4. - с. 29-31
7. Купаев, В. И., Нурдина М. С., Лимарева Л. В. Дефицит витамина D как фактор риска неконтролируемого течения бронхиальной астмы // Пульмонология. - 2017. - Т. 27, No 5. - с. 624-628
8. Altura, B.M. Role of brain [Mg²⁺] in alcohol-induced hemorrhagic stroke in a rat model: a 31P-NMR in vivo study/B.M. Altura [et al.] // Alcohol. — 1995. — No 12. — P. 131-136
9. Aziz, H. S. et al. Serum magnesium levels and acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: a retrospective study //Annals of Clinical & Laboratory Science. — 2005. — Т. 35. — №. 4. — с. 423-427.
10. Burkes RM, Ceppe AS, Doerschuk CM, et al. Associations Among 25-Hydroxyvitamin D Levels, Lung Function, and Exacerbation Outcomes in COPD: An Analysis of the SPIROMICS Cohort — 2020 — Т. 157 — с. 856-865.
11. Ferrari, R. et al. The relationship between Vitamin D status and exacerbation in COPD patients — a literature review // Respiratory Medicine. — 2018. — Т. 139. — с. 34-38
12. Forli, L. et al. Vitamin D deficiency, bone mineral density and weight in patients with advanced pulmonary disease // Journal of internal medicine. — 2004. — Т. 256. — №. 1. — с. 56-62.
13. Garcia-Aymerich, J. et al. Lung function impairment, COPD hospitalisations and subsequent mortality //Thorax. — 2011. — Т. 66. — №. 7. — с. 585-590.
14. Janssens, W. et al. Vitamin D deficiency is highly prevalent in COPD and correlates with variants in the vitamin D-binding gene //Thorax. — 2010. — Т. 65. — №. 3. — с. 215-220.
15. Jorde, I. et al. Association of serum vitamin D levels with disease severity, systemic inflammation, prior lung function loss and exacerbations in a cohort of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) //Journal of Thoracic Disease. — 2021. — Т. 13. — №. 6. — с. 3597
16. Kunisaki, K. M., Niewoehner D. E., Connett J. E. Vitamin D levels and risk of acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: a prospective cohort study //American journal of respiratory and critical care medicine. — 2012. — Т. 185. — №. 3. — с. 286-290.
17. Makarevich, A. E. Effects of vitamin D3 in obstructive lung diseases (review) // Практикуючий лікар. - 2017. - Т. 6. — № 1. - с. 21-31
18. Malinovschi, A. et al. Severe vitamin D deficiency is associated with frequent exacerbations and hospitalization in COPD patients //Respiratory research. — 2014. — Т. 15. — с. 1-8.
19. Martineau, A. R. et al. Vitamin D3 supplementation in patients with chronic obstructive pulmonary disease (ViDiCO): a multicentre, double-blind, randomised controlled trial //The lancet Respiratory medicine. — 2015. — Т. 3. — №. 2. — с. 120-130.
20. McKeever, T. M. et al. A multivariate analysis of serum nutrient levels and lung function //Respiratory research. — 2008. — Т. 9. — с. 1-10.
21. Mekov, E. et al. Vitamin D deficiency and insufficiency in hospitalized COPD patients //PLoS One. — 2015. — Т. 10. — №. 6. — C. e0129080
22. Postnikova, L. B. et al. Significance of biochemical parameters of saliva in the diagnosis of chronic obstructive pulmonary disease at exacerbation //Klinicheskaia Laboratornaia Diagnostika. — 2004. — №. 10. — с. 16-18.
23. Ruljančić, N. et al. COPD: magnesium in the plasma and polymorphonuclear cells of patients during a stable phase // COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. — 2007. — Т. 4. — №. 1. — с. 41-47.
24. Song, W. J., Chang Y. S. Magnesium sulfate for acute asthma in adults: a systematic literature review //Asia Pacific Allergy. — 2012. — Т. 2. — №. 1. — с. 76-85.
25. Zhu, B. et al. Vitamin D deficiency is associated with the severity of COPD: a systematic review and meta-analysis // International journal of chronic obstructive pulmonary disease. — 2015. — с. 1907-1916
26. Zhu, M. et al. The association between vitamin D and COPD risk, severity, and exacerbation: an updated systematic review and meta-analysis //International journal of chronic obstructive pulmonary disease. — 2016. — с. 2597-2607.

ЭКОЛОГИЯ

К вопросу утилизации и переработки отходов

Ивахина Ксения Александровна, студент

Средне-Волжский институт (филиал) Всероссийского государственного университета юстиции (РПА Минюста России) в г. Саранске

В статье рассматриваются основные проблемы, посвященные вопросам утилизации и переработки отходов, в том числе уделяется внимание рациональным способам утилизации. Кроме этого, автором предлагаются меры, способствующие решению данной проблемы.

Ключевые слова: *отходы, утилизация отходов, захоронение, сжигание, вторичная переработка.*

С развитием отраслей жизнедеятельности не следует исключать факт причинения вреда окружающей среде. Безусловно, негативное воздействие на нее оказывают и постоянно накапливающийся мусор с нерациональными способами его утилизации. Поэтому с целью поддержания естественного состояния окружающей среды, ее сохранения и защиты, государством в лице его уполномоченных органов предпринимаются различные меры, разрабатываются требования, в частности, посвященные вопросам утилизации и переработки отходов. Однако для того, чтобы окончательно решить проблему утилизации отходов этого недостаточно, она требует особого внимания со стороны общественности.

Проблема утилизации и переработки мусора является актуальной для нашей страны по сегодняшний день, но несмотря на это, тем не менее на практике сложилась следующая ситуация: население Российской Федерации не полностью осознает масштаб и всю сложность данной проблемы. Также прослеживается недостаточная осведомленность некоторых граждан касательно рассматриваемой проблемы и возможных способах ее решения. Это проявляется к примеру, в том, что многие жители не прибегают к сортировке мусора, так как считают, что это не способствует решению проблемы [3].

Итак, понятие «отходы» получило свое нормативное закрепление, согласно Федеральному закону от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» под ними понимаются вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению [1].

В настоящее время не существует единого подхода относительно экологически безопасного способа утилизации отходов, но в нашей стране наиболее распростра-

ненными способами утилизации являются: захоронение, сжигание и вторичная переработка.

Захоронение представляет собой один из способов утилизации отходов, при котором происходит вывоз мусора на специально подготовленные для этого полигоны. Именно там осуществляется сортировка мусора и дальнейшее захоронение [6]. Данный способ является наиболее простым и поэтому чаще всего применяем. Однако, в связи с тем, что мусор обладает свойством накопления, а площадь полигонов ограничена, то такой способ не совсем эффективен, к тому же, он может привести к загрязнению воздуха, почвы и подземных вод [3].

Сжигание подразумевает под собой обработку мусора высокими температурами. После горения мусор существенно сокращается в объемах, обезвреживается, бактерии уничтожаются, а полученная в результате энергия преобразуется в электричество. Несмотря на эффективность этого способа, следует отметить его минусы: немалые затраты на реализацию, а также поступление в атмосферу вредных веществ, образуемых от продуктов горения [5].

Вторичная переработка считается наиболее перспективным и безопасным способом утилизации мусора так как направлена на получение вторичного сырья, которое используется для изготовления различной продукции, полезных материалов и веществ. Данный способ включает в себя три этапа: сначала отходы сортируются по виду, материалу, цвету и иным параметрам, затем они проходят этап обработки и в конечном итоге получают совсем иной вид, так сказать приобретают «новую жизнь» [7]. Таким образом, данный способ утилизации позволяет экономить энергию по созданию новых продуктов, а объем твердых коммунальных отходов благодаря нему на свалках сокращается.

Необходимо отметить, что важную роль в решении проблемы утилизации и переработки отходов играют му-

сороперерабатывающие заводы. Они способствуют предотвращению захламления территории и загрязнения окружающей среды [4]. Однако строительство такой инфраструктуры для государства представляет собой большие финансовые затраты. Несмотря на это, количество таких объектов по России постепенно увеличивается, к примеру, госкорпорацией «Ростех», «Росатом» и ВЭБ. РФ было заключено соглашение на строительство двадцати пяти заводов по энергетической утилизации твердых коммунальных отходов, которые позволят снизить экологический вред от полигонных захоронений [2].

Решение проблемы утилизации и переработки отходов на мой взгляд затруднительно без внедрения в повседневную жизнь граждан принципа раздельного сбора мусора. Для его реализации на практике необходимо:

— освещать в средствах массовой информации и в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» проблему утилизации и переработки отходов, а также уделять особое внимание значению сортировки мусора как первоначального пути ее решения;

— заниматься разработкой эколого-просветительских программ для дальнейшей работы с населением, в особенности с молодежью, с целью формирования интереса

к данной проблеме и повышения их мотивации к сортировке отходов;

— предоставлять определенные льготы для лиц, осуществляющих раздельный сбор мусора;

— заимствовать и адаптировать опыт зарубежных стран для решения этой проблемы [3].

Ежегодно человек в результате своей жизнедеятельности оставляет за собой тонны мусора, который зачастую для утилизации вывозится на свалки, где происходит его гниение. На протяжении разложения мусора происходит выделение вредных веществ, те проникая в атмосферу, почву, подземные воды, оказывают негативное влияние на окружающую среду. В связи с чем ставится вопрос о рациональных способах утилизации отходов, среди которых наиболее безопасным является переработка, поскольку она направлена на получение вторичного сырья, которое используется для изготовления различной продукции, а также благодаря нему объем ТКО на свалках сокращается.

Таким образом, многим людям должен быть понятен масштаб рассматриваемой проблемы, а для ее решения необходимо помнить, что приоритетной задачей для всего человечества является в первую очередь сохранение нашей планеты.

Литература:

1. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ // СЗ РФ. — 1998. — № 26. — Ст. 3009.
2. Отходы в ход: в РФ построят 25 заводов по переработке мусора в энергию: сайт. URL: <https://iz.ru/1010661/ekaterina-vinogradova/otkhody-v-khod-v-rf-postroi-at-25-zavodov-po-pererabotke-musora-v-energiu> (дата обращения: 17.12.2023).
3. Бронская, Ю. К., Пармененков К. Н. Экономически-обоснованные пути решения актуальных проблем утилизации мусора в Российской Федерации // Экономика строительства. — 2023. — № 1. — с. 61-71.
4. Мусаев, М. М. Экономические аспекты проблемы утилизации отходов в России // Деловой вестник предпринимателя. — 2020. — № 2 (2). — с. 71-73.
5. Проблемы утилизации мусора: сайт. URL: https://teh-eco.com/o_kompanii/staty/problemi-utilizatsii-musora/#6 (дата обращения: 17.12.2023).
6. Проблема утилизации мусора: сайт. URL: https://ecoportal.info/problema-utilizatsii-musora/?_cf_chl_tk=OJBDulGh_8ia7jW_22Dx_jpkWj0UVdj_OvCty2pcnFs-1700415371-0-gaNycGzNDBA (дата обращения: 18.12.2023).
7. Как утилизируют отходы в России и мире: способы и правила: сайт. URL: <https://ria.ru/20220829/utilizatsiya-1812880941.html> (дата обращения: 18.12.2023).

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Обзор основных особенностей переработки агропромышленных отходов

Рахманов Назим Илазович, аспирант

Научный руководитель: Скопинцев Игорь Викторович, кандидат технических наук, доцент
Московский политехнический университет

В работе рассматриваются основные типы отходов, структура, основные особенности появления, а также утилизации отходов современного агропромышленного комплекса, основные возможности и области их использования в ходе дальнейшей переработки и получения композитных материалов.

Ключевые слова: отходы, агропромышленный комплекс, сельское хозяйство, растениеводство, пищевая и перерабатывающая промышленность, переработка, полимерные технологии.

Overview of the main features of processing agro-industrial waste

Rakhmanov Nazim Ilazovich, graduate student

Scientific advisor: Skopintsev Igor Viktorovich, candidate of technical sciences, associate professor
Moscow Polytechnic University

The paper considers the main types of waste, the structure, the main features of the formation and about disposal of waste of the modern agro-industrial complex in Russia and abroad, the main possibilities of their use in the course of further processing and production of composite materials.

Keywords: waste, agro-industrial complex, agriculture, crop production, food and processing industry, processing, polymer technologies.

Обзор отходов агропромышленного комплекса включает в себя анализ различных видов отходов, их характеристики, проблемы управления ими, а также возможные пути их переработки и утилизации. Важно отметить, что подход к управлению отходами может различаться в зависимости от региона, типа сельскохозяйственной деятельности и уровня технологической развитости. [1-3]

В статье представлены:

— Анализ работ исследователей в области полимерных композитов, который определил научную проблему и направления исследований;

— Исследование различий в методах переработки отходов агропромышленного комплекса в России и за рубежом.

Виды отходов:

Растительные отходы: Сюда входят остатки после уборки урожая, побочные продукты обработки сельскохозяйственных культур.

Животные отходы: К ним относятся навоз, умершие животные, органы, не предназначенные для продажи.

Упаковочные материалы: Пластик, бумага, картон, металл и другие материалы, используемые для упаковки сельскохозяйственной продукции.

Проблемы управления отходами в агропромышленном комплексе:

Экологические проблемы: Неправильная утилизация отходов может привести к загрязнению почвы и водных ресурсов.

Экономические потери: Неконтролируемое сбрасывание отходов может привести к убыткам из-за потери ценных ресурсов, таких как органическое удобрение.

Здоровье человека и животных: Неконтролируемые отходы могут представлять угрозу для здоровья человека и животных.

Возможные решения и направления:

Переработка: Разработка и внедрение технологий по переработке отходов в полезные продукты, такие как биогаз, компост, биоуголь и т. д. [4]

Утилизация: Использование современных методов утилизации, включая термическую и биологическую обработку. [4]

Управление упаковочными материалами: Развитие более устойчивых упаковочных материалов и их утилизация. [4]

Отходы производства в сельском хозяйстве и смежных отраслях играют важную роль в экологическом и экономическом контексте. Вот несколько ключевых аспектов работы с отходами АПК в России: [1]

Объемы отходов: Ежегодно в АПК России генерируется огромное количество отходов, превышающее 770 миллионов тонн. Это включает в себя твердые отходы, такие как пищевая упаковка, а также отходы от лесотех-

нической отрасли и деревообрабатывающей промышленности. [1]

Твердые отходы: Около 90 миллионов кубических метров отходов представляют собой твердые материалы, такие как бумага, картон, полимеры и другие пищевые упаковочные материалы. [1]

Отходы растениеводства: Отрасли растениеводства формируют разнообразные отходы, такие как солома, лузга различных культур, стержни початков кукурузы и стебельная масса сорго. [1]

Утилизация и переработка: Одной из основных проблем является способность утилизировать и перерабатывать эти отходы. Некоторые отходы, такие как солома, часто просто сжигаются или запахиваются в почву. [1]



Рис. 1. Диаграмма структуры образования отходов растениеводства

Общие посевные площади сельскохозяйственных культур в России — одни из крупнейших в мире, но в силу низкой урожайности наша страна отстает в разы по ва-

ловому объему производства основных сельскохозяйственных культур от мировых лидеров — США и Китая. Данные представлены в табл. 1.

Таблица 1. Данные по странам с площадями и урожайностью за 2018 и 2021 годы

Страна	Площадь, млн га	Урожайность, ц/га (2018)	Урожайность, ц/га (2021)
Россия	79,3	23,7	-
США	56,5	72,5	72,5
Китай	>80	58,1	58,1
Германия	-	39,5	39,5
Канада	-	39,5	39,5
Япония	-	60,2	60,2
Бразилия	-	-	-
Индия	-	228	228

Такая таблица помогает сравнить посевные площади, урожайность и валовой объем различных стран, выявив отличия между Россией, США, Китаем и другими странами по ключевым сельскохозяйственным параметрам. [5-9]

В ходе обзора основных отходов растительного происхождения были выделены следующие конкретные виды, примеры и способы переработки, представленные в табл. 2.

Таблица 2. Обзор основных отходов агропромышленного производства

Вид растительных отходов	Примеры	Способы переработки
Солома	Остатки после уборки зерновых культур	Производство биоугля, компостирование, производство биогаза
Листья и побеги	Остатки после обрезки растений	Компостирование, использование в качестве мульчи, биотопливо
Остатки овощей и фруктов	Нераспроданные или испорченные продукты	Производство биогаза, компостирование, производство биоэнергии
Обрезки виноградных лоз	Остатки после обрезки виноградных лоз	Производство биоугля, компостирование, использование в сельском строительстве
Остатки кукурузы	Стебли, листья и початки после уборки	Производство биогаза, компостирование, использование в кормовой отрасли
Плодоножки томатов	Остатки после сбора томатов	Производство биогаза, компостирование, производство органических удобрений
Остатки подсолнечника	Стебли и листья после уборки семян	Производство биоугля, компостирование, производство биогаза, использование в производстве масла
Остатки ячменя	Солома и остатки после уборки	Производство биоугля, компостирование, производство биогаза, использование в качестве корма для животных
Остатки риса	Солома и остатки после уборки	Производство биоугля, компостирование, производство биогаза, использование в производстве энергии
Остатки льна и конопли	Волокна и части растения после уборки	Производство биоугля, компостирование, использование в текстильной и строительной промышленности, производство биогаза

Экономически целесообразным решением в масштабе страны является организация сбора и переработки пластмассовых отходов в новые изделия для промышленности, строительства, сельского хозяйства и домашнего обихода. [12]

Однако в АПК Российской Федерации до сих пор не решены вопросы сбора и первичной переработки ценных вторичных материалов. Эти функции могли бы принять на себя предприятия технического сервиса АПК. [4]

Основные методы переработки представлены в табл. 3.

Таблица 3. Основные методы переработки, применяемые в мировой индустрии

Метод переработки	Описание
Компостирование	Процесс разложения органических отходов в компосте, который может быть использован в сельском хозяйстве для улучшения почвы.
Биогазовые установки	Превращение органических отходов в биогаз (метан), который может быть использован для производства энергии.
Переработка биомассы	Производство топлива или других продуктов из биомассы, такой как солома, древесина, и другие органические материалы.
Вермикомпостирование	Использование червей для разложения органических материалов, создание высококачественного удобрения (вермикомпоста).
Пиролиз	Термический процесс, при котором органические материалы разлагаются под воздействием высоких температур и отсутствия кислорода. Может использоваться для производства топлива.
Рециклинг пластика и бумаги	Механическая или химическая обработка использованных пластиковых и бумажных материалов для производства новых продуктов.
Энергетическое использование	Использование отходов для производства энергии, как например, сжигание биомассы для генерации электроэнергии.
Энергетическое использование с биогенерацией	Производство энергии из биомассы, включая сельскохозяйственные отходы. Биогенерация может включать сжигание, газификацию или биогазовые установки.
Рециклинг металлических отходов	Сбор, переработка и повторное использование металлических материалов, которые могут быть найдены в агропромышленных отходах (например, металлические конструкции, оборудование).

Переработка древесных отходов	Производство древесных пеллет, древесной муки или других продуктов из древесных отходов, таких как сучья, опилки или обрезки.
Гидротермальная обработка	Процесс обработки органических отходов водой при повышенном давлении и температуре, что может привести к получению биоэнергии или биопродуктов.
Термохимическая конверсия	Процессы, такие как газификация, пиролиз и гидролиз, которые преобразуют органические отходы в топливо или химические продукты.
Сжигание с использованием высокоэффективных технологий	Процессы сжигания отходов, осуществляемые с использованием высокоэффективных систем фильтрации и очистки, чтобы минимизировать выбросы вредных веществ.

Литература:

1. Стребков, Д. С., Тихомиров А. В., Харченко В. В. Проект энергетической стратегии сельского хозяйства России // Техника и оборудование для села. — 2009. — № 2. — С. 12-15.
2. Сельское хозяйство в России. 2021: Стат. сб./Росстат — С 29 М., 2021. — 100 с.
3. Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России. Agriculture 4.0 [Текст]: докл. к XXI Агр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2020 г./Н. В. Орлова, Е. В. Серова, Д. В. Николаев и др.; под ред. Н. В. Орловой; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. — 128 с. — ISBN 978-5-7598-2178-6 (в обл.). — ISBN 978-5-7598-2075-8 (e-book).
4. Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года/Минсельхоз России; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: НИУ ВШЭ, 2017. — 140 с. — 300 экз. — ISBN 978-5-7598-1561-7 (в обл.).
5. Bernard, A., Buonsante V. (2017) Keeping it clean: how to protect the circular economy from hazardous substances. European Environmental Bureau. Belgium.
6. Adeoye, P; Adebayo, S. and Musa, J. Agricultural post-harvest waste generation and management for selected crops in Minna, Niger State Nigeria. Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation. 1 6 (4).
7. Composting of Agricultural Waste in Denmark — In Respect of Potential, Industrial Process Technology and Environmental Considerations. MOGENS HEDEGAARD- Project manager. M. Sc. I. KRÜGER AS — Sofiendalsvej 88 DK- 9200 Aalborg
8. ALBRECHTSEN, D. G. & BECKER, E. M. 2017. Mindre madspild fra hav til bord — en forundersøgelse, Teknologisk Institut.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 52 (499) / 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 10.01.2024. Дата выхода в свет: 17.01.2024.

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.