

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



16+

21 2020
ЧАСТЬ VII

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 21 (311) / 2020

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)
Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук
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
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)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
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
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
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
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
Султанова Дилшода Намозовна, кандидат 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)
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)
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (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 Кутлуг-Бек Бекмурадович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
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)
Рахмонов Азиз Боситович, доктор философии (PhD) по педагогическим наукам (Узбекистан)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
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 *Дмитрий Васильевич Стасов* (1828–1918), присяжный поверенный и первый председатель совета присяжных поверенных окружной Санкт-Петербургской судебной палаты, общественный деятель.

Дмитрий Васильевич родился в Петербурге в семье знаменитого архитектора Василия Стасова. В 19 лет он окончил училище правоведения и быстро проявил себя на государственной службе. Служил в Министерстве юстиции и других ведомствах, дошел до обер-секретаря Сената. На плечи Стасова легла подготовка самой последовательной и прогрессивной реформы Александра II — судебной реформы 1864 года. Вместе с сокурсником по училищу Арсеньевым Стасов организовал юридический кружок «с целью приготовления будущих деятелей на новом судебном поприще». На собраниях читалась запрещенная литература и произносились антиправительственные речи. В результате его трижды арестовывали и наконец выслали под надзор полиции в Тулу. Столь удачно складывавшаяся служебная карьера на этом и завершилась.

После этого он занялся частной адвокатской деятельностью (первоначально занимался юридической помощью и консультированием в решении тех или иных вопросов), а после появления Судебных уставов записался в присяжные поверенные и вскоре был объявлен их лидером. Первым серьезным испытанием для Стасова стал процесс о неудавшемся покушении студента Каракозова на императора Александра II летом 1866 года. Вместе с обвиняемым по делу проходили члены революционной организации под руководством Ишутина, которого и защищал Стасов. Защита строилась трудно, но все же адвокату удалось добиться смягчения приговора: ссылка в Сибирь вместо казни. Стасов часто защищал революционеров, нередко по их просьбам. Им импонировало то, что, в отличие от других, этот адвокат не пытался принизить в глазах судей и общества роль борцов с самодержавием, а выступал как бы солидарно с ними. Стасов не разделял социалистических убеждений и осуждал терроризм. Вместе с тем он ясно представлял себе пороки современного ему строя и не стеснялся говорить об этом на процессах.

Дом Стасова иногда использовался для собраний революционеров, здесь нелегально был даже Ленин. Через старшего брата Владимира Дмитрий познакомился и, будучи сам прекрасным пианистом, дружески общался с такими живыми классиками, как Глинка, Мусоргский, Берлиоз, Шуман. У него дома Даргомыжский впервые исполнил своего «Каменного гостя». Лидер отечественной адвокатуры стал одним из руководителей Рус-

ского музыкального общества, написал его устав. Вместе с Рубинштейном они также учредили Петербургскую консерваторию (первую в стране). Адвокатская деятельность Стасова не ограничивалась ведением уголовных дел. Он пользовался заслуженным авторитетом и как видный цивилист. Дмитрий Васильевич провел значительное количество гражданских дел, которые получили общественное признание, в том числе высту-
пления по ряду дел, связанных с авторским правом на музыкальные произведения: дело Даргомыжского и Стелловского об авторских правах на оперу «Русалка»; дело Шестаковой и Стелловского; дело Чайковского. По всем ним были вынесены судебные решения в пользу доверителей Стасова. Причем многие предложенные им толкования действующих законов впоследствии были отражены в Законе об авторском праве 1911 года. Поддерживая иск издателя Бесселя, он добился того, что суд обязал ответчиков выплатить ему все до копейки за публикацию оперы «Опричник». А его глубоко аргументированное выступление на процессе против директора Придворной певческой капеллы Бахметьева положило конец произволу в отношении печатания музыкальных произведений. Кстати, именно «музыкальные процессы» Стасова послужили основанием к пересмотру действовавшего тогда законодательства об авторском праве музыкантов и оперных композиторов.

Жена Дмитрия Васильевича Поликсена Степановна была известным общественным деятелем. Она входила в число 36 учредительниц Женской издательской артели, целью которой было дать заработок женщинам интеллигентного труда. Она также была председателем общества «Детская помощь». Под ее непосредственным руководством обществом были устроены приют-ясли на Сампсониевском проспекте, и убежище для бесприютных детей в Яшимовом переулке. Многие дети в этих заведениях содержались на ее личные средства. В семье самих Стасовых было шестеро детей.

В дни празднования 50-летия Судебных уставов 1864 года от имени сословия Стасову поднесли золотой знак присяжного поверенного, единственный во всей России, и образовали капитал его имени в поддержку адвокатуры. Дмитрий Васильевич был увлеченным коллекционером русской живописи и скульптуры. Большую часть коллекции они с дочерью передали в дар Русскому музею и Третьяковской галерее.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Бабахан Ш. А., Рустамов Н. Т., Кибиров А.**
Ветроустановки с магнитными лопастями 469
- Bafadarova O. B., Bayramov R. E.**
The use of red mud in the construction industry materials 474
- Бесолова Б. В., Конько Е. А.**
Производство зернового напитка для людей, страдающих непереносимостью лактозы 476
- Величенко А. Р.**
Управление рисками в испытательной лаборатории 477
- Вишневская В. Е., Чурикова Л. А.**
Комплексный подход к проблемам поглощения бурового раствора на Чинаревском нефтегазоконденсатном месторождении 479
- Владимирова А. А.**
Компьютерное моделирование русловых процессов реки Лены на участке водозабора и водоочистных сооружений города Якутска 482
- Гасанов И. Р.**
Определение коэффициента продуктивности нефтяных скважин при нелинейных законах фильтрации 484
- Даулетбаева О. С., Женисова Г. Г.**
Разработка режимов электрофлотации с учетом природы поверхностно-активных веществ — загрязнителей окружающей среды 487
- Дергунов Е. А., Труфанов Ф. А., Лобанов А. В.**
Методы снижения потерь электроэнергии в распределительных сетях 490
- Евдокимова Ю. А.**
Применение нанотехнологий для повышения качества стали 492
- Калач Г. П., Алешин А. И., Савелов Г. А., Маринин А. А., Зосько М. В.**
Целесообразность применения неохлаждаемых тепловизоров в системе охраны военных объектов 496
- Калач Г. П., Алешин А. И., Савелов Г. А., Маринин А. А., Зосько М. В.**
Одна из перспектив применения лазерных технологий в военном деле 499
- Климентова А. А.**
Уровень влияния водителя на дорожную обстановку 501
- Колесников В. Д.**
Методы усиления металлических конструкций уменьшением расчетной длины сжатых элементов 503
- Кудряшов Р. А., Романов А. С.**
Актуальность перевода реализации отключения нагрузки по командам автоматической частотной разгрузки на напряжение 0,4 кВ 510
- Мананникова А. А.**
Организация труда водителей грузовых автомобилей 512
- Мартьянова В. С., Рахимова Ю. А., Четыркина Е. В.**
Технология овощных чипсов, полученных с использованием инфракрасной сушки 513
- Морозова С. С., Бакуменко О. Е., Тарасова В. В.**
Использование сахарозаменителей и интенсивных подсластителей в производстве пищевых концентратов киселей 515
- Мясковский В. А.**
Сравнение режимов задания напряжения при пуске асинхронного двигателя с устройством плавного пуска и прямого пуска 520
- Отаниёзов Ф. И., Дусткобилов А. Б., Муртазаев А. Х.**
Определение размеров переливного устройства абсорбера 527
- Отаниёзов Ф. И., Дусткобилов А. Б., Муртазаев А. Х.**
Определение расчётного диаметра абсорбера 529
- Сердобинцев Ю. П., Рябчук В. А.**
Разработка метода контроля герметичности фланцевых соединений в технологических агрегатах при производстве серной кислоты 531

| | |
|--|-----|
| Сильченков Д. Д., Роговая А. Д., Шевченко Ю. В., Тупота Д. С. Применение кольцевой развязки со светофорным регулированием и прорезанным центральным островком на улично-дорожной сети г. Волгограда..... | 533 |
| Соседенко Т. Ю., Николаева Ю. В., Ралович А. Д., Симакина Т. К., Шихалев С. В. Способ улучшения качества сдобного печенья посредством внесения пищевых добавок и выбора сырья..... | 536 |
| Старченко В. Н., Казачков Н. В. Повышение эффективности торможения использованием новых углерод-композиционных материалов | 537 |
| Телятникова А. М., Габибов Р. А. Моделирование массообменных процессов в канализационном перепадном колодце | 541 |
| Толстогузова Т. Т., Ниязова Д. Р. Разработка рецептуры и технологии изготовления пряников с использованием муки из нута | 550 |
| Ченский В. В., Ляченков М. А., Проценко В. А. Применение водорода на автомобильном транспорте в качестве топлива | 552 |
| Шайхлисламова Ю. А. Эксперимент по разрушению различных типов природного камня в неорганических кислотах | 555 |

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ветроустановки с магнитными лопастями

Бабахан Шохрух Абдилкасымулы, преподаватель;
Рустамов Насим Тулегенович, доктор технических наук, доцент;
Кибишов Адилхан, преподаватель
Международный казахско-турецкий университет имени Х. А. Ясави (г. Туркестан, Казахстан)

В работе рассматривается вопрос повышения эффективности использования энергии ветра на ветровых энергетических установках. Такое повышение эффективности ВЭУ осуществляется заменой обычных лопастей на магнитные лопасти, огражденные токопроводящей сеткой. При вращении магнитных лопастей вокруг порождается вихревой магнитный поток и пересекая сетку ограждения, в ней вырабатывается дополнительная индукционная э.д.с. За счет этого тока ВЭУ повышает свою эффективность. При этом решается электро-инженерная задача сбора и подачи дополнительно выработанной электрической энергии в контроллер ВЭУ и решается инженерная задача связанная с объединением индукционного тока и тока, получаемого из электро-двигателя ветрогенератора.

Ключевые слова: магнитные лопасти, ВЭУ — ветровая энергетическая установка, оградительная сетка, индукционный э.д.с., закон Фарадея, контроллер, инвертор, аккумулятор.

Введение. По оценкам отечественных экспертов, технический потенциал энергии ветра в республике составляет около 3 млрд кВт/ч в год. Большие возможности в этом обусловлены географическим положением Казахстана, лежащим в ветровом поясе северного полушария Земли. По некоторым данным теоретически ветро-потенциал Казахстана составляет около 1820 млрд кВт/ч в год [1].

У развития ветроэнергетики в Казахстане есть ряд других плюсов. Основаны они на казахстанской специфике. Громадная территория, удаленность многих населенных пунктов от крупных электростанций, сконцентрированных в угольных месторождениях, приводит к необходимости иметь линии электропередачи значительной протяженности (порядка 420 тыс. км). Что, во-первых, ведет к большим технологическим потерям при транспортировке электроэнергии (около 14%), во-вторых, к уязвимости электроснабжения от электросетевых повреждений. В этой связи определенная децентрализация с использованием местных источников энергии, в качестве которых могут выступить ВЭУ, может рассматриваться как резонное дополнение к существующей системе электроснабжения, как с экономической точки зрения, так и для обеспечения ее безопасности и надежности. *В этом заключается актуальность предлагаемой работы.*

Теоретически доказано, что коэффициент использования энергии ветра идеальных ветроустановок равен 0.593. Это объясняется тем, что роторы ветроустановок используют один и тот же эффект подъемной силы, возникающий при обтекании ветровым потоком профилированной лопасти [2]. Значит, качественно изменяя конструкции лопастей, можно повысить коэффициенты использования энергии ветра на ВЭУ. Ветер — очень большой возобновляемый источник энергии. Его энергию можно использовать почти во всех районах Земли. Получение электроэнергии от ветроэнергетических установок является чрезвычайно выгодной, но вместе с тем технически сложной задачей. Трудность заключается в очень большой рассеянности энергии ветра и в его непостоянстве. Именно это очень мешает повышению эффективности ветроэнергетических устройств.

Целью работы является разработка ВЭУ с магнитными лопастями, улучшающий эффективность использования энергии ветра.

Метод решения. Ветряный генератор — это устройство, преобразовывающее кинетическую энергию ветра в электрическую. Общей их чертой является отсутствие необходимости в каком-либо сырье, так же отсутствие отходов. В принципе, это косвенный способ извлекать энергию солнца, поскольку большие массы воздуха, имеющие разную температуру, образуют известные нам циклоны и антициклоны, способству-

ющие появлению ветра. Различные модели ветряных генераторов предназначены для работы в условиях слабых (до 3 м/с) ветров — это в основном генераторы для частного использования.

Ветровые системы строятся на базе ветровых генераторов (ветрогенераторов). Обычно ветровой генератор устанавливается на высокой мачте, установленной на бетонном основании. Выработаемое ветрогенератором напряжение преобразуется с помощью контроллера и инвертора

Для повышения эффективности работы этой системы воспользуемся законом Фарадея. Он показал, что всякий раз, когда в опыте осуществляется изменение сцепленного с контуром потока магнитной индукции, в контуре возникает индукционный ток; возникновение индукционного тока указывает на существование в цепи электродвижущей силы, которая называется электродвижущей силой электромагнитной индукции.

Таким образом, по закону Фарадея: *возникновение э.д.с. электромагнитной индукции возможно и в случае неподвижного контура, который находится в переменном магнитном поле.*

Воспользуясь вышесказанным, преобразуем лопасти ветрогенераторов. То есть лопасти сконструируем из магнита [3]. А лопасти оградим ферромагнитной сеткой и подсоединим к контроллеру. Ветрогенератор будет асинхронным определенной мощности [4]. Выбор ветрогенератора зависит от скорости ветра. Тогда показанная энергетическая система выглядит как на рис. 1. Замещающая электрическая схема показана на рис. 2

В таких ветроэнергетических системах возникает проблема связанная со сбором дополнительной выработанной электрической энергии на контроллере.

Преобразователями постоянного напряжения, то есть контроллерами называют устройства, предназначенные для изменения значения постоянного напряжения. Они основаны обычно на импульсных методах, которые позволяют осуществлять преобразование с минимальными потерями энергии. Т. е. аккумулятор заряжается на постоянном токе, контроллер собирая полученный ток из ветрогенератора подает аккумулятору. При этом подаваемый ток будет импульсным. Это пока-

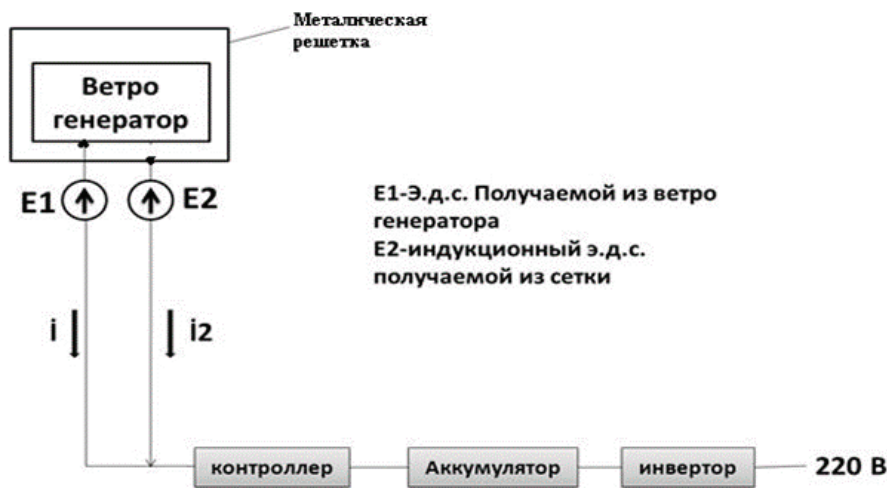


Рис. 1. Ветро-энергосистема с магнитными лопастями

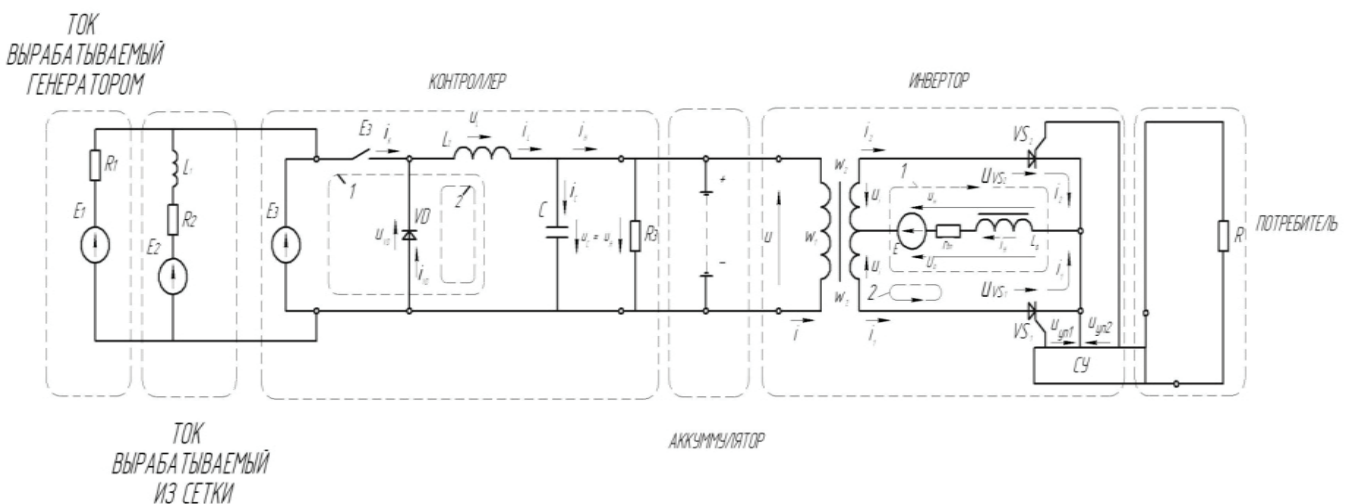


Рис. 2. Электрическая схема замещения ВЭУ с магнитными лопастями

зана на рис. 3, а. Когда ток из сетки ограждения будет поступать на контроллер, то вид тока поступающий на аккумулятор будет так, как показано на рис. 3, б.

А замещающая электрическая схема ветро-энергосистемы с магнитными лопастями, вырабатывающей два типа тока и подаваемый к аккумулятору, показана на рис. 3.

В замещающей схеме ВЭУ, показанной на рис. 3:

E_1 — ЭДС возникающие при вращений лопастей; E_2 — ЭДС возникающий в железной сетке; E_3 — ЭДС возникающий внутри контроллера; E — ЭДС возникающий внутри инвертора; VD , VS — тиристоры; R_1, R_2, R_3 — активные элементы; R — потребитель; r_n — внутреннее сопротивление инвертора; $СУ$ — система управления; L, C — реактивные элементы; i_1, i_2 — два разных тока, возникающие от двух разных источников.

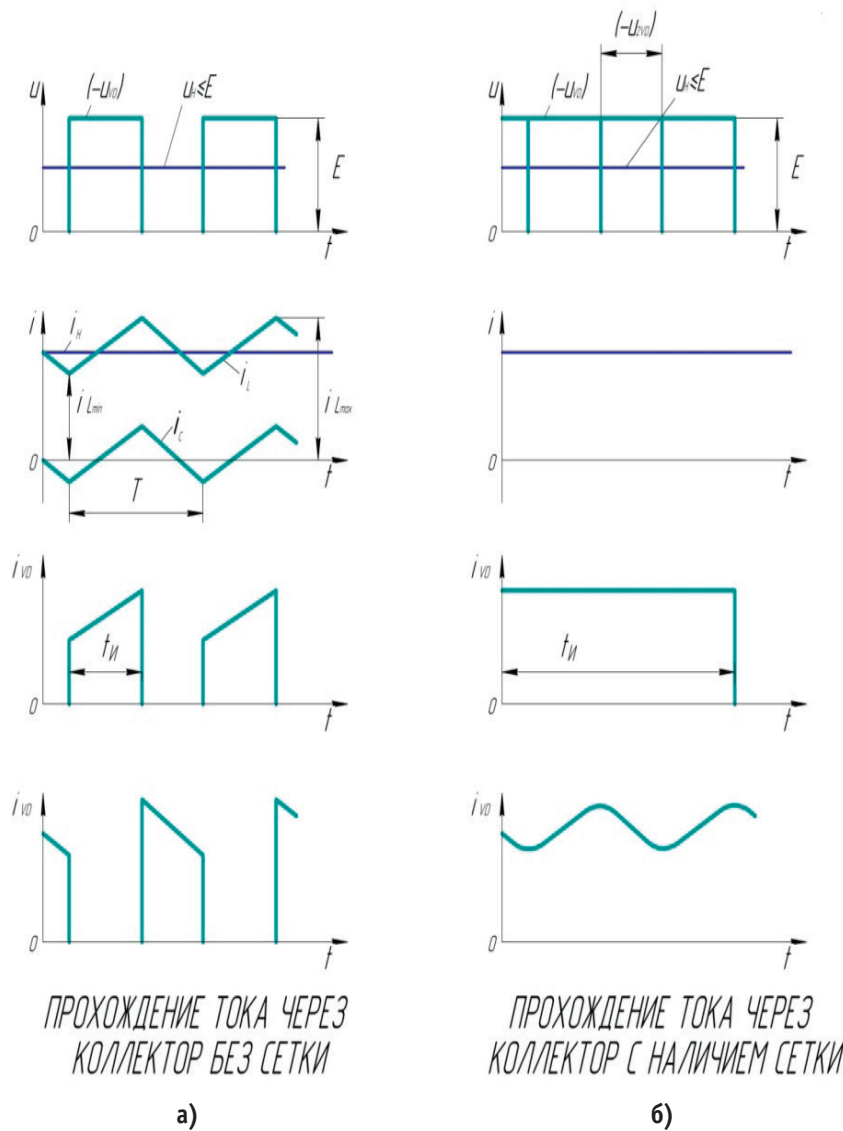


Рис. 3. Вид тока на выходе контроллера

Как видно из графика (рис. 3, б), скачок тока почти полностью сводится к нулю за счет тока поступающей из ферромагнитной сетки. Тем самым повышается эффективность использования энергии ветра.

Расчет ветрогенератора с магнитными лопастями

Для выбора агрегата необходимо точно определить преимущественное направление и среднюю скорость ветров в том месте, где предполагается установить ветрогенератор. Следует помнить, что начальная скорость вращения лопастей ветроге-

нераторов равна 2 м/с, а скорость, при которой генератор работает с максимальной эффективностью, — 9...12 м/с. Мощность ветрогенератора зависит только от скорости ветра и диаметра винта.

$$P = \frac{D^2 V^3}{7} \text{ Вт},$$

Где P — мощность; D — диаметр винта в метрах; v — скорость ветра в м/с.

Рассмотрим примерный расчет ветрогенератора по нескольким пунктам:

1) Для того чтобы выбрать мощность генератора воспользуемся вышеприведенной формулой. Исходные данные для расчета:

$$D = 0,5 \text{ м}, v = 5 \text{ м/с}, R = 2 \text{ Ом}.$$

$$P = \frac{D^2 v^3}{7} = 4,5 \text{ Вт}.$$

Учитывая что скорость ветра может превышать номинальную скорость выбираем генератор типа 4ААМ56А4 мощностью 0,12 кВт. Номинальное напряжение этого генератора составляет 220 В.

2) Теперь находим ток ветрогенератора из формулы $P = UI$:

$$I_1 = \frac{P}{U} = 120/220 = 0,54 \text{ А}.$$

3) Теперь найдем ЭДС ветрогенератора из формулы $E = U + IR$:

$$e_1 = 220 + (0,54 \times 2) = 221 \text{ В}.$$

Таким образом мы рассчитали ток и ЭДС вырабатываемый генератором. Теперь найдем ток и ЭДС вырабатываемый из сетки. В сетке вырабатывается дополнительный ЭДС тем самым прекращая скачок тока в контроллерах.

4) Чтобы найти ЭДС используем формулу электромагнитной индукции

$$e = Bvl. \text{ Значение магнитной индукции берем по умолчанию}$$

$B = 20 \text{ Тл}$ а длину поперечного сечения сетки берем $l = 2 \text{ м}$:

$$e_2 = Bvl = 20 \times 5 \times 2 = 200 \text{ В}.$$

5) Находим ток в сетке используя мощность генератора:

$$I_2 = \frac{P}{e_2} = \frac{120}{200} = 0,6 \text{ А}.$$

6) Теперь найдем угол сдвига фаз пользуясь данными двух ЭДС:

$$\cos\varphi = \frac{e_2}{e_1} = \frac{200}{221} = 0,9.$$

Так как сдвиг фаз и значение катушки взаимосвязаны, то первоначальная индуктивность будет равна 0,9 Гн.

Чтобы доказать сказанное, мы смоделировали на компьютере замещающую схему, показанную на рис. 4, и на этой модели провели эксперимент. В этой схеме начиная слева находятся ЭДС генератора, ЭДС сетки, дальше идут составляющие контроллера: ЭДС, тиристор, конденсатори сопротивление.

Получаемый на выходе контроллера ток описывается гармонической функцией имеющий три гармоники.

$$A(t) = A_m [\sin(x) + \sin(\frac{3x}{3}) + \sin(\frac{5x}{5})]$$

A_m — амплитудное значение мгновенного напряжения;
 $x = \omega t$ — угловой сдвиг по времени.

Эту функцию можно написать следующим образом:

$$e(t) = E_{m1} \sin\omega t + E_{m2} \sin\omega t = 221 \sin\omega t + 200 \sin\omega t$$

$E_{m1} \sin\omega t$ — составляющие первой гармоники, которая отображает ЭДС вырабатываемый генератором;

$E_{m2} \sin\omega t$ — составляющие второй гармоники, которая отображает ЭДС вырабатываемый из токопроводящей сетки.

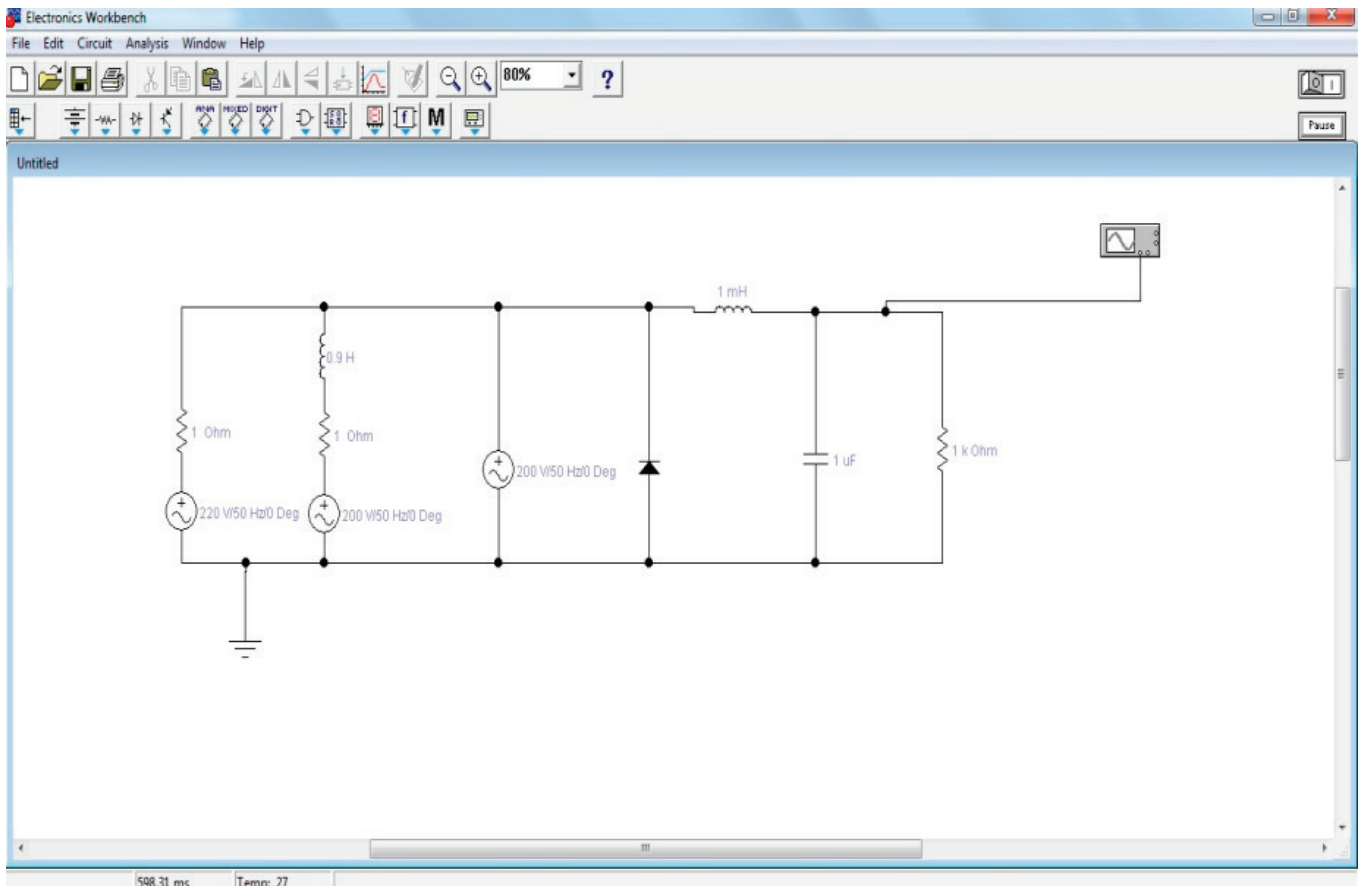


Рис. 4. Компьютерная модель ВЭУ

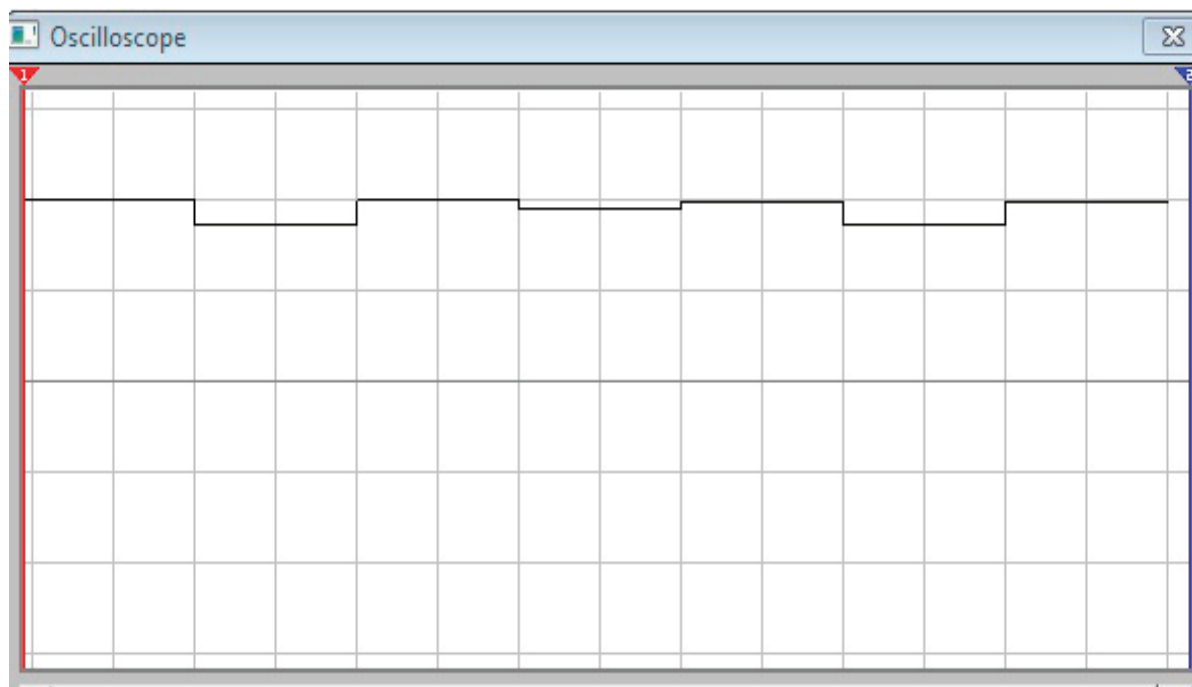


Рис. 5. Вид тока поступающий на аккумулятор с наличием магнитных лопастей

В этой схеме по оси ординат расположен величина тока, а по оси абсцисс период прохождения тока через контроллер.

Ниже приведем алгоритм расчета оценки сдвига фаз для ветро-энергосистемы с магнитными лопастями.

1. Пишем уравнение для токов:

$$I(t) = I_{m1} \sin(\omega t - 90) + I_{m2} \sin(\omega t - 90) = 0,54 \sin(\omega t - 90) + 0,6 \sin(\omega t - 90);$$

I_{m1} — ток вырабатываемый генератором;

I_{m2} — ток вырабатываемый токопроводящей сеткой.

2. Пишем уравнение для напряжений:

$$U(t) = U_{m1} \sin(\omega t - 90 + 29) + U_{m2} \sin(\omega t - 90 + 59) = 220 \sin(\omega t - 61) + 220 \sin(\omega t - 31);$$

U_{m1} — напряжение генератора;

U_{m2} — напряжение вырабатываемое из сетки.

3. Находим проводимости в реактивной и полной цепи:

$$b_1 = b_L = 314 \times 0,9 = 283 \text{ Сим};$$

$$b_3 = b_L = 3 \times 314 \times 0,9 = 848 \text{ Сим};$$

$$y = 283 + 848 = 1131 \text{ Сим}.$$

b_1, b_3 — проводимости реактивной цепи;

b_L — проводимость катушки;

y — полная проводимость цепи.

4. Находим активную, реактивную и полную мощности цепи:

$$P = U^2 \times g = 24 \text{ кВт};$$

$$Q = U_{m1}^2 b_1 + U_{m2}^2 b_3 = 54 \text{ кВар};$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 59 \text{ кВА}.$$

P — активная мощность;

Q — реактивная мощность;

S — полная мощность.

Полная мощность вырабатываемая ВЭУ с магнитными лопастями составило 59 кВА. Это более чем вдвое больше мощности вырабатываемой без сетки. Так мы доказали что ВЭУ с магнитными лопастями увеличивает вырабатываемую энергию, а так же сводит к минимуму скачок тока в контроллере.

Выводы. С точки зрения инновационной деятельности несколько лет назад эта область начала терять свой шарм. Глобальные уровни ветра опустились несколько раз с момента их пика в 2013 году. Это не означает что ветер перестал быть в качестве одной из форм альтернативной, возобновляемой энергии. С момента своего скромного европейского истока до сегодняшнего массивного потенциала электрогенерирующая энергия ветра является одновременно устойчивой и благоприятной. Она занимает мало земли, также энергии ветра могут быть собраны от моря и не оставляет углеродного следа или ущерба окружающей среде. И его генерирующая мощность прекрасна [4].

Чтобы повысить эффективность использования энергии ветра предложенная ветро-энергосистема, как показали наши расчеты, имеет практический характер. С другой стороны предложенной системой можно получать дополнительную электрическую энергию. Техническая реализация такой системы не является трудным. Но эффективность достаточно хорошая.

Литература:

1. Аналитическое исследование «Казахстан: Энергетическая безопасность, энергетическая независимость и устойчивость развития энергетики. Состояние и перспективы», под ред. Алияров Б., Институт энергетических исследований, — Алматы, — 2009 г., 370с.
2. Асланян Г., Симонов В., Тюрин Ю., Шпильрайн Э. Новые источники и методы преобразования энергии. Опыт сотрудничества стран членов СЭВ. — Москва, — 1981 г. 117с.

3. Рустамов Н. Т., Мейрбеков А. Т., Мейрбеков Б. К. Ветрогенератор с магнитными лопастями. Патент РК на изобретение № 33214 от 17.10.2018.
4. Parmanbekov U., Meirbekov B., Sugurov S., Kruglikov A., Rustamov N., Yernazarova D., «Automated system of control and protection asynchronous motors in Kazakhstan»: — Paris, France. Pensee Journal. Vol 76, No. 11; Nov 2014, pp.320–324.
5. Gaze L., «The future of sustainable innovation — Wind Sustainability» <http://reports.thomsonreuters.com/susty7/innovation/future-sustainable-innovation>

The use of red mud in the construction industry materials

Bafadarova Okuma Bafadar, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Bayramov Rauf Elchin, Graduate student.

Azerbaijan State Oil and Industry University (Baku)

The possibilities of utilizing red mud from aluminum production waste, the features of their application in the production of building materials based on hydraulic binders, were studied. The possibility of using sludge in the form of agglomerate as additives in concrete has been established.

Key words: red mud, agglomerate, industrial waste, recycling, additive in concrete.

As a result of the operation of aluminum smelters, waste is generated, consisting mainly of oxides of iron, aluminum, titanium and other useful metals. These wastes, called «red mud», are finely ground wastes containing a large amount of valuable components, the recovery of many of which can be cost-effective. Currently, the amount of waste accumulated (due to the lack of efficient recycling technology) amounts to hundreds of millions of tons. Sludge fields occupy tens of thousands of hectares of land in the area of operation of alumina production. Utilization of these wastes is not only an effective means of reducing the anthropogenic impact on the environment, but also seems economically attractive, since a distinctive feature of red mud is a significant content of metal oxides in them (up to 50%) and rare metals

Research on the processing of red mud is carried out all over the world and hundreds of ways for their disposal have been developed. In recent years, the number of publications on the topic of red mud recycling has increased significantly. Despite numerous studies, so far only a small part of the red mud is processed, due to the low profitability of most technologies, high capital costs for the development of new ones and the complexity of the sale of products

The multicomponent composition of these wastes allows their use in various industries [1–10].

There are many critical reviews in the literature on methods for processing red mud, both considering all areas of their application [3–6] and describing specific areas, for example, using them for cleaning pollutants [7], extracting metals from them [8], pyrometallurgical processing [9], use in construction [10].

One of the most areas of industrial waste disposal is their use in the production of building materials, which allows up to 40% to satisfy the demand for raw materials, this most important industry.

As scientific studies have shown, the use of red mud is possible as: additives for agglomeration, pelletizing, blast-furnace smelting of iron ores, raw materials for producing iron, a slag-forming agent for refining cast iron and steel, a partial substitute for clay in the manufacture of foundry molds, additives in the production of cement and ceramics, additives in the production of building bricks and refractories, as a basis for mineral fertilizers [11]

A promising direction for the disposal of alumina production waste may be their use in the production of building materials based on hydraulic binders [12,13]

The aim of the research is to study the possibility of utilizing red mud in the form of agglomerate in the technology for producing concrete. To obtain experimental data, red mud was used, which is a waste of the Ganja Alumina Refinery. In its composition, red mud is a fine fraction of mineral residues and contains residual compounds formed in the production process.

To reduce the content of harmful impurities in the red mud sinter, redox sintering should be carried out at a temperature of 1100–1200°C, this provides a product with a reduced alkali content of 58–60%, sulfur by 31–38% and phosphorus by 10–15%.

Quantitative dependences of the degree of removal of harmful impurities of sulfur, phosphorus and alkalis from red mud from temperature and time of heat treatment are established.

The obtained scientific results supplement the existing theory of sintering of finely dispersed ores and materials in the field of kinetics and the mechanism of formation of a multiphase sinter binder in a system of bauxite minerals with their fine germination.

A feature of red mud as a material for agglomeration is not only its fineness, but also its extremely high moisture capacity: about 35%. From the red mud during the formation of the strength structure, a high-quality agglomerate is obtained. It has a large-porous, non-smature physical structure.

Preliminary experiments have shown that the use of agglomerate from red mud is advisable in the form of additives in concrete.

Experiments on the selection and determination of the composition of samples of building materials. The selection of the composition of building materials was carried out empirically, based on research data

The chemical composition of the agglomerate after sintering is shown in table 1. During the agglomeration of red mud, sulfur and alkali are removed by about 40–50%.

The following ingredients were used as materials for the manufacture of concrete samples: sand, cement, red mud sinter, and water

Table 1. The chemical composition of sinter from red mud,%

| Fegen | Al2O3 | SiO2 | CaO | Na2O | TiO2 | Sgen | Pgen | V2O5 | Ignition loss |
|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| 46.11 | 22.35 | 11.33 | 7.27 | 3.2 | 6.5 | 0.4 | 0.71 | 0.63 | 1.5 |

The composition of sample 1 on the dry component included: 30% cement and 60% sand. As materials for the production of concrete sample 1, 60 g of sand was taken as a fine-grained aggregate, 30g

of cement as a binder, and water was required. The dry components were mixed together.

The composition of 2 samples on the dry component included: 30% cement and 60% agglomerate.

Table 2. Shows the composition of concrete mixtures

| Nº | 1 | 2 |
|-------------|----|----|
| Unit | gr | |
| Cement | 30 | 30 |
| Sand | 60 | |
| Agglomerate | | 60 |
| Water | 15 | 17 |

With the same composition, concrete mixtures with fine sand showed a smaller cone spread, the Agglomerate has a greater water absorption due to a rough surface and cracks in the grain, as a result of which the concrete mixture on the sinter is more rigid than on natural sands, the mobility of the concrete mixture sharply decreases compared to the mobility of the mixtures on natural sands, data are shown in table 3

The prepared mixture was placed in detachable metal molds, then compacted on a vibrating platform, after which the prepared

concrete samples were stored in molds for 24 hours under wet conditions. The test result is affected by the size and shape of the samples, so they are strictly observed. After a day, concrete samples are removed from the molds, after which they were stored for 7, 14 and 28 days under normal hardening conditions.

Strength characteristics of concrete samples were determined in accordance with the requirements of GOST.

Table 3. Concrete strength

| Age of Samples | Nº | |
|----------------|---|------|
| | 1 | 2 |
| | Compressive strength, R _{st} , MPa | |
| 7 day. | 30,1 | 40,6 |
| 14 day. | 45,7 | 48.5 |
| 28 day. | 48,0 | 50,7 |
| 120 day. | 52,8 | 56.7 |

According to test results, the strength of concrete samples on agglomerate is higher than the strength of samples on sand.

The activity of the agglomerate depends on the composition, as well as on the size of its particles and the length of stay in the high temperature zone.

In the production of concrete, mineral fillers are widespread. Their classification and application are regulated by relevant standards. So, a dispersed inorganic additive of natural (limestones, do-

lomitic limestones, dolomites, sandstones, etc.) or technogenic origin (slags of metallurgical industries, sludges, ash, etc.) introduced into the mixture during their preparation for the purpose directional regulation of their construction and technical properties of concrete and giving them new properties.

Thus, the use of agglomerate from red mud as additives to concrete can improve its quality and to a large extent utilize harmful production waste.

References:

1. Tsakiridis P. E., Agatzini-Leonardou S., Oustadakis P. Red mud addition in the raw meal for the production of Portland cement clinker // Journal of Hazardous Materials. 2004. Vol. 116. No. 1–2. P. 103–110.
2. Cakici A. I., Yanik J., Karayildirim S. U. T., Anil H. Utilization of red mud as catalyst in conversion of waste oil and waste plastics to fuel // Journal of material cycles and waste management. 2004. Vol. 6. No. 1. P. 20–26.

- Power G., Grafe M., Klauber C. Bauxite residue issues: I. Current management, disposal and storage practices // Hydrometallurgy. 2011. Vol. 108. No. 1–2. P. 33–45.
- Klauber C., Grafe M., Power G. Bauxite residue issues: II. Options for residue utilization // Hydrometallurgy. 2011. Vol. 108. No. 1–2. P. 11–32.5
- Grafe M., Power G., Klauber C. Bauxite residue issues: III. Alkali nity and associated chemistry // Hydrometallurgy. 2011. Vol. 108. No. 1–2. P. 60–79
- Grafe M., Klauber C. Bauxite residue issues: IV. Old obstacles and new pathways for in situ residue bioremediation // Hydrometallurgy. 2011. Vol. 108. No. 1–2. P. 46–59.
- Liu Y., Naidu R., Ming H. Red mud as an amendment for pollutants in solid and liquid phases // Geoderma. 2011. Vol. 163. No. 1–2. P. 1–12.
- Liu Y., Naidu R. Hidden values in bauxite residue (red mud): recovery of metals // Waste Management. 2014. Vol. 34. No. 12. P. 2662–2673.
- Пирометаллургическая переработка комплексных руд / Л. И. Леонтьев, И. А. Ватолин, С. В. Шаврин, И. С. Шумаков. — М.: Металлургия, 1997. — 432 с.
- Lima M. S. S. etc. Red mud application in construction industry: review of benefits and possibilities // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. Vol. 251. P. 1–10.
- Ахметбек, А. Н., Касенов, А. Ж. Возможность использования красного бокситового шлама в строительстве // Образование и наука без границ. — 2017. Т.12. — С. 64–67
- Баженов Ю. М., Шубенкин П. Ф., Дворкин Л. И. Применение промышленных отходов в производстве строительных материалов. Москва: Стройиздат, 1986. 54 с.
- Саидов Д. Х., Умаров У. Х. Влияние минерально-химических добавок на коррозионностойкость цементных бетонов с применением промышленных отходов // Инженерный вестник Дона, 2013, № 2

Производство зернового напитка для людей, страдающих непереносимостью лактозы

Бесолова Белла Владимировна, студент;
Конько Елизавета Андреевна, студент
Московский государственный университет пищевых производств

В данной статье рассматриваются проблемы влияния лактозы на организм человека; категории людей, которым рекомендовано гречневое «молоко»; уникальный состав напитка; обработка сырья инфракрасным излучением и его технологическое производство.

Ключевые слова: гиполактазия, лактаза, лактоза, гречка, гречневое молоко, технология, инфракрасная обработка.

Besolova Bella Vladimirovna, student;
Konko Elizaveta Andreevna, student
Moscow State University of Food Production

This article deals with the problems of the influence of lactose on the human body; categories of people who are recommended for buckwheat «milk»; unique composition of the beverage; treatment of raw materials with infrared radiation and its technological production.

Keywords: hypolactasia, lactase, lactose, buckwheat, buckwheat milk, technology, infrared treatment.

Существует группа людей, которые страдают непереносимостью молочного сахара-лактозы. Это заболевание вызвано дефицитом фермента лактазы, которое обусловлено влиянием различных факторов среды или генетической предрасположенностью организма.

Гиполактазия или лактазная недостаточность — это врожденное или приобретенное расстройство организма, вызванное дефектом фермента лактазы с нарушением гидролиза и транспорта молочного сахара в слизистую тонкого ки-

шечника, вследствие чего происходят различные патологии. Иными словами, гиполактазия возникает у людей, чей тонкий кишечник вырабатывает небольшое количество лактазы, которая принимает участие в расщеплении лактозы.

По статистике в мире примерно 75% людей страдает данным заболеванием в различных формах. В основном гиполактазия наблюдается у жителей стран Азии и Африки-90% населения. Во время беременности способность к перевариванию молочного сахара восстанавливается.

К сожалению, единственным способом лечения лактазной недостаточности является полный отказ от молочносодержащих продуктов.

Поэтому пищевая промышленность не так давно стала производить напитки из зернового сырья, которые не содержат аллергенного компонента для людей, страдающих данной патологией. Одним из ярких примеров таких напитков является гречневое «молоко».

Внешне этот напиток напоминает жидкую желто-коричневого оттенка, в состав которого входят водорастворимые углеводы, пищевые волокна, водорастворимые белки и микроэлементы, содержащиеся в гречневой крупе. Для разнообразия и насыщения вкуса, можно добавить различные сиропы, кусочки фруктов и так далее.

Основным сырьем для производства «гиппоаллергенного молока» является «царица всех круп» — гречка. Это одна из круп, содержащая рекордное количество микроэлементов и витаминов, а белок в ней приравнивается к белку мяса. По содержанию железа она лидирует среди других злаков — 37% на 100 г продукта, это нормализует показания гемоглобина в крови. Разумеется, существуют противопоказания к этому продукту, выраженные личной непереносимостью отдельных компонентов напитка.

Гречневое «молоко» можно производить из «живой» или «зеленой» гречки и из обычной «традиционной» пропаренной. Считается, что приближенный к коровьему молоку гречневый напиток, получается из «зеленой» гречки. У него нет насыщенного аромата гречки и по внешнему виду он больше схож с натуральным.

Технология производства гречневого напитка очень проста и не требует каких-то сложных операций. Сырье проходит первичные операции подготовки, а именно растарку, очистку и сортировку. Далее крупа подвергается тепловой обработке ин-

фракрасным излучением до момента термодеструкции и после выдерживается в течение 5–6 минут. Далее размалывается до фракционного состава 60–80 мкм. Мука поступает в экстрактор, где под действием горячей воды в нее переходят водорастворимые вещества из экстракта. После чего полученный раствор фильтруется и отправляется в смеситель для обогащения продукта витаминами и микроэлементами. Полученная смесь пастеризуется при температуре 100 градусов, охлаждается и упаковывается в TetraPak. Полученный продукт можно употреблять детям и взрослым, страдающим лактазной недостаточностью. Но есть группа людей, которые ограничены в употреблении гречневого молока — гипотоники. Им не рекомендуется злоупотреблять данным продуктом из-за содержания в крупе магния, который расслабляет стенки сосудов, что приводит к снижению артериального давления.

Тепловая обработка, на которой основана наша технология производства гречневого напитка отличается от традиционных технологий гидротермических обработок сырья, используемых в пищевой промышленности. Мы использовали рациональную технологию ИК-технологии обработки гречневой крупы, которая основана на применении электромагнитного излучения. Эта технология разработана в Московском государственном университете пищевых производств (МГУПП) кафедрой «Зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий». Достоинством инфракрасной обработки является возможность подвести к обработанному сырью тепловой поток мощностью 20–100 кВт, превышающую мощность при конвективном энергоподводе. В результате инфракрасного облучения основная часть сообщаемой энергии поглощается продуктом. Кроме того, происходит объемный нагрев продукта и отсутствует перепад температуры между внешним и внутренним слоями обработанного сырья. Толщина слоя обработки должна быть не более 30 мм.

Литература:

1. А. С. Гинзбург «Инфракрасная техника в пищевой промышленности»
2. Лифляндский В. Г. «Болезни от А до Я. Нетрадиционное лечение»
3. Элемановна Римма, Мукарам Мусульманов «Ферментированные сыровоточно-зерновые напитки: Научные основы, практические реализации»

Управление рисками в испытательной лаборатории

Величенко Александра Романовна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Согласно новой редакции межгосударственного стандарта ГОСТ ISO/IEC17025–2019 [1] любые лаборатория, аккредитованные в национальной системе аккредитации, должны внедрить действия по управлению рисками и возможностями. Управление рисками и возможностями создает основу для предотвращения повторных нарушений установленных требований.

Беспристрастность является одним из главных требований к испытательным лабораториям. В соответствии с ГОСТ ISO/IEC17025–2019 «Беспристрастность: Наличие объективности». Объективность означает, что отсутствуют конфликты интересов или они разрешаются таким образом, что не оказывают негативного влияния на последующую деятельность лаборатории [1]. Для обеспечения беспристрастности лаборатория

должна идентифицировать риски, которые возникают в процессе ее деятельности, на постоянной основе.

Анализ рисков предполагает определение конкретных причин возникновения рисков для последующей минимизации их последствий, помогает разбить более крупные риски на составляющие.

Для анализа рисков в ИЛ используется диаграмма Исикавы Рис. 1, которая наиболее эффективна и проста в реализации.

Проведенный анализ позволяет получить информацию не только об имеющихся источниках риска, но также и план снижения негативного влияния данных рисков в ИЛ и минимизации их последствий.

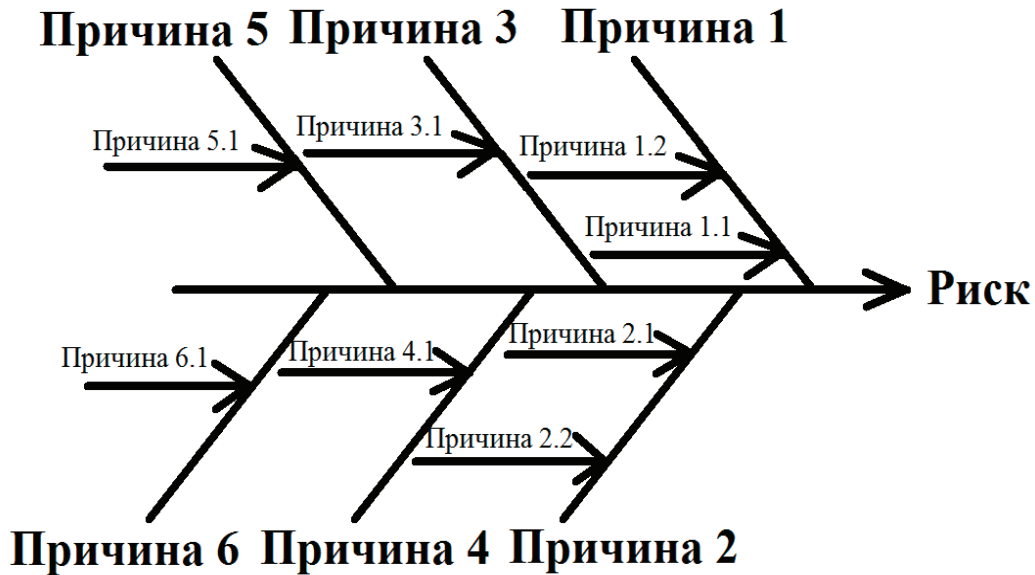


Рис. 1. Диаграмма Исикавы

При выявлении риска производится его оценка. Для данного процесса применяется метод экспертной оценки.

Для оценки и ранжирования рисков каждый риск характеризуется по двум параметрам: возможный ущерб, который может произойти при реализации опасного события в испытательной лаборатории, и вероятность наступления такого события.

Оценка рисков может осуществляться следующими способами:

- Коллективно, в формате рабочего совещания по оценке рисков, на котором руководитель испытательной лаборатории/ владельцы рисков оценивают риски при поддержке менеджера по качеству;
- Индивидуально, посредством заполнения соответствующих разделов реестра рисков, который направляется владельцам рисков менеджером по качеству с указанием перечня выявленных рисков и критериев для оценки рисков.

Мониторинг риска являются составной частью процесса менеджмента риска. Мониторинг риска: систематическое обновление информации об уровне риска и внешних или внутренних факторах, влияющих на уровень риска, а также о статусе мероприятий по управлению риском [4].

Регулярное проведение мониторинга направлены на проверку:

- Достоверности предположений о риске.
- Достоверности предположений, на которых основана оценка риска, включая внешние и внутренние области применения.

- Достижимости ожидаемых результатов.
- Соответствия результатов оценки риска фактической информации о риске.

- Правильности применения методов оценки риска.
- Эффективности воздействия на риск.

Если в результате отслеживания риска владелец риска выявляет неблагоприятное изменение его значимости, он:

- Проводит переоценку значимости риска;
- В установленном порядке выбирает другой способ устранения;

В случае необходимости разрабатывает дополнительные предупреждающие мероприятия. Эти действия позволят иметь актуальную информацию о риске в испытательной лаборатории и отслеживать изменения, своевременно принимая необходимые меры по их реагированию.

Оценка эффективности проведенных мероприятий включается в ежегодный анализ Системы Менеджмента Качества со стороны руководства. Руководитель испытательной лаборатории совместно с менеджером по качеству проводят:

- Оценка качества риск-менеджмента;
- Оценка эффективности структуры риск-менеджмента;
- Получают новую информацию для улучшения оценки рисков;
- Пересматривают структуру, политику и план менеджмента рисков для обеспечения их адекватности в рамках внешнего и внутреннего контекста организации;
- Проводится пересмотр рисков испытательной лаборатории, корректируются их оценки, выявляются новые риски.

Литература:

1. ГОСТ ISO/IEC17025–2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий
2. ГОСТ Р ИСО 31000 Менеджмент риска. Принципы и руководство.
3. ГОСТ Р 58771–2019 Менеджмент риска. Технологии оценки риска
4. Р 50.1.091–2014 Менеджмент риска. Основные подходы к менеджменту риска организаций малого и среднего бизнеса

Комплексный подход к проблемам поглощения бурового раствора на Чинаревском нефтегазоконденсатном месторождении

Вишневская Валерия Евгеньевна, старший преподаватель;
Чурикова Лариса Алексеевна, кандидат технических наук, доцент
Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана (г. Уральск, Казахстан)

Несмотря на то, что в настоящее время технология строительства скважин разработана на достаточно высоком уровне, при бурении возникают внештатные ситуации, наиболее неприятные из которых осложнения. Все это связано с разнообразием залегания пород, вариацией глубин залегания пластов, их мощности и физико-химических свойств. По мере накопления информации совершенствуется технология строительства скважин. От количества и достоверности информации зависит точность прогнозирования возникновения осложнений и эффективность методов борьбы с ними.

Ключевые слова: бурение скважин, поглощение бурового раствора, буровой раствор, цементный раствор, осложнения при бурении скважин

Одним из распространенных видов осложнений при бурении скважин является поглощение промывочных и тампонажных растворов. Ежегодное время, затрачиваемое на борьбу с поглощениями, очень значительно. Поэтому разработка эффективных методов предупреждения и борьбы с поглощением является одной из первостепенных задач, направленных на снижение затрат на бурение скважин и улучшение технико-экономических показателей.

Актуальными вопросами рассматриваемой проблемы на сегодняшний день являются теоретические положения о взаимодействии поглощающих пластов, требования к цементирующим смесям, определение необходимого количества этой смеси, эффективные способы борьбы с поглощениями в скважинах с аномально низким давлением при высокой интенсивности поглощения. Состояние проблемы проводки скважин в поглощающих пластах на современном этапе показывает, что осложнения могут быть предотвращены при комплексном подходе к решению проблемы.

Поглощение бурового раствора является основной причиной простоев на буровой. До сих пор в борьбе с поглощением промывочной жидкости во всех или в большинстве случаев использовался один и тот же подход. Суть концепции поглощения бурового раствора указывает на то, что использование «предпочтительного» пути в настоящее время может стать технически нецелесообразным.

Геометрия образующихся при проводке трещин, с учетом свойств пород, может выявить значительные различия в длине, ширине и степени опасности возможных трещин. Существенные различия в проницаемости между сланцами, пес-

чаниками и известняками также являются бесспорным доказательством недостаточной эффективности применения универсального решения для всех случаев. Сведения подобного рода должны по возможности включаться в превентивные меры по борьбе с поглощением бурового раствора.

Несмотря на то, что взгляд на поглощение промывочной жидкости в буровой отрасли в принципе не изменился за последние годы, новые методы и методики ведения работ оказывают существенное влияние на господствующие в отрасли представления. Прежде чем предпринимать какие-либо меры по ликвидации поглощения, необходимо иметь соответствующую информацию об этой проблеме.

Первостепенно, необходимо определить местоположение зоны поглощения. Так, если поглощение произошло не на забое, не у башмака обсадной колонны и не рядом с зоной, в которой осложнение возникало в последний раз, то для точного определения места поглощения необходимо провести геофизический контроль (температурный или гамма-каротаж). Далее необходимо уточнить тип поглощающей породы. Как правило, для этого используют анализ литологических данных, которые имеются на буровой, или провести анализ событий, которые привели к поглощению. В заключении необходимо оценить масштабы поглощения, которые могут варьироваться от небольшой утечки раствора до катастрофического поглощения с потерей циркуляции.

Борьба с описываемым видом осложнения при проводке скважин включает в себя не только подбор соответствующего материала для борьбы с поглощением (МБП). Важной частью является исследование напряжений в стволе скважины с проведением оптимизированного инженерного расчета [1].

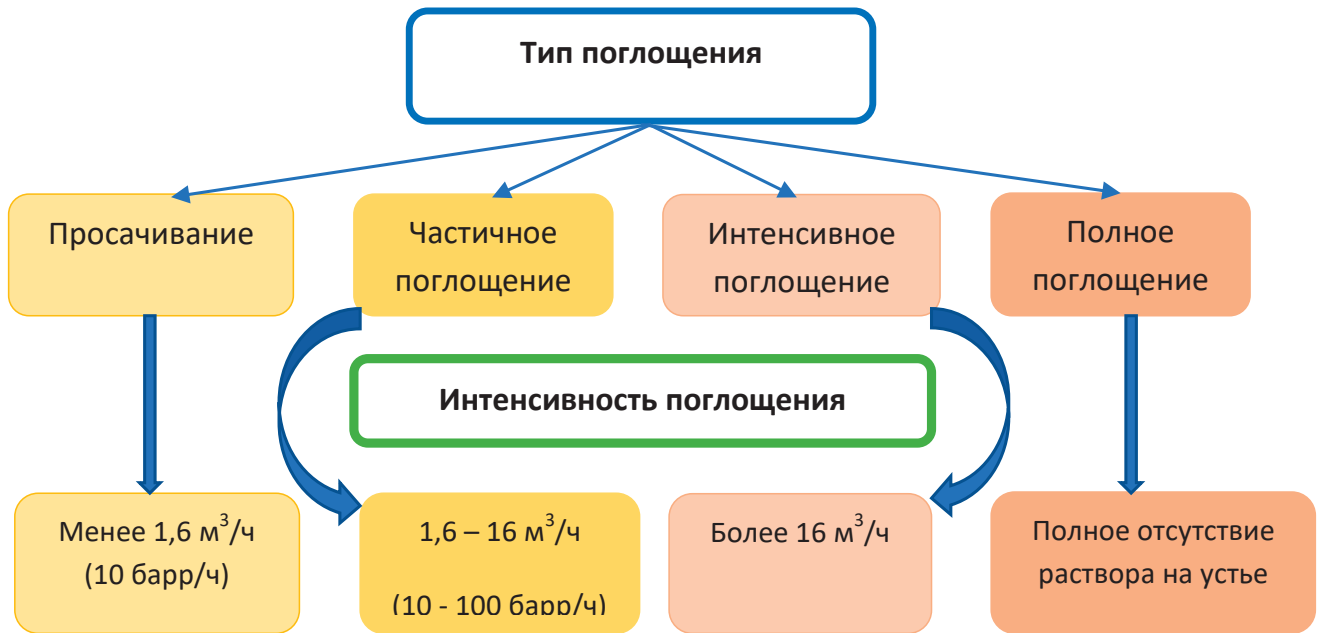


Рис. 1. Классификация поглощений бурового раствора

На этапе проектирования этот подход включает анализ устойчивости ствола скважины, моделирование эквивалентной плотности циркулирующего агента, моделирование геометрии каналов фильтрации в пласте, а также выбор промывочной жидкости и МБП для минимизации влияния на эквивалентную плотность циркулирующего агента.

На стадии процесса минимизация (а в некоторых случаях полного устранения) поглощения в зонах высокого риска достигается путем гидростатического имитирования в реальном времени, анализа данных давления во время бурения, методов оценки расхода раствора и своевременного использования МБП и воздействия на пласт.

Зоны с интенсивным поглощением бурового раствора являются одной из основных проблем для буровых предприятий и поставщиков промывочных жидкостей. Зоны поглощения являются типичными проблемами при проводке скважин, приводя к непредсказуемому повышению стоимости промывочной жидкости, времени простоя, неустойчивости ствола и, в зависимости от типа раствора, возможности неблагоприятного воздействия на окружающую среду [2].

В качестве примера, рассмотрим Чинаревское месторождение, расположенное на северо-западе Казахстана, представляющее собой сложный известняковый коллектор с естественно трещиноватыми кавернозными пластами, вызывающими сильное или полное поглощение раствора в ряде скважин. Скорость поглощения на Чинаревском месторождении предсказать сложно, варьируется от 1,0 м³/ч до полного поглощения. Попытки закупорки зоны поглощения вызывают затруднения. Разработка стратегии до начала разбуривания потенциально опасной зоны, где возможны осложнения, является особенно важным мероприятием для предотвращения и контроля поглощения раствора.

Типичной практикой в Западно-Казахстанской области является использование промывочной жидкости на водной основе с прокачкой пачек состава для борьбы с поглощением или закачкой цементных пробок в случаях поглощения раствора.

Использование стандартных МБП после возникновения интенсивного поглощения обычно не обеспечивает контроля над ситуацией. Большинство рецептов МБП содержит либо крупные частицы, предположительно способные блокировать зону поглощения, либо жидкости с высокой вязкостью, обеспечивающие химическую закупорку пласта.

Чтобы улучшить характеристики для введения в зоны поглощения, составы МБП были выбраны на основе инженерных расчетов. Оптимизация составов была основана на данных лабораторных исследований по оптимизации составов на основе максимально возможного блокирования трещин. Поглощение раствора в кавернозных пластах не может быть полностью подавлено, но в то же время могут применяться превентивные меры (рис. 2).

Значительная часть поверхности частиц МБП и аморфная структура обеспечивают закупорку зоны поглощения, и при необходимости легко удаляются обработкой слабым раствором кислоты. Многие зарекомендовавшие себя в промышленном использовании МБП имеют ограниченную способность к закупорке устьев пор (для обломочных пород) или открытых трещин (для карбонатов).

Сочетание методов обработки МБП и цементной пробки позволило успешно устранить осложнения в пласте (поглощение бурового раствора). По данным акустической цементометрии, ликвидация поглощения при помощи цементного раствора произошла без глубокого проникновения в зону поглощающего пласта [4].



Рис. 2. Применение превентивных мер для предотвращения поглощения

Дополнительные преимущества описанной системы могут быть реализованы при условии, что проводится дополнительная работа по улучшению характеристик специализированного дисперсного состава. Состав отличается простотой подготовки и доставки на буровую и не требует применения специального оборудования.

Различные геолого-технические условия в каждом нефтегазоносном районе обязывают изыскивать приемлемые способы предупреждения поглощений. Для того чтобы использо-

вать эффективные способы борьбы и разработать мероприятия по предупреждению поглощений промывочной жидкости при проводке скважин, необходимо провести ряд испытаний сразу же после вскрытия зоны поглощения.

В связи с огромным разнообразием, как средств для ликвидации поглощений, так и условий, в которых наблюдаются поглощения, при выборе средства, буровишки должны применять индивидуальный подход и руководствоваться конкретными обстоятельствами.

Литература:

1. Мойса Н. Оценка закупоривающих свойств наполнителей для ликвидации поглощений бурового раствора / Н. Мойса, Н. Сухенко // Бурение. Нефть № 6, 2006.— с. 9–11.
2. Крылов В.И. Изоляция зон поглощения с применением наполнителей / В.И. Крылов, С.С. Джангиров, Н.И. Сухенко и др. // Обзорная информация.— М.: ВНИИОЭНГ, серия Бурение, 1981.— 304 с.
3. Горонович С.Н. Изоляция зон поглощений буровых растворов в порово-трещинных карбонатных коллекторах / С.Н. Горонович, А.М. Селиханович // Юбилейный сборник научных трудов ООО «Волго-УралНИПИгаз». Оренбург: ИПК «Газпромпечатать», 2002.— с. 146
4. Фокин В.В. Причины низкой эффективности методов борьбы с поглощениями в бурении / В.В. Поляков, В.А. Мнацаканов, А.П. Аверьянов // НТЖ Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. М.: ВНИИОЭНГ, 2009. № 3. С. 14–17.

Компьютерное моделирование русловых процессов реки Лены на участке водозабора и водоочистных сооружений города Якутска

Владиминова Айтилина Анатольевна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматривается компьютерная модель русловых процессов, использованная для получения оценок и прогнозов влияния развития русловых процессов на функционирование водозаборных сооружений города Якутска.

Ключевые слова: русловые процессы, компьютерное моделирование, нанос песка, деформация русла.

В последние годы на реке Лена в районе Якутского водного узла происходят интенсивные процессы изменения русла реки с разрушением берегов и обмелением ранее многоводных рукавов и протоков со стороны г. Якутска. Дальнейшее развитие событий переформирования русла с перераспределением расхода реки Лена в правосторонние протоки и рукава и отход основного русла к правому берегу может привести к катастрофическому дефициту водных ресурсов для обеспечения водоснабжения г. Якутска и прилегающих к нему населенных пунктов с общим населением порядка 320 тысяч человек

В сложившейся ситуации необходимо проведение тщательного исследования гидродинамических и русловых процессов реки Лена. В данной статье рассматривается компьютерная модель русловых процессов, использованная для получения оценок и прогнозов влияния развития русловых процессов на функционирование водозаборных сооружений города Якутска. Компьютерная модель русловых процессов включает плановую модель транспорта наносов и деформаций дна и цифровую модель рельефа (ЦМР) участка речной долины.

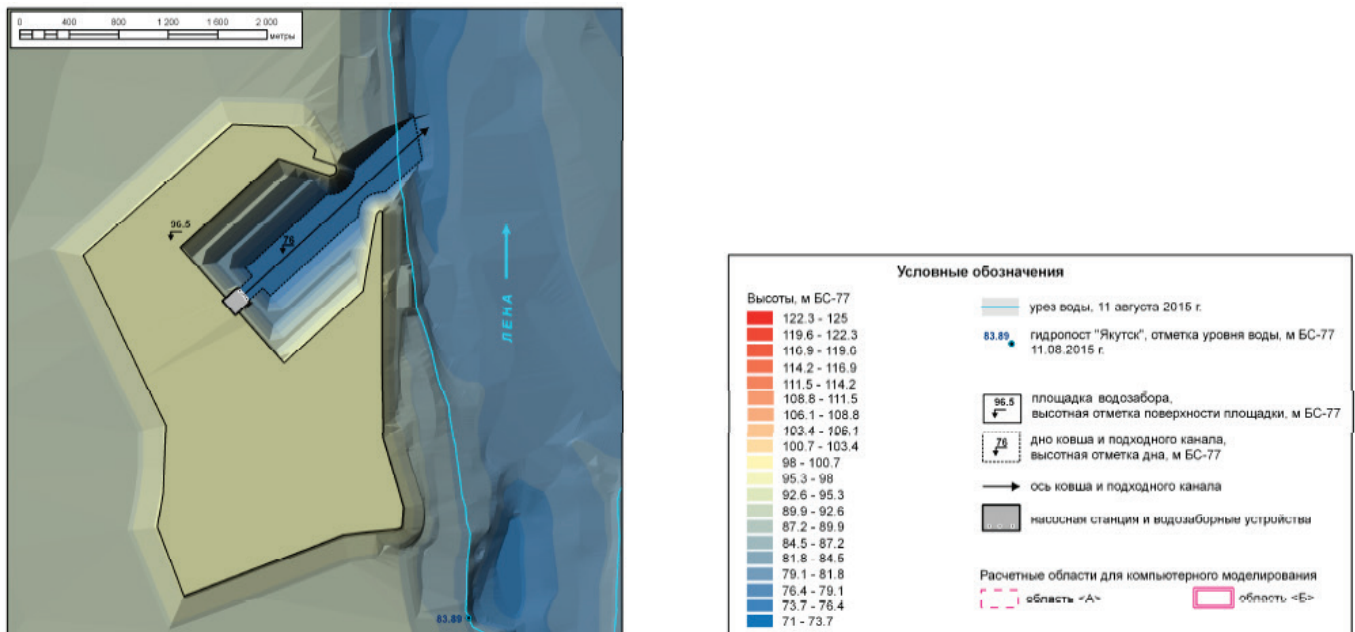


Рис. 1. Цифровая модель рельефа

Компьютерная модель разработана для области Адамовской протоки размерами 2,6 км (по течению реки) на 2 км. В процессе компьютерного моделирования рассматривалась гидрологическая ситуация «межень», которая характеризуется минимальным уровнем воды на посту «Якутск» в летне-осенний период обеспеченностью 3% — 85,18 м БС-77 (–2,05 см над нулем поста). Принято, что в исследуемой области между левым берегом реки и островом Пономарев проходит 45% общего расхода реки, т.е. 3668 м³/с.

Полученные в ходе расчетов значения скоростей течения и уровня воды в ковше водозабора и подходном канале к нему представлены на рисунке 2. Обращает на себя внимание наличие водоворотной зоны в начале подходного канала. Однако это во-

дворот локализован исключительно в подходном канале и не затрагивает акваторию ковша. С одной стороны, наличие этой зоны благоприятствует аккумуляции наносов в подходном канале. Однако, с другой стороны, она служит естественным препятствием для проникновения в ковш различных загрязнений.

Для расчета транспорта наносов и оценки морфологических изменений дна использовалась формула Ван-Рейна, расход наносов согласно которому зависит от крупности донных отложений не в явном виде, а через скорость учитывая отдельно донный и взвешенный транспорт. Медианная крупность донных наносов, в соответствии с имеющимися данными отбора их проб на участке, принималась 0,3 мм.

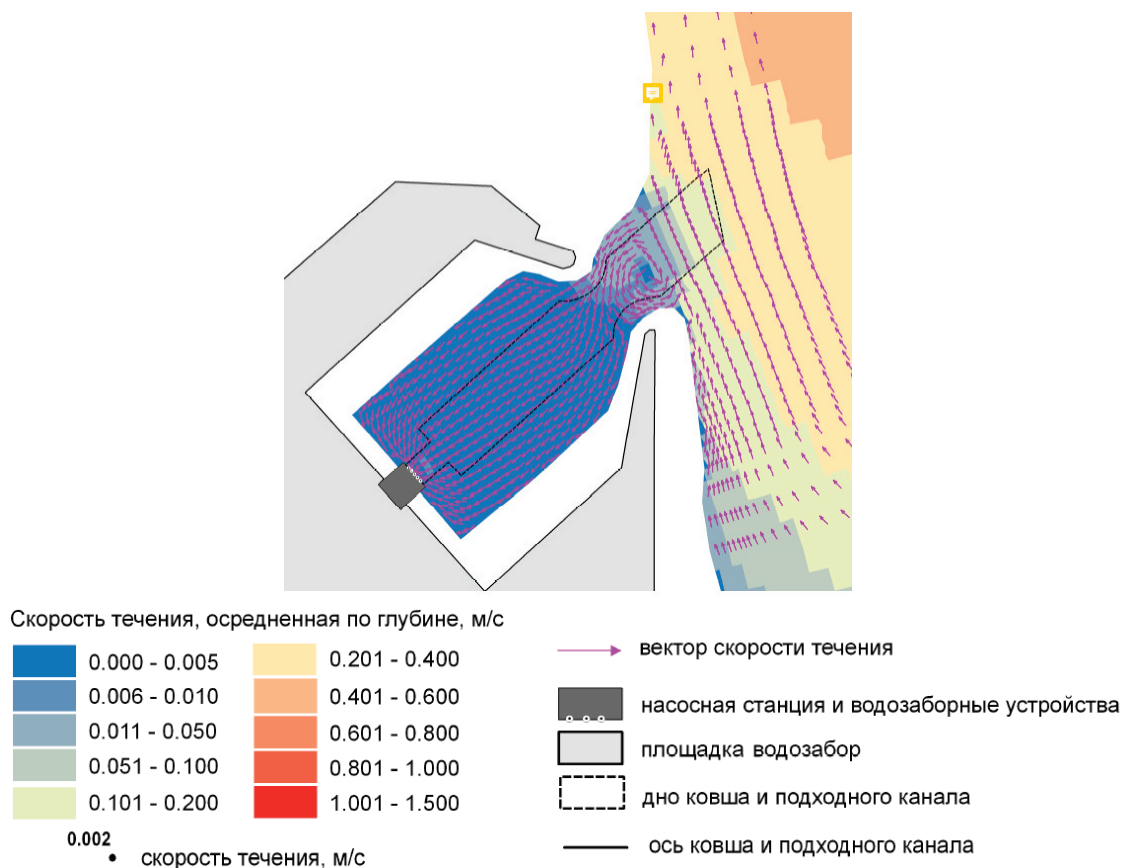


Рис. 2. Моделирование скоростей течения

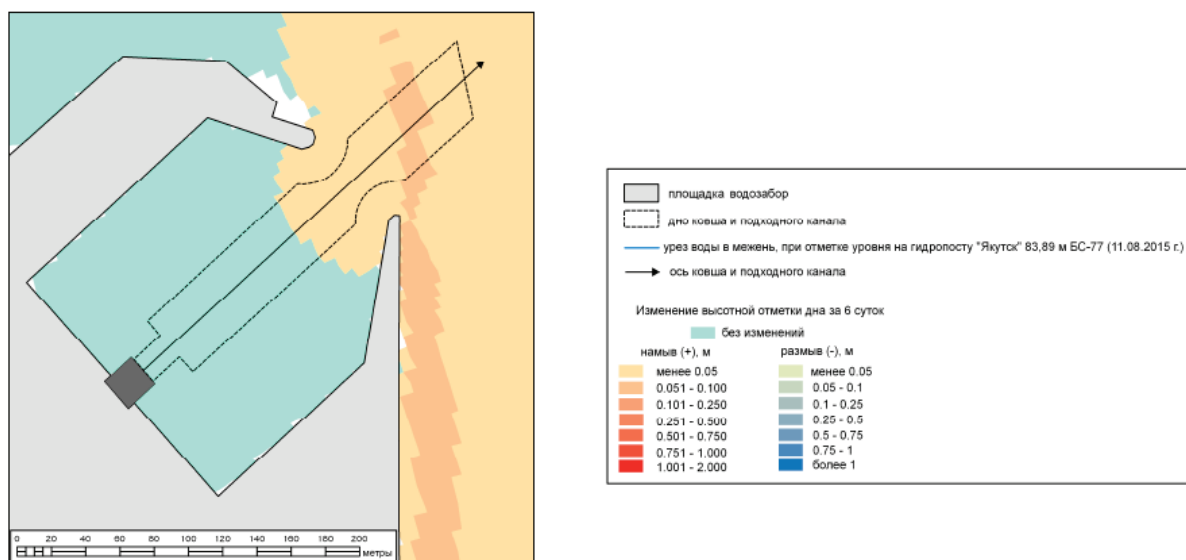


Рис. 3. Изменения высотной отметки дна

Как показывают результаты расчетов, подходный канал водозабора расположен в относительно тиховой зоне, вдали от стрежня потока. Стрежень потока прижимается в основном к правому берегу. Опираясь на результаты выполненного моделирования русловых процессов, можно заключить, что заносимость ковша водозабора крайне мала. В основном отложение наносов будет происходить в подходном канале,

однако и здесь масштаб этого явления на порядок меньше, чем в целом в области моделирования. За период открытой воды приращение отметок дна в подходном канале не превысит 0,4 м. В самом ковше движение водной массы является слабым. В целом, гидравлический режим внутри ковша вполне обеспечивает бесперебойную работу водозаборных устройств.

Литература:

1. Булатов О. В., Елизарова Т. Г. Регуляризованные уравнения мелкой воды и эффективный метод численного моделирования течений в неглубоких водоемах // Журнал вычислительной математики и математической физики. — 2011 г. — Т. 51, № 1. — 170–184 с.
2. Гладков Г. Л. Динамика русловых потоков // Учебно-методическое пособие — СПб, СПГУВК, 2010. — 31 с.

Определение коэффициента продуктивности нефтяных скважин при нелинейных законах фильтрации

Гасанов Ильяс Раван оглы, кандидат технических наук, доцент, начальник отдела
Научно-исследовательский проектный институт «Нефтегаз» (SOCAR) (г. Баку, Азербайджан)

При разработке залежей при больших градиентах давления на фильтрацию жидкости в пористой среде влияют инерционные силы, которые создают дополнительные сопротивления, направленные против движения.

Таким образом, при больших скоростях течения природа нелинейности закона фильтрации иная, чем при малых скоростях фильтрации. Когда течение достаточно медленное, соответственно медленно происходят деформации жидких частиц, и жидкость успевает реагировать на эти изменения. С увеличением скорости движения время прохождения через сужение уменьшается, и жидкие частицы не успевают деформироваться. Это приводит к увеличению сопротивления движения.

В статье предложено более общая формула, подобная формуле Дюпюи, которая учитывает также влияние инерционных сил и применима для произвольного полиномиального закона фильтрации.

Ключевые слова: скорость, инерционные силы, нелинейный закон, коэффициент продуктивности.

When developing deposits with large pressure gradients, the filtration of liquid in a porous medium is affected by inertial forces that create additional resistances directed against movement.

Thus, at high flow rates, the nature of the nonlinearity of the filtration law is different than at low filtration rates. When the flow is slow enough, the deformation of the liquid particles is slow, and the liquid has time to react to these changes. With increasing speed, the passage time through the narrowing decreases and the liquid particles do not have time to deform. This leads to an increase in traffic resistance.

The article proposes a more general formula similar to Dupuy's formula, which also takes into account the influence of inertial forces and is applicable to an arbitrary polynomial filtration law.

Key words: speed, inertia forces, nonlinear law, the coefficient of performance.

Основной задачей рациональной разработки нефтяных и газовых месторождений является полнота извлечения промышленных запасов нефти.

Наличие у жидкости релаксационных (неравновесных свойств) определяет характер сопротивления при движении в пористой среде. Течение через сужения и расширения поровых каналов сопровождается деформацией жидких частиц. Поскольку релаксирующая жидкость реагирует на изменение условий с некоторым запаздыванием, то в зависимости от скорости движения характер сопротивления будет меняться. [1,2].

В работе делается попытка обобщения закона фильтрации с учетом влияния инерционных сил при фильтрации нефти в пористой среде.

Следует отметить, что все процессы, которые искривляют диаграмму, увеличивают коэффициент a , b и наоборот.

Как известно, в 1901 году Форхгеймер, ссылаясь на исследования Мазони, рекомендовал выражать зависимость градиента давления от скорости (при больших градиентах) формулой: $\frac{\Delta p}{\Delta l} = au + bu^2$,

где a и b — эмпирические коэффициенты.

Будем считать это выражение моделью 1. Однако ученый отметил, что еще лучше зависимость Δp от u будет выражаться трехчленным законом (модель 2): $\frac{\Delta p}{\Delta l} = au + bu^2 + cu^3$,

где c — эмпирический коэффициент.

Для проверки этого положения были обработаны индикаторные диаграммы некоторых скважин Уренгойского месторождения. Результаты обработки показали, что для прогноза модель 2 дает результаты значительно точнее, чем модель 1 [1]. В более общем случае закон фильтрации можно представить следующим образом:

$$av^3 + bv^2 + v - \frac{\kappa}{\mu} \nabla p = 0. \tag{1}$$

Здесь $b = \frac{\rho\beta\sqrt{\kappa}}{\mu}$, $\beta = \frac{12 \cdot 10^{-5}}{m} \left(\frac{d_{эф}}{\sqrt{\kappa}} \right)$, $d_{эф} = 4\sqrt{\frac{2\kappa}{m}}$, $a > 0$.

Использование кубического слагаемого в уравнении $v - \nabla p$ связано с необходимостью увеличения точности. Однако это необходимо также и для учета неравновесных свойств фильтрационного потока и влияния инерционных сил. Как видно, при $a = b = 0$ из формулы (1) получается закон Дарси. А при $a = 0$ получается двучленный закон Форхгеймера. Подставляя в уравнение (1) $v = \frac{Q}{F} = \frac{Q}{2\pi rh}$, $\nabla p = \frac{dp}{dr}$, получаем:

$$dp = \frac{\mu}{\kappa} \left(\frac{aQ^3}{8\pi^3 r^3 h^3} dr + \frac{bQ^2}{4\pi^2 r^2 h^2} dr + \frac{Q}{2\pi rh} dr \right).$$

Интегрируя левую часть этого равенства от r_c до r_k , а правую часть r_c до r_k , получим:

$$\left(\frac{Q \ln \frac{r_k}{r_c}}{2\pi h} \right) \left(\frac{a}{2 \ln^3 \frac{r_k}{r_c}} \left(\frac{1}{r_c^2} - \frac{1}{r_k^2} \right) + \left(\frac{Q \ln \frac{r_k}{r_c}}{2\pi h} \right)^2 \cdot \frac{b}{\left(\ln \frac{r_k}{r_c} \right)^2} \left(\frac{1}{r_c} - \frac{1}{r_k} \right) + \left(\frac{Q}{2\pi h} \ln \frac{r_k}{r_c} \right) - \frac{\kappa}{\mu} \Delta p = 0. \tag{2}$$

Здесь $\Delta p = p_k - p_c$.

Сделаем подстановки

$$\frac{Q \ln \frac{r_k}{r_c}}{2\pi h} = z, A = \frac{a}{2 \ln^3 \frac{r_k}{r_c}} \left(\frac{1}{r_c^2} - \frac{1}{r_k^2} \right), B = \frac{b}{\ln^2 \frac{r_k}{r_c}} \left(\frac{1}{r_c} - \frac{1}{r_k} \right), c = 1, D = -\frac{\kappa}{\mu} \Delta p,$$

мы получаем кубическое уравнение в виде $Az^3 + Bz^2 + Cz + D = 0$. Для решения этого кубического уравнения используем подстановку $y = z + \frac{B}{3A} = z + \xi_1$, где $\xi_1 = \frac{B}{3A}$. Тогда данное кубическое уравнение представится в виде: $y^3 + p_1 y + q_1 = 0$.

Здесь $p_1 = \frac{1}{A} - 3\xi_1^2$, $q_1 = 2\xi_1^3 - \frac{1}{A} \xi_1 - \frac{1}{A} \cdot \frac{\kappa}{\mu} \Delta p$, $\xi_1 = \frac{B}{3A} = \frac{2b}{3a} \cdot \frac{\ln \frac{r_k}{r_c}}{\frac{1}{r_c} - \frac{1}{r_k}}$.

Для поставленной задачи $p_1 > 0$, $q_1 > 0$, $D_1 > 0$ и данное уравнение имеет всего один действительный корень, который можно найти по формуле Кардано.

Решение уравнения (1) по формуле Кардано имеет вид:

$$y = \sqrt[3]{-\frac{q_1}{2} + \sqrt{D_1}} + \sqrt[3]{-\frac{q_1}{2} - \sqrt{D_1}}, \quad D_1 = \left(\frac{q_1}{2} \right)^3 + \left(\frac{p_1}{3} \right)^3.$$

Последнее можно преобразовать в следующий вид:

$$z = -\xi_1 + \frac{-2A\xi_1^3 + \xi_1 + \frac{\kappa}{\mu} \Delta p}{A \left(\sqrt[3]{\left(-\frac{q_1}{2} + \sqrt{D_1}\right)^2} + \sqrt[3]{\left(\frac{q_1}{2} + \sqrt{D_1}\right)^2} + \frac{p_1}{3} \right)}.$$

Делая подстановку $\eta_1 = A \left(\sqrt[3]{\left(-\frac{q_1}{2} + \sqrt{D_1}\right)^2} + \sqrt[3]{\left(\frac{q_1}{2} + \sqrt{D_1}\right)^2} + \frac{p_1}{3} \right)$, мы получаем:

$$z = \frac{1}{\eta_1} \cdot \frac{\kappa}{\mu} \Delta p - \xi_1 \left(1 - \frac{1}{\eta_1} \right) - \frac{1A\xi_1^3}{\eta_1}. \tag{3}$$

Здесь η_1 – безразмерный параметр, величина которого приблизительно равна единице ($\eta_1 \approx 1$). Однако она — пе-

ременная величина. Учитывая в (3) $z = \frac{Q \ln \frac{r_k}{r_c}}{2\pi h}$, мы получаем:

$$Q = \frac{2\pi kh}{\eta_1 \mu \ln \frac{r_k}{r_c}} \Delta p - \frac{2\pi h}{\ln \frac{r_k}{r_c}} \xi_1 \left(1 - \frac{1}{\eta_1} \right) - \frac{2\pi}{\eta_1 \ln \frac{r_k}{r_c}} Q_0 = \frac{2\pi kh}{\eta_1 \mu \ln \frac{r_k}{r_c}} (\Delta p - \Delta p_1). \tag{4}$$

Здесь $\Delta p_1 = \frac{\mu}{\kappa} \xi_1 (\eta_1 - 1) + \frac{\mu Q_0}{h \kappa}, Q_0 = 2A \xi_1^3 \cdot h, \Delta p_1 = 0 / \Delta p = 0.$ (5)

Учитывая, что $\lim_{b \rightarrow 0} \eta_1 = 1, \lim_{b \rightarrow 0} a = 0 (\xi_1 \neq 0), \lim_{b \rightarrow 0} B = 0, \lim_{b \rightarrow 0} A = 0, \lim_{b \rightarrow 0} Q_0 = 0,$ то из формулы (4) получается формула $Q = \frac{2\pi \kappa h}{\mu \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \Delta p.$ Как видно из (5), градиент давления, который направлен против движения, состоит из двух составляющих. Первая $\Delta p' = \frac{\mu Q_0}{h \kappa}, Q_0 = 2A \xi_1^3 h,$ которая зависит от коэффициентов а, б и от характера изменения $\kappa(p), \mu(p)$ в процессе разработки $\left(a = \frac{2b^2}{9(1-\eta_1^1)}, \text{ где } \eta_1^1 = \eta_1 / \Delta p = 0 \right).$ А вторая составляющая учитывает влияние инерционных сил.

Графики изменения $\eta_1(\Delta p), \Delta p_1(\Delta p)$ и $Q(\Delta p)$ схематично имеют следующий вид:

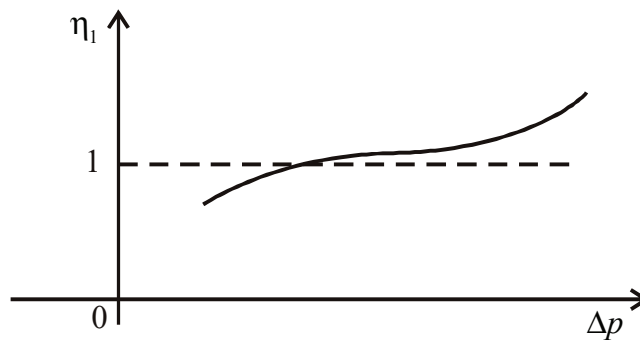


Рис. 1. График изменения параметра η_1 от депрессии Δp

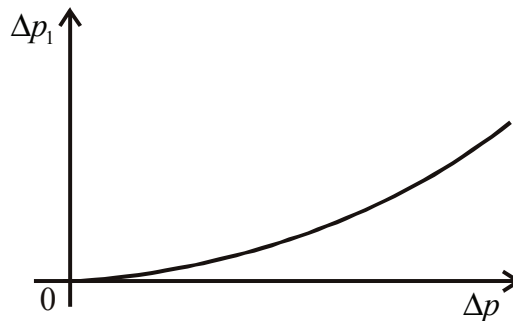


Рис. 2. График изменения Δp_1 от депрессии $\Delta p.$

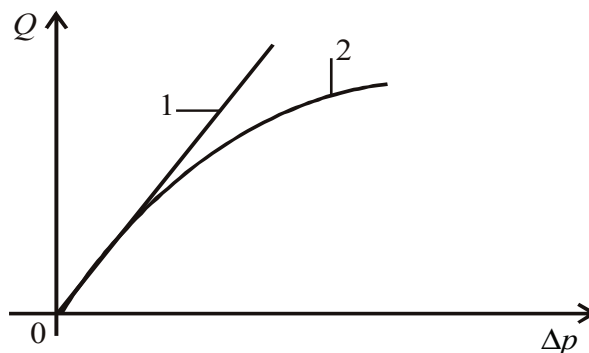


Рис. 3. График изменения

1 — по формуле Дюпюи; 2 — по формуле $Q = \frac{2\pi \kappa h}{\eta_1 \mu \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} (\Delta p - \Delta p_1)$ ($\kappa = const, \mu = const$).

Следует отметить, что полученные формулы можно применять не только для трехчленного закона фильтрации, но и для любого полиномиального закона фильтрации. Для этого в формулах (4) и (5) введем поправочную функцию $C(\Delta p)$, т. е. вместо Δp_1 возьмем выражение $\Delta p' = C(\Delta p)\Delta p_1$. Здесь коэффициент $C(\Delta p)$ будет определяться с помощью данных полученных при гидрогазодинамических исследований скважин. Для этого проводится исследование методом установившихся отборов. По предложенной формуле (5) определяется Δp_1 . Далее по формуле

$$\Delta p' = \Delta p - \frac{Q}{A}$$

$$\text{где для нефти } A = \frac{2\pi kh}{\eta_1 \mu \ln \frac{r_k}{r_c}}, \Delta p = p_k - p_c.$$

Таким образом, при различных Δp определяется значение $\Delta p'$. Если $\Delta p' = \Delta p_1$ то, $C(\Delta p) = 1$, если же $\Delta p' > \Delta p_1$ то $C(\Delta p) > 1$. Тогда для его определения при различных Δp используется формула $C(\Delta p) = \frac{\Delta p'}{\Delta p_1}$. Полученные данные аппроксимируются по программе Excel [3]. Подставляя выражение для $C(p)$ в формулах (4) и (5), мы получаем общие формулы для дебита флюида при нелинейном законе фильтрации для нефти:

$$Q = \frac{2\pi kh}{\eta_1 \mu \ln \frac{r_k}{r_c}} (\Delta p - C(p)\Delta p_1), \tag{6}$$

где $\Delta p = p_k - p_c$;

$$\text{или } Q / \Delta p = \frac{2\pi kh}{\eta_1 \mu \ln \frac{r_k}{r_c}} (1 - C(p)\Delta p_1 / \Delta p), \tag{7}$$

Эта задача актуальна, потому что увеличение градиента, направленного против движения, отрицательно влияет на количество извлекаемых запасов. Со временем актуальность этой задачи будет увеличиваться в связи с тем, что открываемые новые месторождения находятся на все более больших глубинах. А с увеличением глубины увеличивается и скорость, и градиент давления. Поэтому увеличиваются и сопротивления, связанные с влиянием инерционных сил.

Таким образом, в статье получена более общая формула, учитывающая влияние инерционных сил и применима для произвольного полиномиального закона фильтрации.

Литература:

1. А. Х. Мирзаджанзаде, О. Л. Кузнецов, Х. С. Басниев, З. С. Алиев. Основа технологии добычи газа. — М.: Недра, 2003, 880 с.
2. А. Х. Мирзаджанзаде, И. М. Аметов, А. Г. Ковалев. Физика нефтяного и газового пласта. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005, 280 с.
3. Спиридонов, О. В. Расширенные возможности Microsoft Excel 2003 / О. В. Спиридонов. — Центр дистанционных образовательных технологий МИЭМП, 2010.

Разработка режимов электрофлотации с учетом природы поверхностно-активных веществ — загрязнителей окружающей среды

Даулетбаева Ольга Сергеевна, студент магистратуры;
Женисова Гибадат Гиззатовна, студент магистратуры
Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева (г. Петропавловск, Казахстан)

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) являются неотъемлемым компонентом смесей различного назначения. Их присутствие позволяет создавать устойчивые эмульсии, что является положительным моментом при изготовлении лакокрасочных изделий, пищевых продуктов, медицинских препаратов и т.д. Их присутствие в составе моющих жидкостей и стиральных порошков традиционно, т.к. они усиливают очи-

щающий эффект средств и формируют антистатический эффект на очищаемой поверхности [1].

Однако, их присутствие в стоках после использования моющих растворов негативно сказывается на окружающей среде в силу следующих причин: формирование устойчивых пен в природных условиях [1], бурный рост водорослей в водоемах, приводящий к гибели высших растений и животных [2], нега-

тивное влияние на состояние здоровья человека [1], ухудшение качества сельскохозяйственной продукции и др. [2].

В течение последнего пятидесятилетия в различных странах проводились и проводятся исследования по оценке влияния ПАВ разного типа на человека, животных, растения. С этого же периода ведется поиск эффективных путей очистки сточных вод. Трудности в разработке эффективного способа очистки связаны с различной природой и строением ПАВ.

Увеличивающееся количество использованных поверхностно-активных веществ в составе сточных вод приводит к загрязнению в природных источниках, а также к изменению свойств воды. Поэтому определение оптимальных способов очистки от данных примесей весьма актуально на данный момент. Одним из признаков присутствия таких загрязнителей в природной воде которые уже попали в стоки является наличие пенных берегов в летнее время. Области применения соединений, содержащих разные типы ПАВ многочисленны.

Они входят в состав практически всех моющих средств (шампуни, гели и т.д.), что позволяет добиваться отличных результатов при очистке поверхностей из разного материала. В связи с наличием и доступностью в настоящее время средств такого характера их использование предполагает наличие эффективных способов очистки стоков. Зачастую (особенно, в случае небольших) предприятий очистка не проводится вообще. Увеличение парка автомобилей вызывает увеличение объемов стоков, в составе которых присутствует большое количество ПАВ. При реализации системы оборотного водопользования вновь необходимо решать проблемы удаления ПАВ, т.к. фильтрация на крупнопористых фильтрах не приводит к их удалению, а ультрамикрофильтрация требует затрат времени и, особенно, энергии.

В Таблице 1 приведены химические соединения, которые входят в состав моющих смесей для автохимии и промышленности.

Таблица 1. Поверхностно-активные вещества для автохимии и промышленной химии [4]

| Название | Характеристика | Применение |
|--|--|--|
| Amphotensid CCF Alkyl-(C8–18) Iminodipropionate Иминодипропионат | Высокопенный пав, высокие гидротропные свойства. Может быть использован в очистителях с высоким содержанием солей и щелочей, увеличивает щелочную стабильность неионогенных ПАВ, образуя однородные прозрачные продукты | Щелочные очистители металлов. Также может использоваться в кислотных очистителях алюминия, нержавеющей стали и керамических поверхностей |
| Amphotensid COX Lauramidopropylamin Oxide Лаурамидопропил аминоксид | Обладает превосходной пенообразующей силой даже в жесткой воде, улучшает загущение рецептуры и совместимость ее с кожей. В связи с его хорошими обезжиривающими свойствами, может использоваться в продуктах для проблемной кожи и шампунях для жирных волос | Шампуни, пены для ванн, гели для душа, смываемые средства личной гигиены, бытовая химия |
| Phosfetal 201 Alkyl Polyglycol Ether Phosphate, acid | Поверхностно-активное вещество бытового и промышленного назначения. Обладает прекрасной моющей способностью, как в кислой, так и в щелочной среде. Обладает антистатическим эффектом | Кислотные и щелочные очистители металлических поверхностей, кафеля и керамики |
| Sulfetal 4069 Sodium C8-C10 Alkyl Sulfate Алкилсульфат натрия C8 C10 | Смачивающий агент для кислотных и щелочных моющих средств, обладает гидротропными свойствами. Высоко пенный | Бытовая химия, промышленная химия, автохимия |
| Wachsemlusion 1864 Wax emulsion with non-ionic emulsifier | Чистящий агент, придающий блеск кузову автомобиля | Автохимия |

По литературным источникам, для очистки от таких примесей, активно предлагаются методы флотации и электрофлотации. Данные методы не являются чем-то новым или неизвестным, но препятствием для широкого их использования является необходимый точный расчет времени пребывания воды между электродами, плотность тока и напряжение. Поэтому, для рекомендации к использованию данного способа очистки сточных вод для конкретного потребителя, необходимо проведение предварительных испытаний. Дополнительно, необходимо учесть, что метод электрофлотации требует дополнительного потребления электроэнергии, и в случае

использования растворимых электродов, идет расход электродов. Однако, по сравнению с методами реагентной флотации, электрофлотация обладает более щадящим отношением к окружающей среде и получение очищенной воды без увеличения количества хлорид- и сульфат-ионов.

При электрофлотации образование газовых пузырьков производится путём электролитического разложения воды с выделением на аноде пузырьков кислорода, а на катоде водорода [5]. При использовании растворимых анодов (железо, алюминий) процесс сопровождается выделением ионов металла, который вступает в реакцию с растворенными ПАВ.

Принципиальная особенность данного метода заключается в том, что процесс может осуществляться без каких-либо реагентов-собирателей, а также высокая дисперсность пузырьков, это на 1–2 порядка меньше, чем в обычной пенной флотации; это позволяет флотировать более тонкие частицы, вплоть до ионов.

Для определения режима работы электрофлотатора составлены модельные смеси ПАВ-содержащих моющих смесей с водой (концентрация моющего раствора от 1 до 10 процентов (по объему). Пример смесей с различными моющими средствами приведен в Таблице 2. Общий объем загрязненных стоков — примерно 100 л.

Таблица 2. Пример состава смесей для испытания

| Название | Информация, представляющаяся потребителю | Объем моющего средства, мл | Объем воды, мл |
|---------------------------------------|--|----------------------------|----------------|
| Turtle Wax (автошампунь) | Содержит оксиэтилаты жирных спиртов | 20 | 30 |
| Средство для чистки духовых плит | Содержит сульфат жирных кислот, полиглицозид жирных кислот | 15 | 35 |
| Oven Cleaner (чистящее средство-гель) | Неионогенные ПАВ, мыло | 10 | 40 |

Очистка проводилась на электрофлотаторе с нерастворимыми электродами из нержавеющей стали/растворимыми анодами из алюминия. Общий объем аппарата — 100 л, объем межэлектродного пространства 60 л, плотность тока регулируется источником тока с 100 до 300 ампер на кв.м (Таблица 3). Время

пребывания в ванне для всех смесей варьировалось с контролем взятия проб через 5 минут. Экспресс-контроль проводился при фиксировании электропроводности, значению рН. При истечении времени очистки проводился качественный визуальный тест по наличию сухого остатка на глянцевой поверхности.

Таблица 3. Время полной очистки от ПАВ-загрязнителей

| Название | Плотность тока, а/м ² | Удельное количество электричества, а*ч/м ³ | Время полной очистки, мин |
|---------------------------------------|----------------------------------|---|---------------------------|
| Turtle Wax (автошампунь) | 100–200 | 300–500 | 60 |
| Средство для чистки духовых плит | 100–250 | 350–500 | 48 |
| Oven Cleaner (чистящее средство-гель) | 100–300 | 400–600 | 31 |

Таким образом, для дачи конкретных рекомендаций необходимо при учитывать все параметры: температуру смеси (зависит от физических характеристик загрязнителей), общее количество и наличие эмульгирующих агентов, сила тока и напряжение на электродах, время пребывания между электро-

дами. Поэтому исследования будут продолжены с введением дополнительных факторов, в том числе использование реагентов-флокулянтов, электромагнитных и электрических полей, изменение природы растворимых электродов.

Литература:

1. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод // Ассоциация строительных. —2002.— С. 704.
2. Мацнев А. И. Очистка сточных вод флотацией Воронов — 1974.— С. 36–39.
3. Когановский А. М., Клименко Н. А., Левченко Т. М. и др.— Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении.1983.— 68–69 с.
4. Electrocoagulation/Electroflotation: fundamentals, present and future perspectives in ‘Electrocatalyssi’ in Electrolysis: Theory, Types and Application, Edr. Shing Kuai and Ji Meng, ISBN978–1–60876–619–2, Nova Science Publishers, Inc, NY, USA — V.43,— № 6.— 2009, P. 14–17.
5. Учебное пособие/ П. А. Николаев, Н. А. Козлов, С. Н. Петрова: Иван. гос. хим.—технол. ун-т.— Иваново, 2007.— 116 с.

Методы снижения потерь электроэнергии в распределительных сетях

Дергунов Евгений Андреевич, студент магистратуры;
Труфанов Федор Андреевич, студент магистратуры;
Лобанов Андрей Владимирович, кандидат технических наук, доцент
Уфимский государственный авиационный технический университет

В статье авторы рассматривают наиболее современные и эффективные методы расчётов и минимизации потерь электроэнергии в распределительных сетях путем повышения точности их определения и внедрения модернизированного оборудования.

Ключевые слова: снижение потерь, энергоэффективность, учет электроэнергии, энергоэффективные трансформаторы.

1. Определение технических потерь в сетях 0,4 кВ Методика расчета, основанная на контрольных измерениях

Самой точной и одновременно наиболее трудоемкой, требующей достаточно большого объема исходных данных является методика расчета, основанная на контрольных измерениях уровней напряжения на шинах ТП, фазных токов головного участка в максимальный пик нагрузки, установленной мощности, характеру и типовым графикам нагрузки потребления, отпуску электроэнергии в сеть 0,4 кВ или суммарному потреблению электроэнергии питающихся потребителей.

Одновременное знание контрольных замеров нагрузки по сетям 0,4 кВ и электропотребления дают возможность привести их в определенное соответствие через определение последовательных установившихся режимов и потерь мощности при изменении потребления в узлах в соответствии с графиками нагрузки и накоплением результатов расчета потерь мощности за рассматриваемый промежуток времени.

На головном участке в качестве исходных данных могут использоваться: отпуск электроэнергии за характерные сутки, месяц, год.

Статистические показатели типового графика нагрузки зависят от величины нагрузки. Для каждого типового графика приведена стандартная величина максимального значения математического ожидания активных нагрузок.

Для расчетов необходимы следующие параметры:

- r_0 ;
- x_0 ;
- L ;
- W ;
- k_3 ;
- $tg(\varphi)$;
- $k_{\text{нн}}$

Рассмотрим каждый параметр по отдельности.

r_0 ; x_0 (Ом) — активное и реактивное сопротивление линии соответственно. Они определяются исходя из самой линии (воздушная или кабельная линия, марка и сечение проводников, длина, материал). Для обеспечения максимальной точности расчета, недостаточно использовать табличные усредненные значения, которые определяются лишь сечением и длиной линии, т.к. все линии имеют соединения.

L (км) — непосредственно длина линии (воздушной, либо кабельной).

W (тыс. кВт*ч) — Суммарный отпуск электроэнергии за заданный промежуток времени в линию.

$tg(\varphi)$ — коэффициент мощности, безразмерная физическая величина, характеризующая потребителя переменного электрического тока с точки зрения наличия в нагрузке реактивной составляющей.

k_3 — коэффициент заполнения графика нагрузки (отношение средней активной мощности к максимальной за исследуемый период времени). Этот показатель способен принимать различные значения за заданный промежуток времени, он изменяется постоянно в зависимости от потребления электроэнергии.

$k_{\text{нн}}$ — коэффициент, учитывающий влияние на потери неодинаковости нагрузок фаз. Данный параметр учитывает несимметрию нагрузочных токов по фазам. Его расчет достаточно сложен, для применения в практическом использовании, необходимо оборудование, которое способно проводить замер нагрузки по каждой фазе в заданный промежуток времени.

Исходя из доступных нам данных, определение потерь будем производить по следующим формулам.

Максимальное значение активной мощности:

$$P_{\text{макс}} = \frac{W}{24D \cdot k_3}, \quad (1.1)$$

где D — количество дней (рассматриваемый промежуток времени).

Максимальное значение реактивной мощности:

$$Q_{\text{макс}} = P_{\text{макс}} \cdot tg\varphi \quad (1.2)$$

Определение технических потерь:

$$\Delta W = \frac{P_{\text{макс}}^2 + Q_{\text{макс}}^2}{x_0^2} \cdot r_0 \cdot \frac{k_3 + 2 \cdot k_3^2}{3} \cdot D \cdot 24 \cdot k_{\text{нн}} \cdot 10^{-6} \quad (1.3)$$

Определение потерь напряжения:

$$\Delta U_{\%} = \frac{P_{\text{макс}} \cdot r_0 + Q_{\text{макс}} \cdot x_0}{x_0} \cdot 100 \cdot 10^{-3} \quad (1.4)$$

2. Авансовая система учета электроэнергии

Недобропорядочность потребителей в отношении оплаты за электроэнергию в некоторых районах доходят до 30% от объема отпускаемой энергии. Эти расходы опираются на плечи государства, вынуждая повышать тарифы, что в конечном счете сказывается на добросовестных гражданах.

Чтобы избежать такого рода проблемы, необходима модернизация действующей системы учета АСКУЭЭ — внедрение авансовой системы учета электроэнергии. Если превышен лимит на основе оплаты — подача энергии прекращается, что исключает возможность долгов потребителей перед энерго-снабжающими организациями.

При практическом использовании данной системы эти проблемы автоматически исчезают. Таким образом решается главный вопрос — взаиморасчеты. Энергоснабжающие компании получают живые средства, которые смогут использовать для ремонта и строительства новых, современных объектов энергоснабжения. Потребители получают возможность точно понимать, за что и сколько они платят и планировать свой бюджет. Помимо этого, лишается возможность безнаказанно воровать электроэнергию.

Данная система позволит существенно сократить потери электроэнергии и наглядно показывать расход потребления электроэнергии в денежном эквиваленте. Чтобы внедрить авансовую систему учета, можно рассмотреть следующее — это использовать уже готовое решение от Энергомера, используя счетчик электроэнергии СЕ205 и СЕ305 однофазный и трехфазный соответственно. В данных приборах учета предусмотрена функция оповещения о снижении остатка денежных средств на счете путем подачи сигнала самим прибором. Средства пополняются на специальную карту. Для получения большего эффекта от внедрения данной системы учета, необходимо создать отдельные центры контроля и учета отпуска электроэнергии конечным потребителям. Это позволит минимизировать возможность хищения электроэнергии путем взлома приборов учета.

3. Снижение потерь электроэнергии путем внедрения современных энергоэффективных силовых трансформаторов

Для достижения ощутимых результатов в области снижения потерь электроэнергии распределительных сетей необходимо предпринимать меры по повышению энергоэффективности в как можно большем количестве узлов энергосистемы. Так, помимо контроля и учета электроэнергии неизбежно обновление и совершенствование самого электрооборудования, применение инновационных технологий. Одной из наиболее важной и дорогостоящей установкой в электрических сетях и системах электроснабжения является силовой трансформатор.

Силовые трансформаторы обладают значительным потенциалом в повышении энергоэффективности распределительных и трансформаторных подстанций, чем обусловлена значимость разработки и внедрения технологий энергосберегающих трансформаторов в электросетях.

Для силового трансформатора коэффициент полезного действия η определяется следующей формулой, рекомендуемой ГОСТом:

$$\eta = \frac{1 - (\beta^2 P_k + P_x)}{\beta S_{ном} \cos \varphi_2 + \beta^2 P_k + P_x} \quad (3.1)$$

– где P_k — мощность потерь короткого замыкания, Вт;

- P_x — мощность потерь холостого хода, Вт;
- β — коэффициент нагрузки;
- $S_{ном}$ — номинальная мощность трансформатора В-А;
- $\cos \varphi_2$ — коэффициент мощности.

Приведенная формула наглядно показывает возможные пути повышения энергоэффективности силового трансформатора. Такими способами являются: оптимальный коэффициент нагрузки (отношение потребляемой мощности к номинальной мощности трансформатора); увеличение коэффициента мощности (соотношение активной и реактивной мощности потребителя); уменьшение мощности потерь холостого хода (мощность потерь в магнитопроводе трансформатора); уменьшение мощности потерь короткого замыкания (мощность потерь в обмотках трансформатора).

В данной области наибольший интерес представляют силовые трансформаторы, в работе которых применяются такие конструктивные решения, как использование сердечников изготовленных из аморфных ферромагнитных сплавов (АФТ), а также высокотемпературных сверхпроводниковых материалов для обмоток (ВТСТ). Они могут использоваться как по отдельности, так и совместно.

Это особенно остро и актуально для загруженных и напряженных систем электроснабжения мегаполисов. В настоящее время в существующих системах электроснабжения описанные мероприятия не имеют широкого применения.

С точки зрения закона сохранения энергии, потери электроэнергии ΔW при передаче, распределении и потреблении — это неизбежные экономические и энергетические затраты, связанные с выделением тепла, которое наносит вред как самому оборудованию, так и окружающей среде.

Поэтому проблема снижения суммарных потерь электрической мощности и энергии в электроэнергетике всегда была, есть и будет в центре внимания эксплуатации, научных исследований, проектирования и конструирования новых электроустановок и процессов. Таким образом данная задача обладает непреходящей актуальностью и поиска новых решений. В современных условиях потери электроэнергии и мощности можно существенно снизить применением в конструкциях силовых трансформаторов следующих инновационных решений:

- Использование эффекта сверхпроводимости низко- и высокотемпературной для кардинального уменьшения нагрузочных потерь в обмотках силовых трансформаторов.
- Внедрение новых эффективных способов формирования основного магнитного потока силового трансформатора с помощью аморфных ферромагнитных материалов и перспективных бессердечниковых конструкций силовых трансформаторов для значительного (в 5–6 раз) снижения потерь холостого хода трансформатора.
- Применение комбинированной конструкции, сочетающей в себе использование аморфных магнитопроводов и материалов, которые обладают эффектом высокотемпературной сверхпроводимости для изготовления обмоток силовых трансформаторов (АВТСТ).

Существующие конструктивные способы уменьшения суммарных потерь в трансформаторах позволяют существенно повысить энергоэффективность трансформации электроэнергии.

Применение же новых инновационных материалов, в частности в магнитопроводах и обмотках силовых трансформаторов, обеспечит качественный скачок в снижении затрат на функционирование всей сети электроснабжения.

Таким образом, в данной работе рассмотрен метод определения потерь электроэнергии в распределительных сетях 0,4 кВ. Помимо определения потерь электроэнергии, метод дает возможность определить потери напряжения в линии, что может быть вызвано устаревшим проводником, либо неправильным сечением проводника. Данная система позволяет на основе проводимых контрольных измерений, пересчитывать типовой годовой график нагрузки за необходимый промежуток времени и получить фактический график нагрузки для конкретной линии. Это позволит предприятию оценить реальное состояние оборудования, используемого для трансформации и передачи электроэнергии конечному потребителю, а также принять меры к модернизации и замене оборудования на более совершенные и инновационные модели. В частности,

замене, либо прокладки новых кабельных линий, взамен устаревших.

На основании полученных данных о состоянии распределительных сетей в целом (кабельные и воздушные линии, трансформаторные подстанции и распределительные пункты) можно сделать определенные выводы о замене устаревшего оборудования. В частности, замена трансформаторов на энергоэффективные, что скажется на качестве и стоимости электроэнергии в далекой перспективе. Подход к максимально возможному снижению потерь должен осуществляться комплексно. Рассмотренные в данной статье методы снижения потерь электроэнергии в совокупности позволят добиться достаточно ощутимого их снижения. Однако, повышение точности определения технических потерь электроэнергии в распределительных сетях, не сможет обеспечить достаточное сокращение потерь. Настоящая система контроля и учета АСКУЭ не позволяет в полной мере контролировать учет электроэнергии. Поэтому необходимо внедрение авансовой системы учета электроэнергии.

Литература:

1. Кузнецов Д. В., Гольдштейн В. Г. Совершенствование концепции и методов организации энергоснабжения мегаполисов // Промышленная энергетика. 2014. № 2.
2. Якшина Н. В. Целесообразность применения трансформаторов со сниженным электропотреблением // Энергоэксперт. — 2015. — С. 4–8.
3. Железко Ю. С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. — М.: НУ ЭНАС, 2002.
4. Воротницкий В. Э., Загорский Я. Т., Апрыткин В. Н. Расчет, нормирование и снижение потерь электроэнергии в городских электрических сетях. — Электрические станции, 2000.

Применение нанотехнологий для повышения качества стали

Евдокимова Юлия Алексеевна, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматриваются основные направления развития нанотехнологий для повышения качества стали. Проанализировано влияние нанотехнологий на механические свойства стали, а также поверхности стали.

Ключевые слова: нанотехнологии, сталь, термическая обработка, механические свойства стали, химический состав.

За последние два десятилетия были сделаны большие шаги по улучшению свойств сталей за счет внедрения результатов разработок в направлении нанотехнологий. Например, началось производство сплавов Fe-C со сверхвысокой прочностью путем закалки и сильной пластической деформации. Усиление было связано с размером зерен мартенсита реек и пластин и небольшим межчастичным расстоянием [1]. По мнению Колпакова и соавторов [2], металлургические подходы к производству высокоэффективных сталей с мелкозернистой структурой или самоорганизации упрочняющих нанофаз (карбидов, нитридов, карбонитридов, интерметаллидов) развиваются на основе нанотехнологических принципов, включая нанопроцессы для выплавки стали и микролегирование, механическая обработка давлением и термическая обработка (например, сверхбыстрое охлаждение расплавов). Одна такая

технология производит углеродистые стали с высокими эксплуатационными характеристиками, которые имеют «трехфазную микроструктуру, состоящую из зерен феррита, слитых с зернами, которые содержат дислокационные структуры реек, в которых рейки мартенсита чередуются с тонкими пленками аустенита» [3].

В последние годы стало возможным производство высокоэффективных сталей для строительства и других инженерных применений. Эти стали обычно имеют ультрадисперсную или нанозернистую микроструктуру, что приводит к повышению свойств как по прочности, так и по пластичности. Кроме того, нанотехнологии используются для повышения долговечности стали или ее поверхностного слоя с точки зрения устойчивости к износу, усталости или коррозии. Это стало возможным благодаря достижению желаемой мелкокристаллической микро-

структуры стали или изменению ее химического состава в нанометровом масштабе.

Микроструктура и химический состав стали

В то время как Fe является основным элементом в сталях, другие элементы (например, легирующие элементы и примеси) определяют многообразные свойства сталей, в том числе: прочность на разрыв, усталостную прочность, пластичность, твердость, ударную вязкость, износостойкость, свариваемость, огнестойкость, коррозионную стойкость и т.д. Микроструктура стали по своей природе неоднородна, обычно состоит из зерен (или «фаз», которые считаются гомогенными по физико-химическому характеру), дислокаций, осадков и дефектов решетки.

На рисунке 1 представлена фазовая диаграмма равновесия системы Fe-C при атмосферном давлении, которая иллюстрирует термодинамику трех основных фаз в углеродистой стали, а именно, аустенита (γ), феррита (α) и цементита (Fe_3C) в зависимости от температуры и содержания C [4]. Равновесные фазы имеют тенденцию образовываться, когда есть достаточно времени для диффузии атомов и молекул. Во многих случаях обработка стали может включать закалку или приложение механических напряжений, что приводит к образованию неравновесных фаз, таких как мартенсит (α'). Для сталей со значительным количеством легирующих элементов (например, нержавеющей сталей) их микроструктура может включать много фаз, отличных от γ , α и α' [5].

С увеличением содержания углерода прочность высокопрочных сталей увеличивается, но пластичность и свариваемость снижается. Мартенсит может служить эффективной начальной фазой для получения ультрамелкой или нанозернистой микроструктуры с небольшими деформациями. Например, Н. Тсюжди [6] сообщил о формировании микроструктуры в стали, характерной для равновесных α -зерен (~ 200 нм), путем холодной прокатки и отжига исходной α -фазы. Аустенитные нержавеющие стали, как правило, имеют низкий предел текучести (150–300 МПа), но превосходны по коррозионной стойкости и стойкости к окислению, скорости упрочнения.

Легирующие элементы в стали могут изменить температуру превращения или образовать более стабильные специальные карбиды вместо цементита, изменить последовательность процессов зарождения и роста, воздействуя на диффузионные процессы [7]. Кроме того, микроструктуру стали можно контролировать, манипулируя кинетикой ее образования, посредством термической и механической обработки. Например, может произойти следующая трансформация твердого тела в твердое состояние $\gamma \rightarrow \alpha + Fe_3C$ [8]. Каждая фаза может содержать несколько аллотропов, то есть различные структурные формы одного и того же химического состава. Например, цементит может быть в форме «перлита, бейнита и / или отпущенного мартенсита, в зависимости от состава стали и предшествующих условий охлаждения» [7]. Конечная микроструктура стали с заданным химическим составом сплава часто определяется размером и однородностью зерна γ -состояния, превращениями, вызванными термической обработкой (например, закалкой

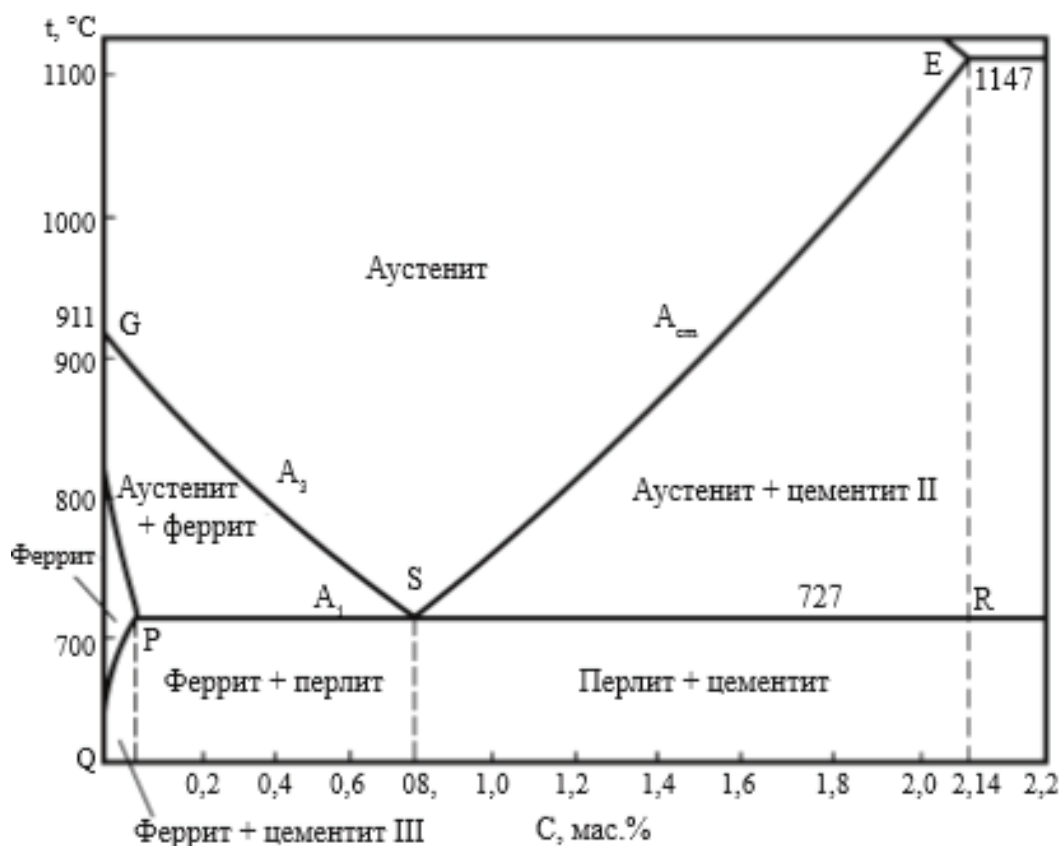


Рис. 1. Диаграмма состояния сплавов Fe-C

и отжигом), и физическими взаимодействиями, вызванными механической обработкой.

Нанотехнологии для улучшения механических свойств стали

Нанотехнология использовалась для улучшения механических свойств стали путем достижения оптимальной мелкокристаллической микроструктуры или путем изменения ее химического состава или морфологии в нано- или микро-размерных масштабах. Исследовано большое разнообразие методов обработки для производства нанокompозитных сталей. Эти нано-модифицированные стали имеют новые механические свойства, характерные для значительного улучшения прочности, а также ударной вязкости и высокотемпературного сопротивления ползучести (например, при 923 К, время разрушения на 2 порядка выше, чем у обычных сталей, устойчивых к ползучести) и т.д.

Одним из недавних достижений в этой области является использование динамической пластической деформации с последующим отжигом для производства нержавеющей и легированных сталей с синергией прочности и пластичности. Эти стали имеют уникальную однофазную иерархическую микроструктуру с ~ 20% по объему нано-двойников встроенных в пучках микро- и нано-гаммазерна и низкую плотность дислокаций. Их механическое поведение «эластично однородно, но пластически неоднородно». Было выдвинуто предположение, что границы нано-двойников действуют как плоскости скольжения, сопротивляясь движению дислокаций. На рисунке 2 представлены типичные изображения просвечивающей электронной микроскопии в светлом поле после отжига, показывающие статическую перекристаллизацию на ранней стадии в полосах сдвига между пучками. Зерна и нано-двойники вносят большую пластичность в стальную массу, одновременно повышая ее прочность [9].

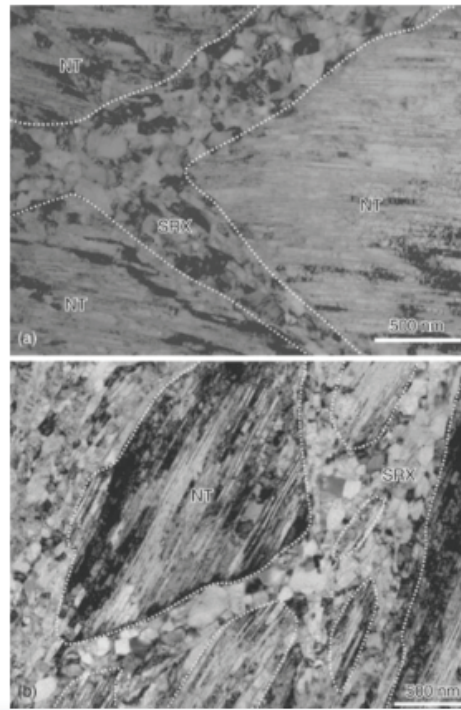


Рис. 2. Снимки просвечивающего электронного микроскопа (а и б), отжиг при 730 °С / 20 мин, показывающие статическую рекристаллизацию (SRX) на ранней стадии в полосах сдвига между пучками нанодвойников (NT)

Нанотехнологии для улучшения механических свойств поверхности стали

Нанотехнология также использовалась для улучшения механических свойств поверхностного слоя стали путем достижения желаемой мелкокристаллической микроструктуры стали или путем изменения ее химического состава и морфологии в нано- или микро-масштабе [5]. Были исследованы различные подходы к обработке нанокompозитной поверхности на сталях, обычно с использованием одной пластической деформации или в сочетании ее с термической обработкой. Хотя имеется тенденция формирования градиентной микроструктуры от обрабатываемой по-

верхности к основному объему стали, существует также высокий уровень разнообразия получаемой поверхностной микроструктуры, варьирующийся от нанозерен α до наноразмерных остаточных γ -зерен, внедренных в мелкий бейнит, чтобы образовать сетчатый перлит вдоль нанозерен α , к наноразмерным ультрадисперсным кристаллам. Эти наномодифицированные стальные поверхности обладают новыми механическими свойствами, которые характеризуются значительным улучшением прочности, износостойкости и усталостной прочности и ударную вязкость и сниженный коэффициент трения. Существует множество механизмов, лежащих в основе выдающейся синергии прочности и пластичности поверхности нанокompозита.

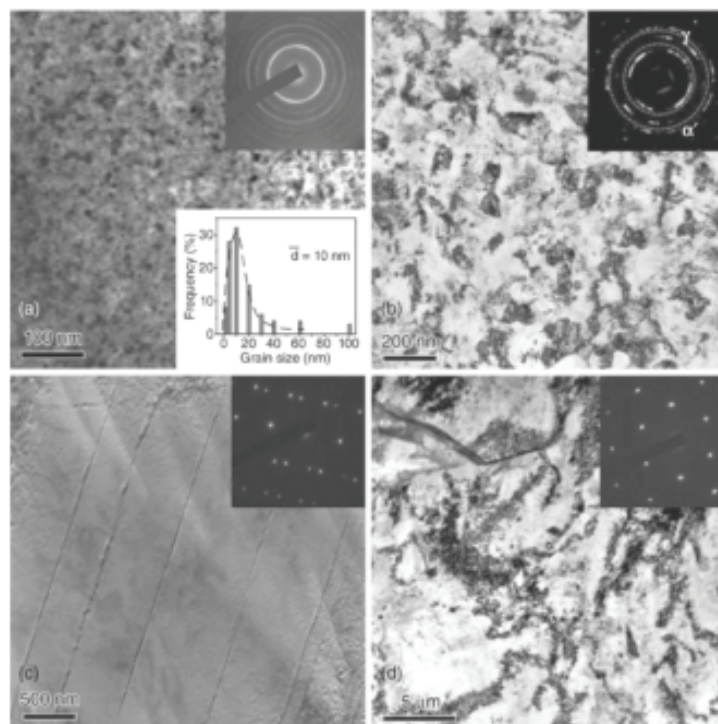


Рис. 4. Изображения обработки поверхности механическим истиранием и соответствующие им электронно-дифракционные картины на четырех разных глубинах [10]

Еще одно достижение в этой области связано с использованием поверхностно-модифицированной меди в качестве эффективной смазочной добавки (при 10 об.% В масле). Она работает путем формирования пленки химической реакции на стальных поверхностях, тем самым улучшая их износостойкость [11].

Использование нанотехнологий привело к значительным улучшениям механических свойств и коррозионной стойкости

сталей, благодаря достижению желаемой микроструктуры сталей с помощью фазового превращения, кинетики деформации или контролю химического состава вплоть до нанометрового масштаба. Нанотехнологии продемонстрировали свои явные преимущества и будут продолжать играть ключевую роль в производстве высокоэффективных сталей.

Литература:

1. Lesuer, D., Syn, C., Sherby, O. Nano-scale strengthening from grains, subgrains, and particles in Fe-based alloys. *Journal of Materials Science*. 2010; 45, 4889–4894.
2. Колпаков с. В., Паршин В. А., Чеховой А. Н. Нанотехнологии в металлургии стали. 2007; 37 (8): 716–721.
3. Kusinski, G.J., Pollack, D., Thomas, G. Process for making triple-phase nanocomposite steels. 2004. US Patents № 6,827,797.
4. Chipman, J. Thermodynamics and phase diagram of the Fe-C system. *Metallurgical and Material Transaction*. 1972; 3 (1): 55–64.
5. Lo, K.H., Shek, C.H., Lai, J. K. Recent developments in stainless steels. *Materials Science and Engineering*. 2009; 65: 39–104.
6. Tsuji, N., Maki, E. Handed refinement by combining phase transformations and plastic deformation in steels. *Scripta Materialia*. 2009; 60: 1044–1049.
7. Branagan, D.J., Sergueeva, A.V., Mukherjee, A. K. Towards the development of a new Iron Age. *Advanced Engineering Materials*. 2006; 8(10):940–943.
8. Zhao, M.—C., Zeng, T.—Y., Li, J.—L., Huang, X., Zhao, Y.—C., Atrens, A. Identification of the effective grain size responsible for the ductile to brittle transition temperature for steel with an ultrafine grain size ferrite/cementite microstructure with a bimodal ferrite grain size distribution. *Materials Science and Engineering*. 2011; 528: 4217–4221.
9. Xu, Y.H, Peng, J.H, Fang, L. Nano-crystallization of steel wire and its wear behavior. *Materials Science and Engineering*. 2008; 483–484: 688–691.
10. Chen, AY, Ruan, H.H, Zhang, J.B, Liu, X.R, Lu, J. Determination of grain size, Introduction a hierarchical structure for the fabrication of high-performance steel. *Materials Chemistry and Physics*. 2011; 129: 1096–1103.
11. Zhan, Y.D. Yan, J.S, Zhan. P. Y. Effect of the nano-Cu lubricant additive on the contact fatigue behavior of steel. *Tribology Letters*. 2010; 37: 203–207.

Целесообразность применения неохлаждаемых тепловизоров в системе охраны военных объектов

Калач Геннадий Петрович, кандидат военных наук, доцент;
Алешин Анатолий Иванович, старший преподаватель;
Савелов Геннадий Александрович, преподаватель;
Маринин Александр Алексеевич, студент;
Зосько Максим Викторович, студент
МИРЭА — Российский технологический университет (г. Москва)

Опыт обеспечения безопасности военных объектов показывает, что система оптико-электронного наблюдения (СОЭН) является одной из важнейших составляющих систем охраны и играет важную роль при осуществлении охраны военных объектов.

Военные объекты охраны можно представить как совокупность участков контроля, представляющих собой охраняемую территорию с протяженностью периметра от 800 до 15000 м. На территории участков контроля с длиной периметра до 1500 м, как правило, размещены здания или сооружения, а сами участки контроля расположены на охраняемой территории с протяженными периметрами.

Как правило, СОЭН применяется для прямого визуального наблюдения за обстановкой, складывающейся на периметрах участков контроля, в зонах обнаружения участка контроля и внутренних объемах (помещениях) зданий и сооружений, а также для верификации сигналов тревоги от средств обнаружения.

Рассмотрим пример оснащение средствами оптико-электронного наблюдения периметров участков контроля, поскольку большая часть средств оптико-электронного наблюдения используется именно на периметрах, и к ним предъявляются особые требования по решению задач верификации возникающих нештатных ситуаций.

На периметрах протяженностью более 5000 метров могут применяться черно-белые или цветные видеокамеры, установленные через каждые 70–100 метров.

Для создания требуемого уровня освещенности в темное время суток используется система освещения. Системой освещения оборудуются все участки контроля, на которых установлены видеокамеры.

В качестве альтернативы видеокамерам для контроля периметров возможно использование неохлаждаемых тепловизоров (далее — тепловизоры, ТПВ).

С целью оценки целесообразности применения тепловизоров в системах охраны военных объектов рассмотрим вариант применения тепловизоров (характеристики тепловизоров приведены в таблице 1).

Изображение, получаемое с тепловизора, представлено на рисунках 1, 2.

Анализ приведенных рисунков, а также сведения различных источников на расстоянии 700 м с вероятностью не ниже 0,9 возможно обнаружение двигающегося в рост одиночного нарушителя.

Следует отметить, что при определенных погодных условиях отмечались случаи невозможности ориентации оператора на местности по тепловизионному изображению (условия «теплоконтрастного нуля»). Аналогичные ситуации наблюдались и на реальных объектах в «боевых» условиях.

Кроме этого, при определенных погодных условиях значительно снижалась субъективная оценка возможности обнаружения нарушителя оператором. На рисунке 3 для одного и того же тепловизора приведена зависимость субъективной оценки

Таблица 1. Характеристики тепловизоров

| Наименование параметра | Значение параметра | | | |
|------------------------------------|--------------------|------------|-------------|-------------|
| | ТПВ1 | ТПВ2 | ТПВ3 | ТПВ4 |
| Спектральный диапазон, мкм | 7–14 | 7–14 | 7–14 | 7–14 |
| Разрешение | 384 x 288 | 384 x 288 | 640 x 480 | 320 x 240 |
| Размер пикселя матрицы, мкм | 25 | 25 | 17 | 30 |
| Температурная чувствительность, мК | <50 | <50 | <50 | <50 |
| Фокусное расстояние объектива, мм | 19 | 35 | 100 | 50 |
| Угол обзора камеры, град | 28,4x21,5° | 15,6x11,8 | 6,2x4,7 | 12x9 |
| Потребляемая мощность, Вт | ≤ 5 | ≤ 5 | ≤ 5 | ≤ 40,4 |
| Диапазон рабочих температур, °С | -40 ...+60 | -40 ...+60 | -40 ...+60 | -30 ...+50 |
| Степень защиты | IP66 | IP66 | IP66 | IP66 |
| Габаритные размеры, мм | 95x97x240 | 95x97x240 | 106x100x350 | 100x140x330 |
| Вес, г | 1000 | 1300 | 1550 | ≤ 2000 |



Рис. 1. Изображение с тепловизора при выдвигении вооруженной группы

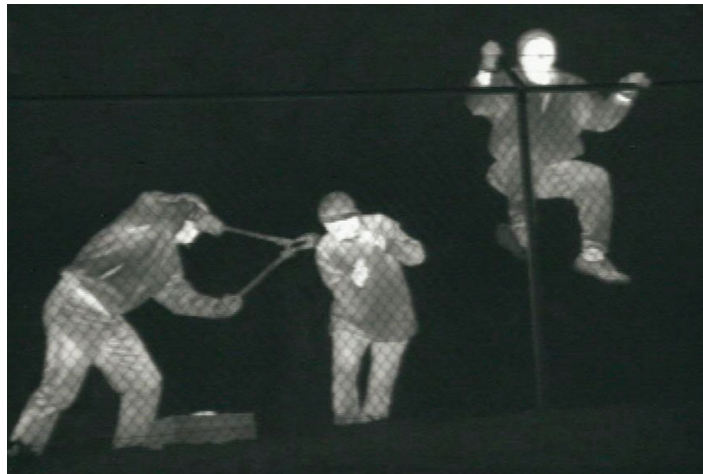


Рис. 2. Изображение с тепловизора при преодолении нарушителем ограждения

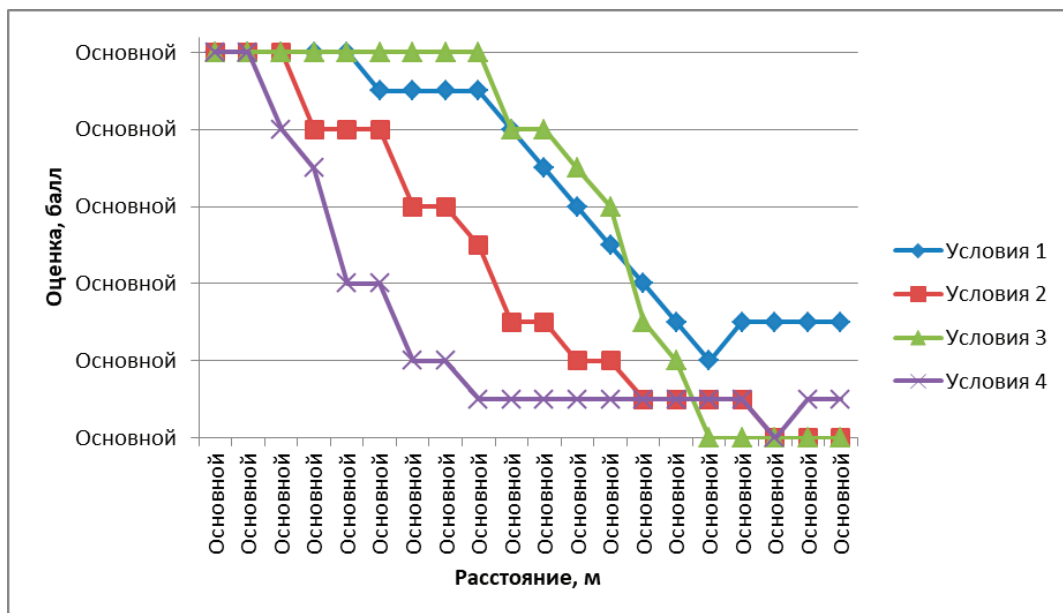


Рис. 3. Субъективная оценка качества изображения при различных условиях наблюдения

Таблица 2. Условия наблюдения (для данных рисунка 3)

| | Условия 1 | Условия 2 | Условия 3 | Условия 4 |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------|-----------------|
| Температура, оС | 16,1 | 21 | -5 | 23 |
| Время суток | день | ночь | вечер | день |
| Погода | дождь | ясно | пасмурно | ясно |
| Освещенность, Лк | 12000 | 0,07 | 0,07 | 60000 |
| Тип цели | группа (2 чел.) | группа (5 чел.) | одиночная | группа (5 чел.) |

возможности обнаружения нарушителя оператором при различных условиях наблюдения, показанная в таблице 3.

Исходя из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. При решении вероятностной задачи обнаружения нарушителя использование неохлаждаемых тепловизоров предпочтительней, чем использование видеокамер видимого диапазона (особенно в темное время суток и в условиях снегопада, дождя, тумана).

2. Неохлаждаемые тепловизоры целесообразно устанавливать стационарно, а не на поворотных платформах.

Для более взвешенного принятия решения о целесообразности применения тепловизоров необходимо проводить экономическую оценку различных вариантов построения СОЭН.

В качестве примера рассмотрены следующие варианты оснащения периметра военного объекта:

Периметр протяженностью 15000 м:

Вариант 1: Видеокамеры с ИК-подсветкой на быстроповоротных платформах на мачтах через каждые 400 м.

Вариант 2: Стационарные тепловизоры на мачтах через каждые 500 м (на случай движения нарушителя пригнувшись).

Первый вариант предпочтительней и при цене на тепловизор 500 тыс. руб. почти в 3 раза дешевле второго варианта (~5,5 млн руб. против ~16 млн руб.). Вариант 2 экономически выгоден при цене на тепловизор менее 180 тыс. руб.

Периметр протяженностью 1500 м:

Вариант 1: Стационарные видеокамеры по всему периметру на мачтах через каждые 50 м, дежурное освещение, тревожное освещение. Две поворотных видеокамеры на основном и запасном въездах на территорию участка.

Вариант 2: Стационарные тепловизоры на мачтах по углам периметра. Две поворотных видеокамеры на основном и запасном въездах на территорию военного объекта.

В этом случае второй вариант становится соизмеримым по стоимости оснащения с первым при цене на тепловизор менее 450 тыс. руб. Однако если учитывать затраты за период эксплуатации 10 лет, то второй вариант предпочтительнее при цене на тепловизор менее 800 тыс. руб. Зависимости стоимости эксплуатации различных вариантов от времени эксплуатации приведены на рисунке 4.

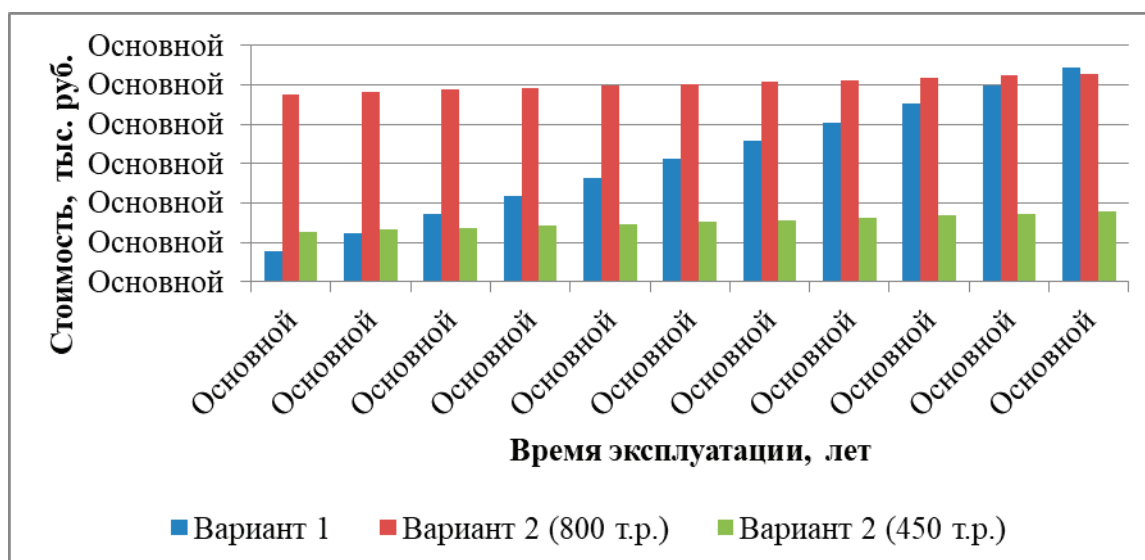


Рис. 4. Зависимости стоимости эксплуатации различных вариантов оснащения участков периметра от времени эксплуатации

Литература:

1. Устав гарнизонной и караульной служб вооруженных сил российской федерации. Утвержден Указом Президента Российской Федерации от 10 ноября 2007 года № 1495.
2. Вавилов В. П., Климов А. Г. Тепловизоры и их применение. М.: Интел универсал, 2002–290с.
3. Козёлкин В. В., Усольцев И. Ф. Основы инфракрасной техники. М.: Машиностроение, 1974–336 с.

Одна из перспектив применения лазерных технологий в военном деле

Калач Геннадий Петрович, кандидат военных наук, доцент;
 Алешин Анатолий Иванович, старший преподаватель;
 Савелов Геннадий Александрович, преподаватель;
 Маринин Александр Алексеевич, студент;
 Зосько Максим Викторович, студент
 МИРЭА — Российский технологический университет (г. Москва)

Лазер (от англ. «light amplification by stimulated emission of radiation» — «усиление света путем вынужденного излучения») или оптический квантовый генератор — это источник излучения с обратной связью, излучающим телом в котором является инверсно-населенная среда. Сам термин придумал аспирант Колумбийского университета Гордон Гулд, который совершенно самостоятельно провел детальный анализ методов получения стимулированного излучения оптического диапазона.

Принципы работы лазера основаны на свойствах лазерного излучения: монохроматичности (у лазерного излучения узкий спектр) и высокой когерентности (пространственной и временной). Еще одним важным свойством лазерного излучения является высокая направленность излучения или малая расходимость при распространении в пространстве (коллимированность).

В 2020 году состоится юбилей изобретения лазера, а именно 60 лет. За это время технологии шагнули далеко вперед и в настоящее время невозможно представить ни одну из высокотехнологических отраслей без использования лазерных технологий.

Лазеры используются в медицине — как скальпель, как инструмент для шитья швов, для проведения операций на глазах и т.д., в компьютерных системах — для считывания и записи информации на компакт-диски, для передачи информации по оптическим линиям связи, в автомобилестроении — для сварки деталей, в метрологии — для проведения измерений, а также во многих других областях.

Не обошли лазерные технологии и военных. В настоящее время в военной сфере лазеры применяются для различных целей:

1. измерение расстояния;
2. измерение скорости;
3. лазерное наведение высокоточного оружия;
4. организация передачи информации;
5. лазерная локация пространства.

Но наиболее интересным и перспективным направлением применения лазерных технологий является борьба с беспилотными летательными аппаратами (БЛА). На сайте <http://лазер.рф> очень часто стали появляться сообщения о создании подобных комплексов в США, Китае, Турции.

Примеры лазерных комплексов приведены на рисунках 1–4.



Рис. 1. Наземный лазерный комплекс для борьбы с БЛА (США)



Рис. 2. Наземный лазерный комплекс HEL-MD (США)



Рис. 3. Китайский боевой лазер для борьбы с БЛА



Рис. 4. Наземный лазерный комплекс для борьбы с БЛА (США)

Появление лазерных комплексов борьбы с БЛА может существенным образом изменить баланс сил на поле боя. В настоящее время, ввиду широкой доступности, применение БЛА на поле боя стало повсеместным. БЛА используются как для ведения разведки, так и для доставки взрывных устройств.

БЛА, благодаря малым размерам, незаметны для комплексов противовоздушной и противоракетной обороны, и даже в случае обнаружения уничтожить БЛА достаточно проблематично. Кроме того, тратить на БЛА стоимостью несколько десятков тысяч рублей ракету стоимостью несколько миллионов, по крайней мере, нерационально.

Перечисленные недостатки могут нивелировать именно лазерные комплексы. Одним из основных достоинств таких комплексов является то, что не требуется возить боеприпасов. Боеприпас лазерного комплекса — это энергия, которая может быть запасена в аккумуляторах или выработана генератором.

Таким образом, можно смело утверждать, что применение лазерных технологий в интересах борьбы с беспилотными летательными аппаратами является перспективным направлением и в ближайшем будущем стоит ждать появления лазерных комплексов не только на различных медийных ресурсах как рекламы могущества той или иной страны, но и на реальных полях сражений, как неотъемлемой части вооружения сильнейших армий мира.

Уровень влияния водителя на дорожную обстановку

Климентова Анастасия Алексеевна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье исследуется, как водитель может влиять на дорожную обстановку во время эксплуатации транспортного средства. Рассмотрим, какие факторы влияют на его поведение за рулем, какое влияние оказывает стиль вождения на износ деталей автомобиля и на окружающую среду. Какие знания, навыки требуются водителю для правильной, безопасной эксплуатации автомобиля. Какую роль играет эмоциональное состояние.

Ключевые слова: водитель, безопасное вождение, экономичное вождение, факторы.

На сегодняшний день автомобильный транспорт составляет неотъемлемую часть нашей жизни. Ежедневно тысячи транспортных средств осуществляют грузовые и пассажирские перевозки. Управляя автомобилем, на водителя оказывают воздействие различные факторы, которые влияют на его поведение при передвижении на дороге. До 80% дорожно-транспортных происшествий происходит из-за несвоевременной реакции водителя для принятия решения в критической ситуации, во время движения на дороге. При наблюдении за водителем, можно выделить основные критерии, которые влияют на его действия во время дорожного движения. Инженерная психология рассматривает свойства и процессы человека, как вне-

дрение психологических знаний помогает в создании автоматических систем [1].

Профессиональная подготовка водителей — это система подготовки, которая позволяет использовать полученные знания на максимальном уровне его технических возможностей с низкой степенью допущения ошибочных действий при управлении транспортным средством.

Начало обучения будущих водителей зависит от входных параметров (рис. 1). Какие есть способности, какие знания он уже может использовать на практике.

Для приобретения практических навыков вождения целесообразно повышать качество знаний у будущих водителей во

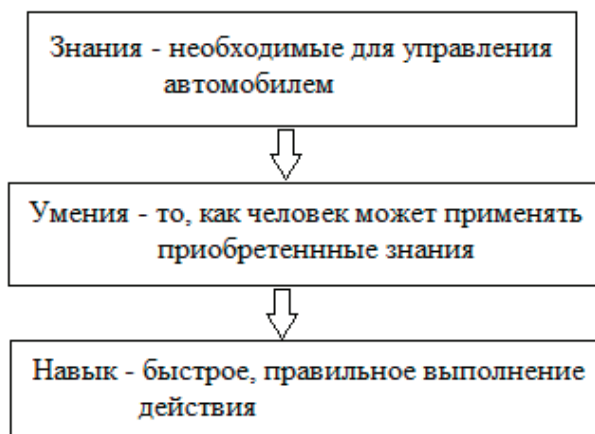


Рис. 1. Приобретаемые качества водителя

время обучения в автошколах, обучить правилам безопасного движения при попадании в критическую ситуацию. Отработанные навыки управления транспортным средством не во всех ситуациях могут обеспечить водителю счастливый выход из дорожной ситуации, которая может повлечь за собой аварию. Навыки аварийной ситуации так же вырабатываются лишь при множественных повторах. Для реализации таких ситуаций целесообразно использовать компьютерные тренажеры/симуляторы для тренировок.



Рис. 2. Факторы, влияющие на стиль вождения

Тормозные свойства определяют активную безопасность автомобиля и замедление автомобиля при движении в тормозном режиме. Этот режим обеспечивает устойчивость транспортного средства на месте или устанавливает минимально необходимую скорость для движения.

Управляемость автомобилем задается водителем через рулевое колесо. Благодаря этому меняются курсовые и боковые параметры воздействия. Управление зависит от условий, так как у разных автомобилей может быть различная реакция от управляющих воздействий.

К основным факторам влияющих на маневренность относят: наибольший угол поворота колес и длина колесной базы. У трехосных автомобилей — соотношение длины базы тележки и длины полной базы транспортного средства, использование нескольких управляемых мостов.

Устойчивость автомобиля необходима для движения без опрокидывания и скольжения. Существует цикл испытаний для оценки критических параметров. В него входят следующие испытания: стабилизация рулевого колеса, опрокидывание на стенде, рывок руля.

Соблюдая скоростной режим, который рекомендован на данном участке дороге, можно не только снизить вероятность наступления аварийной ситуации, но и уменьшить расход топлива. Для каждого автомобиля это разный показатель, так как он зависит от удельной мощности двигателя, количества передач, типа используемого топлива, полной масса транспортного средства, шин, квалификации водителя (умение исполь-

зовать оптимальный режим для работы двигателя). Оказывать влияние будет размер и обтекаемость транспортного средства. Так, автомобиль небольшого размера с хорошей аэродинамикой будет затрачивать меньшее количество топлива на высоких скоростях, а грузовых автомобилей и тех, у которых высокий коэффициент сопротивления, экономия топлива будет на меньших скоростях [3]. Уменьшение расхода топлива влечет за собой снижение вредных выбросов в окружающую среду, снижение денежных расходов [4]. Правильно планирование поездок может уменьшить число остановок, снизит время простоя автомобиля на холостом ходу (что составляет до 40% работы автомобиля [5]), устранил количество простоя транспортного средства на загруженных участках дороги. Например, грузовой автомобиль в городской среде расходует большее количество бензина и выделяет большее количество вредных выбросов, чем на магистралях.

К основным факторам степени подготовленности водителя [2] можно отнести (рис. 2):

Изучение и использование вышеперечисленных факторов технической составляющей на практике, человек будет чувствовать себя увереннее при поездках на автомобиле.

Во время движения помимо знаний, опыта вождения влияние на принятие решений оказывают убеждения, психологические установки, которые формировались не только во время обучения в автошколе, но и задолго до принятия решения получения квалификации «водитель». Они формировались под воздействием окружающей среды, воспитания, во время езды на пассажирском месте. Эти установки могут проявляться неосознанно [6]. Например, будет ли водитель уступать дорогу пешеходу, прибавит

ли скорость при желтом сигнале светофора, остановится при виде аварии, будет ли соблюдать дистанцию, скорость движения, повлияет ли на его решения опыт вождения за рулем.

В заключение можем сказать, что для реализации становления профессиональным водителем нужно учитывать перечисленные в статье факторы, которые помогут в реализации данной задачи. Социальное окружение, уровень общей и специ-

альной подготовки, медицинское и психологическое здоровье. Перечисленные факторы напрямую влияют на поведение водителя в дорожной среде. Не следует пренебрегать правилами поведения во время движения, так как несоблюдение может спровоцировать агрессию, совершение неправильных действий при вождении автомобиля, которые влекут за собой снижение безопасности дорожного движения.

Литература:

1. Введение в инженерную психологию и эргономику. Подготовка водителей автотранспортных средств: учебное пособие / О. Е. Курьянова, В. В. Дронсейко. — М.: МАДИ, 2017. — 92 с.
2. Лобанова Ю. И. Стиль вождения: определяющие факторы, характеристики, направления оптимизации / Ю. И. Лобанова. — Текст: непосредственный // Российский гуманитарный журнал. — 2015. — № 1. — С. 76–84.
3. С какой скоростью рекомендуется ехать для максимальной экономии топлива. — Текст: электронный // drive2.ru: [сайт]. — URL: <https://www.drive2.ru/l/288230376153185052/> (дата обращения: 01.05.2020).
4. Климентова А. А. Влияние стиля вождения на эксплуатацию автомобильного транспорта / А. А. Климентова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 15 (305). — С. 111–113
5. Ерохов В. И. Влияние дорожных факторов на выброс вредных веществ и расход топлива автотранспортными средствами / В. И. Ерохов, Е. В. Бондаренко. — Текст: непосредственный // Российский гуманитарный журнал. — 2005. — № 4. — С. 139–151.
6. Козлов В. В. Психологические правила безопасного вождения (эффективный способ профилактики ДТП). — М.: Компания «Автополис-плюс». 2005 г. — 64 с.

Методы усиления металлических конструкций уменьшением расчетной длины сжатых элементов

Колесников Владислав Дмитриевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье автор делает попытку структурировать способы усиления сжатых элементов металлических конструкций методом уменьшения расчётных длин.

Ключевые слова: усиление, расчётная длина, колонна, ферма.

Усиление — совокупность мероприятий, выполняемых с целью снижения уровня действующих напряжений в усиливаемых конструкциях.

Оно бывает:

- временным, применяемое во время монтажа и для конструкций, которые должны эксплуатироваться до их капитального усиления;
- аварийным (неотложным), применяемое в экстренных случаях;
- постоянным (капитальным), применяемое при усилении конструкций под нагрузкой;
- и перспективным, применяемым для конструкций, нагрузку на которые по истечению какого-то промежутка времени можно увеличить.

Усиление может выполняться:

- снижением действующих нагрузок (косвенное усиление или изменение условий эксплуатации);
- снижением действующих усилий (изменение конструктивной или расчётной схемы конструкции);

– повышением несущей способности существующих конструкций или их элементов:

- увеличение площади сечения;
- местное усиление;
- усиление соединений.

В современной практике строительства усиление стержневых элементов конструкций производится в основном **тремя методами:**

- увеличением поперечного сечения
- регулированием напряжений;
- уменьшением расчётной длины стержней.

Усиление уменьшением расчётной длины сжатых элементов является одним из самых распространённых способов усиления металлических конструкций, увеличивающим их устойчивость и повышающим несущую способность сжатых стержней на 10–30% [2, п. 6.5].

Этот метод усиления применяется:

- при усилении сжатых элементов решётчатых ригелей и сжатых стоек;

- когда непосредственное усиление усиливаемой конструкции не представляется возможным;
- если он экономически и конструктивно целесообразен в сравнении с другими методами усиления.

Присоединение деталей усиления к усиливаемой конструкции выполняется с помощью:

- сварки;
- на болтах класса точности А, В или высокопрочных.

Технология работ при усилении конструкций под нагрузкой должна обеспечивать минимально-возможное ослабление сечений усиливаемых элементов, которое может быть вызвано нагревом при сварке или рассверловкой дополнительных отверстий.

Если у усиливаемых конструкций отсутствуют данные о свариваемости стали, то для соединения элементов усиления сварку можно применять только после проведения оценки свариваемости. Кроме того, необходимо обратить внимание на правильный порядок сварки во избежание больших остаточных напряжений и разрыва усиливаемых или рядом расположенных элементов.

При присоединении элементов усиления на болтах необходимо вести работы с минимально-возможным ослаблением усиливаемого элемента. Поэтому каждое последующее отверстие необходимо сверлить только после установки болта в предыдущее.

Марку стали элементов усиления следует назначать с учётом качества стали усиливаемой конструкции. Применяемая для элементов усиления сталь не должна уступать по качеству металлу усиливаемых конструкций (по механическим свойствам, вязкости и свариваемости).

Уменьшение расчётной длины может быть необходимо:

- в плоскости усиливаемого конструктивного элемента;
- из плоскости.

При усилении конструкций методом уменьшения расчётных длин следует учитывать:

- действующие напряжения в элементах конструкции от существующей нагрузки (включение в работу усиливающих элементов возможно только после увеличения на усиливаемый элемент);
- восприятие усиливающими элементами в статически-определимых системах части действующей нагрузки;
- изменение расчётной схемы с внутренне статически-определимой на внутренне статически-неопределимую: в статически-неопределимых системах усилия распределяются в соответствии с жёсткостями элементов конструкции, вследствие чего при увеличении нагрузки в результате перераспределения усилий растянутые раскосы могут стать сжатыми.

Усиление стропильных ферм покрытия может потребоваться:

- при увеличении нагрузок от покрытия;
- при возрастании снеговой нагрузки;
- в связи с креплением к фермам нового технологического оборудования;
- в результате ослабления сечений элементов;
- в следствии механических или коррозионных повреждений в процессе эксплуатации.

Существует несколько основных приёмов уменьшения расчётной длины сжатых элементов **в плоскости ферм.**

1) Введение дополнительных элементов в конструкцию решётки фермы: раскосов и подвесок.

Данный приём позволяет усилить сжатые верхние пояса и раскосы ферм за счёт:

- снижения изгибающих моментов в поясах при их работе на местный изгиб;

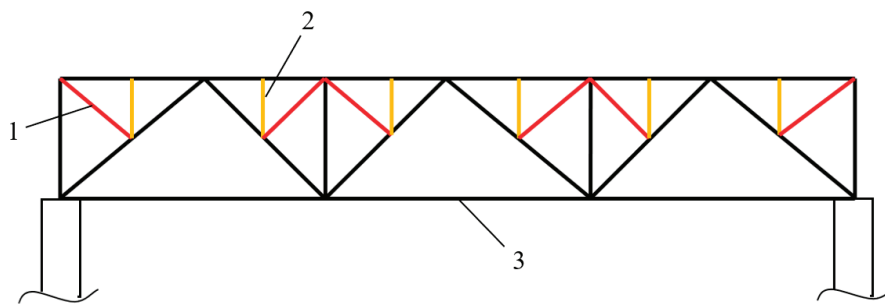


Рис. 1. Усиление сжатых поясов и раскосов: 1 — дополнительные раскосы, 2 — подвески, 3 — усиливаемая ферма

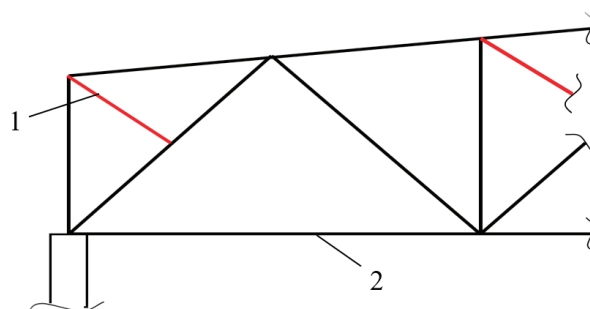


Рис. 2. Усиление сжатых раскосов: 1 — дополнительные раскосы, 2 — усиливаемая ферма

– уменьшения расчетные длины сжатых элементов (поясов, раскосов) повышая тем самым их несущую способность.

2) Монтаж дополнительных раскосов

Установка дополнительных раскосов снижает расчётную длину сжатых раскосов, увеличивая тем самым их несущую способность.

3) Устройство дополнительных стоек

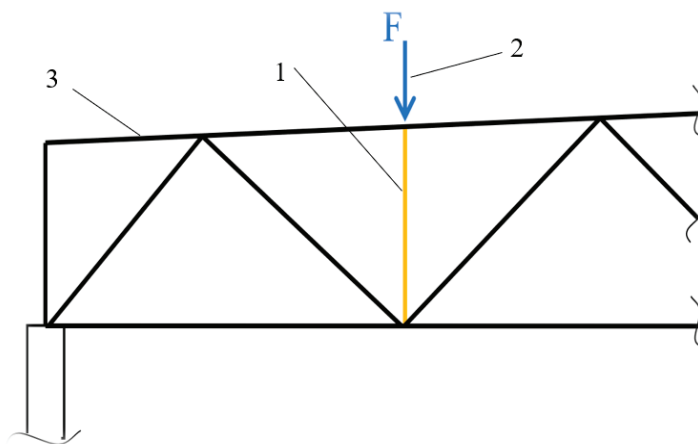


Рис. 3. Усиление сжатых верхних поясов: 1 — дополнительные раскосы, 2 — внеузловая нагрузка, 3 — усиливаемая ферма

Постановка дополнительных стоек позволяет усилить верхние сжатые пояса фермы за счёт:

– снижения изгибающих моментов, возникающих от действия внеузловой нагрузки;

– уменьшения расчетных длины сжатых поясов и следовательно повышения несущей способности

4) Установка дополнительных решёток: второй (а) или перекрёстных (б, в).

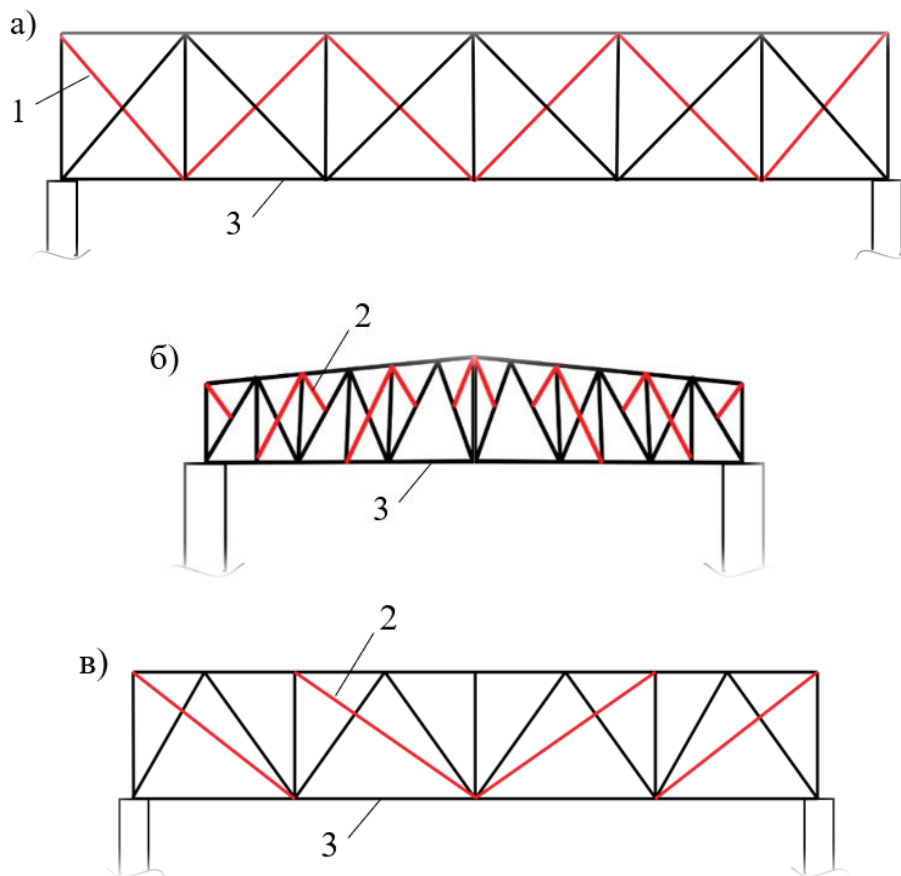


Рис. 4. а) ферма с дополнительной решёткой; б, в) фермы с перекрёстной решёткой; 1 — вторая решётка, 2 — перекрёстная решётка, 3 — усиливаемая ферма

Данный способ используется при значительном количестве повреждений применение которого увеличит несущую способность сжатых раскосов за счёт уменьшения их расчётных длин, но так же позволит:

- разгрузить элементы существующей решетки;
- повысить жесткость всей конструкции.

Однако, при данном усилении расчётная схема превращается из внутренне статически определимой системы во внутренне ста-

тически неопределимую систему, что следует учитывать на этапе проектирования вследствие особенности работы такого рода систем: вследствие увеличения нагрузки в результате перераспределения усилий растянутые раскосы становятся сжатыми.

Чтобы уменьшить расчётную длину **из плоскости** фермы:

1) в плоскости горизонтальных связей устанавливаются дополнительные распорки, ограничивающие расчётную длину верхних сжатых поясов (рис. 5);

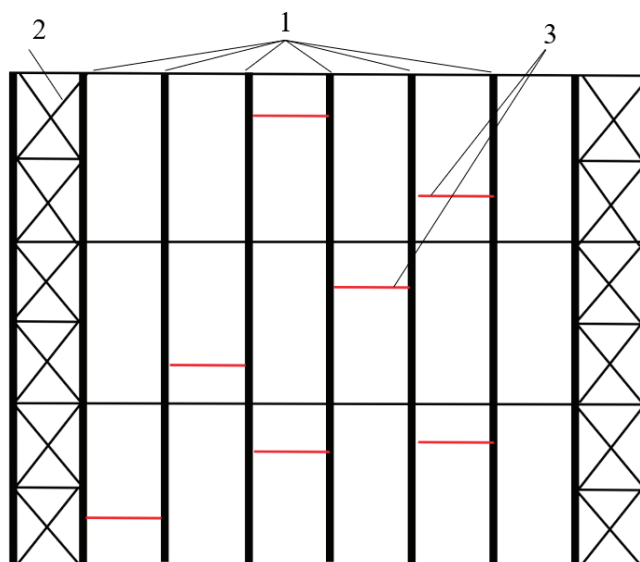


Рис. 5. Схема связей по верхним поясам:

1 — стропильные фермы, 2 — связи по верхнему поясу, 3 — дополнительные распорки

Такой вид усиления применяется при недостаточной несущей способности на сжатие или погнутости верхних поясов из плоскости фермы.

2) производится устройство предварительно-напряжённых шпренгельных систем, уменьшающих расчётную длину сжатых стоек (рис. 6).

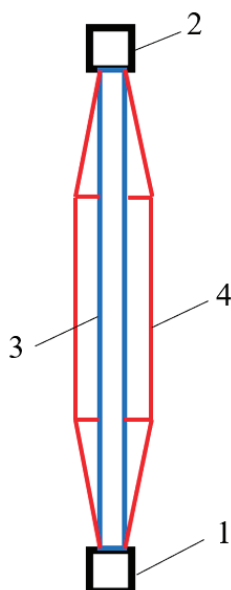


Рис. 6 — Усиление сжатых стоек фермы: 1 — нижний пояс фермы, 2 — сжатый пояс фермы; 3 — усиливаемая стойка, 4 — предварительно-напряжённая шпренгельная система

Усиление предварительно-напряжёнными шпренгелями имеет ряд преимуществ:

- возможность производить работы по усилению под полной эксплуатационной нагрузкой;
- снятие опасных напряжений в элементах конструкции (после включения в работу);
- уменьшение деформаций конструкций под полной эксплуатационной нагрузкой;
- уменьшение объёма сварочных работ по сравнению с усилением ненапряжёнными элементами;
- исключаются простои производства в действующих цехах или сооружениях во время работ.

Недостатком усиления шпренгелями является передача на усиливаемый сжатый элемент дополнительных сжимающих

напряжений от гибких предварительно-напряжённых элементов шпренгеля.

Основная цель усиления колонн — увеличение несущей способности на сжатие или снятие в них сжимающих напряжений.

Усиление колонн методом уменьшения расчётной длины в общем случае может быть достигнуто:

- постановкой дополнительных связей (распорок, решёток или шпренгелей);
- подкосов.

Для ограничения расчётной длины колонн **в плоскости** осуществляется:

- 1) устройство подкосов

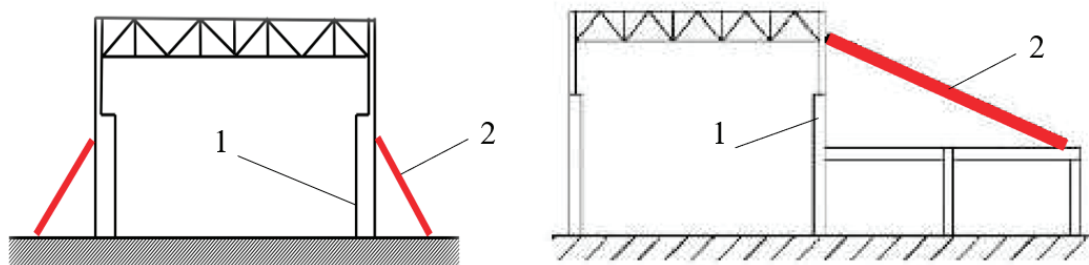


Рис. 7. Усиление колонн подкосами: 1 — усиливаемая колонна, 2 — подкос

- 2) усиление решётки с помощью введения дополнительных распорок

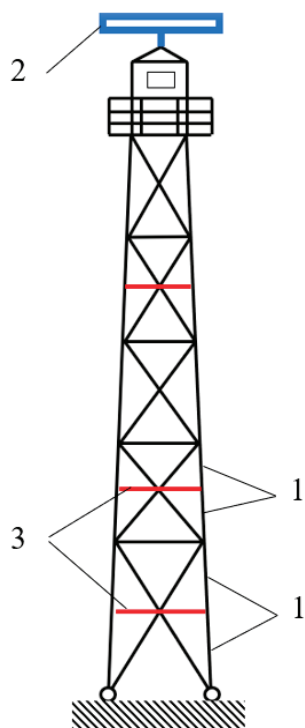


Рис. 8. Усиление решётки колонны: 1 — усиливаемые пояса колонны, 2 — новое оборудование, 3 — распорка

На рисунке 8 приведена вышка, которую следовало приспособить к установке нового оборудования 2. Коррозионные повреждения поясов вышки 1 привели к тому, что поперечные сечения образующих их угловых профилей стали недостаточными для новых условий эксплуатации. В конструкцию были введены дополнительные горизонтальные стержни 3, позволившие уменьшить расчетные длины панелей поясов и в резуль-

тате повысить нагрузку на сооружение без изменения сечений поясов. В рассмотренном случае введение дополнительных стержней в решетку не вызвало превращения расчётной схемы во внутренне статически неопределимую систему [5].

Для уменьшения расчётной длины сжатых колонн **в плоскости** производится:

- 1) постановка дополнительных связей — распорок

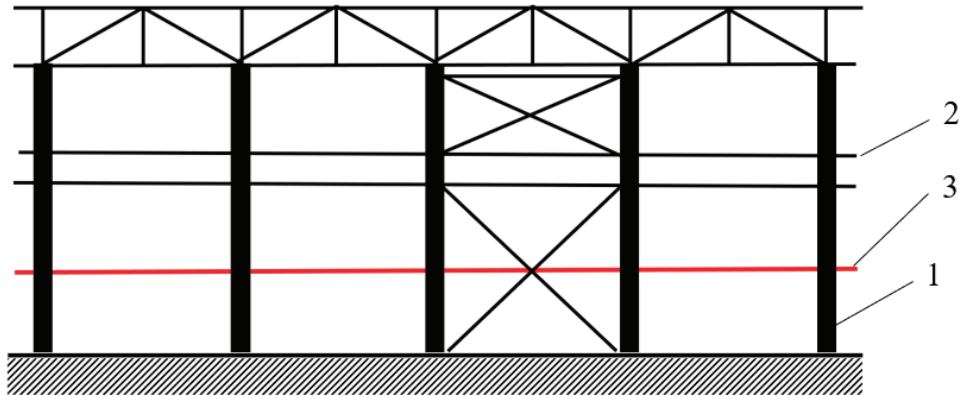


Рис. 9. Усиление колонн с помощью введения в систему продольных связей по колоннам дополнительных распорок: 1 — усиливаемая колонна, 2 — продольные связи по колоннам, 3 — дополнительная распорка

- 2) устройство предварительно-напряжённых шпренгелей

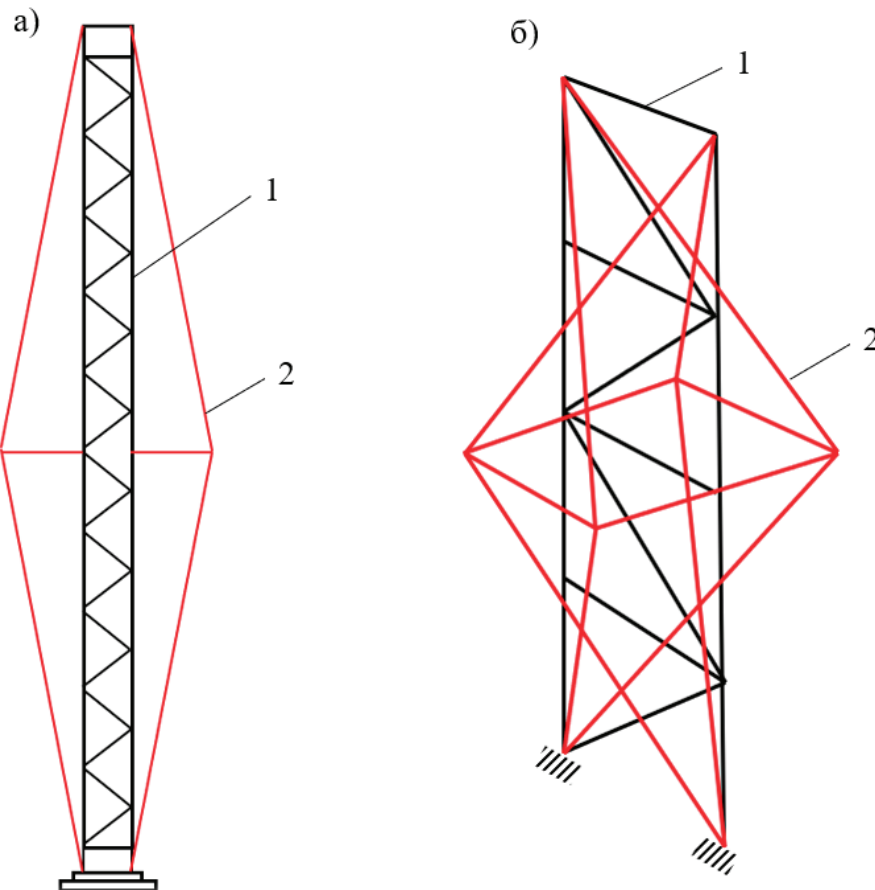


Рис. 10. Усиление стоек: а) в плоскости, б) в пространстве 1 — усиливаемая стойка, 2 — шпренгельная система

Однако, необходимо учитывать, что включение в работу усиливающих элементов возможно только после увеличения нагрузки на элементы, подверженные усилению.

Усиление под нагрузкой (без частичной разгрузки) возможно, если напряжение в элементе или соединении не превышает $0,8 \cdot R$ (для сжатых стержней напряжения вычисляют с помощью коэффициента η). В большинстве случаев оказывается возможным выполнить усиление, не разгружая кон-

струкции от постоянной нагрузки, так как доля кратковременных нагрузок обычно больше 20%.

Однако, если произвести усиление под полной нагрузкой невозможно, производится разгрузка усиливаемых конструкций. К простым **способами разгрузки** эксплуатируемых конструкций относится [6]:

- 1) снятие временных нагрузок (очистка от снега, пыли, полезных нагрузок от оборудования и материалов);
- 2) установка временных стоек для ферм и колонн.

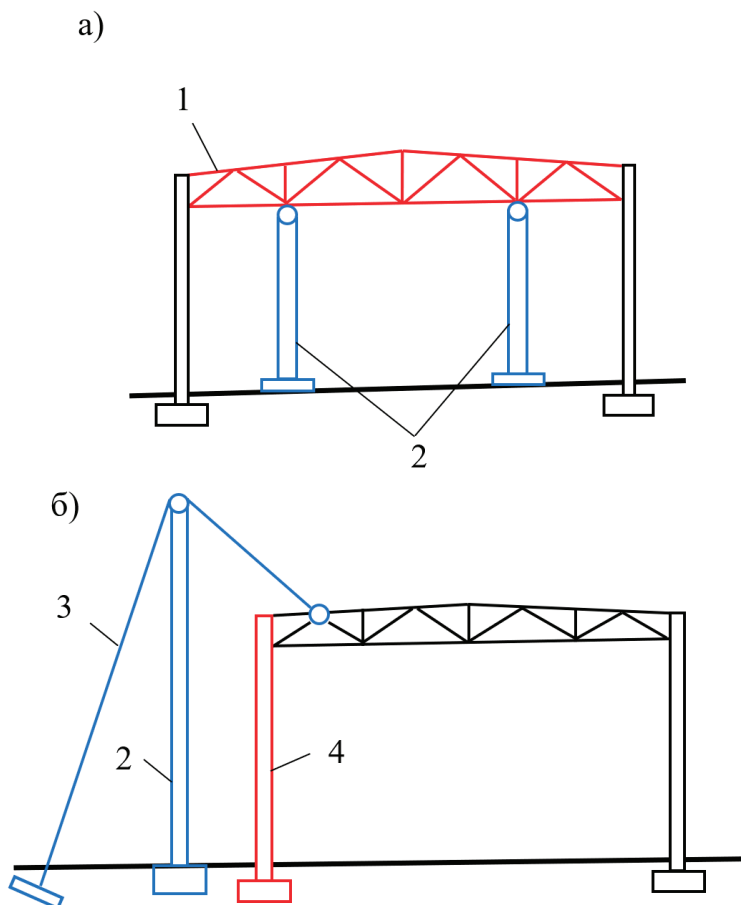


Рис. 11. Примеры способов разгрузки во время усиления: а) ферм, б) колонн: 1 — разгружаемая ферма, 2 — временные стойки, 3 — оттяжка, 4 — разгружаемая колонна

Простейший способ разгрузки стропильных ферм это установка временных стоек, расположенных внутри здания и опирающихся на временные фундаменты. Верх стоек снабжается домкратами или приспособлениями, позволяющими приподнять нижние узлы фермы и тем самым частично разгрузить ферму.

Разгрузка колонн возможна с помощью стоек, установленных вне здания. Оттяжка позволяет приподнять верхние узлы фермы и передать часть нагрузки на временную стойку частично разгрузив колонну.

Литература:

1. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*.— Введ. 28.08.2017.— М.: Минстрой России, 2017.— 148 с.
2. Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП II-23-81*) / ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР.— М.: ОАО «ЦПП», 2008.
3. Бельский М. Р., Лебедев А. И. Усиление стальных конструкций. Киев: Будівельник, 1981. 120 с.
4. Ребров И. С. Усиление стержневых металлических конструкций. Проектирование и расчет. Л.: Стройиздат, 1988. 288 с.

5. Плевков, В. С. Оценка технического состояния, восстановление и усиление строительных конструкций инженерных сооружений: учебное пособие / В. С. Плевков, А. И. Мальганов, И. В. Балдин; под ред. В. С. Плевкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2014. — 326 с.
6. Металлические конструкции. Общий курс: учебник для вузов/ Е. И. Беленя, В. А. Балдин, Г. С. Ведеников и др.; Под общ. Ред. Е. И. Беленя — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1986. — 560 с.

Актуальность перевода реализации отключения нагрузки по командам автоматической частотной разгрузки на напряжение 0,4 кВ

Кудряшов Руслан Аполлонович, кандидат технических наук, доцент;
Романов Александр Сергеевич, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

В статье рассмотрен способ селективного отключения нагрузки на напряжении 0,4 кВ по командам АЧР с учетом степени ответственности потребителей, что позволяет минимизировать ущерб при отключении. Описаны преимущества данного метода, а также изложены рекомендации по минимизации затрат на реализацию предложенного варианта.

Ключевые слова: автоматическая частотная разгрузка, Smart Grid, EnegridNet, программно-технический комплекс, автоматическая система коммерческого учета электроэнергии.

Устройство автоматической частотной разгрузки непосредственно у потребителей было рассмотрено еще в 70-х годах прошлого века. Однако в данный момент возникла необходимость в постепенной практической реализации отключения нагрузки в узлах нагрузки [4].

Согласно росту важности отдельных потребителей, перевод балансирующих отключений на напряжение 0,4 кВ в соответствии с ПУЭ будет содействовать осуществлению дополнительных потребностей со стороны более точного учета энергозависимости инфраструктуры, исходя из увеличения требований безопасности, коммерческих факторов и социальной значимости. В текущем разделе рассмотрим решение задачи осуществления команд очередей АЧР и последующего частотного автоматического повторного включения (ЧАПВ) на напряжении 0,4 кВ. Особенность адаптации систем электроснабжения и РЗА к запросам потребителей предусмотрена в НТД [12] и отвечает современным тенденциям [2]. Приоритетная задача объединения сетевых компаний в ПАО «Россети» — это поддержание качества и устойчивости электроснабжения потребителей при обеспечении эффективности операционной финансово-хозяйственной деятельности [1]. Задача перевода отключения нагрузки при работе АЧР является значимой вследствие возрастания роли потребителей и устройством активно адаптивных электроинформационных «умных» сетей (EnergyNet, Smart Grid и т.д.). Известны устройства циркуляционного телеотключения (ЦТО), осуществляющие передачу кодированных сигналов на отключение к местам базирования телеприемников по сети высокого напряжения [3]. Впрочем, установка аппаратуры телеуправления в сетях 0,4 кВ и ее эксплуатация представляется экономически весьма затратно.

Иные способы и средства представлены ниже.

Целесообразно, к примеру, использование передачи команд АЧР напрямую от распределительной сети 10 кВ (по силовым

воздушным и кабельным линиям) на напряжение 0,4 кВ методом кратковременной коммутации питающего напряжения силовыми выключателями со стороны центров питания. Вследствие падения частоты команда от системы АЧР на отключение нагрузки 0,4 кВ передается в сеть в виде короткого прерывания рабочего напряжения на значение заданной продолжительности посредством выключения и последующего включения выключателя фидера 10 кВ. Аналогичная система представлена НИУ МЭИ для САОН энергосистемы с собственным источником. Для бесперебойной части нагрузки для каждого фидера рекомендуется резервировать 10–20% мощности. Количество вовлеченных под отключение фидеров возрастает на 10–20%, но при выборе данного метода общее отключение сменяется на ограниченное, при этом наиболее важная группа потребителей остается в работе. Отключения на напряжении 10 кВ в случае отсутствия приоритетной нагрузки производятся в существующем порядке. Сигнал ЧАПВ для повторного подключения потребителей рассчитывается подать от системы АЧР через устройство сбора и передачи данных (УСПД) в ПТК (программно-технический комплекс) системы автоматического коммерческого учета электроэнергии АСКУЭ. Исходя из этого, новая цепь вторичной коммутации на ПС будет являться единственной от системы АЧР до ПТК АСКУЭ. Прерывание подачи напряжения установленной продолжительности в сети 10/0,4 кВ улавливается счетчиками учета электроэнергии, входящих в АСКУЭ, и предварительно заданная часть потребителей 0,4 кВ отключается. При этом определенное количество приоритетных потребителей остается в работе, что является целью описываемого метода. Рассмотренное распределение устройств позволяет сохранить текущие решения по проектированию и эксплуатации АЧР, осуществимость контроля, а также ответственности со стороны энергосистемы за уставки [5].

Контроль за отключаемым электроприемником 0,4 кВ ведется с использованием контактов индивидуальных счетчиков учета электроэнергии. Отсутствие полного отключения фидера 10 Кв, заменяемое на частичное ограничение нагрузки с возможностью сохранения питания приоритетных электроприемников, есть основная идея рассматриваемого предложения. Количественное значение доли неотключаемой нагрузки 0,4 кВ предполагается предусматривать в объеме, например, 10–20% от исходной нагрузки фидера 10 кВ. Внедрение предложенной к рассмотрению идеи рационально в последовательном варианте, поочередно к каждому фидеру, при поэтапной реализации растущих требований потребителей. Прежде всего предложение рекомендуется к рассмотрению в районах с длительным дефицитом активной мощности глубоким снижением частоты. Сокращение расходов на реализацию предложения достигается исходя из ин-

теграции уже существующих программно-технических комплексов АСКУЭ и РЗА с эксплуатацией микропроцессорных счетчиков 0,4 кВ, имеющих контакт (рис. 1). Схема включения контактов счётчиков предусматривается в двух вариантах: напрямую в силовую цепь нагрузки 0,4 кВ и в цепь управления приводом автоматического выключателя 0,4 кВ. В рассмотренной структурной схеме (рис. 1., счетчик серии NP73, изготовитель ООО «Матрица») находится два контакта управления. Первый контакт совершает прямое отключение нагрузки счетчиком, второй контакт, относящийся к экстра-реле может переключать цепи управления во внешней сети. По данным изготовителей, если выходная цепь от счетчика имеет устройства защитного отключения (УЗО), вследствие создания тока утечки через второй контакт можно произвести отключение нагрузки даже при условии отсутствия управляющего коммутационного аппарата.

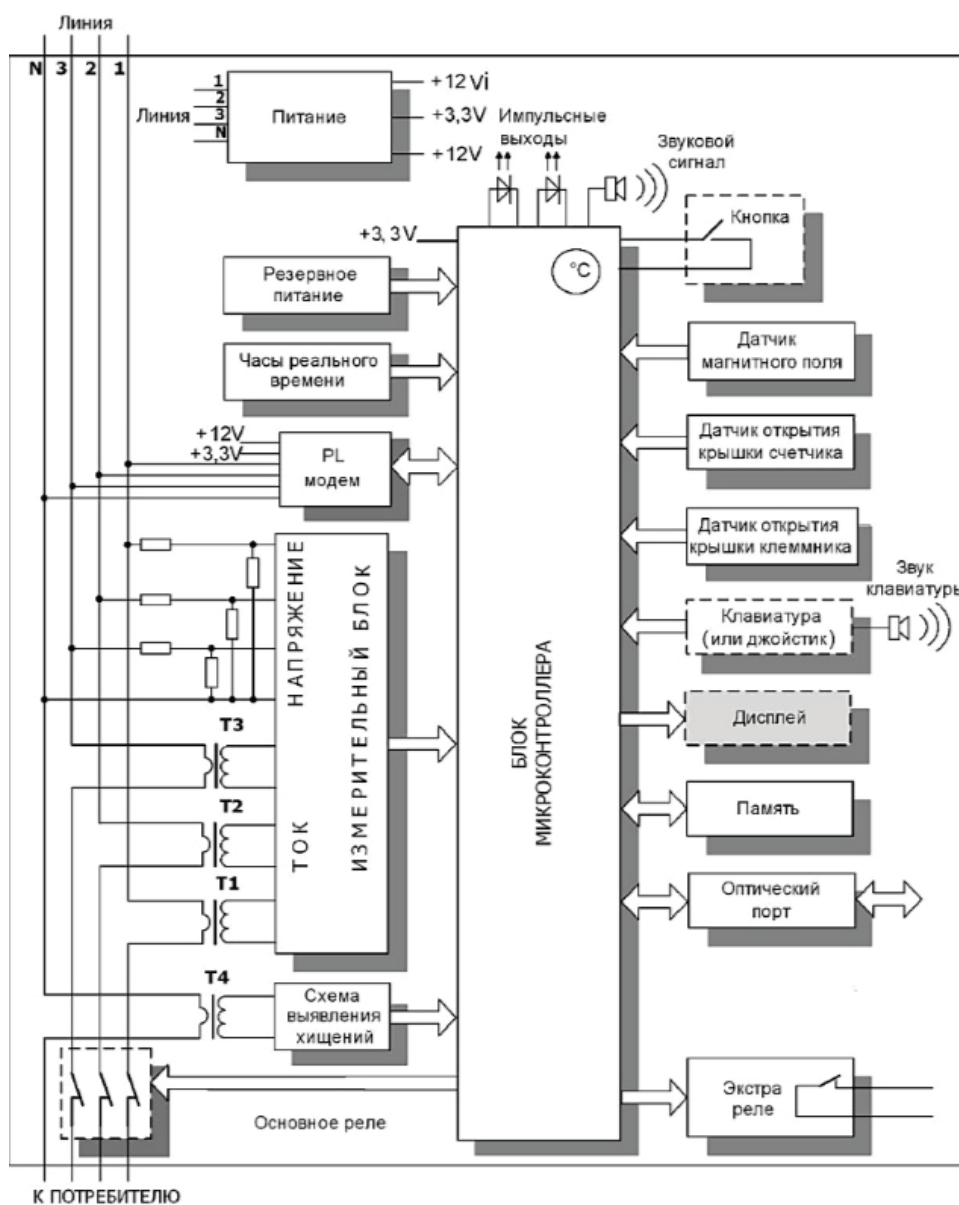


Рис. 1. Структурная схема современного счетчика электроэнергии на примере микропроцессорного счетчика электроэнергии серии NP73, (ООО «Матрица»)

Осуществление представленного варианта предполагает не только одно дополнительное проводное соединение на подстанции центра питания (ЦП) для выполнения функции ЧАПВ, но и обновлению программного обеспечения отдельных элементов ПТК АСКУЭ и РЗА.

Обобщая всё вышесказанное, можно сделать вывод о том, что способ передачи в сеть 0,4 кВ команды АЧР без использования дополнительных технических средств имеет практическую значимость, заключающуюся в повышении надёжности электроснабжения ответственных потребителей.

Литература:

1. Арцишевский Я. Л., Гиёев Б. М. Методика выбора параметров противоаварийных команд на отключение потребителей в сетях 0,4 кВ // Вестник Московского энергетического института. 2018 № 3 С. 32–40
2. Арцишевский Я. Л., Гиёев Б. М. Требования к устройствам автоматической частотной разгрузки на напряжение 0,4 кВ // VII международная научно-техническая конференция «Электроэнергетика глазами молодежи — 2016». Казань, 19–23-сентября 2017 г. С. 309
3. Гиёев Б. М., Арцишевский Я. Л. Реализация управляющих воздействий АЧР на напряжение 0,4 кВ // Международная научно-техническая конференция и выставка «Релейная защита и автоматика энергосистем 2017». Санкт-Петербург, 28 апреля 2017 г. С. 1186

Организация труда водителей грузовых автомобилей

Мананникова Анна Андреевна, студент

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

В данной статье автор разбирает нормативы по организации труда и отдыха водителей грузовых автомобилей, а также контроль за соблюдением данных нормативов.

Ключевые слова: автомобиль, водитель, груз, перевозка, контроль.

Основным условием высокой производительности работы водителей грузовых автомобилей является рациональная организация транспортного процесса, который обеспечивает выполнение главной задачи автомобильного транспорта — перевозку грузов.

Основными задачами организации труда водителей грузовых автомобилей являются:

1. Сохранность груза.
2. Согласованная работа автотранспортного средства.
3. Полное использование нормы рабочего времени за учетный период.
4. Соблюдение продолжительности рабочего дня, расписания перерывов для отдыха и приемов пищи. [1]

Состав рабочего времени водителя грузового автомобиля включает в себя:

1. Время в движении
2. Время остановок для кратковременного отдыха водителя.
3. Время простоя на конечных пунктах маршрута.
4. Время на подготовительные работы перед выездом на линию и после возвращения.
5. Время на проведение медицинских осмотров до и после ездки.
6. Время простоя в погрузочно-разгрузочных пунктах.
7. Время на работы по устранению неисправностей, возникших в процессе эксплуатации. [2]

Режим труда и отдыха водителей грузовых автомобилей устанавливают в соответствии с Положением об особенно-

стях рабочего времени и время отдыха водителей автомобилей, утвержденным Приказом Минтранса России от 20 августа 2004 г. № 15 и зарегистрированным Минюстом России 1 ноября 2004 г. (регистрационный номер 6094).

Действия этого Положения распространяется на водителей, работающих по трудовому договору на автомобилях, принадлежавших зарегистрированным лицам на территории Российской Федерации. [3]

Организация режимов труда и отдыха водителей грузовых автомобилей:

1. Продолжительность рабочего времени должна быть не более 40 часов в неделю.
2. Для водителей, работающих по графику 5/2 продолжительность рабочего дня не должна превышать 8 часов, а для тех, кто работает по графику 6/1–7 часов.
3. Если пребывание водителем в рейсе предполагает более 12 часов, то в рейс направляются 2 водителя. В таком случае автомобиль должен быть оборудован спальным местом для отдыха. В ином случае работа запрещена.
4. Возможно применение сверхурочных часов, но только в порядке, предусмотренном ст. 99 Трудового кодекса Российской Федерации: сверхурочные работы не должны превышать 4 часов за 2 суток и 120 часов в год.
5. При сменном графике работы допускается увеличение рабочей смены до 10 часов, но только 2 раза в неделю. При этом суммарное рабочее время за 2 дня не должно превышать 90 часов.

6. При междугородных перевозках после трехчасового непрерывного управления транспортным средством предоставляется отдых не менее 15 минут, а затем перерывы предусматриваются каждые 2 часа. [3]

Любое автотранспортное предприятие, занимающееся не только грузовыми, но и пассажирскими перевозками, встречается с таким устройством, как тахограф.

Тахограф — механизм, главной задачей которого является отслеживать режим труда и отдыха водителя транспортного средства, однако контроль режима и отдыха водителя не единственная функция тахографа. Также устройство записывает информацию о движении автомобиля.

Тахограф обязательно должен отвечать всем юридическим требованиям, только тогда он может быть использован по назначению.

Юридические требования установлены с целью непрерывной и некорректируемой регистрации информации о движении транспортного средства.

Согласно требованиям, кроме тахографа транспортное средство должно содержать следующие элементы:

1. Карты водителя тахографа — некие карты, которые выполняют роль электронного ключа, на котором хранятся персональные данные водителя и сведения о графике работы.
2. Датчик движения.
3. Антенна для приема сигналов глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS.
4. Антенна для приема и передачи сигналов GSM/GPRS.

Информация, считанная с тахографа, не может быть изменена, поэтому устройство может быть использовано в качестве доказательств при решении спорных вопросов, в том числе и в судебном порядке. [4]

Литература:

1. Регламентация труда водителей грузового автомобиля. [Электронный ресурс] // Информационный портал URL: <https://hrportal.ru/article/reglamentaciya-truda-voditelya-gruzovogo-avtomobilya>. (Дата обращения 11.03.2020).
2. Организация труда водителей. [Электронный ресурс] // Информационный портал URL: <http://mognovse.ru/iei-organizaciya-truda-voditelej.html>. (Дата обращения 11.03.2020).
3. Положение об особенностях рабочего времени и время отдыха водителей автомобилей, утвержденное Приказом Минтранса России от 20 августа 2004 г. № 15 и зарегистрированное Минюстом России 1 ноября 2004 г. (регистрационный номер 6094).
4. Тахограф: что это, принцип работы, виды, применение и штрафы. [Электронный ресурс] // Информационный портал URL: <http://eraglonass.ru/chto-takoe-tahograf-i-komu-on-nuzhen/>. (Дата обращения 11.03.2020).

Технология овощных чипсов, полученных с использованием инфракрасной сушки

Мартыанова Виктория Сергеевна, студент;
Рахимова Юлия Александровна, студент;
Четыркина Елена Владимировна, студент
Московский государственный университет пищевых производств

В данной статье рассматривается целесообразность использования различных овощей (свеклы, моркови, репы) в качестве сырья для производства овощных чипсов и возможность использования инфракрасной сушки для их производства. Представлена разработанная технологическая схема для производства овощных чипсов с использованием сушки инфракрасным методом, а также приведена органолептическая оценка таких чипсов, полученных в лабораторных условиях.

Ключевые слова: овощные чипсы, инфракрасная сушка, свёкла, морковь, репа.

В качестве сырья для производства овощных чипсов могут быть использованы любые овощи. В настоящее время на овощеперерабатывающих предприятиях из корнеплодов столовой свеклы и моркови производят в основном нектары и красители. В связи с этим технология производства чипсов из столовой свеклы и моркови представляет особый интерес. Еще больший интерес представляет технология производства чипсов из репы, в связи с тем, что этот овощ в России практически не перерабатывается. Но производство чипсов из свеклы, моркови обосновано еще и пищевой ценностью выбранного сырья.

Так, например, свекла является ценным и полезным для здоровья корнеплодом — содержит большое количество полезных питательных веществ: витамины группы В, РР, С, А, фолиевую кислоту, бетаин и биофлавоноиды. В свекле много минеральных веществ: калий, магний, кальций, железо, медь, йод [2].

Морковь, в свою очередь, содержит множество полезных веществ: это сахара, азотистые вещества, растительные масла, минеральные соли, витамины (С, РР, группы В, провитамин А, пантотеновая и фолиевая кислоты). Из биологически активных веществ в моркови содержатся аспарагин, флавоноиды,

амилаза, протеаза, липаза, каталаза, фитофлуен, ликопин, умбеллиферон, инвертаза, пероксидаза [2].

Репу часто сравнивают с картофелем, однако в ней не содержится крахмала, и поэтому она отличается меньшей калорийностью. В репе содержится большое количество витаминов группы В, РР, А, С, а также провитамин А и соли фолиевой кислоты. Кроме того, она богата минеральными элементами: калием, кальцием и фосфором, магнием, железом, серой. В небольшом количестве в ней присутствуют йод и марганец [2].

Одна из важнейших причин широкого применения сушеных плодов и овощей — повышенная энергетическая ценность, которая в среднем в 6 раз превосходит исходное сырье. Это связано с высоким содержанием в сушеных овощах сухих веществ (в среднем 82%), сахаров (66%) и белков (5%). Сушеные

овощи имеют в своем составе разнообразный перечень микроэлементов, минеральных веществ и витаминов [3]. Кроме того, сухие овощи и фрукты, высушенные в условиях низких температур (ниже 65–70°С), являются кладовой витаминов и минеральных веществ, пищевых волокон и таких компонентов как пектин и каротин [4].

Наиболее перспективным в настоящее время является инфракрасный метод сушки. На него требуется меньше энергозатрат, за счет сокращения времени сушки. При инфракрасной сушке сохраняется до 90% исходных свойств продукта, что положительно сказывается на пищевой ценности готового продукта. [1]

На рисунке 1 приведена технологическая схема производства овощных чипсов из свеклы, моркови и репы с использованием сушки инфракрасным методом.

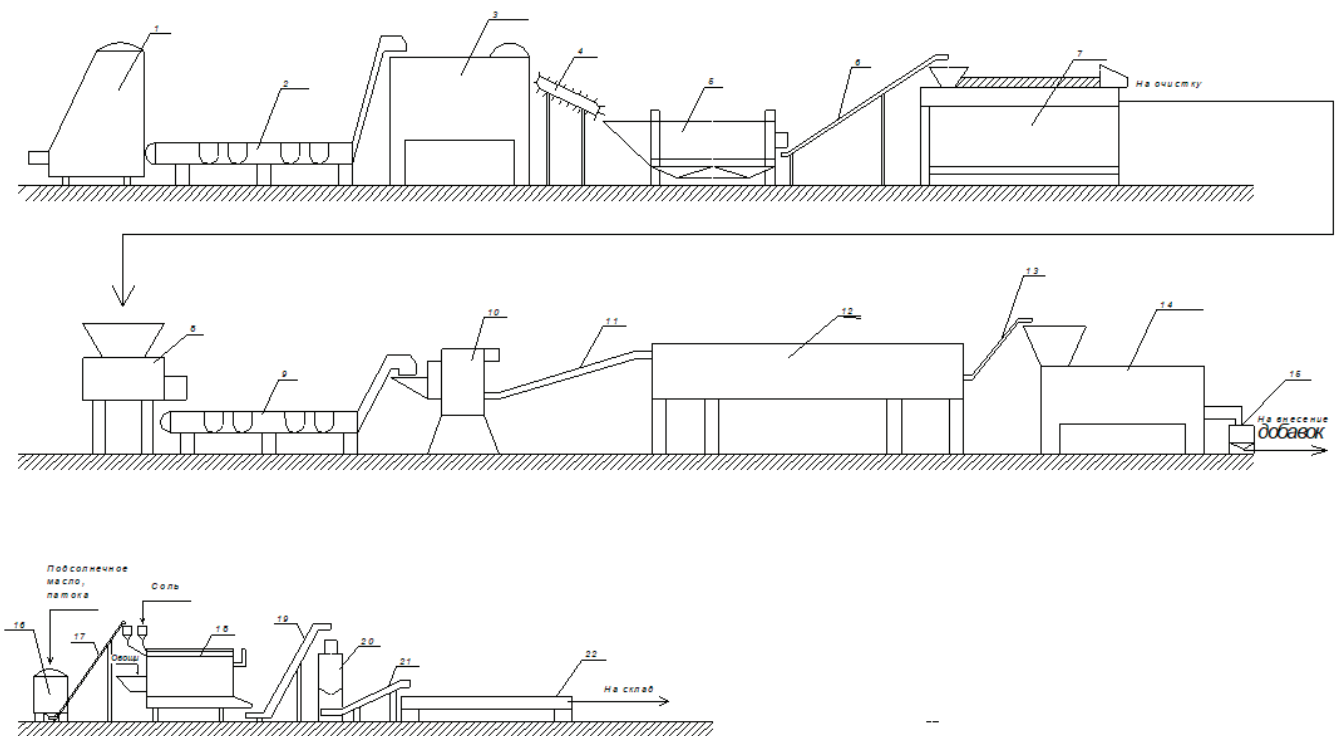


Рис. 1. Схема технологической линии по производству овощных чипсов

Корнеплоды поступают в цех в контейнерах на электрокарах. Поступившие в цех контейнеры с сырьем загружаются в контейнероопрокидыватель 1. Оттуда корнеплоды попадают на операцию инспекции на роликовом конвейере 2. Корнеплоды, прошедшие инспекцию, поступают в калиброватель 3, где корнеплоды калибруются по размерам на три фракции. Отобранное сырье направляют в барабанную моечную машину 5. У мытых корнеплодов обрезают концы на машине 7, а затем их подвергают очистке абразивно-корундовым способом на машине 8. Очищенные овощи направляют на инспекционный конвейер 9 для доочистки и повторной инспекции. После инспекции плоды режут на овощерезке 10 на ломтики толщиной 2 мм. Затем ломтики бланшируют в тонком слое паром на бланширователе 12. Подготовленные к сушке овощи направляют в барабанную инфракрасную сушилку 15, где сырье подвергается трем стадиям инфракрасной сушки и конвективной досушке.

Параллельно с этими операциями в смесительную машину для вязких материалов 16 подается подсолнечное масло и патока для их смешивания и получения однородной вкусовой добавки. Соль, поступившая на производство, сразу направляется в бункер дозатора дражировочной машины 18, куда также подается однородная смесь масла и патоки, высушенные овощи. В этом аппарате овощи опрыскиваются маслом и патокой и посыпаются солью. В третьей секции данного аппарата происходит обдувка продукта воздухом, что обеспечивает подсушивание добавок на поверхности. После этого готовый продукт ковшовым транспортером подается в упаковочную машину 20, где фасуется и упаковывается в пакеты флоу-пак, которые в дальнейшем на сортировочном столе упаковываются в гофрокороб.

Возможность сушки свеклы и моркови инфракрасным методом была проверена в лабораторных условиях. В ходе проведения испытаний ломтики моркови и свеклы предварительно

бланшировались на водяной бане в течение 5 минут, а затем подвергались сушке инфракрасным способом в течение 5 минут 30 секунд и 5 минут 41 секунд соответственно. После чего их досушивали в сушильном шкафу конвективным методом до влажности 5%. В результате был получен продукт хрупкой консистенции, соответствующей чипсам. Овощи не потеряли свой цвет, ломтики моркови остались оранжевыми, свеклы — бор-

довыми. Вкус высушенных овощей близок ко вкусу свежих свеклы и моркови.

Таким образом, производство сушеных овощных чипсов по данной технологической схеме решает проблему расширения ассортимента продуктов длительного хранения из овощей и позволяет получить продукт с сохранением питательных свойств до 90%.

Литература:

1. Алтухов, И. В. Технология получения концентрированных сахаросодержащих продуктов с использованием инфракрасной обработки и сушки корнеклубнеплодов / И. В. Алтухов, Н. В. Цугленок. — Иркутск: изд-во Иркутского нац исслед техн университета, 2018. — 155 с. — Текст: непосредственный.
2. Вечерина Е. Ю.: Картофель, морковь, свекла и другие корнеплоды. — Москва: Эксмо, 2013. — 222с. — Текст: непосредственный.
3. Королёв, А. А. Разработка технологии производства плодоовощных чипсов: специальность 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Королёв, Алексей Александрович; Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского. — Москва, 2013. — 131 с. — Текст: непосредственный.
4. Невалённая, А. А. Формирование и оценка потребительских свойств картофельных чипсов с использованием пребиотического вещества: специальность 05.18.15 «Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Невалённая Анастасия Александровна; Кубанский Государственный технологический университет. — Краснодар, 2019. — 142 с. — Текст: непосредственный.

Использование сахарозаменителей и интенсивных подсластителей в производстве пищевых концентратов киселей

Морозова Стелла Сергеевна, студент магистратуры;
Бакуменко Олеся Евгеньевна, доктор технических наук, профессор;
Тарасова Вероника Владимировна, кандидат технических наук, доцент
Московский государственный университет пищевых производств

По данным «Основ государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года» питание большинства взрослого населения не соответствует принципам здорового питания из-за потребления пищевых продуктов, содержащих большое количество жира животного происхождения и простых углеводов, недостатка в рационе овощей и фруктов, рыбы и морепродуктов, что приводит к росту избыточной массы тела и ожирению, распространенность которых за последние 8–9 лет возросла с 19 до 23 процентов, увеличивая риск развития сахарного диабета, заболеваний сердечно-сосудистой системы и других заболеваний. Разработка технологии концентратов киселей с внесением природных сахарозаменителей позволит разработать изделия с пониженным содержанием сахара и, следовательно, снизить калорийности киселей в результате замены сахара в рецептуре на натуральные либо синтетические подсластители, с сохранением или улучшением потребительских свойств.

Ключевые слова: кисели, концентрат киселя, сахарозаменитель, снижение сахара, калорийность, ксилит, манит, стевия.

The use of sweeteners and intense sweeteners in the production of jelly food concentrates

Морозова Стелла Сергеевна, студент магистратуры;
Бакуменко Олеся Евгеньевна, доктор технических наук, профессор;
Тарасова Вероника Владимировна, кандидат технических наук, доцент
Московский государственный университет пищевых производств

According to the «Fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the field of healthy nutrition for the period until 2020», the majority of adults do not meet the principles of healthy eating because of the consumption of foods containing a large amount of animal fat and

simple carbohydrates, a lack of vegetables and fruits, fish and seafood, which leads to an increase in overweight and obesity, the prevalence of which over the past 8 to 9 years has increased from 19 to 23 percent, increasing the risk of tions of diabetes, cardiovascular diseases and other diseases. The development of technology for kissel concentrates with the introduction of natural sweeteners will allow us to develop products with a low sugar content and, therefore, reduce the calorie content of kissels as a result of replacing sugar in the recipe with natural or synthetic sweeteners, while maintaining or improving consumer properties.

Keywords: *jelly, jelly concentrate, sweetener, sugar reduction, calorie content, xylitol, beckons, stevia.*

По данным эпидемиологического исследования с каждым годом увеличивается число людей с такими заболеваниями, как кариес, диабет, атеросклероз, ожирение и др. Научно доказано, что одной из причин такого подъёма перечисленных заболеваний является избыточное содержание сахара в рационе людей. Анализ отечественного рынка свидетельствует, что в питании различных возрастных категорий людей в большом количестве присутствуют безалкогольные сладкие газированные напитки, восстановленные соки, в которых содержится большое количество сахара. Альтернативой этих пищевых продуктов могут послужить многокомпонентные сухие смеси для киселей с пониженным содержанием сахара, отличающиеся высокой концентрацией питательных веществ при малом объеме и массе, с длительным сроком хранения и, практически, не требующие времени для приготовления, что является большим плюсом в современном ритме жизни человека. Причина выбора именно этой категории продуктов является то, что кисели являются традиционным блюдом русской национальной кухни и широко используются в диетическом и лечебном питании всех возрастных групп населения [1–4].

Научное решение проблемы создания пищевых концентратов с пониженным содержанием сахара базируется на современных знаниях в области пищевой химии и пищевых производств. [5–9].

Актуальной проблемой является рост числа больных с диагнозом ожирение, ведущим фактором, в развитии которого является алиментарный дисбаланс, который обусловлен избыточной калорийностью пищи, главным образом, за счет чрезмерного употребления жиров животного происхождения и простых углеводов в сочетании с нарушением режима питания [7, 9, 10].

Также с каждым годом российским гражданам всё чаще стали диагностировать такие заболевания как кариес, диабет, атеросклероз. У большинства людей в рационе присутствует избыточное количество простых углеводов, а именно сахара [9].

Исходя из вышеизложенного, целью работы явилась разработка технологии концентратов киселей с пониженным содержанием сахара и, следовательно, снижение калорийности киселей в результате замены сахара в рецептуре на натуральные либо синтетические сахарозаменители или подсластители, с сохранением или улучшением потребительских свойств.

Задачи исследования:

- анализ природных и синтетических сахарозаменителей и интенсивных подсластителей
- влияние сахарозаменителей и интенсивных подсластителей на потребительские свойства готового продукта
- научное обоснование выбора сахарозаменителей и интенсивных подсластителей в рецептуре концентратов киселей с пониженным содержанием сахара.

Актуальной проблемой является рост числа больных с диагнозом ожирение, ведущим фактором, в развитии которого является алиментарный дисбаланс, который обусловлен избыточной калорийностью пищи, главным образом, за счет чрезмерного употребления жиров животного происхождения и простых углеводов в сочетании с нарушением режима питания [7, 9, 10].

Также с каждым годом российским гражданам всё чаще стали диагностировать такие заболевания как кариес, диабет, атеросклероз. У большинства людей в рационе присутствует избыточное количество простых углеводов, а именно сахара [9].

Исходя из вышеизложенного, **целью работы** явилась разработка технологии концентратов киселей с пониженным содержанием сахара и, следовательно, снижение калорийности киселей в результате замены сахара в рецептуре на натуральные либо синтетические сахарозаменители или подсластители, с сохранением или улучшением потребительских свойств.

Задачи исследования:

- анализ природных и синтетических сахарозаменителей и интенсивных подсластителей
- влияние сахарозаменителей и интенсивных подсластителей на потребительские свойства готового продукта
- научное обоснование выбора сахарозаменителей и интенсивных подсластителей в рецептуре концентратов киселей с пониженным содержанием сахара
- разработка рецептуры концентратов киселей с использованием природных сахарозаменителей и интенсивных подсластителей.

Методы исследования. В работе использовали общепринятые химические, физико-химические, органолептические методы исследования сырья и готовой продукции.

Достоверность полученных результатов подтверждена тематической обработкой результатов экспериментов.

Очевидно, что при конструировании продуктов необходимо стремиться и к максимальной сбалансированности пищевых компонентов, согласно концепции здорового питания.

При подборе соотношения компонентов сырья основными критериями служили химический состав, пищевая ценность сырья и высокая органолептическая оценка готовых киселей.

В исследованиях проводили анализ современных сахарозаменителей и интенсивных подсластителей, разрешенных на территории Российской Федерации. (табл. 1)

Области применения сахарозаменителей: заменители сахара, производство жевательной резинки, кондитерская промышленность, производство хлебобулочных изделий, продукты переработки фруктов. Интенсивные подсластители в десятки или тысячи раз слаще сахарозы. $K_{сн}$ — 30–3500. Обладают крайне малой калорийностью, не вызывают кариеса. Ши-

Таблица 1. Сладость сахаров и сахарозаменителей

| Вид сахара или сахарозаменителя | Сладость (SES*) | Вид сахара или сахарозаменителя | Сладость (SES*) |
|---|-----------------|---------------------------------|-----------------|
| Моносахариды | | Сахарный сиропы | |
| Глюкоза | 0,74 | Ксилит (E967) | 1,0 |
| Фруктоза | 1,2 , 1,8 | Сорбит (E420) | 0,3 , 0,6 |
| Галактоза | 0,32 | Маннит (E421) | 0,6 |
| Дисахариды | | Мальтит (E965) | 0,9 |
| Сахароза | 1,0 | Изомальтит (E953) | 0,5 |
| Мальтоза | 0,23 | Эритрит (E968) | 0,7 |
| Лактоза | 0,16 | Лактит (E966) | 0,35 |
| Лактулоза | 0,55 | Прочие | |
| Палатиноза | 0,45 | | |
| Крахмальные сиропы / патоки | | Сукралоза (E955) | 600 |
| Карамельная патока (глюкозный сироп) | 0,42 | Подсластители | |
| | | «Сладкий сахар»** | ~ 3 |
| Мальтозная патока (мальтозный сироп) | 0,42 | Аспартам (E951) | 200 |
| | | Сахарин (E954) | 450 |
| Высокосахаренная патока (глюкозный сироп) | 0,6 | Циклакат (E952) | 30 |
| | | Ацесульфам (E950) | 200 |
| Низкосахаренная патока (глюкозный сироп) | 0,3 | Стевиозид (E960) | 150 , 300 |
| | | | |
| Глюкозно-фруктозный сироп | 1,3 | | |

Таблица 2. Физико-химические характеристики и коэффициенты сладости сахарозаменителей

| Наименование | Коэффициент сладости (K _{сл.}) | Растворимость при 20 °С, % | Теплота растворения, кДж/кг | ккал/г |
|--------------|--|----------------------------|-----------------------------|--------|
| Сорбит | 0,55 | 70 | 110,9 | 4,2 |
| Маннит | 0,6 | 18 | 121 | 2,1 |
| Изомальтит | 0,4 | 25 | 39,4 | 2,7 |
| Мальтит | 0,65 | 62 | - | 2,1 |
| Лактит | 0,35 | 55 | 53,2 | 2 |
| Ксилит | 0,9 | 63 | 153,0 | 4,2 |

Таблица 3. Основные свойства и ДСП интенсивных синтетических подсластителей

| Сладость | Подсластитель | | | | |
|---------------------------------------|--|--|--------------------|---|-----------|
| | Цикламаты | Сахарин | Ацетосульфам калия | Аспартам | Сукралоза |
| Относит. сладость (K _{сл.}) | 35–50 | 550 | 200 | 180–200 | 600 |
| Вкус | хороший, при повышенной концентрации металлический привкус | горько-металлический привкус | хороший | хороший | хороший |
| Растворимость в воде, 20 °С | хорошая | посредственная | очень хорошая | хорошая | хорошая |
| pH, устойчивость | хорошая | хорошая; при низкой величине pH и повышенной температуре разлагается | хорошая, pH>3 | pH 2,5–3,5 устойчивая, более pH 3,5 менее устойчивая, особенно при нагревании | хорошая |

Таблица 3 (продолжение)

| Сладость | Подсластитель | | | | |
|------------------------------|---------------|-----------|--------------------|-----------|-----------|
| | Цикламаты | Сахарин | Ацетосульфам калия | Аспартам | Сукралоза |
| Энергетическая ценность | нет | нет | нет | нет | нет |
| Применение больными диабетом | разрешено | разрешено | разрешено | разрешено | разрешено |
| Кариес зубов | нет | нет | нет | нет | нет |
| ДСП, мг/кг веса тела | 11 | 5 | 15 | 40 | 15 |

роко применяются в диабетических продуктах и для снижения калорийности пищевых продуктов. Они обладают термической устойчивостью (за исключением аспартама), устойчивостью к изменению рН среды, не вызывают кариес.

На основании данных, представленных в таблицах 1–3, в дальнейших исследованиях остановили выбор на следующих природных сахарозаменителях и интенсивных подсластителях:

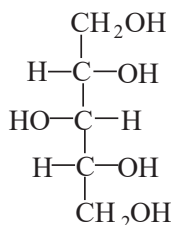


Рис. 1 Структурная формула ксилита (Е 967)

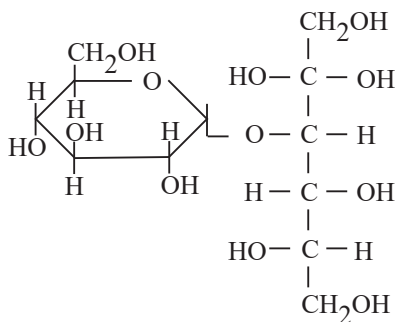


Рис. 2 Структурная формула мальтита (Е 965)

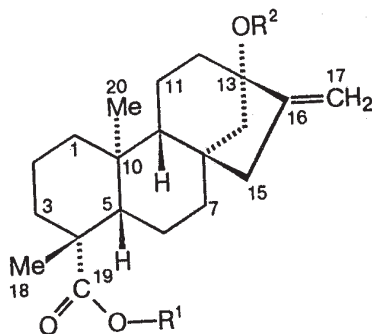


Рис. 3 Структурная формула стевियोзида (Е960)

Ксилит, $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_3\text{CH}_2\text{OH}$ (рис. 1) — многоатомный спирт (пентанпентаол), представляет собой белый кристаллический порошок, хорошо растворимый в воде.

Ксилит также известен как древесный сахар или березовый сахар. Может выступать в роли сахарозаменитель, влагоудерживающий агент, стабилизатор, эмульгатор. Содержится во фруктах, льне, скорлупе кокосовых орехов, в ксилане березовой древесины (30–35%).

Применяется в производстве низкокалорийных и диабетических продуктов, жевательной резинки, в мясной промышленности. Не вызывает кариеса.

Еще один аргумент в пользу того, что ксилит — 100% натуральный продукт, состоит в том, что он является побочным продуктом человеческого обмена веществ, производящего до 15 г ксилита в день. В отличие от стевियोзида и других подсластителей, ксилит практически не имеет привкуса и имеет вкус обычного сахара белого кристаллического [1, 7].

Мальтит, $\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_{11}$ (E965) (рис. 2) — относится к группе многоатомных спиртов и имеет еще одно название — мальтитол. Мальтит по свойствам очень похож на сахарозу. Сладость мальтитола составляет около 80% сладости обычного сахара. Калорийность данного вещества в два раза меньше, чем у сахара и составляет около 2 ккал на грамм.

Полуфабрикатом для получения пищевой добавки E965 является мальтитный сироп, содержание мальтита в котором составляет до 80% (остальные 20% — это сорбит и другие сахароподобные вещества).

Для получения мальтитного сиропа кукурузный крахмал подвергают гидролизу и получают кукурузный сироп — смесь углеводов. Далее полученную смесь насыщают водородом и получают мальтитный сироп, из которого выделяют конечный продукт — мальтитол.

При нагревании мальтит вначале становится жидким, а затем карамелизуется, чем он также похож на сахар. Сахарозаменитель E965 легко растворяется в теплой воде [1, 7].

Высокая сладость добавки E965 делает возможным использование ее как в чистом виде, так и в смеси с другими заменителями сахара. Мальтитол не проявляет сильного охлаждающего эффекта при растворении в воде («холодок на языке»), свойственного другим подсластителям. При попадании на язык данный подсластитель охлаждается очень незначительно, в чем он также похож на сахарозу. Преимуществом мальтита перед сахарозой является его меньшая склонность к кристаллизации.

Подсластитель стевियोзид (E960) (рис. 3) — гликозид, полученный экстрагированием из экстракта растений рода Стевия. Стевиозид представляет собой белый порошок. Данный подсластитель термостоек, pH стабилен, не поддающийся процессу брожения. Кроме того, он не вызывает гликемический индекс при попадании в организм, что делает его привлекательным в качестве природного подсластителя для больных сахарным диабетом.

В медицине стевियोзид используется при лечении диабета, ожирения, повышенного кровяного давления и изжоги, для снижения уровня мочевой кислоты и повышения прочности сокращений сердечных мышц, качающих кровь от сердца.

Достоинство подсластителя E960 (стевियोзид) заключается в термической стойкости. Данный подсластитель можно добавлять в хлебобулочные, кондитерские изделия, горячие напитки, кремы, продукты, подвергающиеся консервации (фрукты и ягоды).

Стевия не изменяет свойств в кислой среде, что обуславливает ее применение в производстве кисломолочных изделий, безалкогольных напитков, соусов [1, 7].

В пищевой промышленности для достижения максимального эффекта применяют смеси сахарозаменителей — сладость сахарозаменителей возрастает при их смешении — эффект синергизма.

Повышенной сладостью обладают смеси: сорбит-ксилит, ксилита и мальтита.

Рецептуры разрабатываемых концентратов киселей с пониженным содержанием сахара представлены в таблице 4.

Таблица 4. Рецептуры концентратов киселей с пониженным содержанием сахара

| Ингредиент | Содержание ингредиента, г | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------|-------|---------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|
| | «Кисель со стевियोзидом» | | «Кисель с ксилитом» | | «Кисель с фруктозой» | | «Кисель с мальтитом» | |
| | 10 г | 100 г | 18 г | 100 г | 13 г | 100 г | 15 г | 100 г |
| Ксилит | - | - | 13,0 | 72,2 | - | - | - | - |
| Фруктоза | - | - | - | - | 8,0 | 61,5 | - | - |
| Мальтит | - | - | - | - | - | - | 10,0 | 66,7 |
| Стевиозид | 0,5 | 5 | - | - | - | - | - | - |
| Сахар белый кристаллический | 4,0 | 40 | - | - | - | - | - | - |
| Крахмал картофельный | 2,2 | 22 | 2,0 | 11,1 | 2,1 | 16,1 | 1,8 | 12,0 |
| Яблочный порошок | 2,2 | 22 | 1,82 | 10,11 | 1,72 | 13,2 | 1,52 | 10,13 |
| Лимонная кислота | 0,9 | 9 | 1,0 | 5,56 | 1,0 | 7,7 | 1,0 | 6,7 |
| Ароматизатор | 0,045 | 0,45 | 0,03 | 0,17 | 0,03 | 0,23 | 0,03 | 0,2 |
| Концентрат свекольного сока | 0,145 | 1,45 | 0,14 | 0,8 | 0,14 | 1,1 | 0,14 | 0,8 |
| Аскорбиновая кислота | 0,01 | 0,1 | 0,01 | 0,06 | 0,01 | 0,08 | 0,01 | 0,07 |
| Итого | 10 | 100 | 18 | 100 | 13 | 100 | 15 | 100 |

В результате проведения сравнительной бальной оценки концентратов киселей с традиционным пищевым концентратом киселя, в качестве которого был выбран концентрат киселя производства компании ЗАО «ВАЛТЕК ПРОДИМПЭКС» под наименованием «Кисельные традиции», оказалось, что кисель, в рецептуре которого использовался подсластитель стевии, обладает слегка горьким вкусом, в связи с чрезмерным количеством добавленного подсластителя. Так же оказалось, что вкус киселя, в рецептуре которого использовался сахарозаменитель ксилит, был слабо выражен и не обладал необходимой сладостью, в результате недостаточного количества добавленного сахарозаменителя. Кисель, в рецептуру которого был добавлен сахарозаменитель мальтит, имеет более равномерную консистенцию, необходимую для киселя, а также сладкий вкус, приближенный к необходимой сладости. Также кисель обладал необходимым ароматом и выраженным вкусом без посто-

ронной горечи или металлического послевкуся. Кисель, в рецептуре которого использовалась фруктоза, имеет выраженный вкус, аромат и необходимую сладость.

На основании проведенных исследований установлено: оптимальная дозировка подсластителя стевии (Е960) для концентрата киселя — 0,2 г, сахарозаменителя ксилит (Е967) — 14,5 г, сахарозаменителя мальтит (Е965) — 13,5 г.

Заключение. В результате проведенной работы был определен состав сырья и его оптимальное количество. Изучен рынок пищевых сахарозаменителей и интенсивных подсластителей, разрешенных к применению в Российской Федерации. Разработаны 4 рецептуры пищевых концентратов киселей на основе природных сахарозаменителей и интенсивных подсластителей. Установлено, что по органолептическим, физико-химическим, химическим показателям концентраты киселей соответствуют нормам на данный вид продукции.

Литература:

1. Голубев В. Н. Пищевые и биологически активные добавки / В. Н. Голубев, Л. В. Чичева-Филатова, Т. В. Шленская. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 208 с.
2. Бакуменко, О. Е. Технология обогащенных продуктов питания для целевых групп. Научные основы и технология / О. Е. Бакуменко. — Москва: ДеЛи плюс, 2013. — 286 с.: ил., табл.; 23 см.; ISBN978-5-905170-47-8.
3. ГОСТ 19327-84 Концентраты пищевые. Первые и вторые обеденные блюда. Общие технические условия.
4. ГОСТ 15113.5-Концентраты пищевые. Методы определения кислотности.
5. ГОСТ 15113.4-77 Концентраты пищевые. Методы определения влаги.
6. ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов.
7. Пищевые ингредиенты в создании современных продуктов питания // под ред. В. А. Тутельяна, А. П. Нечаева. — М.: ДеЛи плюс, 2014. — 520 с.
8. Резниченко, И. Ю. Пищевые концентраты и сахаристые кондитерские изделия специального назначения: новые рецептуры, технологии, характеристика потребительских свойств / И. Ю. Резниченко. — Кемерово: КемТИПП, 2006. — 211 с.
9. Юдина, С. Б. Технология продуктов функционального питания / С. Б. Юдина. — Москва: ДеЛи принт, 2008. — 280 с.
10. Скурихин И. М. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАН, проф. В. А. Тутельяна. — М.: ДеЛи принт, 2002. — 236 с.

Сравнение режимов задания напряжения при пуске асинхронного двигателя с устройством плавного пуска и прямого пуска

Мясовский Виктор Андреевич, студент магистратуры
Сибирский федеральный университет (г. Красноярск)

Работа представляет собой исследование и моделирование методов задания напряжения при помощи устройства плавного пуска, позволяющих снизить пусковой ток асинхронного двигателя и сравнение этих режимов пуска с прямым пуском асинхронного двигателя.

Ключевые слова: расчет, асинхронный двигатель, устройство плавного пуска, MATLAB Simulink.

При пуске асинхронного двигателя на холостом ходу в активном сопротивлении его роторной цепи выделяется тепловая энергия, равная кинетической энергии приводимых во вращение маховых масс, а при пуске под нагрузкой количество выделяемой энергии соответственно увеличивается. Выделение энергии в цепи статора обычно несколько больше, чем в роторной. При частых пусках, а также при весьма тяжелых условиях пуска, когда маховые массы приводимых в движение механизмов велики, возникает опасность перегрева обмоток двигателя. Число пусков асинхронного двигателя в час, допустимое по условиям его нагрева, тем больше, чем меньше номинальная мощность двигателя и чем меньше соединенные с его валом маховые массы. [1]

При подаче полного напряжения на статор асинхронной машины имеют место два неблагоприятных фактора, а именно:

- большая кратность начального пускового тока, которая достигает значений равных 4–7 номинальным токам;
- колебательный затухающий характер пускового момента.

Большой начальный пусковой ток вызывает значительные просадки напряжения на питающих шинах подстанции (при соизмеримой мощности трансформатора и двигателя), что нарушает работу, как других потребителей, так и самого двигателя (затягивание пуска). Большой пусковой ток вызывает также значительные термические перегрузки обмотки, следствием чего может быть ускоренное старение изоляции, ее повреждение и, как результат, короткое замыкание.

Применение устройств плавного пуска позволяет уменьшить пусковые токи, снизить вероятность перегрева двигателя, повысить срок службы двигателя, устранить рывки в механической части привода в момент пуска и остановки двигателей.

Среднее по функциональности устройство плавного пуска (УПП) позволяет решать следующие задачи:

- Ограничить пусковой ток (в основных случаях на уровне $3-4,5I_{ном}$) и просадки сетевого напряжения питания;
- Оптимизировать пусковой и тормозной моменты для безударных разгонов и остановок приводимых механизмов, продлить срок использования подшипников, зубьев колёс редукторов, ремней и других деталей машин;
- Аварийно защитить питающую сеть от токовых перегрузок, заклинивания вала.

Во всех современных УПП используется два основных способа задачи питающего напряжения. Первый из них Step (шаговый, пьедестальный). График напряжения изображен на рисунке 1.

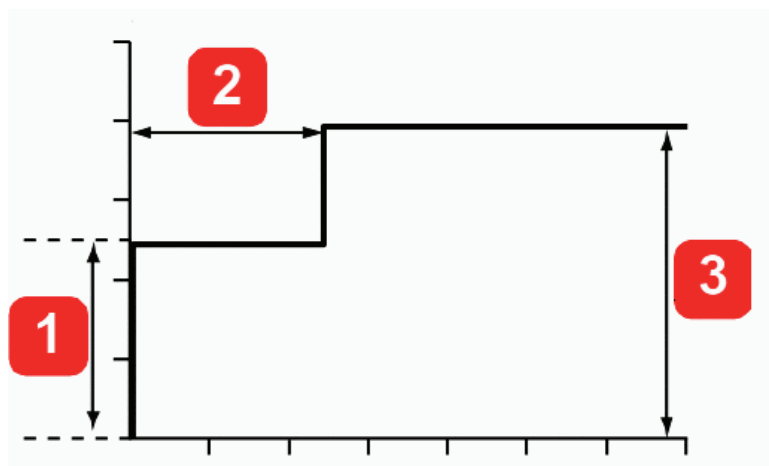


Рис. 1. Шаговая подача напряжения

Двигатель запускается при выбранном пониженном напряжении 1, затем в течение промежутка времени 2 двигатель достигает установившегося режима работы и затем подается полное питающее напряжение 3.

Второй способ Ramp (рампа, наклон), рисунок 2, позволяет плавно изменять напряжение от изначально заданного 1, с заданной интенсивностью 2 во время разгона до полного напряжения 3.

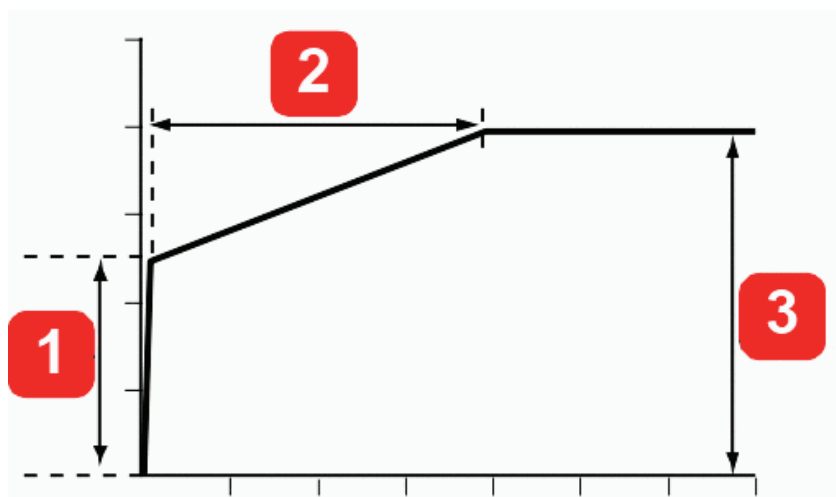


Рис. 2. Рамповая подача напряжения

Схема моделирования в MATLAB представлена на рисунке ниже.

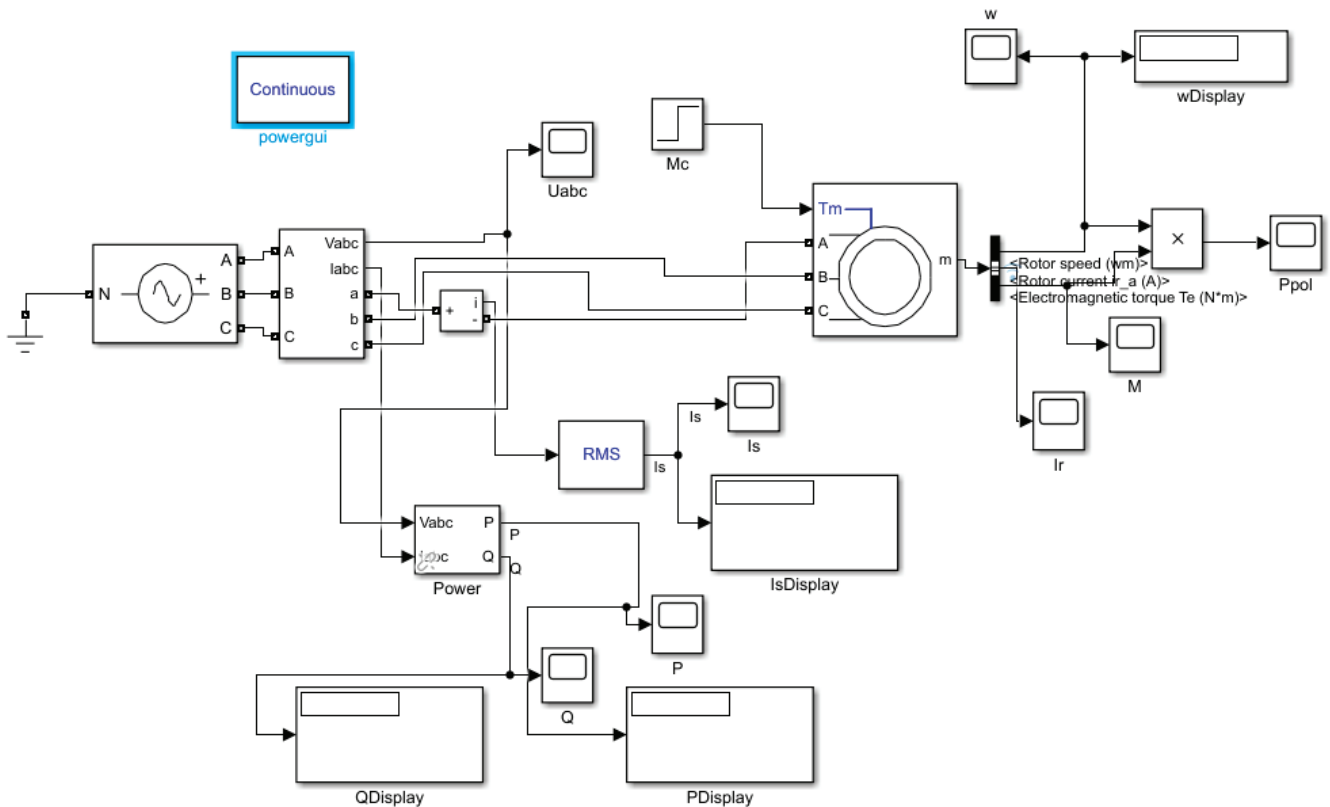


Рис. 3. Схема моделирования в MATLAB

Каталожные параметры исследуемого двигателя, питающегося от сети напряжением $U_{\text{дн}}=10000$ Вольт и частотой $f_1=50$ Герц приведены в таблице ниже:

Таблица 1. Паспортные данные асинхронного двигателя Siemens 1RA4 452–4HE80

| P_n , кВт | n_n , об/мин | ζ_n , % | $\cos\phi$, о.е. | I_n , А | k_1 , о.е. | k_n , о.е. | k_{\max} , о.е. | J , кг·м ² |
|-------------|----------------|---------------|-------------------|-----------|--------------|--------------|-------------------|-------------------------|
| 1120 | 1485 | 95.5 | 0.9 | 75 | 5.5 | 0.7 | 2.2 | 23 |

Номинальная скорость АД:

$$\omega_n = \frac{\pi \times n_n}{30} = \frac{3,1415 \times 1485}{30} = 155,51 \text{ рад/с} \tag{1}$$

Номинальный момент АД:

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n} = \frac{1120000}{155,51} = 7202 \text{ Н}\times\text{м} \tag{2}$$

Критический момент АД:

$$M_{\text{кр}} = k_{\max} \times M_n = 2,2 \times 7202 = 15840 \text{ Н}\times\text{м} \tag{3}$$

Пусковой момент АД:

$$M_n = k_n \times M_n = 0,7 \times 7202 = 5041 \text{ Н}\times\text{м} \tag{4}$$

Критическое и номинальное скольжение АД:

$$s_n = \frac{\omega_0 - \omega_n}{\omega_0} = \frac{n_0 - n_n}{n_0} = \frac{1500 - 1485}{1500} = 0,01 \tag{5}$$

$$s_{\text{кр}} = s_n (k_{\max} + \sqrt{k_{\max}^2 - 1}) = 0,01 \times (2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}) = 0,042 \tag{6}$$

Механические потери:

$$\Delta P_{\text{мех}} = P_{\text{н}} \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) \frac{1}{6} = 1120000 \times \left(\frac{1}{0,955} - 1 \right) = 8796 \text{ Вт} \quad (7)$$

Активное сопротивление статора:

$$R_s = \frac{U_{\text{лн}}^2 \times (1 - s_{\text{н}})}{2C \left(1 + \frac{C}{s_{\text{кр}}} \right) \times k_{\text{max}} \times (P_{\text{н}} + \Delta P_{\text{мех}})} = \frac{10000^2 \times (1 - 0,01)}{2,038 \left(1 + \frac{1,019}{0,042} \right) \times 2,2 \times (1120000 + 8796)} = 0,766 \text{ Ом} \quad (8)$$

Активное сопротивление ротора:

$$R_r = \frac{(P_{\text{н}} + \Delta P_{\text{мех}}) \times k_{\text{max}}}{3 \times I_{\text{н}}^2 \times k_1 \times (1 - s_{\text{н}})} = \frac{(1120000 + 8796) \times 2,2}{3 \times 75^2 \times 5,5 \times (1 - 0,01)} = 4,914 \text{ Ом} \quad (9)$$

Индуктивность статора и ротора:

$$L_s \approx L_r = \frac{U_{\text{лн}} / 1,732}{2 \times \pi \times f_1 \times I_{\text{н}} \times \sqrt{1 - (\cos \varphi)^2} - \cos \varphi \times \frac{s_{\text{н}}}{s_{\text{кр}}}} = \frac{10000 / 1,732}{2 \times 3,1415 \times 50 \times 75 \times (\sqrt{1 - 0,9^2} - 0,9 \times \frac{s_{\text{н}}}{s_{\text{кр}}})} = \frac{5773,67}{5221,42} = 1,116 \text{ Гн} \quad (10)$$

Индуктивность рассеяния статора и ротора:

$$L_{\text{лс}} = L_{\text{лр}} = \frac{\sqrt{\left(\frac{U_{\text{лн}} / \sqrt{3}}{k_1 \times I_{\text{н}}} \right)^2 - (R_s + R_r)^2}}{4 \times \pi \times f_1} = \frac{\sqrt{\left(\frac{10000 / 1,732}{5,5 \times 75} \right)^2 - (0,754 + 4,914)^2}}{4 \times 3,1415 \times 50} = \frac{163,784}{628,319} = 0,02 \text{ Гн} \quad (11)$$

Взаимоиндукция:

$$L_m = L_s - L_{\text{лс}} = 1,116 - 0,02 = 1,096 \text{ Гн} \quad (12)$$

Коэффициент приведения:

$$C = 1 + \frac{L_{\text{лс}}}{L_m} = 1 + \frac{0,02}{1,096} = 1,019 \quad (13)$$

Коэффициент вязкого трения:

$$B_m = \frac{\Delta P_{\text{мех}}}{\left(\frac{2 \times \pi \times n_{\text{н}}}{60} \right)^2} = \frac{8796}{\left(\frac{2 \times 3,1415 \times 1485}{60} \right)^2} = 0,364 \quad (14)$$

Номинальная скорость АД:

$$\omega_{\text{н}} = \frac{\pi \times n_{\text{н}}}{30} = \frac{3,1415 \times 1485}{30} = 155,51 \text{ рад/с} \quad (1)$$

Номинальный момент АД:

$$M_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}}}{\omega_{\text{н}}} = \frac{1120000}{155,51} = 7202 \text{ Н} \times \text{м} \quad (2)$$

Критический момент АД:

$$M_{\text{кр}} = k_{\text{max}} \times M_{\text{н}} = 2,2 \times 7202 = 15840 \text{ Н} \times \text{м} \quad (3)$$

Пусковой момент АД:

$$M_{\text{п}} = k_{\text{п}} \times M_{\text{н}} = 0,7 \times 7202 = 5041 \text{ Н} \times \text{м} \quad (4)$$

Критическое и номинальное скольжение АД:

$$s_{\text{н}} = \frac{\omega_0 - \omega_{\text{н}}}{\omega_0} = \frac{n_0 - n_{\text{н}}}{n_0} = \frac{1500 - 1485}{1500} = 0,01 \quad (5)$$

$$s_{\text{кр}} = s_{\text{н}} (k_{\text{max}} + \sqrt{k_{\text{max}}^2 - 1}) = 0,01 \times (2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}) = 0,042 \quad (6)$$

Механические потери:

$$\Delta P_{\text{мех}} = P_{\text{н}} \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) \frac{1}{6} = 1120000 \times \left(\frac{1}{0,955} - 1 \right) = 8796 \text{ Вт} \quad (7)$$

Активное сопротивление статора:

$$R_s = \frac{U_{\text{лн}}^2 \times (1 - s_{\text{н}})}{2C \left(1 + \frac{C}{s_{\text{кр}}} \right) \times k_{\text{max}} \times (P_{\text{н}} + \Delta P_{\text{мех}})} = \frac{10000^2 \times (1 - 0,01)}{2,038 \left(1 + \frac{1,019}{0,042} \right) \times 2,2 \times (1120000 + 8796)} = 0,766 \text{ Ом} \quad (8)$$

Активное сопротивление ротора:

$$R_r = \frac{(P_{\text{н}} + \Delta P_{\text{мех}}) \times k_{\text{max}}}{3 \times I_{\text{н}}^2 \times k_1 \times (1 - s_{\text{н}})} = \frac{(1120000 + 8796) \times 2,2}{3 \times 75^2 \times 5,5 \times (1 - 0,01)} = 4,914 \text{ Ом} \quad (9)$$

Индуктивность статора и ротора:

$$L_s \approx L_r = \frac{U_{\text{лн}}/1,732}{2 \times \pi \times f_1 \times I_n \times \sqrt{1 - (\cos\varphi)^2} - \cos\varphi \times \frac{S_{\text{н}}}{S_{\text{кр}}}} = \frac{10000/1,732}{2 \times 3,1415 \times 50 \times 75 \times (\sqrt{1 - 0,9^2} - 0,9 \times \frac{S_{\text{н}}}{S_{\text{кр}}})} = \frac{5773,67}{5221,42} = 1,116 \text{ Гн} \quad (10)$$

Индуктивность рассеяния статора и ротора:

$$L_{\text{лс}} = L_{\text{лр}} = \frac{\sqrt{\left(\frac{U_{\text{лн}}/\sqrt{3}}{k_1 \times I_n}\right)^2 - (R_s + R_r)^2}}{4 \times \pi \times f_1} = \frac{\sqrt{\left(\frac{10000/1,732}{5,5 \times 75}\right)^2 - (0,754 + 4,914)^2}}{4 \times 3,1415 \times 50} = \frac{163,784}{628,319} = 0,02 \text{ Гн} \quad (11)$$

Взаимоиндукция:

$$L_m = L_s - L_{\text{лс}} = 1,116 - 0,02 = 1,096 \text{ Гн} \quad (12)$$

Коэффициент приведения:

$$C = 1 + \frac{L_{\text{лс}}}{L_m} = 1 + \frac{0,02}{1,096} = 1,019 \quad (13)$$

Коэффициент вязкого трения:

$$B_m = \frac{\Delta p_{\text{мех}}}{\left(\frac{2 \times \pi \times n_{\text{н}}}{60}\right)^2} = \frac{8796}{\left(\frac{2 \times 3,1415 \times 1485}{60}\right)^2} = 0,364 \quad (14)$$

Произведём моделирование прямого пуска двигателя. График тока статора на рисунке 4.

При моделировании прямого пуска значение пускового тока практически достигает 500 Ампер. Теперь произведем моделирование режимов УПП Ramp и Step. Воспользуемся для этого блоком Three-Phase Programmable Voltage Source, позволяющим подавать напряжение шаговым и рамповым методами. Параметры блока для шагового метода приведены на рисунке 5.

Максимальное значение тока при стартовом напряжении 5000 Вольт равняется 250 Ампер, однако при таком способе увеличивается длительность пуска, а следовательно, и длительность воздействия тока сверх номинального по сравнению с прямым пуском. Теперь произведем моделирование режима Ramp (рис. 7).

Начальное напряжение задано 5000 Вольт, время достижения полного значения напряжения 10000 Вольт равно 0.2 секунды. Результаты моделирования на графике ниже (рис. 8).

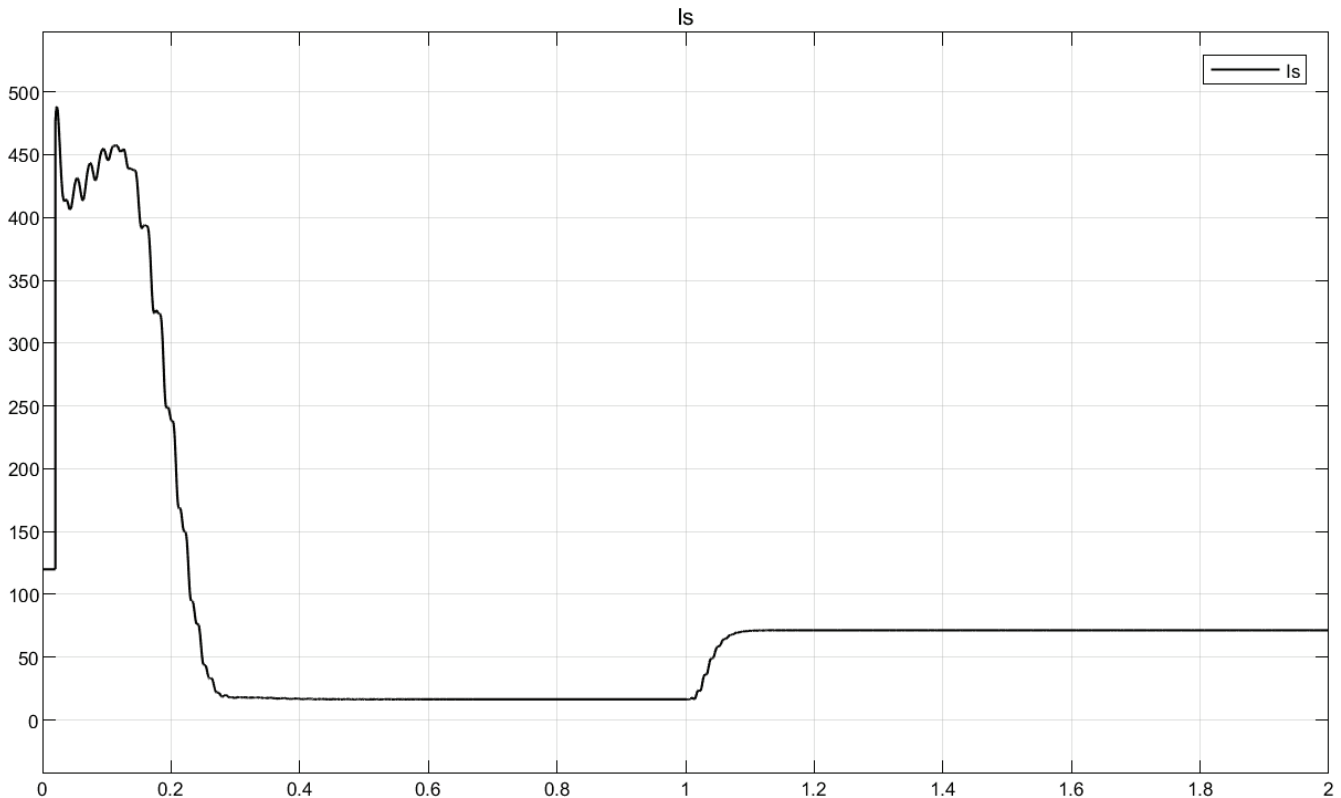


Рис. 4. График тока статора от времени при прямом пуске

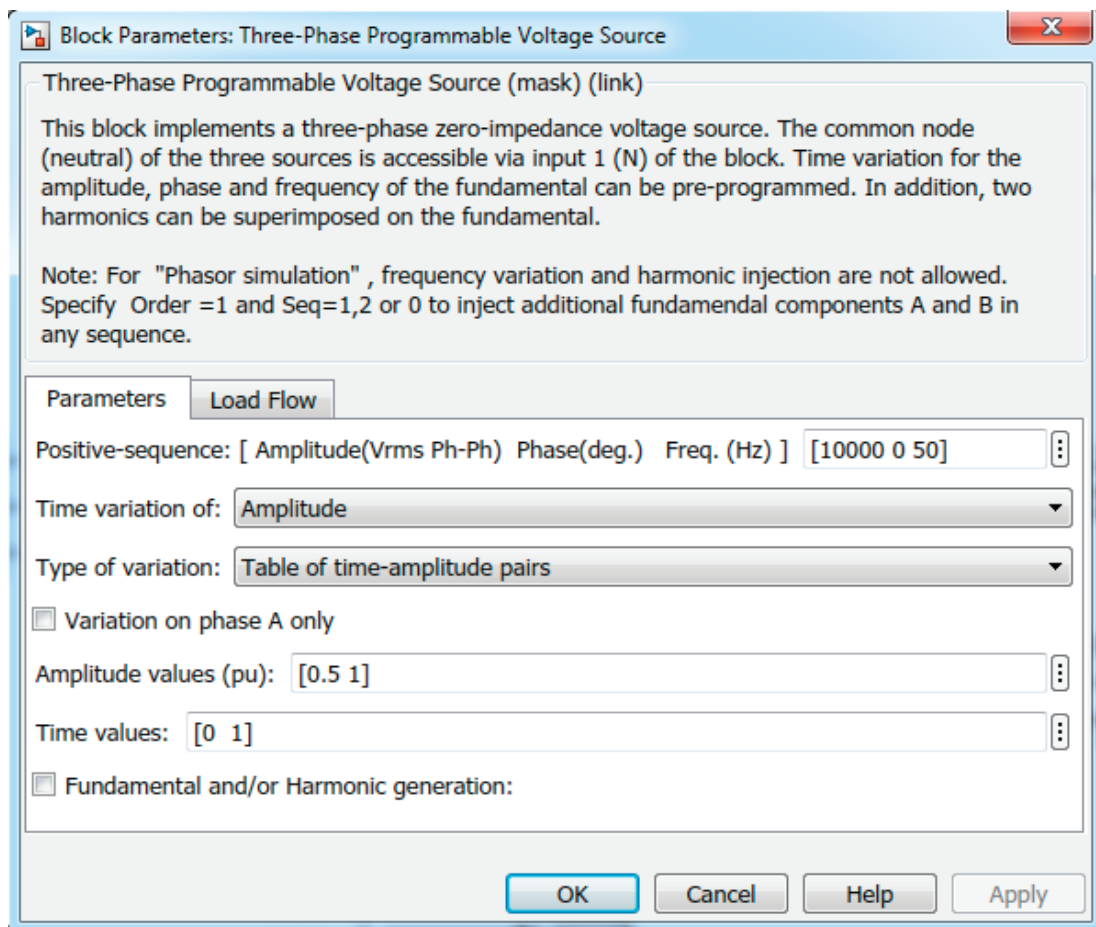


Рис. 5. Параметры блока Three-Phase Programmable Voltage Source при шаговой подаче напряжения

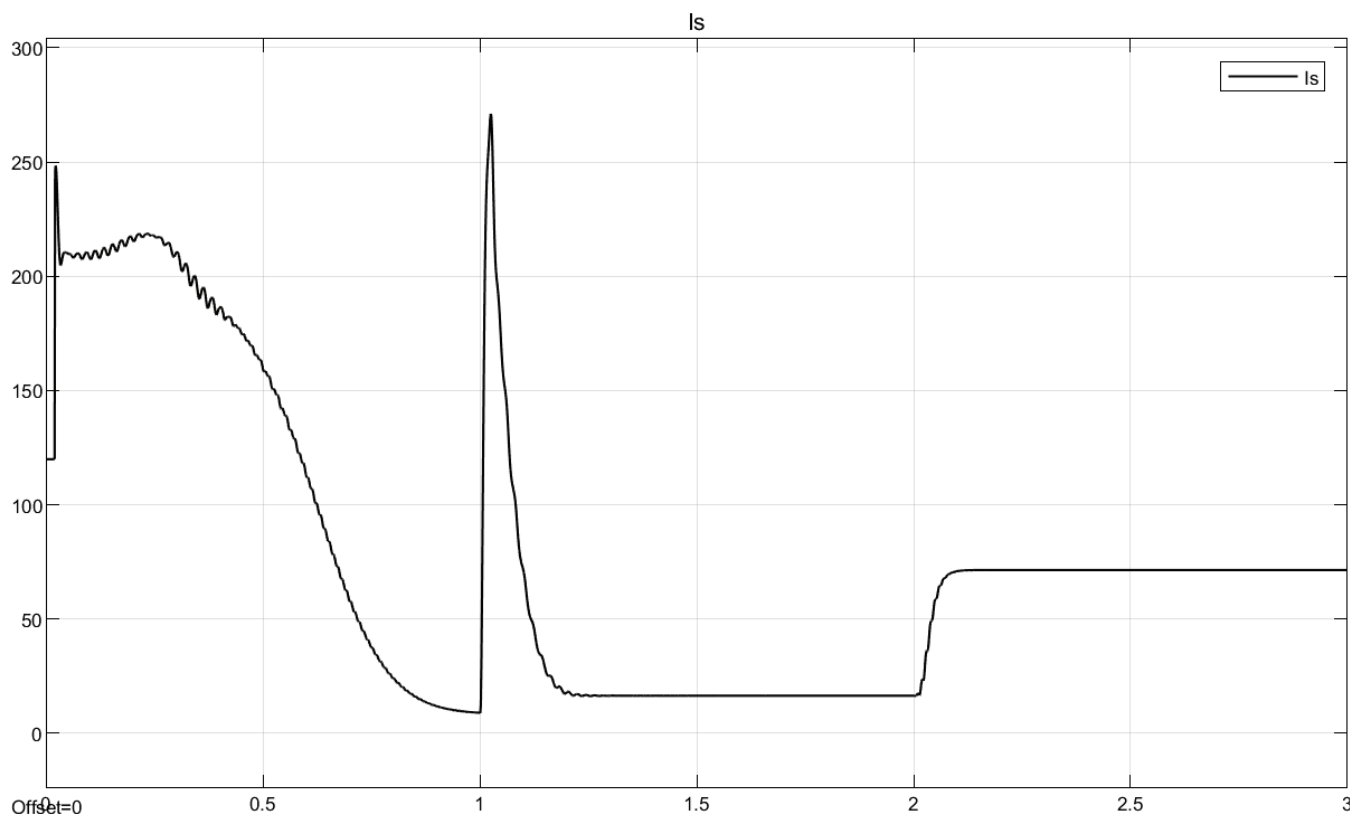


Рис. 6. График тока статора при шаговой подаче напряжения

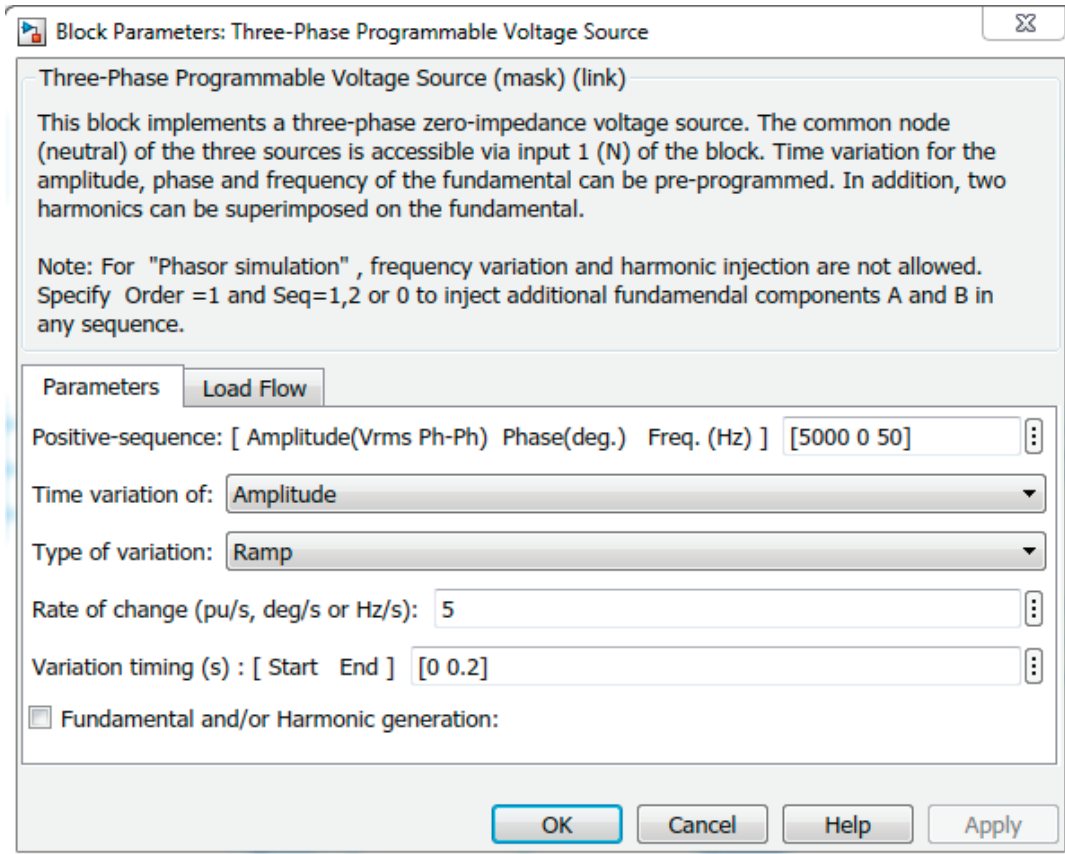


Рис. 7. Параметры блока Three-Phase Programmable Voltage Source

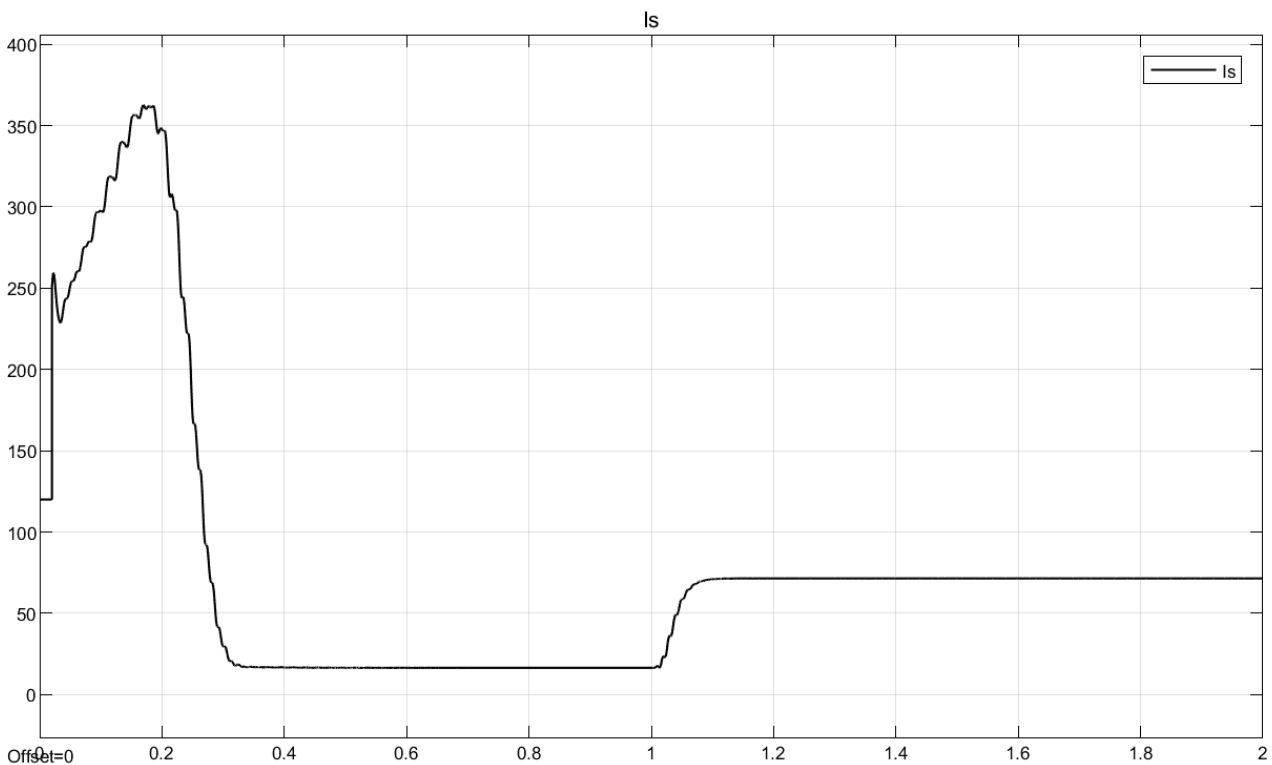


Рис. 8. График тока статора от времени при прямом пуске

Максимальное значение тока равно 360 Амперам. Рамповый метод позволяет уменьшить значение пускового тока при это сохранив длительность пуска неизменной.

Литература:

1. Вольдек А. И. Электрические машины. Учебник для студентов высших технических учебных заведений. Изд 2-е, перераб. и доп. Л, «Энергия», 1974–840 с.
2. Дементьев Ю. Н. Компьютерное моделирование электромеханических систем постоянного и переменного тока в среде MATLAB Simulink: учебное пособие / Ю. Н. Дементьев, В. Б. Терехин, И. Г. Однокопылов, В. М. Рулевский; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. — 497 с

Определение размеров переливного устройства абсорбера

Отаниёзов Фаррух Ихтиёр угли, студент магистратуры;
 Дусткобилов Абдурахмон Бахтиёр угли, студент магистратуры;
 Муртазаев Аскар Хакберди угли, студент магистратуры
 Тюменский индустриальный университет

Мощный всплеск технологического развития закономерно подтолкнул исследователей и ученых к разработке целого набора новых газоочистных устройств, особое место среди которых занял абсорбер — универсальный аппарат для эффективного улавливания нежелательных и опасных газовых и микромеханических включений. В данной статье представлены расчёты размеров переливного устройства абсорбера.

Ключевые слова: приемный карман, сегментный перелив, тарелка, переливное устройство абсорбера.

Термин абсорбция происходит от латинского слова *absorbere*, что в переводе означает «поглощать». По сути, это процесс полного или частичного поглощения газа жидким поглотителем — абсорбентом. Физическая абсорбция в большинстве случаев обратима. Для разделения газовых смесей, с целью очистки либо получения ценных компонентов существуют и другие способы: глубокое охлаждение, адсорбция, и др. Однако зачастую применяют метод абсорбции, потому что полное извлечение компонентов требуется крайне редко [4].

Аппараты, в которых осуществляются абсорбционные процессы, называют абсорберами. Абсорбция, как и все массообменные процессы, протекает на границе раздела сред. В связи с этим абсорберы должны иметь развитую поверхность соприкосновения жидкости и газа. По способу образования такой поверхности аппараты можно условно разделить несколько групп: поверхностные и пленочные, насадочные, барботажные (тарельчатые), распыливающие.

Далее более подробно будут рассмотрены тарельчатые абсорберы. Тарельчатые абсорберы представляют собой вертикальные колонны, внутри которых на определенном расстоянии друг от друга размещены горизонтальные перегородки — тарелки. С их помощью осуществляется направленное движение фаз и многократное взаимодействие жидкости и газа. В настоящее время в промышленности применяются разнообразные конструкции тарельчатых аппаратов. По способу слива жидкости с тарелок барботажные абсорберы подразделяются на колонны с тарелками со сливными устройствами и без сливных устройств.

В тарельчатых колоннах со сливными устройствами перелив жидкости с тарелки на тарелку осуществляется при помощи сливных трубок, карманов и т.п. Нижние концы трубок погру-

жены в стакан на нижерасположенных тарелках и образуют гидравлические затворы, исключающие возможность прохождения газа через сливное устройство. Переливные трубки располагают на тарелках таким образом, чтобы жидкость на соседних тарелках протекала во взаимно противоположных направлениях. К тарелкам со сливными устройствами относятся: ситчатые, колпачковые, клапанные, балластные, пластинчатые. [3]

Далее будет представлен расчёт размеров переливного устройства абсорбера. Данные, необходимые для расчётов, представлены в таблице 1.

Данные представлены с учетом того, что аппарат работает в двух режимах. После получения начальных данных был произведён расчет следующих величин:

1. Центральный угол сегментного перелива (град) по формуле (1)

$$\alpha_1 = 2 \arccos \left(1 - \frac{2h_1}{D'} \right) \quad (1)$$

2. Длина хорды сегментного перелива (м) по формуле (2)

$$\alpha_1 = D' \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} \quad (2)$$

3. Площадь сегментного перелива (м²) по формуле (3)

$$F_1 = \frac{(D')^2}{8} \left(\frac{\pi \alpha_1}{180^\circ} - \sin \alpha_1 \right) \quad (3)$$

4. Центральный угол сегмента приёмного кармана (град) по формуле (4)

$$\alpha_2 = 2 \arccos \left(1 - \frac{2h_2}{D'} \right) \quad (4)$$

Таблица 1. Исходные данные

| Наименование показателя, обозначение, единица измерения | Значение | |
|--|-------------------|-----------|
| | I режим | II режим |
| Объёмная производительность по газу, Q, м³/ч (м³/сут) | 504170+0%-30% | |
| | (12100000+0%-30%) | |
| Давление рабочее, P, МПа | 9 | 6 |
| Температура рабочая, t, °С | 17–18 | 35 |
| Точка росы осушенного газа, t _p , °С | | |
| – зима | минус 20 | минус 10 |
| – лето | минус 10 | |
| Молярная доля компонента в газе, x _i , % молярные | C1–98,67 | |
| | C2–0,06 | |
| | CO2–0,22 | |
| | H2–0,005 | |
| | N2–1,045 | |
| Плотность газа, ρ ₀ , кг/м³* | 0,725 | |
| Плотность ДЭГа, ρ _д , кг/м³ | РДЭГ-1128 | РДЭГ-1105 |
| | НДЭГ-1125 | НДЭГ-1102 |
| Поверхностное натяжение ДЭГа, σ _д ⁰ , н/м ** | 45,5·10–3 | 43,5·10–3 |
| Массовая доля регенерированного ДЭГа, x _{1r} , % | 99,5 | |
| Массовая доля насыщенного ДЭГа, x _{2r} , % | 97 | |
| Плотность жидкости, ρ, кг/м³: | | |
| – вода | 998 | |
| – конденсат | 800 | |
| Количество жидкости, поступающей с газом: | | |
| – вода, Q _в , кг/ч | 250 | |
| – конденсат, Q _к , кг/ч | 130 | |

5. Длина хорды сегмента приёмного кармана (м) по формуле (5)

$$\alpha_2 = D' \cdot \sin \frac{\alpha_2}{2} \quad (5)$$

6. Площадь сегмента приёмного кармана (м²) по формуле (6)

$$F_2 = \frac{(D')^2}{8} \left(\frac{\pi \alpha_2}{180^\circ} - \sin \alpha_2 \right) \quad (6)$$

Такие параметры как минимальная величина тарелки и величина стрелки приёмного кармана принимаем за 0,1 и 0,16 соответственно. Для наглядности результаты расчётов были сведены в таблицу 2.

Таким образом, исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что абсорберы являются незаменимой аппаратурой во многих отраслях промышленности.

Таблица 2. Результаты расчётов

| | |
|---|-------|
| Центральный угол сегментного перелива, град | 58 |
| Длина хорды сегментарного перелива, м | 0,78 |
| Площадь сегментарного перелива, м² | 0,052 |
| Центральный угол сегмента приёмного кармана, град | 74 |
| Длина хорды сегмента приёмного кармана, м | 0,97 |
| Площадь сегмента приёмного кармана, м² | 0,105 |

Литература:

1. Жданова, Н. В. Осушка природных газов / Н. В. Жданова, А. Л. Халиф.— Изд. 2.— Москва: «Недра», 1975.— 160 с.— Текст: непосредственный.
2. Чеботарёв, В. В. Расчёты основных показателей технологических процессов при сборе и подготовке скважинной продукции / В. В. Чеботарёв.— 3-е изд.— Уфа: УГНТУ, 1985.— 408 с.— Текст: непосредственный.
3. Лекции по дисциплине «оборудования нефтеперерабатывающих предприятий и основы проектирования», Ташкент, 2010.— Текст: электронный //: [сайт].— URL: <https://uz.denemetr.com/docs/769/index-320091-1.html?page=6> (дата обращения: 21.05.2020).
4. Абсорбция. Абсорбенты. Абсорберы.— Текст: электронный // ENCE-Gmbh: [сайт].— URL: https://ence-gmbh.ru/tech_absorbition/ (дата обращения: 21.05.2020).

Определение расчётного диаметра абсорбера

Отаниёзов Фаррух Ихтиёр угли, студент магистратуры;
 Дусткобилов Абдурахмон Бахтиёр угли, студент магистратуры;
 Муртазаев Аскар Хакберди угли, студент магистратуры
 Тюменский индустриальный университет

Применение того или иного способа разделения газовой смеси в промышленных условиях определяется различными показателями, в том числе составом газа, содержанием в нем извлекаемых компонентов и их свойствами, энергетическими затратами и решается в каждом конкретном случае на основании технико-экономических расчетов. В данной статье будет рассмотрен процесс абсорбции, устройство адсорбера и будет представлен расчёт диаметра абсорбера.

Ключевые слова: сепарационный элемент, сепарационная тарелка, критическая скорость газа, расчётный диаметр абсорбера.

Абсорбция (от лат. absorbere — «проглатывать», «поглощать») — процесс впитывания каких-либо газообразных веществ различными сорбентами, представляющими из себя жидкости и твердые вещества, которым свойственно избирательное впитывание. [3] Области применения абсорбционных процессов в химической и других отраслях промышленности весьма обширны. Некоторые из них приведены ниже:

- Получение готового продукта путем поглощения газа жидкостью.
- Разделение газовых смесей для выделения одного или нескольких ценных компонентов смеси.
- Очистка газа от примесей вредных компонентов. [1;2]

На практике процессу абсорбции подвергаются газовые смеси, а не какие-либо отдельные виды газов. Такие составные доли называются компонентами. Также существуют и те части, которые не поглощаются. Они имеют название инертный газ.

Аппарат для поглощения газов и/или паров, для разделения газовой смеси на составные части растворением одного или нескольких компонентов этой смеси в абсорбенте, называется абсорбер. Такой аппарат, как правило, представляет собой колонку с насадкой или тарелками, в нижнюю часть которой подается газ, а в верхнюю — жидкость. Таким образом газ удаляется из абсорбера сверху, а жидкость — снизу. [4]

Абсорберы подразделяются на 3 основных вида:

1. Поверхностные
2. Барботажные

3. Распыляющие

Один и тот же аппарат может оказаться в разных группах в зависимости от условий его работы. Из всех существующих аппаратов сегодня самое широкое распространение получили барботажные тарельчатые и насадочные абсорберы. [5] В данной статье нас интересуют именно эти виды абсорберов.

Далее будет произведено определение расчётного диаметра абсорбера.

Данные представлены с учетом того, что аппарат работает в двух режимах. После получения начальных данных был произведён расчет следующих величин:

1. Критическая скорость газа в сепарационном элементе (м/с) по формуле (1), представленной ниже.

$$W_{кр} = T_s \sqrt{\frac{g \cdot \sigma_{ж}^p}{\rho \epsilon}} \tag{1}$$

2. Площадь сечения элемента (м²) по формуле (2).

$$F_c = 0,785 d_c^2 \tag{2}$$

3. Количество элементов на сепарационной тарелке (шт) по формуле (3).

$$n_c = \frac{q_z}{2W_{кр} \cdot F_c} \tag{3}$$

Коэффициент устойчивости режимов течение смеси от давления принимаем за 6,4. Диаметр сепарационного элемента принимаем за 0,1м.

Для наглядности результаты вычислений сведены в таблицу 2.

Таблица 1. Исходные данные

| Наименование показателя, обозначение, единица измерения | Значение | |
|---|-----------------------|-----------------------|
| | I режим | II режим |
| Объёмная производительность по газу, Q, м ³ /ч (м ³ /сут) | 504170+0%-30% | |
| | (12100000+0%-30%) | |
| Давление рабочее, P, МПа | 9 | 6 |
| Температура рабочая, t, °С | 17–18 | 35 |
| Точка росы осушенного газа, t _p , °С | | |
| – зима | минус 20 | минус 10 |
| – лето | минус 10 | |
| Молярная доля компонента в газе, x _r , % молярные | C1–98,67 | |
| | C2–0,06 | |
| | CO2–0,22 | |
| | H2–0,005 | |
| | N2–1,045 | |
| Плотность газа, ρ ₀ , кг/м ³ * | 0,725 | |
| Плотность ДЭГа, ρ _д , кг/м ³ | РДЭГ-1128 | РДЭГ-1105 |
| | НДЭГ-1125 | НДЭГ-1102 |
| Поверхностное натяжение ДЭГа, σ _д ⁰ , н/м ** | 45,5·10 ⁻³ | 43,5·10 ⁻³ |
| Массовая доля регенерированного ДЭГа, x ₁ , % | 99,5 | |
| Массовая доля насыщенного ДЭГа, x ₂ , % | 97 | |
| Плотность жидкости, ρ, кг/м ³ : | | |
| – вода | 998 | |
| – конденсат | 800 | |
| Количество жидкости, поступающей с газом: | | |
| – вода, Q _в , кг/ч | 250 | |
| – конденсат, Q _к , кг/ч | 130 | |

Таблица 2. Результаты вычислений

| | |
|---|---------|
| Критическая скорость газа в сепарационном элементе, м/с | 1,19 |
| Площадь сечения элемента, м ² | 0,00785 |
| Количество элементов на сепарационной тарелке, шт | 107 |

Итак, абсорбция представляет собой один из массообменных процессов. Она нашла применение в широком спектре областей промышленности. Преимуществом абсорбционных методов явля-

ется возможность очистки большого количества газов и осуществления непрерывных технических процессов. Именно поэтому применение данного вида оборудования наиболее эффективно.

Литература:

1. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. / А. Г. Касаткин.— Москва: Химия, 1973.— 752 с.— Текст: непосредственный.
2. Шаповалов, Ю. П. Абсорбционно-биохимические установки для очистки вентиляционных выбросов цехов по производству композиционных материалов из древесины / Ю. П. Шаповалов.— Текст: непосредственный // Промышленные экологические системы.— Минск.

3. Абсорбенты газа и нефтепродуктов: классификация, виды и особенности.— Текст: электронный // Инженерные системы: [сайт].— URL: <http://engsystems.ru/poleznaya-informatsiya/absorbenty-gaza-i-nefteproduktov/> (дата обращения: 21.05.2020).
4. Абсорберы.— Текст: электронный // КВАДРА: [сайт].— URL: <http://kvadra-group.com/index.php/for-students/27-3-izgotovlenie-oborudovaniya-dlya-khimicheskoy-i-neftekhimicheskoy-promyshlennosti/116-absorberty> (дата обращения: 21.05.2020).
5. Абсорбция. Абсорбенты. Абсорберы.— Текст: электронный // ENCE-GmbH: [сайт].— URL: https://ence-gmbh.ru/tech_absorbition/ (дата обращения: 21.05.2020).

Разработка метода контроля герметичности фланцевых соединений в технологических агрегатах при производстве серной кислоты

Сердобинцев Юрий Павлович, доктор технических наук, профессор;
Рябчук Владислав Александрович, аспирант
Волгоградский государственный технический университет

Объектом данной работы является смеситель установки по производству серной кислоты в городе Череповец.

Фланцевое соединение — самое распространенное техническое решение присоединения трубопровода к различным агрегатам или другим трубопроводам. Данный факт подтверждается следующими преимуществами:

- простота демонтажа и повторного монтажа с применением фланцевого соединения.
- возможность производить модификации трубопроводных систем (установку и замену арматуры, изменения конфигурации).

Данное техническое решение представляет собой соединение труб стягиванием болтами фланцев — специально изготовленных стальных дисков, приваренных к стыкуемым концам труб. Между фланцами устанавливается упругая прокладка. [1]

Главное требование к фланцевому соединению — точность и качество установки фланца на конец трубы и точность монтажа. Правильный монтаж соединения обеспечивает необходимую герметичность. А недостаточная герметичность уплотнительных узлов является одной из основных причин снижения надежности технологического агрегата. Также потеря герметичности может оказывать негативное влияние на окружающую среду. [2] Образование напряжений из-за некорректного монтажа — одна из причин возникновения повреждений этого узла. Другая причина — дефекты фланца. В этих направлениях и осуществляется проверка изолирующего фланцевого соединения.

Требования к соединительным узлам трубопроводов зависят от их назначения трубопровода, его диаметра, давления и др. Первый этап такого контроля заключается в проверке качества фланцев, их соответствия ГОСТ и их правильной установке на трубы с помощью сварки. Данный контроль выполняется независимой лабораторией неразрушающего контроля, обладающей требуемой аппаратурой — ультразвуковым дефектоскопом.

Проведение обследования фланцев до их монтажа на концы труб дает возможность выполнять их контроль полноценным образом. Основные дефекты, выявляемые на этом этапе — отклонения от требуемой ГОСТ геометрии и качества рабочих по-

верхностей фланцев, скрытые дефекты заготовок под фланцы, проявляющие себя со временем. В числе таких дефектов — трещины, инородные включения в металле и др.

Следующий этап проверки фланцевых соединений выполняется после приварки фланцев к трубам. Контролю подлежат точность расположения фланца, перпендикулярность его плоскости и оси трубы, качество сварного шва. Такую проверку должен сопровождать контроль крепежа — болтов, а также — прокладки. Для этой стадии также необходим ультразвуковой дефектоскоп, позволяющий оценить качество и состояние сварного шва.

Правильная сборка фланцевого узла обеспечит его продолжительное функционирование. Но регламент эксплуатации трубопроводной системы вправе потребовать обязательный периодический контроль.

Проверку герметичности фланцевых соединений и их технического состояния важно выполнять перед ремонтом трубопроводной системы и сочетать ее с оценкой других ее элементов — запорной арматуры, автоматики, трубопроводов и др. Такая проверка рассчитана на оценку пригодности системы к последующей эксплуатации. На данном этапе проверку проходят фланцы, сварные швы и точность геометрии узла. Важно получить данные о присутствии следов коррозии, способной привести фланец и весь узел к непригодному для эксплуатации состоянию.

Трубопроводные системы, в которых протекают агрессивные среды, требуют не периодического, а постоянного контроля состояния системы в целом и ее отдельных узлов. Аварийные ситуации в подобных системах могут привести к очень серьезным последствиям с экологической и экономической точки зрения, а также нанести вред здоровью обслуживающего персонала.

Целью данной работы является разработка метода повышения и непрерывного контроля герметичности фланцевых соединений в технологических агрегатах при производстве серной кислоты.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- выбрать метод повышения герметичности фланцевого соединения до ввода в эксплуатацию;

– обеспечить постоянный дистанционный контроль над состоянием соединения во время эксплуатации.

Смеситель (рис. 1) предназначен для смешения потоков серной кислоты циклов сушильной башни, производственной кислоты и химочищенной воды. Смеситель имеет 4 патрубка. Через патрубок № 1 вытекает серная кислота (концентрация 92,5–94%) из смесителя с рабочей температурой 35...45°C, давлением под налив. Через патрубок № 2 в смеситель поступает серная кислота (концентрация 98,3–98,9%) с рабочей температурой 60...70°C, давлением под налив. Через патрубок № 3

серная кислота (концентрация 92,5–94%) поступает в смеситель с рабочей температурой 35...45°C, давлением под налив. Через патрубок № 4 химочищенная вода поступает в смеситель с рабочей температурой 35...45°C, давлением под налив.

Для прокладок во фланцевых соединениях используется паронит кислотостойкий ПК толщиной 3 мм по ГОСТ 481–80, кроме патрубка № 1. Для данного патрубка применить прокладки типа СНП по ОСТ 26.260.454–99.

Приварка штуцеров смесителя выполнена сварочным швом с полным проплавлением.

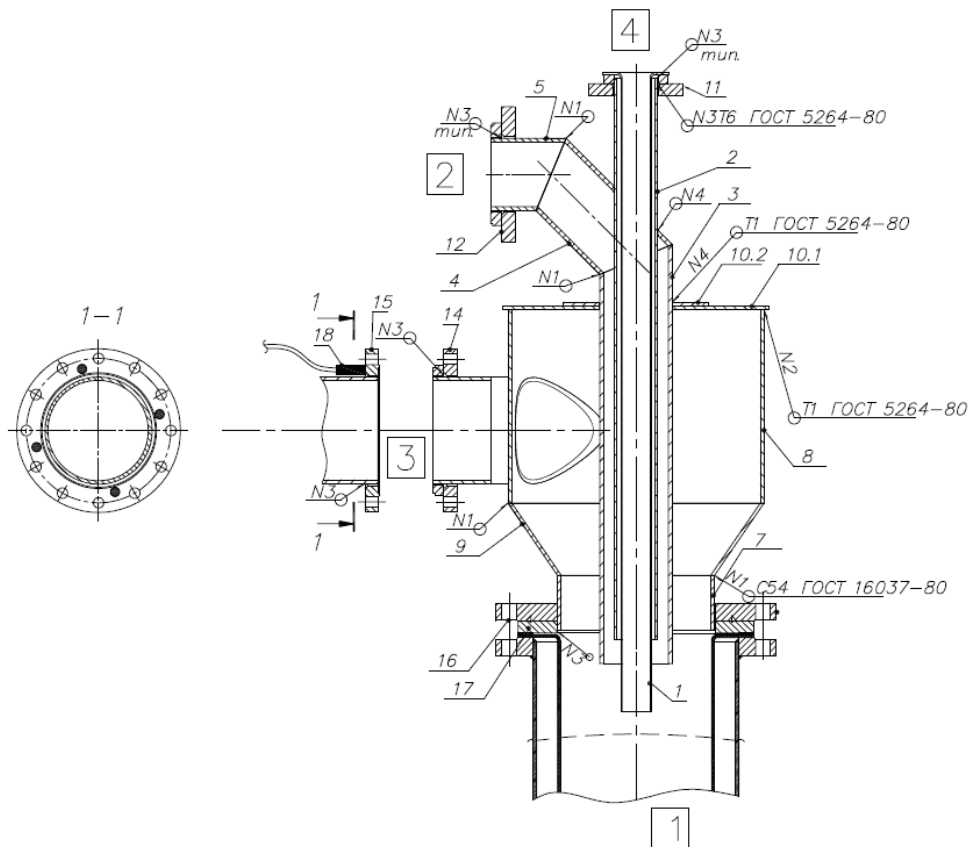


Рис. 1. Смеситель кислоты

В данном проекте будет рассматриваться патрубок № 3. Он выполнен из составного фланца DN200 PN1,6 МПа (рис. 1, позиция 14) с приварным кольцом 268/222 и соединительным выступом по ГОСТ 33259–2015. Ответный фланец DN200 PN1,6 МПа (рисунок 1, позиция 15) выполнен с соединительной впадиной по ГОСТ 33259–2015. Материал основного фланца — коррозионно-стойкая сталь 10X17H13M2T по ГОСТ 7350–77. Приварное кольцо и ответный фланец изготовлены из нержавеющей стали SX для сернокислотных производств. Соединение фланцев между собой обеспечивается 12 болтами M20x140 ГОСТ 7798–70, 12 гайками M20 ГОСТ ISO 4032–2014 и 12 шайбами пружинными 20 ГОСТ 6402–70.

Для повышения герметичности фланцевого соединения перед вводом в эксплуатацию предложен способ сборки неподвижных разъемных соединений. Суть метода заключается в ступенчатой затяжке стыкуемых деталей между собой. На первой

ступени нагружения величина силы затяжки P_1 рассчитывается в зависимости от максимально допустимой нагрузки $P_{доп}$ и может равняться $(0,5 \div 0,8) P_{доп}$. В результате первого нагружения возникает упругая и упругопластическая деформация взаимодействующих шероховатостей, увеличивается площадь фактического контакта. Затем проводят вторую ступень нагружения силой затяжки $P_2 = (0,2 \div 0,5) P_{доп}$. В связи с тем, что после первого нагружения площадь фактического контакта деталей значительно возросла, вторая ступень нагружения будет характеризоваться существенным увеличением контактной жесткости стыка.

Для дистанционного контроля состояния фланцевого соединения в непрерывном режиме предлагается использование ультразвукового дефектоскопа. Четыре ультразвуковых преобразователя (рис. 1, позиция 18) монтируются к внешней стороне ответного фланца (рис. 1, позиция 15) равноудаленно от

оси фланца. При нарушении герметичности соединения возникнет разрушение контактной поверхности фланцев, из-за чего экосигнал преобразователя изменится. Измененный

сигнал передается на дефектоскоп, а от него на систему управления, тем самым сообщая о нарушении герметичности фланцевого соединения.

Литература:

1. Контроль фланцевых соединений.— Текст: электронный // Проконтроль: [сайт].— URL: prokontrol.ru/articles/kontrol_flancevux_soedinenij (дата обращения: 21.05.2020).
2. Сердобинцев, Ю. П. Обеспечение эффективности управления эксплуатационными свойствами трибосопряжений технологического оборудования в процессе жизненного цикла: монография / Ю.П. Сердобинцев, О.В. Бурлаченко.— Волгоград: Волгоград. гос. техн. ун-т, 2005.— 353 с.

Применение кольцевой развязки со светофорным регулированием и прорезанным центральным островком на улично-дорожной сети г. Волгограда

Сильченков Дмитрий Дмитриевич, старший преподаватель;
 Роговая Алина Дмитриевна, студент магистратуры;
 Шевченко Юрий Владимирович, студент магистратуры;
 Тупота Дмитрий Сергеевич, студент магистратуры
 Волгоградский государственный технический университет

Улично-дорожную сеть (УДС) современного города можно лишь условно отнести к той или иной форме. УДС любого города в силу своего исторического развития будет иметь смешанную форму. При этом часть УДС многих городов можно рассматривать как ленточную, внешне напоминающая вытянутый прямоугольник или ленту. К рассматриваемым участкам ленточной УДС можно отнести: г. Волгоград, г. Сызрань, г. Ха-

баровск, г. Уфа, г. Пермь, г. Сиэтл (США), г. Кливленд (США), г. Каир (Египет), г. Перт (Австралия), г. Мельбурн (Австралия). Рассматриваемые участки УДС городов развиты по-разному: плотность УДС выше в городах США и Австралии, значительно ниже в РФ в силу исторического развития.

Интересуемые нас участки УДС можно обобщенно представить в виде графа, показанного ниже.

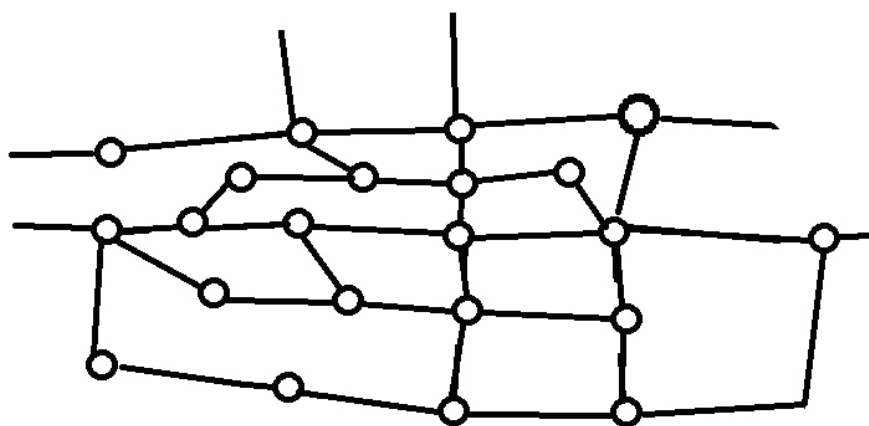


Рис. 1. Представление условного участка ленточной УДС

В центральной части городов располагается большое количество центров притяжения людей, что влияет на распределение транспортных потоков во времени и пространстве (направление утреннего и вечернего часа пик). Как видно из рисунка 1, модель УДС (граф) имеет ограниченное количество входов-выходов, что совместно с временной неравномерностью дорожного движения обуславливает возникновение

перед узлами входа-выхода в сеть транспортных очередей и заторов.

Решение данной проблемы возможно несколькими путями. Вот некоторые из них:

- дальнейшее развитие УДС путем организация дополнительных узлов входа — выхода в сеть, строительства объездных дорог для транзитного транспорта и др.;

– повышение пропускной способности существующих узлов входа — выхода в сеть, с последующим перераспределением транспортных потоков по средствам системы АСУДД;

– совмещение первого и второго пути.

Зачастую при ленточной УДС строительство нового дополнительного узла входа-выхода в сеть не решает поставленную проблему в корне: новый маршрут движения для большинства пользователей сети малопривлекателен, им пользуется ограниченное количество водителей (в основном транзитного

транспорта), или переносит место образования транспортных очередей и заторов на другой участок УДС.

Поставленная выше проблема каждый день наблюдается в Центральной части г. Волгограда. Так как г. Волгоград вытянут вдоль р. Волги, то есть с севера на юг, остановим свое внимание на узлах входа-выхода в Центральную часть г. Волгограда по направлениям с севера на юг и обратно. С севера число узлов входа в сеть — 3 (до декабря 2017 г. — 2), с юга 3, которые показаны на рисунках 2, 3.

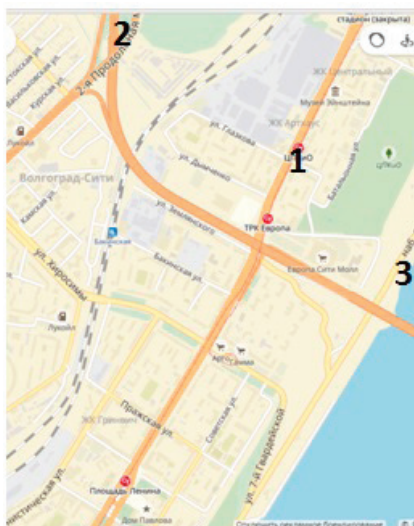


Рис. 2. Участки входа-выхода в УДС Центральной части г. Волгограда с Севера: 1 — пр. В. И. Ленина (1-я продольная магистраль г. Волгограда), 2 — ул. Рокоссовского (2-я продольная магистраль г. Волгограда), 3 — наб. 62-й Армии (0-я продольная магистраль г. Волгограда).



Рис. 3. Участки входа-выхода в УДС Центральной части г. Волгограда с Юга: 1 — ул. Рабоче-Крестьянская (1-я продольная магистраль г. Волгограда), 2 — ул. Глубоковская, 3 — ул. Рокоссовского (2-я продольная магистраль г. Волгограда)

В часы пик наблюдаются транспортные очереди с северного и южного направления по подходам 1, как наиболее привлекательным для пользователей сети. Узлы (перекрестки) с север-

ного направления пр. В.И. Ленина и ул. 7-й Гвардейской (см. рисунок 4), ул. Рабоче-Крестьянской и ул. Калинина не в состоянии пропустить существующие пиковые транспортные потоки.

Для решения данной проблемы нами была построена модель дорожного движения Центрального района по существующей УДС, с пиковыми значениями интенсивности движения на 2019 год. После чего на наиболее привлекательных для участников

дорожного движения участках существующие перекрестки были заменены на кольцевые развязки со светофорным регулированием и прорезанным центральным островком (КПСРПЦО), что позволило избавиться от транспортных очередей перед этими узлами.

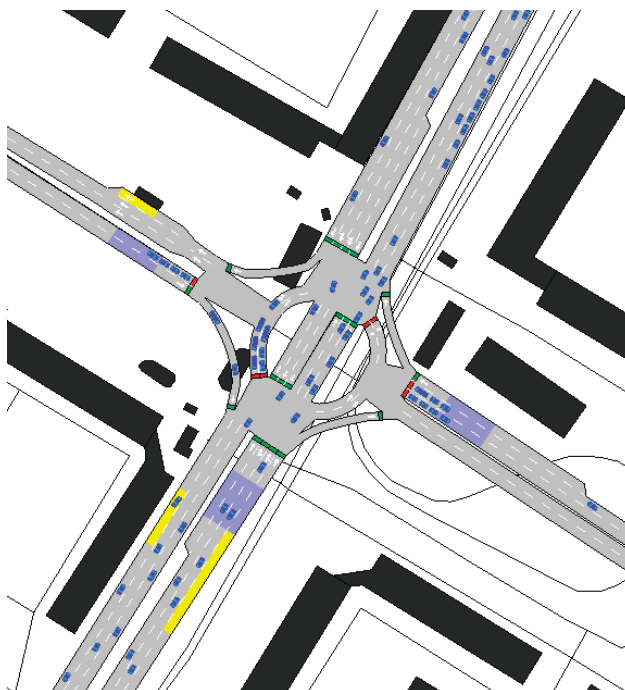


Рис. 4. КПСРПЦО на пересечении пр. В. И. Ленина и ул. 7-й Гвардейской

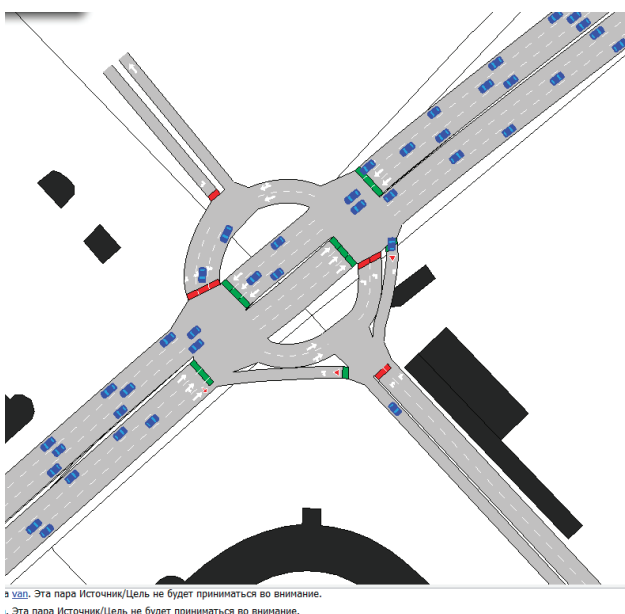


Рис. 5. КПСРПЦО на пересечении ул. Рабоче-Крестьянской и ул. Калинина

Так же нами была ступенчато увеличена интенсивность дорожного движения с шагом в 3% от существующей пиковой интенсивности с целью определить, до какой интенсивности в модели не будут образовываться заторовые ситуации на исследуемых перекрестках.

Было выявлено, что при увеличении интенсивности до 18% от пиковых значений интенсивностей дорожного движения на 2019 год, в модели не будет образовываться транспортных заторов.

Литература:

1. СП 243.1326000.2015 Свод правил по проектированию геометрических элементов автомобильных дорог и транспортных пересечений [Электронный ресурс]: распоряж. Росавтодора от 30 сентября 2015 г. № 291 — Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
2. ОДМ 218.2.020–2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог [Электронный ресурс]: распоряж. Росавтодора от 17.02.2012 № 49-р.— Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
3. ОДМ 218.2.071–2016 Методические рекомендации по проектированию кольцевых пересечений при строительстве и реконструкции автомобильных дорог [Электронный ресурс]: распоряж. Росавтодора от 04.04.2017 N589-р — Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

Способ улучшения качеств сдобного печенья посредством внесения пищевых добавок и выбора сырья

Соседенко Татьяна Юрьевна, студент магистратуры;
Николаева Юлия Владимировна, кандидат технических наук, доцент;
Ралович Анастасия Дмитриевна, студент;
Симакина Таисия Константиновна, студент;
Шихалев Сергей Вячеславович, студент
Московский государственный университет пищевых производств

Кондитерские промышленность — это широкий и динамичный сегмент рынка, который представляет собой множество интересных задач, а эволюция привычек питания приводит к значительным изменениям на рынке. В то время как все меньшая доля населения занята производством первичных продуктов питания, потребители требуют большего разнообразия, выбора и удобства наряду с более высокими стандартами безопасности и здорового образа жизни по доступным ценам. Удовлетворение этих потребительских ожиданий может быть достигнуто только с использованием современных технологий пищевой промышленности, которые включают в себя использование различных пищевых добавок, доказавших свою эффективность и безопасность благодаря длительному использованию и тщательным испытаниям [2].

Рынок мучных кондитерских изделий интенсивно развивается, а вместе с ним и рынок пищевых ингредиентов. Пищевые добавки играют ключевую роль в поддержании пищевых качеств и характеристик, которые ценятся потребителями, сохраняя продукты питания безопасными, полезными и привлекательными. Пищевая добавка является веществом, обычно не употребляемое в пищу само по себе и обычно не используемое в качестве характерного ингредиента пищевых продуктов. Пищевые добавки — это химические вещества, добавляемые в пищевые продукты для улучшения вкуса, текстуры, цвета, внешнего вида и консистенции или в качестве консервантов. Многие пищевые добавки являются натуральными, некоторые из них содержат необходимые питательные вещества

Большое внимание должно быть уделено выбору сырья. Жир является одним из основных ингредиентов печенья. Температура застывания жира не должна быть выше температуры теста, температура плавления жира не должна быть выше температуры во время изготовления эмульсии. Пластичность жира

при различном интервале температур благотворно влияет на технологические процессы изготовления печенья. Данный эффект достигается когда масла входящие в смесь жира для печенья, имеют разные температуры плавления [1].

С целью предотвращения жирового поседения печенья выбран купаж масел, состоящий из высокоолеинового подсолнечного масла и пальмового. В результате жирового поседения на поверхности печенья должна быть отчетливо видна белесость, которая возникает вследствие миграции жира к поверхности изделия, дальнейшей кристаллизации и появления пленки. Такая проблема возникает при резком охлаждении после выпечки, неправильном хранении и при неправильном выборе жира в технологии печенья. Считается то, что применение смеси масел более предпочтительнее, чем применение жира с твердыми триглицеридами. Это обосновано тем, что расширяется диапазон глицеридов. Так при использовании чистого пальмового, некоторых видов сливочного не исключено появление жирового поседения [4].

Мучные кондитерские изделия имеют большой спрос у покупателей. Продукт имеет приятный вкус и высокую пищевую ценность из-за содержания в своем составе большого количества жира. С целью обогащения рациона производятся продукты с уже восполненным составом, имеющим те самые дефицитные составляющие. Проблема сохранения высоких потребительских качеств и увеличения сроков годности продукта является одной из часто поднимаемых в пищевой промышленности. В настоящее время имеется спрос на создание качественных пищевых добавок решающих эти проблемы.

Большую часть рынка мучных кондитерских изделий занимает печенье, имеется большой спрос на этот высокопитательный продукт с приятным вкусом и ароматом. Сдобное печенье содержит до 40% жира, сахара до 45%, массовая доля влаги не более 16% [5].

Внешний вид, особенно цвет является одним из первых впечатлений, воспринимаемым потребителем от готового изделия. Придается большое значение поверхностному потемнению печенья как параметру качества. Цвет поверхности хлебобулочных изделий зависит как от физико-химических характеристик сырого теста, таких как содержание воды, pH, редуцирующих сахаров и аминокислот, так и от условий эксплуатации при обработке, главным образом при выпечке. Время выпечки температура, время, скорость движения воздуха и относительная влажность могут влиять на степень потемнения печенья.

Для улучшения вкусовых качеств веществами и обогащения сдобного печенья вносили в рецептуру творожный порошок в объеме 7% от общего объема теста.

Использование творожного порошка имеет такие достоинства как

- низкий уровень потенциального развития микробиологической обсемененности выпеченного продукта

- удобство хранения и использования
- стабильность вкусоароматических свойств во время хранения.

За счет удержания воды творожным порошком в составе печенья получилось замедлить процессы черствления, что благотворно влияет на оценку покупателя и делает продукт более конкурентоспособным по сравнению с другими [3].

В результате нашего опыта мы получили обогащенный продукт, сохраняющий высокие пищевые качества во время хранения. Печенье имело улучшенные реологические свойствами теста и высокоразвитую вкусоароматику. В процессе хранения жирового поседения не отмечалось. Печенье соответствовало органолептическим качествам согласно с «ГОСТ 24901–2014 Печенье. Общие технические условия». Готовое изделие было пропеченным без следов непромеса с шероховатой поверхностью, имело форму не расплывчатую, без вздутий.

Литература:

1. Васькина В., Вайншенкер Т. Влияние растительных жиров на качество печенья. Окончание //Хлебопродукты.— 2008.— № 1.— С. 62–62.
2. Канарская З. А., Хузин Ф.К., Ивлева А.Р., Гематдинова В.М. Тенденции развития технологии кондитерских изделий // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3 (69).
3. Матвеева, Т.В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры: учебное пособие / Т.В. Матвеева, С.Я. Корячкина.— Санкт-Петербург: ГИОРД, 2016.— 360 с.
4. Султанович Ю. А., Духу Т.А. Влияние особенностей жировых продуктов на качество и сроки годности кондитерских и хлебобулочных изделий //Пищевая промышленность.— 2017.— № 3.
5. Щербакова Елена Ивановна Влияние растительных масел на качество песочного полуфабриката // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. 2013. № 3.

Повышение эффективности торможения использованием новых углерод-композиционных материалов

Старченко Валерий Николаевич, доктор технических наук, профессор;
Казачков Николай Владимирович, студент магистратуры
Луганский национальный университет имени Владимира Дала

Приведены результаты экспериментальных исследований и показано влияние температуры в зоне контакта на характер изменения коэффициента трения для различных материалов фрикционных пар, в том числе для нового углеродного композиционного материала.

Ключевые слова: автомобили, исследование, совершенствование, тормозная система, фрикционные материалы, транспортные средства.

Эффективность торможения, определяемая энергоёмкостью тормозных устройств, временем торможения и величиной тормозного пути, зависит, прежде всего, от реализуемого во фрикционной паре коэффициента трения, на величину которого оказывает влияние множество факторов детерминированного и случайного характера. К ведущим из них, как показывает практика, следует отнести нагрузку, материалы фрик-

ционной пары, скорость скольжения и температурный режим в зоне контакта.

Учитывая приведенное, целью работы является установление закономерностей изменения коэффициента трения в зависимости от температурного режима в процессе торможения и определение износостойкости серийных и новых фрикционных материалов для тормозных устройств на основании ре-

зультатов натурных сравнительных экспериментальных исследований.

Испытания проводились на специально оборудованной экспериментальной установке инерционного типа, на которой были установлены тормозные колодки с накладками из обычного фрикционного материала ЭМ-2, а затем, в следующей серии опытов, из нового углерод-композиционного материала под условным наименованием СК-07.04, все остальные параметры и установки были совершенно идентичными.

Экспериментальная установка (Рис. 1) состоит из серийного колодочного тормозного устройства типа ТКТГ-200, позиция 1, установленного на качающейся раме 2, упругой муфты 3, связывающей электродвигатель 4 с тормозным шкивом и инерционной маховой массой 5, состоящей из шести наборных тарированных чугунных дисков. В процессе испытаний в широких пределах могут изменяться момент инерции (от 8 до 60 кг/м²), частота вращения вала двигателя (до 1500 об/мин), нормальная сила прижатия колодок к тормозному шкиву, продолжительность работы привода и температура на контактной поверхности (до 600°C).

Для регистрации приняты следующие выходные параметры: тормозной момент, усилие в замыкающей тяге, время размыкания тормоза и разгона привода, время срабатывания и торможения, частота вращения привода и температура в контактной зоне трущихся поверхностей.

Тормозной момент измерялся посредством динамометрических колец (Рис. 1, А-А), симметрично расположенных на качающейся раме 2 установки по обе стороны тормоза, и на которых размещены тензорезисторы 6, соединенные по полумостовой схеме. Усилие в замыкающей тяге 7, пропорциональное тормозному моменту, измерялось с помощью тензодатчиков 8, а усилие сцепления фрикционного материала колодки со шкивом — тензодатчиками 9, установленными под пальцем тормозной колодки. Для проверки достоверности измерений сила сцепления дополнительно определялась при помощи датчиков 6, расхождение полученных результатов составило не более 5%. Температура контактной зоны фрикционных поверхностей измерялась семью термопарами 10 (Рис. 2), установленными в теле тормозной накладки симметрично по её длине и на расстоянии 0,1 мм от поверхности трения тормозного шкива. Электрические сигналы датчиков регистрировались на ПЭВМ со встроенной платой SDI-ADC14-32F [9]. Типичная осциллограмма записей измерений показана на Рис. 3, где по оси ординат указан соответствующий выходным параметрам электрический эквивалент, а по оси абсцисс — реальная отметка времени в секундах, при этом приняты следующие обозначения: 1 — скорость вращения тормозного шкива, об/мин; 2 — тормозной момент M_t Нм; 3 — усилие в замыкающей тяге $F, Н$; 4 — усилие сцепления фрикционных поверхностей $F_{сц}, Н$; 5–11 — температура поверхности трения тормозной накладки по её длине для материала СК-07.04.

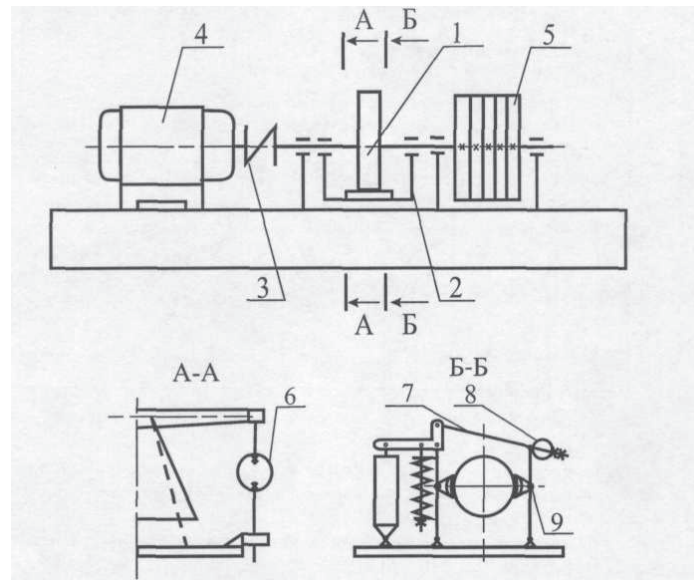


Рис. 1. Схема экспериментальной установки и размещения тензодатчиков

Время торможения измерялось от момента касания тормозных колодок поверхности шкива до момента полной остановки привода.

Испытания проводились в температурном диапазоне от 15 до 325°C, который является характерным для работы тормозных устройств легкой и средней группы температурной нагруженности, с усилием прижатия одной колодки равным 1580 Н, что соответствует тормозному моменту 200 Нм.

К сожалению, провести испытания при более высоких температурах не позволили технические возможности экспериментальной установки, в связи с местным температурным перегревом тензодатчиков 9 и возможным искажением их показаний, и потом вследствие натурального воспламенения асбофрикционного материала ЭМ-2 при температуре 3150С. Новый фрикционный материал СК-07.04 в серии опытов при максимальной, по условиям испытаний, температуре 350°C ра-

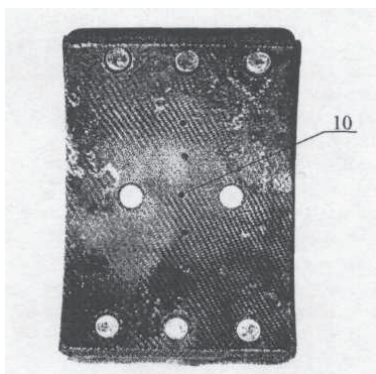


Рис. 2. Схема установки термопар в теле накладки

ботал совершенно удовлетворительно и без замечаний, однако, в связи с возможным искажением показаний тензодатчиков 9, эти данные не включены в информационную выборку для последующей обработки методами математической статистики и теории вероятностей. Результаты испытаний в виде фактических данных и аппроксимирующих зависимостей после статистической обработки приведены на Рис. 4.

Коэффициент трения является основным параметром стохастического нестационарного процесса торможения, поэтому его зависимость от температуры представлена в виде поля вероятных значений (Рис. 4), включающего между верхними (кривые 3 и 6) и нижними (кривые 2 и 5) граничными кривыми 99.9% фактических данных по результатам испытаний, при этом зависимости средних значений, представляющих собой аппрок-

симирующие кривые 1 и 4, могут быть приняты как аппроксимация по математическим ожиданиям частных распределений случайной величины коэффициента трения при фиксированных значениях температуры в узком диапазоне значений (5–10°C), поскольку результаты отдельной серии опытов свидетельствуют о том, что распределение значений коэффициента трения при фиксированной температуре следует нормальному закону распределения случайной величины при удовлетворительном значении критерия согласия Пирсона $P(x^2)=0.68$. Кривые 1,2 и 3 показывают поле вероятных значений нового материала СК-07.04, а кривые 4,5 и 6 — серийного материала ЭМ-2. Для сравнения там же приведена кривая 7, показывающая зависимость коэффициента трения от температуры для фрикционного материала 6КФ-58 по данным М. П. Александрова [8].

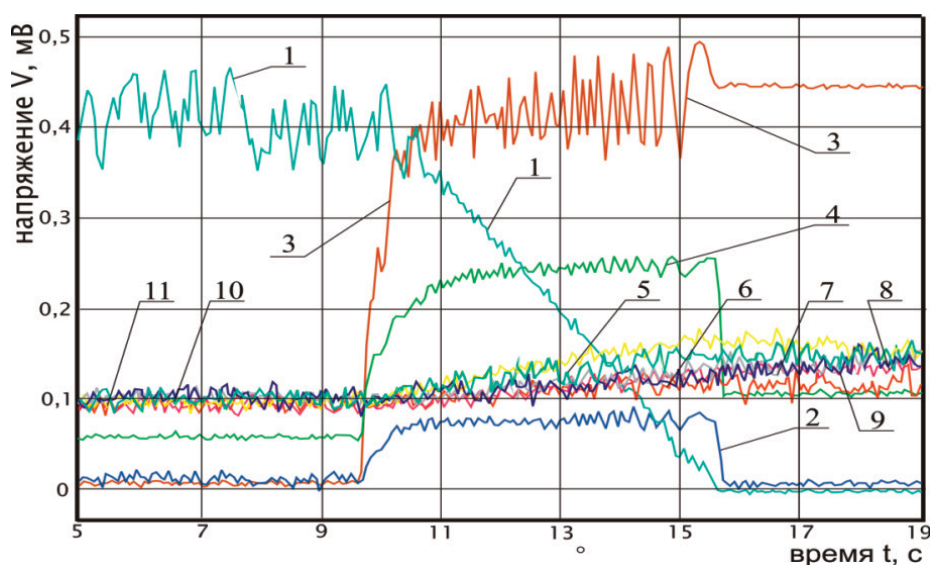


Рис. 3. Характерный участок осциллограммы процесса торможения с углерод-композиционными фрикционными накладками СК-07.04

Анализ результатов испытаний показал, что фрикционные свойства серийных (ЭМ-2) и новых углерод-композиционных тормозных накладок (СК-07.04) существенно отличаются. У серийного материала при нагреве до 105°C наблюдается незначительный рост коэффициента трения с 0.34 до 0.4, а затем резкое снижение до величины 0.2 при $t = 325^\circ\text{C}$, при этом практически

отсутствует снижение до величины 0.2 при $t = 325^\circ\text{C}$, при этом практически отсутствует период стабилизации. У углерод-композиционного материала наблюдается постоянный рост коэффициента трения с 0.2 до 0.5 при нагревании зоны контакта от 15 до 200°C, после чего следует период стабилизации до 325°C и затем, возможно, медленное снижение. Очевидно, что новый

материал значительно превосходит серийные (ЭМ-2 и 6КФ-58), как по величине реализуемого коэффициента трения, так и по термостойкости. Высокая стойкость нового материала к воздействию температуры в контактной зоне и сохранение при этом высокого коэффициента трения (порядка 0.5 в диапазоне температур 200–350°C), позволяет рекомендовать его исполь-

зование в машинах и механизмах с тяжёлыми режимами эксплуатации, особенно в транспортных машинах (автомобили, локомотивы и вагоны) при длительных и частых торможениях. Кроме того, использование нового материала позволяет повысить безопасность движения в случаях экстренного (аварийного) торможения.

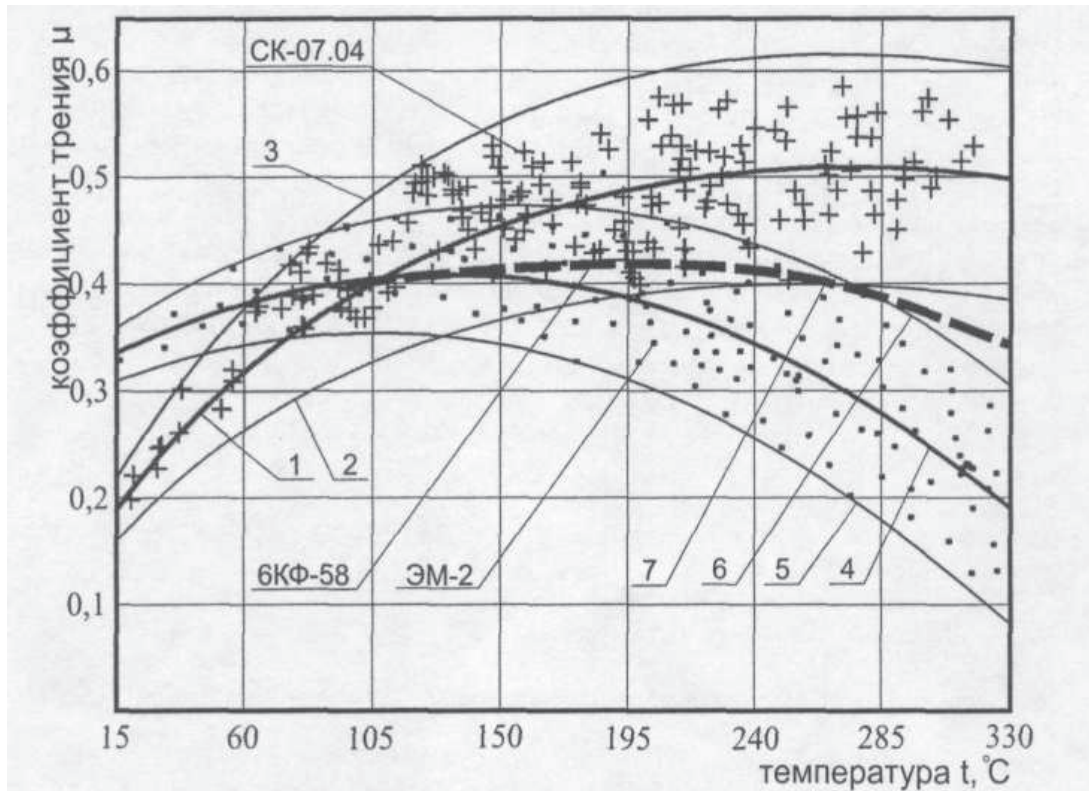


Рис. 4. Зависимость коэффициента трения от температуры в зоне контакта трущихся поверхностей, усилие на тормозной накладке $N=1580$ Н

Следует отметить и общие свойства для упоминавшихся фрикционных материалов (ЭМ-2, СК-07.04, 6КФ-58): при повышении температуры в контактной зоне трущихся поверхностей коэффициент трения увеличивается и проходит через максимум, а затем по-разному для каждого из них, — но убывает, при этом, чем выше температура начала снижения коэффициента трения, тем больше термостойкость материала.

Износостойкость серийного и нового материалов определялась весовым методом, испытания проводились для каждого материала в течении одной рабочей недели при восьмичасовом рабочем дне по одному и тому же графику нагружения. В результате установлено, что углерод-композиционный материал СК-07.04 имеет значительно более высокую износостойкость в сравнении с асбофрикционным материалом ЭМ-2, износ первого составил немногим более 7% от такого же показателя серийного материала.

Для продолжения экспериментальных исследований и уточнения результатов выполняется модернизация экспериментальной установки, которая должна обеспечить проведение испытаний при температуре до 600°C и выше, а также при низких температурах.

Выводы: Новый фрикционный углерод-композиционный материал СК-07.04 на основе углеродной матрицы, упрочнённой углеродным волокном, существенно превосходит серийные материалы, как по величине реализуемого коэффициента трения, так и по термостойкости. При температуре в контактной зоне трущихся поверхностей от 200 до 350°C коэффициент трения стабилизируется на уровне 0.5, а затем отмечается тенденция к медленному снижению.

Новый материал СК-07.04 имеет значительно более высокую износостойкость, что подтверждается длительными испытаниями на износ по весовому методу, в сравнении с серийным материалом износ составил немногим более 7%.

На основании результатов экспериментальных исследований новый материал СК-07.04 может быть рекомендован для использования на опытной партии транспортных машин (автомобили, локомотивы и вагоны), особенно для тяжёлых условий эксплуатации с длительным и частым торможением.

Повышение эффективности торможения путем применения нового фрикционного материала позволяет не только повысить безопасность движения, но и обеспечить минимизацию тормозного пути и времени торможения.

Литература:

1. Bauer H. *Glaser's Annalen*, 1999, № 11/12, S. 472–475.
2. Александров М. П. Исследование тепловых режимов крановых тормозов. Диссерт. канд. техн. наук, — М., 1953.
3. Чудаков Е. А. *Избранные труды*, т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1961.
4. Чичинадзе А. В. Расчет и исследование внешнего трения при торможении. М.: Наука, 1967.
5. Иноземцев В. Г. Тормоза железнодорожного подвижного состава. М.: Транспорт, 1979, — 424 с.
6. Чиковани М. Г. Снижение теплового нагружения тормозов ПТМ на основе анализа деформированного состояния фрикционных пар. Диссерт. канд. тех. наук, — М., 1985, — 190 с.
7. Иванов Л. Е. Исследование крановых колодочных тормозов с увеличенным конвективным теплообменом с целью повышения долговечности их фрикционных элементов. Диссерт. канд. тех. наук, — Харьков, 1969.
8. Тормозные устройства: Справочник, под общ. ред. М. П. Александрова. — М.: Машиностроение, 1985. — 312 с.
9. Шевченко С. И., Старченко В. Н., Белоус В. В. О возможности применения аналого-цифровых преобразователей при экспериментальных исследованиях. Вестник Восточноукраинского Государственного университета № 6(28) 2000 // Изд-во ВУГУ. Луганск. 2000. — с. 36–40.

Моделирование массообменных процессов в канализационном перепадном колодце

Телятникова Анна Максимовна, ассистент;
Габиров Руслан Анатольевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье авторы описывают процесс создания информационной модели перепадного канализационного колодца/

Ключевые слова: канализация, информационная модель, ANSYS CFX.

Перспективным инструментом для моделирования массообменных процессов является использование комплекса конечно-элементного анализа ANSYS CFX. Данный пакет позволяет решать задачи различной сложности, учитывая многокомпонентность поставленных задач и требуемую степени точности. Но решение задач, отображающих крупные системы объектов, при помощи данного программного комплекса осложняется необходимостью наличия достаточно мощных вычислительных ресурсов и большого объема свободной памяти.

В результате этого было принято решение о двухэтапном моделировании целостной системы камеры гашения напора — окружающая среда, где первая модель изучала бы процессы внутри сооружения, а вторая — диффузию выделившихся газов в окружающем атмосферном воздухе. При этом, численные результаты массового расхода газа, полученные на первом этапе, будут использованы для изучения процесса выделения сероводорода из люка в окружающую среду. Данное решение позволяет снизить габаритные размеры расчетной области, что в свою очередь снижает нагрузку на вычислительную технику и повышает производительность расчетов без внесения дополнительных погрешностей.

1. Модель внутреннего пространства камеры гашения напора

Расчетная область модели камеры гашения напора (рис. 1) представляет собой воздушное пространство КГН, подводящего напорного и отводящего самотечного трубопровода. Рас-

четная область выполняется в приложении *DesignModeler* в виде твердотельного элемента, в котором с помощью выреза имитируется стенка подводящего напорного трубопровода. Далее для построенной геометрии генерировалась расчетная сетка, и задавались граничные и начальные условия. Поступление смеси воды и сероводорода в расчетную область определяется условием «*Inlet*» на подводящей напорной трубе, которое устанавливает скорость втекающего потока (V_{en} , м/с) и соотношение объемных долей воды и сероводорода (*VolumeFraction*). Для учета присутствия воздушной среды использовалось условие *Opening*, в котором устанавливалось отсутствие избыточного давления $P_m = 0$ Па, а также соотношение объемных долей воздушной среды, воды и сероводорода. Поскольку граница *Opening* располагается около люкового проема, то в начальный момент времени расчета на данной границе присутствует только воздушная среда. Выход потока описывается условием *Outlet*, в котором устанавливалось отсутствие избыточного давления $P_m = 0$ Па. Таким образом обеспечивается самотечное движение потока воды по отводящему трубопроводу, которая за собой увлекает воздушную среду. При этом каждая из фаз содержит в себе некоторую примесь сероводорода. В качестве начального задавалось условие присутствия в начальный момент времени ($\tau = 0$ с) в расчетной области модели только воздушной среды в неподвижном состоянии. Для дальнейшего анализа результатов моделирования на рис. 1 показаны расчетные сечения, в которых фиксировались значения массового расхода сероводорода.

В ходе первого этапа исследования была проведена серия опытов с различной скоростью втекания сточной воды на гра-

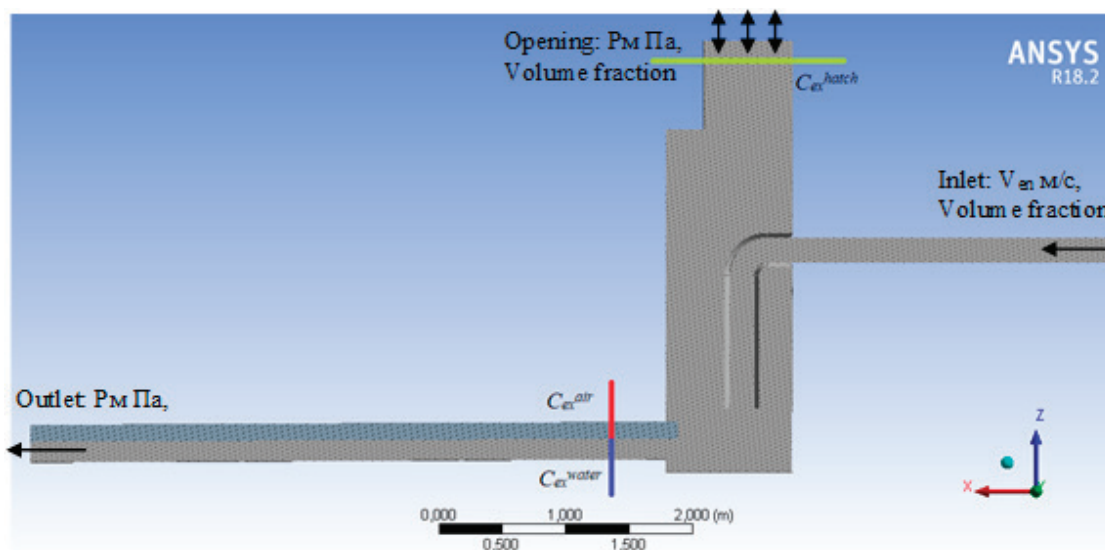


Рис. 1. Расчетная область модели КГН. Начальные и граничные условия. Сечения фиксации результатов

нище $Inlet: V_{en} = 1 \text{ м/с}, 1,5 \text{ м/с}, 2 \text{ м/с}$. Соотношение объемных долей воды и сероводорода ($gas/water$) на входе принято постоянным

и составляло для воды 0,8, а для сероводорода 0,2. Подробное описание условий проведения опытов представлено в табл. 1.

Таблица 1. Условия проведения опытов на модели внутреннего пространства КГН

| Показатель | Опыт 1 | Опыт 2 | Опыт 3 |
|----------------------------------|---------|--------|--------|
| τ , сек | 1000 | | |
| d_{en} , мм | 200 | | |
| V_{en} , м/с | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Gas/water, доли | 0,2/0,8 | | |
| Q_{Σ} , м ³ /с | 31,40 | 47,10 | 62,80 |
| Q_{water} , м ³ /с | 25,12 | 37,68 | 50,24 |
| Q_{gas} , м ³ /с | 6,28 | 9,42 | 12,56 |
| d_{ex} , мм | 300 | | |
| i | 0,005 | | |
| T , °K | 288 | | |
| h/d^* | 0,435 | 0,551 | 0,666 |
| V_{ex} , м/с* | 0,855 | 0,940 | 1,006 |

*Примечание — оценочные величины показателей, определенные до проведения опытов по таблицам Лукиных [1]

2. Совмещенная модель люка камеры гашения напора и области окружающей воздушной среды

Расчетная область второй модели выполняется также в виде твердотельного элемента, состоящего из двух частей, связанных между собой (рис. 2). Первая часть имитирует внутренне воздушное пространство элементов люка, через которые газ может поступать в окружающую среду (такими элементами являются технологические отверстия в люке и неплотности прилегания крышки люка) (рис. 2А). Вторая часть является окружающей

воздушной средой вблизи люка КГН (рис. 2Б). Габаритные размеры второй части модели $10 \times 10 \times 10 \text{ м}$.

Особое внимание в данной модели было уделено построению сетки. Для оптимизации расчета сетка измельчалась только в люке и зоне выхода потока из люка. Изменение размеров ячейки осуществлялось с помощью функции *Sizing*. В пространстве люка эта функция позволила сгенерировать сетку с размером ячейки 0,0015 м. Воздушное пространство над люком было разделено на три области с помощью сфер радиусом 1,5 м, 2,5 м, 4 м. Размеры ячеек в сферах составили 0,06 м, 0,09 м, 0,12 м соответственно.

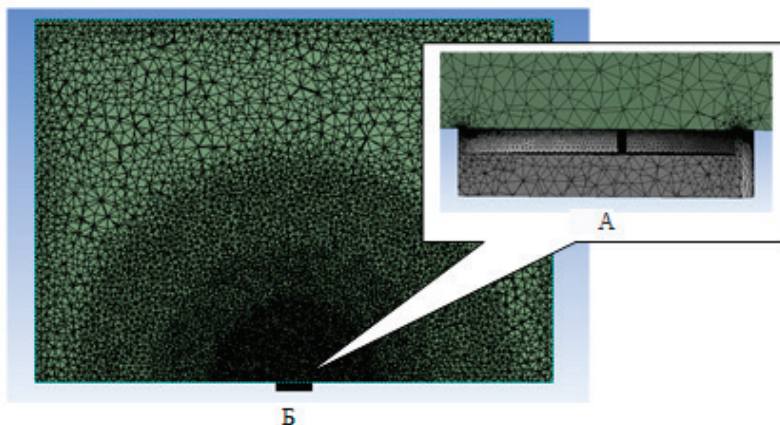


Рис. 2. Расчетная область модели воздушного пространства рядом с люком. Результаты построения сетки: А — первая часть модели (отверстия в люке), Б — вторая часть модели (окружающая воздушная среда вблизи с люком)

В дальнейшем были заданы начальные и граничные условия модели. В расчетной области задавалось наличие двух веществ: сероводорода и воздуха. Температура (T, K) сероводорода и воздуха внутри канализационного люка составляла $288 K$, температура воздуха в окружающей среде составляла для первого опыта — $298 K$, для второго — $266 K$. Поступление газа в расчетную область учитывалось с помощью условия «InletGas» (рис. 3), в котором задавался мас-

совый расход газа (*MassFlow*), полученный при моделировании на первом этапе, и объемная доля (*VolumeFraction*). Движение воздушных масс в окружающей среде имитировалось с помощью граничного условия «InletWind», приложенного к одной из граней (рис. 3). Скорость ветра V составляла 1 м/с . В начальный момент времени в расчетной области присутствовал только воздух с избыточным давлением $P_m = 0 \text{ Па}$ (условие *Opening*).

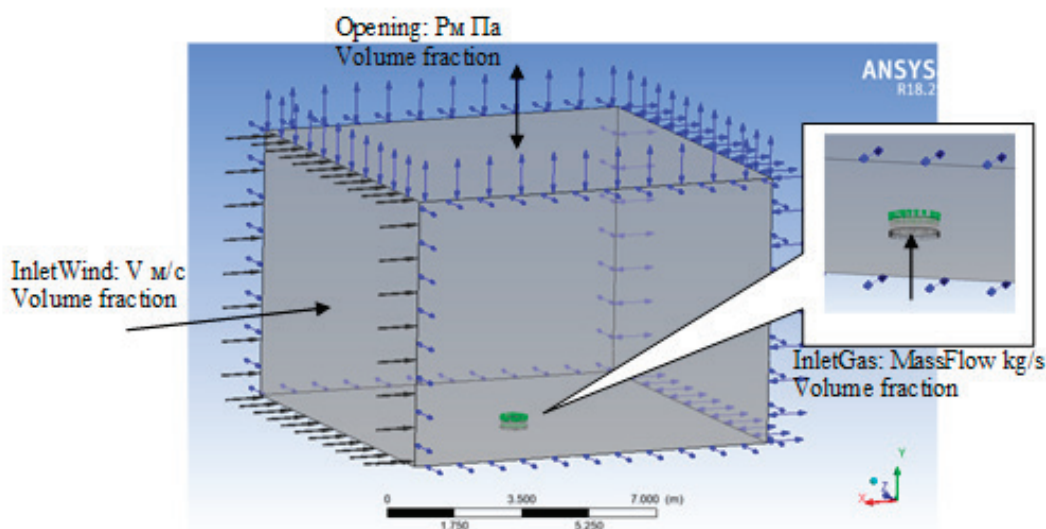


Рис. 3. Начальные и граничные условия модели воздушного пространства рядом с люком

3. Результаты моделирования, их интерпретация и обсуждение

По итогам проведения серии расчетов для первой модели были получены следующие графические и функциональные отображения результатов.

На рис. 4 представлена гидродинамическая картина, наблюдаемая внутри КГН при установившемся движении и отобра-

жающая пространственное расположение протекающих компонентов. Цветовое поле данной картины позволяет оценить соотношение объемных долей сточной воды и газа в системе. Так по горизонтальному напорному трубопроводу поток смеси воды и газа поступает в КГН полным сечением, при этом поток окрашен в оранжевый, что соответствует объемной доле $0,8$ для воды. После того как поток достиг КГН он попадает в вертикальный стояк, где наблюдается его отрыв от стенок трубопро-

вода и изменение напорного движения на кольцевое спиралеобразное. Здесь же происходит дополнительное эжектирование потока воздухом, подсасываемым в стояк. Далее по вертикальному стояку сточная вода попадает в водобойный колодец КГН, где за счет образования гидравлического прыжка также про-

исходит активное перемешивание воздушной и водной среды. В результате этого часть сероводорода выделяется из воды в подводящее пространство КГН. После водобойного колодца КГН вода покидает расчетную область модели по самотечному коллектору.

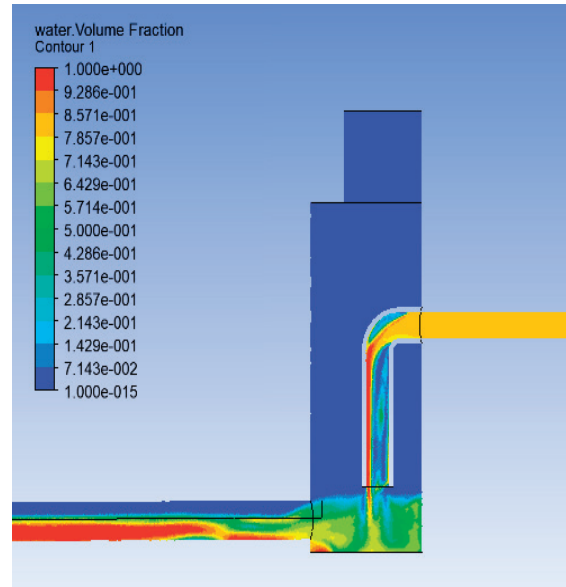


Рис. 4. Результаты моделирования КГН. Гидродинамическая картина

На рис. 5 показано поле избыточного давления, которое устанавливается в расчетной области модели. На подводящем трубопроводе наблюдается вакуумметрическое давление в диапазоне $P_{\text{вак}} = 123\text{--}402$ Па. Данный результат объясняется незначительной величиной скоростного напора в подводящем трубопроводе и созданием разрежения на вертикальном участке при падении жидкости. Максимальное избыточное давление $P_{\text{м}}$

$= 529$ Па наблюдается в водобойном колодце в месте падения потока. В камере вблизи водобойного колодца и подводящем пространстве отводящей трубы устанавливается вакуумметрическое давление $P_{\text{вак}} = 215$ Па за счет увлекающей способности утекающего потока. В верхней части камеры вблизи люкового пространства наблюдается незначительное избыточное давление $P_{\text{м}} = 21$ Па.

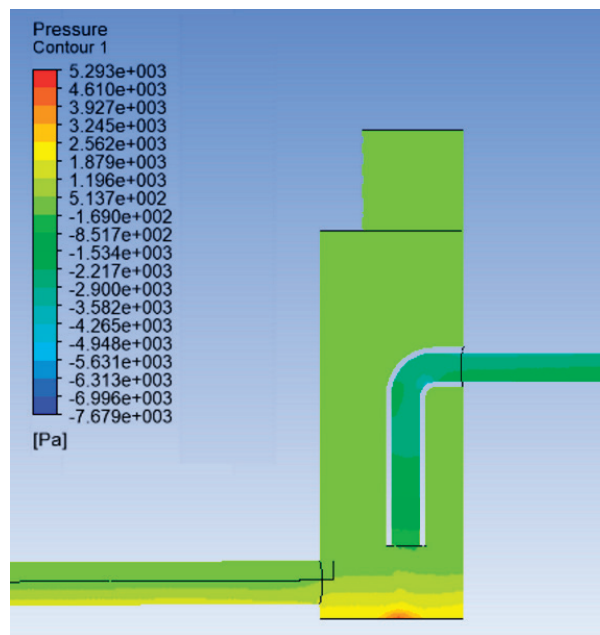


Рис. 5. Поле давления в модели КГН

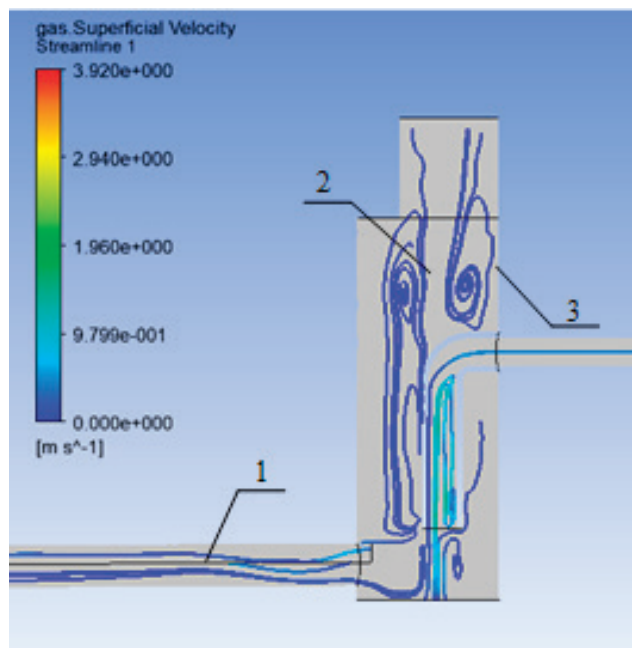


Рис. 6. Линии тока потока сероводорода в модели КГН

На рис. 6 показаны линии тока потоков сероводорода, выделяющихся из воды в водобойном колодце. По линиям тока можно судить о трех выраженных потоках газа:

1 — сероводород, частично оставшегося в водной среде после падения в КГН и покидающий камеру с потоком сточной воды по самотечному коллектору;

2 — сероводород, выделившийся в подсводное пространство камеры гашения в области гидравлического прыжка, циркулирует в ней и за счет увлекающей способности воды уносится воздушной средой в подсводное пространство отводящего коллектора;

3 — сероводород, постоянно циркулирующий в подсводном пространстве КГН. Этот поток образуется в результате формирования застойных областей в газовой среде и пополняется новыми порциями газа из второго потока и со свободной поверхности воды в водобойном колодце.

Важно отметить, что из второго и третьего потока сероводород частично поднимается к люковому проему, откуда в дальнейшем выделяется в окружающую среду.

Полученная в КГН гидро- и аэродинамическая картина качественно соответствуют ожидаемым результатам и принятым граничным и начальным условиям. Кроме этого, наполнение водобойного колодца и отводящего самотечного коллектора количественно соответствует существующим данным из гидравлических таблиц [1]. На основании этого данная модель была признана адекватной и принята для получения массовых расходов сероводорода в расчетных сечениях (рис. 1).

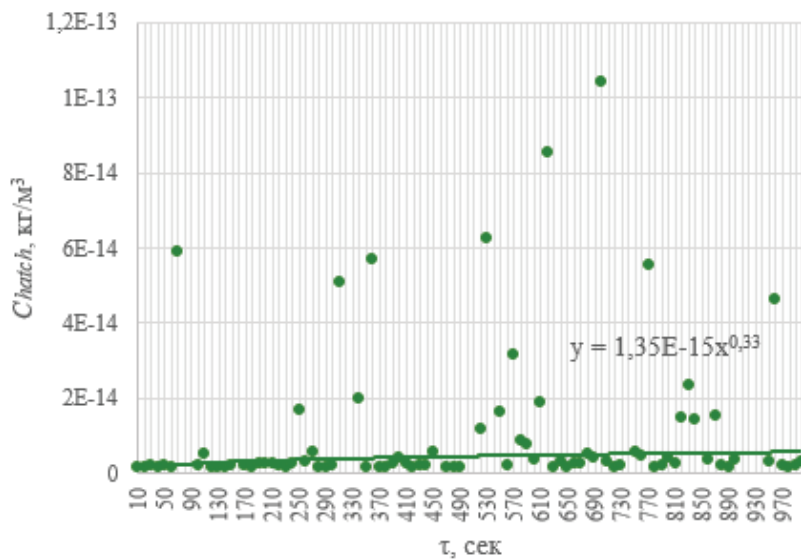
На рис. 7–9 представлены серии графиков, полученных для трех проводимых опытов при различных V_{en} . Расчеты выполнялись для нестационарной задачи на период времени $\tau = 1000$ с. Во всех модельных расчетах наблюдалась пульсация концентрации сероводорода, поэтому на графиках наблюдается поле расчетных значений массового расхода газа (рис. 7–9). Аппрок-

симация полученного поля точек позволила выделить закономерность изменения концентрации сероводорода во всех рассматриваемых сечениях по степенному закону. Уравнения аппроксимирующей функции для трех проводимых опытов также представлены на рис. 7–9.

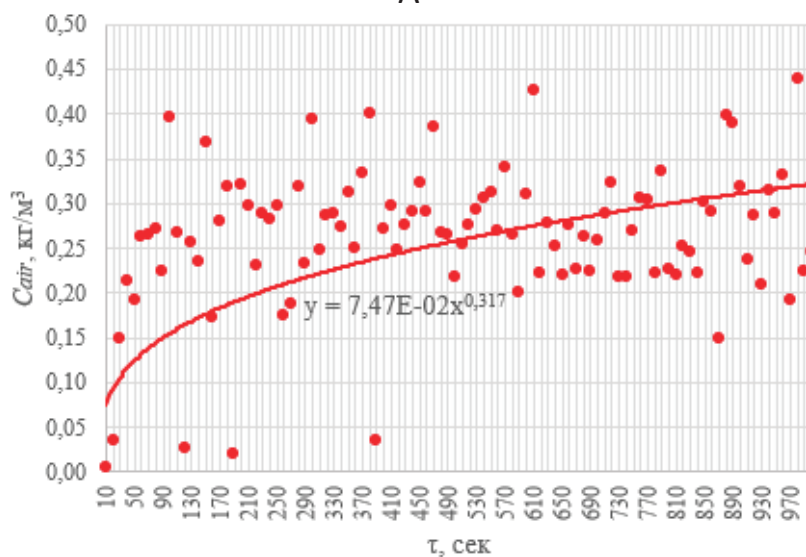
Во всех опытах с тремя различными скоростями входящего потока наблюдается увеличение концентрации сероводорода в течение времени в воздушном пространстве отводящего трубопровода и вблизи люка. Концентрация H_2S , утекающего со сточной жидкостью по самотечной трубе, в течение времени снижается. При этом, важно отметить, что наибольшее количество сероводорода, находящегося в модели, покидает ее вместе с потоком воздуха в отводящем трубопроводе. Данное явление обосновывается наличием увлекающей способности сточной жидкости.

С увеличением скорости течения сточной жидкости существенно возрастает турбулизация потока и интенсивность выделения газа в подсводное пространство сети. Сравнивая между собой результаты различных опытов, можно отметить, что концентрация сероводорода в отводящем трубопроводе для скорости входящего потока 2 м/с увеличилась в 4,6 раз по сравнению с опытом, где скорость составляла 1,5 м/с. И в 12,7 раз по сравнению с опытом со скоростью 1 м/с.

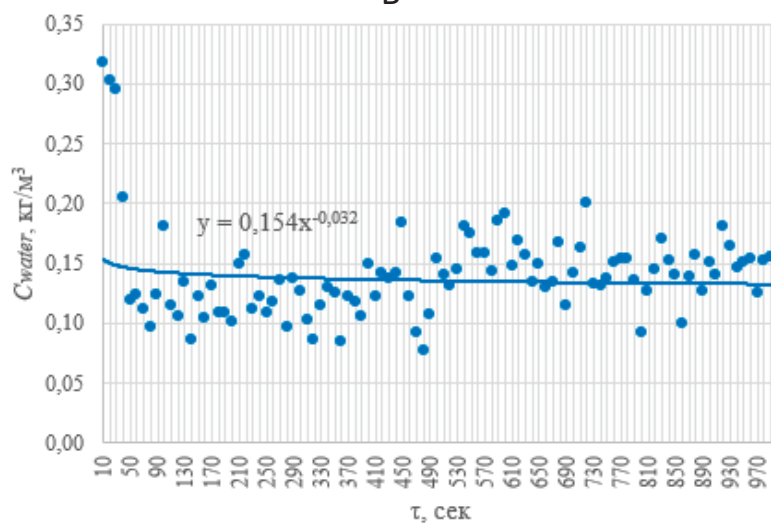
Для сечения вблизи люка, концентрации, наблюдаемые при скорости входящего потока $V_{en} = 1$ м/с были весьма малы. Поэтому подбор скорости движения сточной жидкости может являться критерием безопасной работы сооружения. Методом интерполяции средних значений концентраций для проведенных опытов было определено, что превышение максимальной разовой допустимой концентрации ($ПДК_{мп} = 0,008$ мг/м³) наступает при скорости поступления потока сточных вод $V_{en} \geq 1,1$ м/с. Превышение допустимой концентрации в рабочей зоне ($ПДК_{ра} = 10$ мг/м³) происходит при скорости входящего потока $V_{en} \geq 1,52$ м/с.



А



Б



В

Рис. 7. Серия графиков, полученных при проведении опыта 1 со скоростью входящего потока $V_{en} = 1,0$ м/с. Функции изменения концентрации сероводорода в течение времени для сечений: А — S_{hatch} (вблизи люка), Б — S_{air} (в воздушной среде отводящего трубопровода), В — S_{water} (в водной среде отводящего трубопровода).

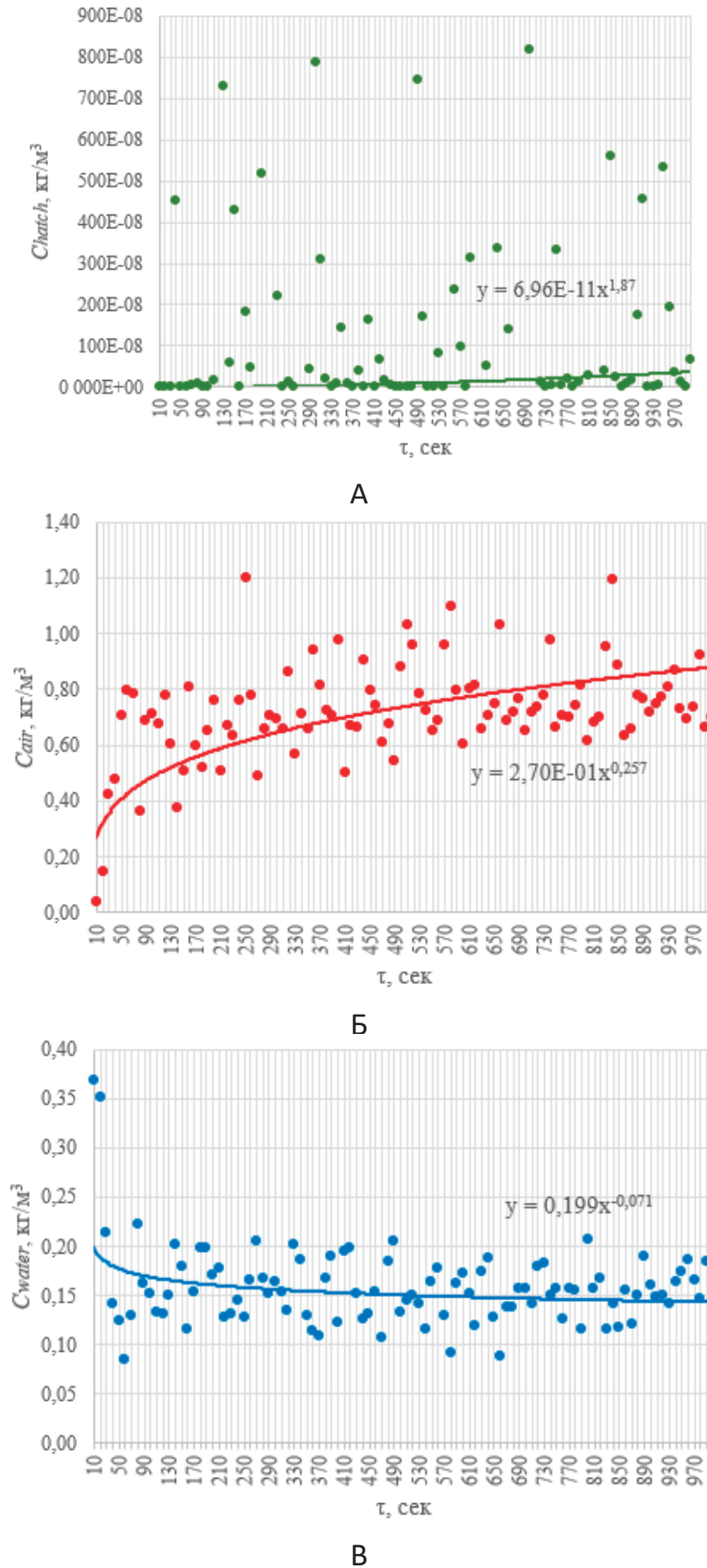


Рис. 8. Серия графиков, полученных при проведении опыта 2 со скоростью входящего потока $V_{en} = 1,5$ м/с. Функции изменения концентрации сероводорода в течение времени для сечений: А — S_{xhatch} (вблизи люка), Б — S_{xair} (в воздушной среде отводящего трубопровода), В — S_{xwater} (в водной среде отводящего трубопровода).

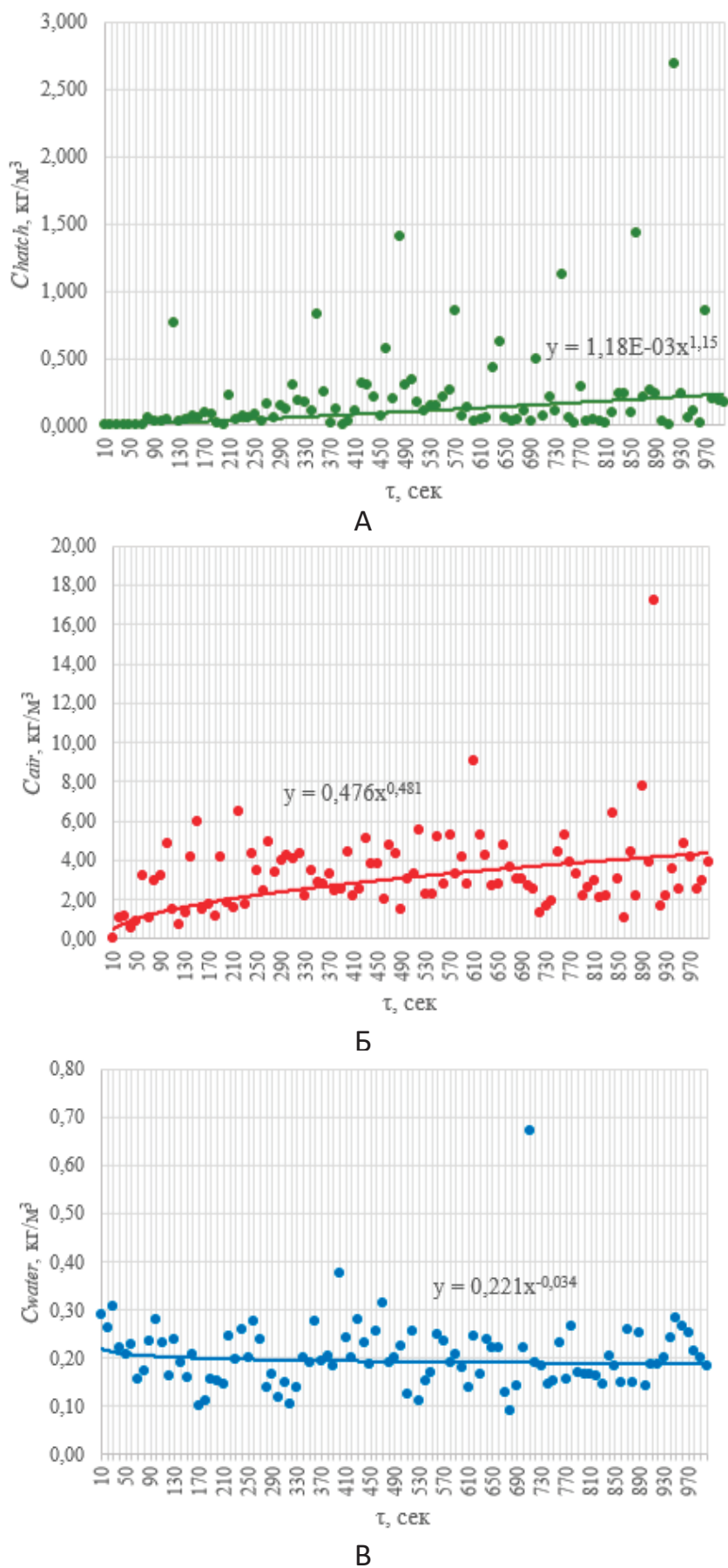


Рис. 9. Серия графиков, полученных при проведении опыта 3 со скоростью входящего потока $V_{en} = 2,0$ м/с. Функции изменения концентрации сероводорода в течение времени для сечений: А — C_{hatch} (вблизи люка), Б — C_{air} (в воздушной среде отводящего трубопровода), В — C_{water} (в водной среде отводящего трубопровода)

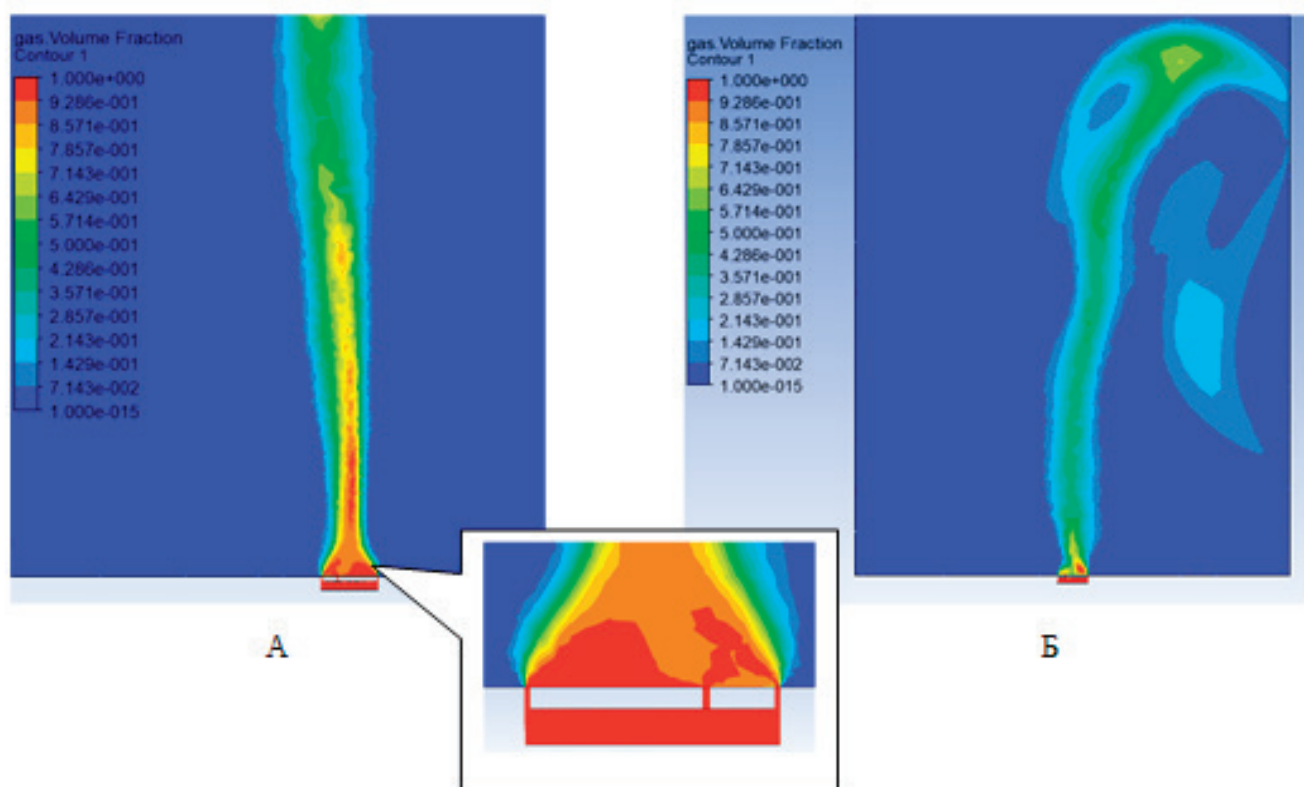


Рис. 10. Результаты моделирования воздушного пространства у люка. Гидродинамическая картина: А — при температуре наружного воздуха $T = 298 \text{ }^\circ\text{K}$, Б — при температуре наружного воздуха $T = 266 \text{ }^\circ\text{K}$

На основании данных модели КГН со скорости входящего потока 2 м/с и полученных функциональных зависимостей была разработана модель воздушного пространства вблизи канализационного люка. Получаемая в результате модельных расчетов аэродинамическая картина отображена на рис. 10. В обоих, проводимых при различных температурах окружающей среды, опытах наблюдалось образование факела выброса H_2S . При отрицательной температуре окружающей среды (рис. 8Б) также наблюдалось снижение факела за счет возника-

ющей стратификации воздушных масс. Формирование «петли» потока осуществлялось на высоте 12 м от поверхности земли.

Дальнейшая разработка данной модели позволит определить зону распространения H_2S в зависимости от различных климатических параметров и величину концентрации в приземных слоях атмосферы вблизи сооружения КГН. На основании данных величин сможет быть сформирован комплексный подход к оценке воздействия объекта КГН на окружающую среду с учетом всех технологических особенностей.

Литература:

1. Лукиных А. А., Лукиных Н. А. Таблица для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н. Н. Павловского. М.: Стройиздат, 1974. 156 с.
2. СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03–85. М.: Стандартинформ, 2019. 87 с.
3. СанПиН 2.1.6.1032–01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2001. 12 с.

Разработка рецептуры и технологии изготовления пряников с использованием муки из нута

Толстогузова Татьяна Тимофеевна, кандидат технических наук, доцент;

Ниязова Диана Руслановна, студент

Сибирский казачий институт технологий и управления (филиал) Московского государственного университета технологий и управления имени К. Г. Разумовского (г. Омск)

В статье авторы описывают исследования по разработке новой рецептуры и технологии пряников «Лесная ягода».

Ключевые слова: пряники, мука нутовая, черничный джем, натуральный состав.

Пряничные изделия на протяжении многих десятков лет являются предпочтительным десертом для потребителей разных возрастных групп в нашей стране, поскольку обладают приятным и оригинальным вкусом и относительно невысокой стоимостью. Употребляя пряники ежедневно или довольно часто, человек вносит разнообразие во вкусовые ощущения, но рацион при этом не сбалансирован по составу, поскольку основным сырьем для производства пряников разных видов традиционно являются пшеничная мука, сахар и жир.

Для придания пряникам профилактических, функциональных свойств перспективным направлением может быть введение в рецептуру пряников муки из зернобобовых культур в качестве ингредиента и джема для начинки с максимально сохраненными полезными качествами ягод, что позволит обогатить изделия биологически активными веществами.

В Сибирском филиале МГУТУ проведены исследования по созданию сырцовых пряников с начинкой из черничного джема, обогащенных клетчаткой пшеничной и частичной заменой пшеничной муки высокобелковой мукой из нута для увеличения дефицитного поступления в организм человека белка, витаминов, минеральных веществ и микроэлементов, а также пищевых волокон. Пряники предполагается вырабатывать на действующем оборудовании, без существенного изменения схемы технологического процесса.

Введение нутовой муки в рецептуру пряников обосновано ее питательными свойствами и высокой биологической ценностью, это легкоусвояемый продукт, который сбалансирован по составу белков, углеводов и жиров, а также богат клетчаткой. Из научной литературы известно, что мука из нута является ценным биологическим продуктом, который содержит витамины (β -каротин, А, В1, В2, РР) и минеральные элементы (кальций, магний, натрий, калий, фосфор, железо).

Источники медицинских исследований доказывают, что употребление в пищу продуктов из нутовой муки способствует снижению уровней холестерина и сахара в крови, улучшению работы кишечника и выведению из организма жировых накоплений, снижает риск развития сердечно-сосудистых, легочных заболеваний и некоторых кожных заболеваний. Замена части пшеничной муки на нутовую, которая в настоящее время мало используется в производстве мучных кондитерских изделий, хотя имеет более разнообразный и ценный состав пищевых веществ, позволит повысить пищевую ценность пряников и расширить их ассортимент.

В исследованиях была использована мука из нута с химическим составом: массовая доля в пересчете на сухое вещество:

белка — 25,5%; жира — 5,2%; золы — 3,55%; крахмала — 37,5%; клетчатки — 4,5%.

Перспективность использования клетчатки пшеничной в создании новых продуктов различного назначения подтверждено многочисленными научными исследованиями, в которых описаны и доказаны такие свойства пищевых волокон, как повышение пищевой ценности изделий, обогащение их натуральными микронутриентами (балластными веществами, клетчаткой) и снижение калорийности.

Пищевые волокна обладают устойчивостью к действию ферментов, поэтому плохо перевариваются и в тонкой кишке не всасываются, а их водоудерживающие и адсорбционные свойства способствуют нормализации и скорости кишечного транзита. Попадая в желудок пищевые волокна замедляют эвакуацию пищи и создают чувство насыщения на длительное время, что способствует ограничению потребления пищи человеком, предотвращая переедание. Кроме своих функциональных свойств пищевые волокна при их применении в рецептурном составе мучных кондитерских изделий решают и технологические задачи, хорошо комбинируются с другими функциональными добавками, усиливая их действия, а также улучшают упруго-пластичные характеристики теста при формовании, оно становится более устойчивым к механической обработке, увеличивается прочность текстуры изделий, увеличивается их объемный вес, улучшается вкус и аромат [2].

В исследованиях использовали клетчатку пшеничную «ALBA-FIRBE W200R» с высокими влагосвязывающими и жиросвязывающими способностями, инертную к любым рецептурным ингредиентам, рекомендуемую для применения в кондитерских продуктах с функциональными свойствами. Известно, что пищевые волокна оказывают положительное влияние на организм человека при введении в количестве не менее 3–6 г на 100 г готового продукта. В соответствии с этим и рекомендациями производителя клетчатки пшеничной «ALBA-FIRBE W200R» была выбрана дозировка 5%.

Применение черничного джема в рецептуре пряников с начинкой основано на доказанных полезных свойствах ягодного сырья применимо к мучным кондитерским изделиям, поскольку такое сырье является одним из самых полезных и богатых по химическому составу, обладая комплексом витаминов, макро- и микроэлементов, пищевыми волокнами, флавоноидами, антиоксидантами и другими биологически активными веществами. Особые вкусовые качества черничного джема сочетаются с полезными свойствами самой ягоды черники, в которой присутствуют витамины группы В, аскорбиновая кис-

лота, ретинол, витамины E, K, PP, бета-каротин, минеральные вещества: калий, натрий, кальций, фосфор, железо, цинк, марганец и магний, а также органические кислоты и дубильные вещества. Использование в питании человека продуктов с черничкой способствует профилактике болезней сердца, ЖКТ, зрения, сосудов, инфекционных заболеваний [3].

Джем из черники выбирали по показателям качества, способу производства и максимальному использованию натуральных ингредиентов, изготовленный российскими производителями. Остановились на образце фирмы «Кубань Фруктовая». Джем приготовлен из протертых спелых ягод, состоит только из натуральных компонентов, с добавлением сахара и пектина, густоуварен в один прием. Обладает натуральным цветом ягод и кисло-сладким с мягкой терпкостью вкусом.

На первоначальном этапе проводили моделирование базовой рецептуры пряников с начинкой. За основу при проведении эксперимента, была взята рецептура № 40 пряники Фруктовые из пшеничной муки I сорта из сборника рецептов, со следующим составом (расход сырья в сухих веществах на 100 г готовой продукции, г): мука пшеничная высшего сорта — 43,45, сода питьевая — 0,05, маргарин — 6,01, сахар — 28,43, патока крахмальная — 8,21, меланж — 0,69, подварка фруктовая — 3,51.

Оптимальное количество внесения нутовой муки для замены пшеничной устанавливали экспериментально, увели-

чивая% замены и оценивая органолептические показатели готового продукта. Были исследованы образцы с 10, 20, 30, и 40% заменой пшеничной муки на нуттовую.

В связи с тем, что нуттовая мука имеет незначительный специфический аромат, в новой рецептуре сахар заменяли на мед, который хорошо маскирует посторонние запахи и обладает полезными свойствами, а также вместо фруктовой подварки использовали смесь пряностей, состоящей из корицы, гвоздики, перца душистого, перца черного, кардамона и имбиря для придания яркого аромата, и вкуса пряникам.

В результате исследований установлено, что увеличение процента замены пшеничной муки на нуттовую до 30% положительно влияет на органолептические и реологические характеристики теста, но при 40% замене наблюдается ухудшение органолептических показателей качества пряников, а именно внешнего вида: на поверхности изделий возникали трещины и неровности, а также появилась крошливость мякиша.

Клетчатка пшеничная по органолептическим показателям представляет собой порошок светло-бежевого цвета, без вкуса и аромата, применение этого ингредиента в количестве 5% на изменение органолептических показателей пряников в разных образцах существенного влияния не оказала.

На рисунке 1 представлены органолептические показатели экспериментальных образцов пряников.

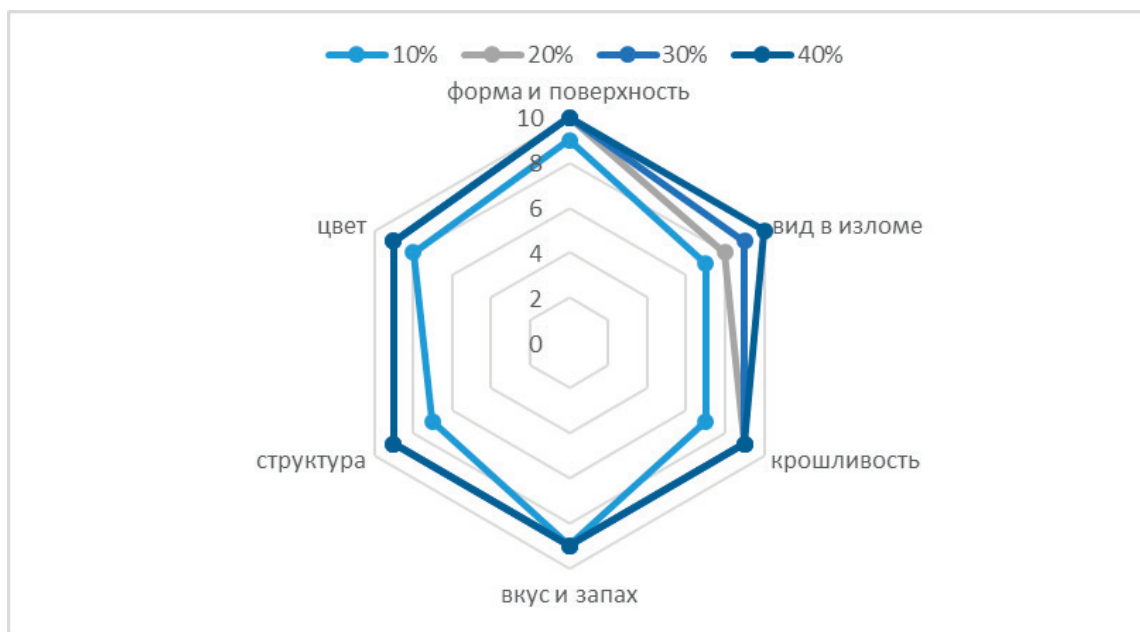


Рис. 1. Профилограмма органолептических показателей экспериментальных образцов пряников

Анализ качества пряников с начинкой показал, что нуттовая мука и клетчатка пшеничная делают пряник более рассыпчатым, с однородной текстурой и мягкой консистенцией, черничный джем, мед натуральный и смесь пряностей придают яркий аромат готовому изделию.

Далее исследования проводили только с выбранным образцом № 3, присвоив пряникам название «Лесная ягода». Определяли физико-химические показатели пряников. Массовая доля влаги пряников в значительной степени обуслав-

ливает их качество, по ГОСТ 15810–2014 нормируется 11–16%. В выбранном образце массовая доля влаги составила 14%.

В таблице 1 показана разработанная рецептура пряника с черничным джемом.

Далее проводили расчет энергетической ценности пряника «Лесная ягода» и сравнивали полученный результат с базовой рецептурой. Результат расчета — 354 ккал, в базовом прянике — 383 ккал. Калорийность экспериментального образца пряника с начинкой снизилась.

Таблица 1. Рецепт для пряников «Лесная ягода»

| Наименование сырья | Массовая доля сухих веществ, % | Общий расход сырья на 1000 г продукции | |
|--|--------------------------------|--|-------------------|
| | | в натуре | В сухих веществах |
| Мука пшеничная 1 сорт | 85,5 | 25,99 | 20,72 |
| Мука нуттовая | 92,0 | 20,33 | 18,70 |
| Клетчатка пшеничная «ALBA-FIRBE W200R» | 98,0 | 5,0 | 4,9 |
| Мед натуральный | 78,0 | 28,47 | 28,43 |
| Патока крахмальная | 78,0 | 10,52 | 8,21 |
| Маргарин | 84,0 | 7,16 | 6,01 |
| Смесь пряностей | 95,0 | 2,5 | 2,37 |
| Меланж | 27,0 | 2,54 | 0,69 |
| Соль углеаммонийная | — | 0,69 | — |
| Сода пищевая | 50,0 | 0,1 | 0,05 |
| Итого | | | 90,08 |
| Выход в готовом изделии | 86,0 | | 86,0 |

Биологическая ценность нового пряника значительно выше базового фруктового пряника: массовая доля жира изменилась незначительно, а массовая доля белка увеличилась практически в 5 раз за счет применения нуттовой муки.

Пищевые волокна нуттовой муки, черники и внесенные в виде клетчатки пшеничной «ALBA-FIRBE W200R» составили 6,2 г на 100 готового продукта, что дает основание предполагать положительное влияние пряников на организм человека.

Добавление меда и смеси пряностей в пряники придало им приятный, слегка восточный вкус и аромат, который хорошо комбинируется и взаимодействует с ароматом черники и создает неповторимый гармоничный вкусовой букет. Мед, как известно еще влияет на качество кондитерских изделий в хранении, замедляет их черствение, что положительно скажется на

возможности увеличения сроков годности пряников «Лесная ягода» без добавления консервантов. Кроме этого добавление нуттовой муки и пшеничных волокон увеличивает водопоглощающую способность рецептурной смеси, что также способствует увеличению срока хранения готовых изделий.

Основываясь на полученных результатах, можно заключить, что изменение рецептурных ингредиентов позволяет получить новые пряники «Лесная ягода» функциональной направленности с высокими органолептическими показателями, со сниженной калорийностью, с повышенной пищевой ценностью за счет внесения высокобелковой нуттовой муки, обогащения пищевыми волокнами, витаминами, макро- и микроэлементами ягодного сырья, которые несомненно будут пользоваться спросом у покупателей.

Литература:

1. Кудряшова О. В., Михеева Г. А., Шатнюк Л. Н. Повышение пищевой ценности мучных кондитерских изделий путем использования новых ингредиентов // Вопросы питания. 2014. Т. 83. № 3. С. 186–187.
2. Тарасенко Н. А., Баранова З. А., Быкова Н. С., Третьякова Н. Р. Использование пищевых волокон в функциональных кондитерских изделиях // Успехи современного естествознания. — 2016. — № 11–1. — С. 86–90; URL: <http://natural-sciences.ru/article/view?id=36190> (дата обращения: 10.04.2020).
3. Меренкова С. П. Экспериментальное обоснование применения ягодного сырья в технологии обогащенных мучных кондитерских изделий / С. П. Меренкова

Применение водорода на автомобильном транспорте в качестве топлива

Ченский Владислав Валериевич, студент магистратуры;
 Ляченков Максим Александрович, студент магистратуры;
 Проценко Владислав Александрович, студент магистратуры
 Волгоградский государственный технический университет

В статье рассматривается возможность применения водорода на автомобильном транспорте как в качестве добавки к углеводородному топливу, так и при применении в топливных элементах, преобразующих водород непосредственно в электричество

для питания электродвигателя в автомобиле. Также рассмотрены примеры топливных систем существующих автомобилей, где нашли применение подобные топливные элементы.

Ключевые слова: водород, топливный элемент, F-CELL, GLC, FCEV.

В середине прошлого века в СССР были проведены исследования [5] и накоплен опыт по применению водорода в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания, в частности Институтом машиностроения Украинской академии наук под руководством А. Н. Подгорного, И. Л. Варшавского и А. И. Мищенко были переоборудованы несколько двигателей легковых автомобилей, микроавтобусов и автопогрузчиков для работы на водороде [7,8]. В исследованиях использовались двигатели с принудительным искровым зажиганием.

По результатам испытания поршневых двигателей [6,8,9] было выявлено заметное улучшение экологических показателей отработавших газов: при использовании в качестве топлива чистого водорода в отработанных газах не содержится CO, CO₂ и CH. Однако водородные двигатели при увеличении степени открытия дроссельной заслонки теряют мощность, при этом наблюдается увеличение выбросов оксидов азота NO_x по сравнению с аналогичным бензиновым ДВС. Увеличение выбросов NO_x связано с увеличением скорости сгорания водородовоздушной смеси в районе ВМТ.

Полная замена бензина водородом в двигателе внутреннего сгорания с принудительным зажиганием на сегодняшний день является проблемной из-за потери мощности. Поскольку водород имеет низкую плотность, для наполнения цилиндра необходимо большое количество данного топлива, что влечет за собой увеличенный расход. Решением данной проблемы является применение водорода в качестве добавки к углеводородному топливу.

В отличие от поршневого двигателя, роторно-поршневой двигатель Ванкеля в большей степени приспособлен как для работы только на водороде, так и при использовании водорода в качестве добавки в углеводородное топливо.

Испытания РПД с добавлением водорода проводили P. A. Salanki и J. S. Wallace [4]. Данное исследование продемонстрировало возможность получения высоких мощностных показателей даже при обеднении топливовоздушной смеси.

Альтернативой сжиганию водорода в двигателе является электрохимический способ получения энергии с помощью специального топливного элемента. Топливный элемент преобразует водород непосредственно в электричество для питания электрического двигателя. Тип транспортного средства, использующий подобную технологию, обозначен как FCEVs (рис. 1).

Отличительным признаком и главным преимуществом транспортных средств, на которых применена данная технология является то, что при работе они не производят вредных выбросов в атмосферу, а единственным побочным продуктом является водяной пар.

Автомобили на водородных топливных элементах приводятся в действие электродвигателем и поэтому классифицируются как электрические автомобили. Распространенное сокращение — FCEV — происходит от Fuel cell vehicle, что переводится как «электромобиль на топливных элементах», в отличие от BEV (Battery Electric Vehicle) или «электромобиль с аккумулятором».

Между автомобилями на водородных топливных элементах и другими электромобилями есть одно существенное различие — автомобили с водородными топливными элементами сами производят электричество. Таким образом, в отличие от полностью электрических или подключаемых гибридных транспортных средств, автомобиль не получает энергию от встроенного аккумулятора, который нужно заряжать от внеш-

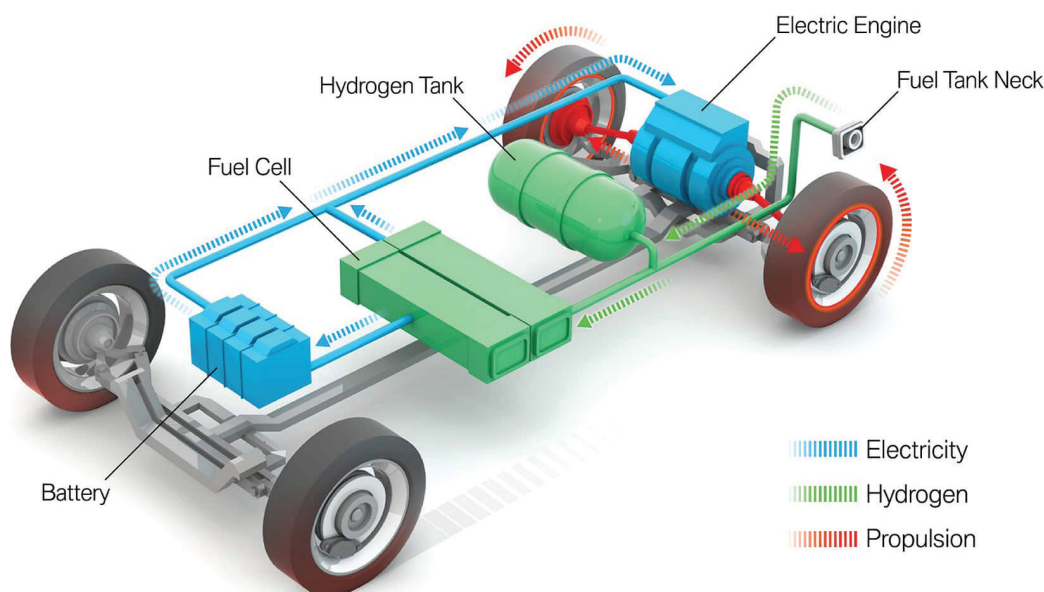


Рис. 1. Схема транспортного средства, использующего технологию FCEVs [2]

него источника питания. Вместо этого у водородных автомобилей есть собственная эффективная силовая установка — водородный топливный элемент.

Исследователи компании BMW убеждены [2], что водород может внести важный вклад в устойчивую мобильность наряду с BEV в будущем при условии наличия необходимой водородной инфраструктуры. Компания Daimler представила первый в мире электромобиль Mercedes-Benz GLC F-CELL с топливными элементами, в котором дополнительным источником энергии является литий-ионная батарея. Модель производства электрической энергии на борту данного автомобиля вырабатывает из 4,4 кг водорода количество энергии, достаточное для прохождения дистанции в 437 км. Водители GLC F-CELL также получают выгоду в качестве дополнительных 49 км запаса хода автомобиля на одной зарядке благодаря большой литий-ионной батарее. Пополнять заряд батареи возможно из стандартной бытовой розетки питания с помощью бортовых зарядных устройств мощностью 7,4 кВт. Время зарядки от 10 до 100% составляет около 1,5 часов при использовании полной мощности. [3] Запас водорода, благодаря глобально стандартизированной технологии топливных баков, можно пополнить за три минуты.

Электродвигатель автомобиля развивает мощность 100 кВт с крутящим моментом 290 Нм, что сопоставимо с показателями двухлитрового бензинового двигателя.

Успешным примером использования водорода для выработки электроэнергии на борту автомобиля является Toyota

Mirai. Используя водород в качестве топлива для выработки электроэнергии, Mirai достигает превосходных экологических характеристик в совокупности с удобством и удовольствием от вождения, ожидаемым от любого автомобиля. Mirai оснащен двумя баками, в которых водород находится под давлением 700 бар, что достаточно для пробега до 500 км. Это первый серийно выпускаемый седан на топливных элементах, он обладает низким центром тяжести и мощностью 113 кВт, что обеспечивает отличные эксплуатационные характеристики [1].

Другим примером использования является Honda Clarity, в котором топливный элемент помещен в моторный отсек, что позволило сохранить вместимость автомобиля и обеспечить мощность 130 кВт и крутящий момент 300 Нм с пробегом до 650 км.

Плюсы и минусы технологии топливных элементов на водородной основе можно рассматривать с двух основных точек зрения: со стороны удобства эксплуатации и снижения выбросов загрязняющих веществ. По мнению ученых, перспективной альтернативой углеводородному топливу для автомобилей в будущем может выступить водород. Сравнивая двигатели, использующие водород как основное топливо или в качестве добавок, с электромобилями, оснащёнными топливными элементами, можно найти множество преимуществ в пользу последних. Так, подобные электромобили имеют низкий уровень шума и практически не выделяют вредных веществ в атмосферу. Таким образом, технология топливных элементов имеет хорошие возможности для развития ввиду значимости её преимуществ.

Литература:

1. FCEVS.— Текст: электронный // Hydrogen Mobility Europe: [сайт].— URL: <https://h2me.eu/about/fcevs> (дата обращения: 21.05.2020).
2. Hydrogen fuel cell cars: everything you need to know.— Текст: электронный // BMW.com: [сайт].— URL: <https://www.bmw.com/en/innovation/how-hydrogen-fuel-cell-cars-work.html> (дата обращения: 21.05.2020).
3. The new GLC F-CELL.— Текст: электронный // www.mercedes-benz.com: [сайт].— URL: <https://www.mercedes-benz.com/en/vehicles/passenger-cars/glc/the-new-glc-f-cell/> (дата обращения: 22.05.2020).
4. Salanki, P.A. Evaluation of the hydrogen-fueled rotary engine for hybrid vehicle applications / P.A. Salanki, J.S. Wallace // SAE Technical Paper series.— 1996.— № . 960232.
5. Гусев, А. Л. Применение водорода в автомобильных двигателях внутреннего сгорания в блокадном Ленинграде / А. Л. Гусев, Ю. П. Дядюченко // сб. тез. докладов II межд. симп. «Безопасность и экономика водородного транспорта», г. Саров, 2003.— С. 11–13.
6. Левтеров, А. М. Экспериментальный образец водородного автомобиля на базе модели ГАЗ-2705 / А. М. Левтеров, В. Д. Савицкий // Автомобильный транспорт (Харьков, ХНАДУ).— 2008.— № . 22.
7. Мищенко, А. И. Водородный автопогрузчик / А. И. Мищенко,
8. В. Д. Савицкий, В. А. Байков // Вопросы атомной науки и техники.— 1987.— Вып. 3.— С. 44–45.
9. Мищенко, А. И. Применение водорода для автомобильных двигателей / А. И. Мищенко.— Киев: Наук. думка.— 1984.— 143 с.
10. Мищенко, А. И. Разработка способов организации рабочих процессов ДВС с искровым зажиганием и систем для их реализации при использовании водорода в качестве топлива: дисс. ... докт. техн. наук 05.04.02 / Мищенко Анатолий Иванович.— Харьков — 1986 г.

Эксперимент по разрушению различных типов природного камня в неорганических кислотах

Шайхлисламова Юлия Алексеевна, студент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

На сегодняшний день опасной проблемой для человечества является биоповреждение различных материалов, зданий, сооружений, конструкций, памятники истории и культуры, что может существенно снизить прочностные характеристики, снизить качество и даже привести к полному разрушению. В результате воздействия различных организмов, прежде всего грибов и бактерий могут снизиться прочностные характеристики несущих конструкций, повреждаются отделочные слои. Чаще всего биоповреждения происходят в регионах, а также местах с повышенной влажностью и высоким уровнем техногенного загрязнения. В ходе эксплуатации зданий и сооружений грязь и влажность образуют благоприятную среду для развития микроорганизмов, которые разрушают строительные материалы и конструкции. В результате на зданиях и сооружениях образуются мхи, грибы, водоросли и т.д. [1,2].

Ключевые слова: биоповреждение, гранит, мрамор, pH-метр.

Отчет по результатам эксперимента с неорганическими кислотами

Эксперимент проводился с различными неорганическими кислотами: азотная 5%, азотная 2%, серная 5%, серная 2%. Данные кислоты были выбраны по причине того, что в природных условиях они продуцируются тионовыми и нитрофи-

цирующими бактериями, которые часто встречаются на поврежденных строительных конструкциях.

В растворы кислот помещали фрагменты мрамора и гранита, экспонировали при температуре 20–22°C.

Продолжительность эксперимента составила 78 суток.

В ходе наблюдений оценивали изменения в изучаемой системе: измеряли pH, визуально определяли состояние камня.

Таблица 1. Анализ образцов

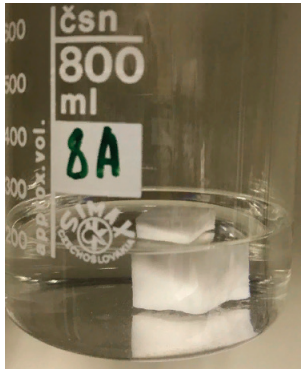
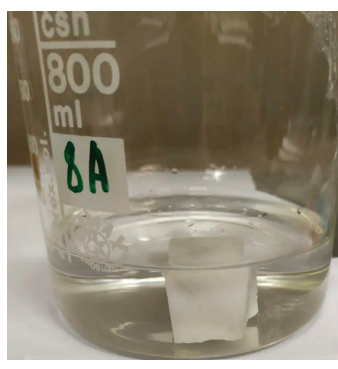
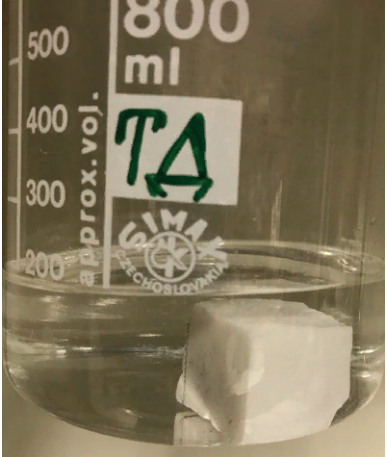
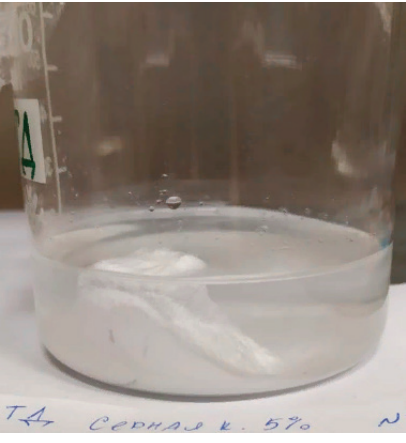
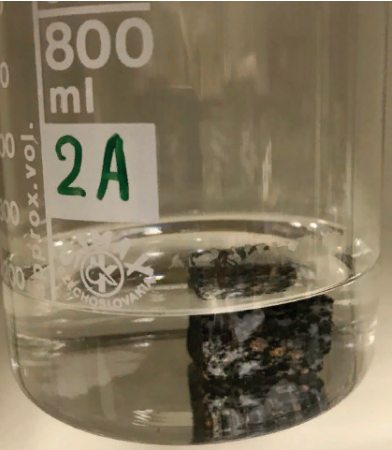


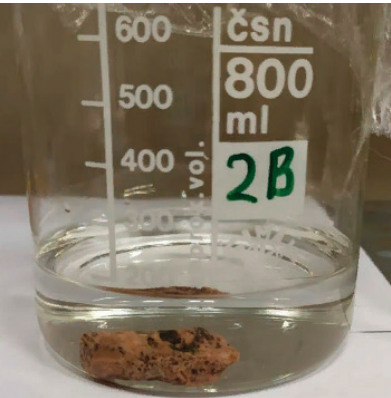
| Фото начала эксперимента 20.02.2020 | Фото 08.05.2020 | Результат |
|--|---|--|
|  <p>Рис. 1. Образец № 1. Мрамор $m=41,8$ г, азотная кислота 5%</p> |  <p>Рис. 2. Образец № 1. Мрамор спустя 78 суток</p> | Разрушение мрамора практически отсутствует |
|  <p>Рис. 3. Образец № 2. Мрамор $m=22,8$ г, азотная кислота 2%</p> |  <p>Рис. 4. Образец № 2. Мрамор спустя 78 суток</p> | Разрушение мрамора практически отсутствует |

Таблица 1 (продолжение)

| Фото начала эксперимента 20.02.2020 | Фото 08.05.2020 | Результат |
|--|---|--|
|  <p>Рис. 5. Образец № 3. Мрамор $m=35,8$ г, серная кислота 5%</p> |  <p>Рис. 6. Образец № 3. Мрамор спустя 78 суток</p> | Степень разрушения мрамора средняя |
|  <p>Рис. 7. Образец № 4. Гранит (Бразилия) $m=34,8$ г, азотная кислота 5%</p> |  <p>Рис. 8. Образец № 4. Гранит (Бразилия) спустя 78 суток</p> | Разрушение гранита практически отсутствует |
|  <p>Рис. 9. Образец № 5. Гранит (Россия) $m=14,1$ г, азотная кислота 5%</p> |  <p>Рис. 10. Образец № 5. Гранит (Россия) спустя 78 суток</p> | Разрушение гранита практически отсутствует |

Ниже приведены графики, которые показывают изменения кислотности в ходе эксперимента в течение 78 суток (рис. 11–

15). В большинстве образцов отмечено повышение значения pH в первую фазу в ходе эксперимента.

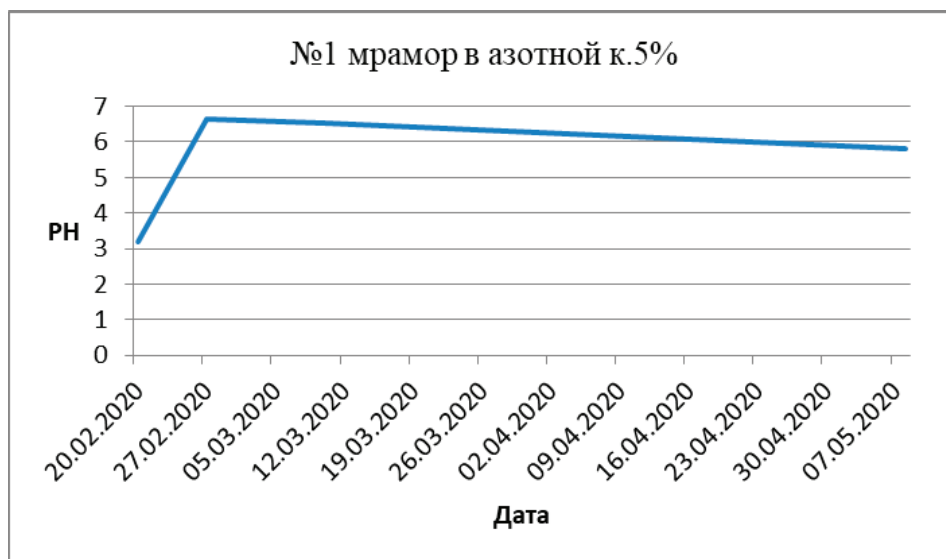


Рис. 11. Образец № 1 в азотной к.5%

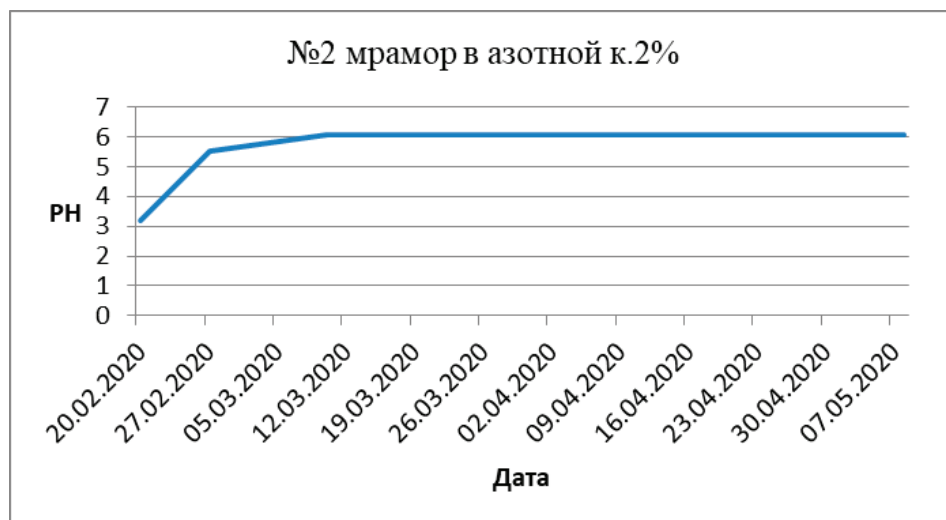


Рис. 12. Образец № 2 мрамор в азотной к.2%

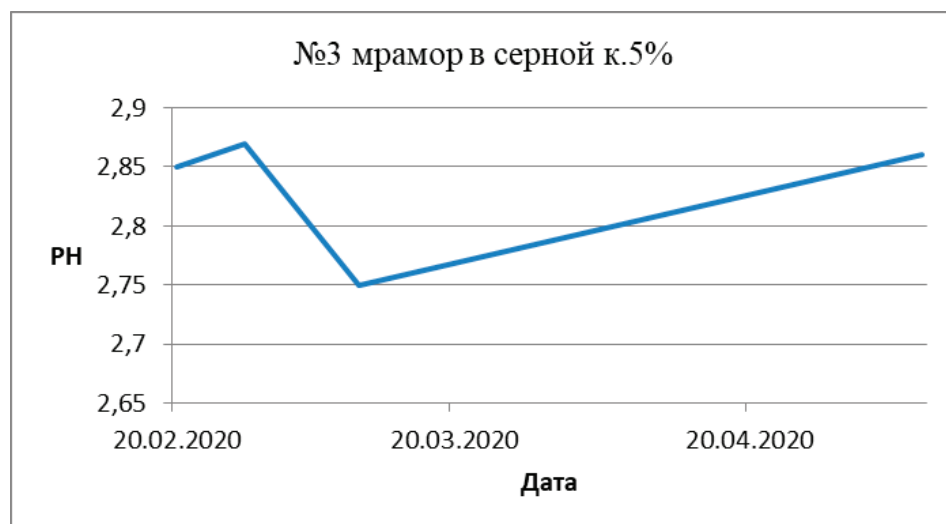


Рис. 13. Образец № 3 мрамор в серной к.5%

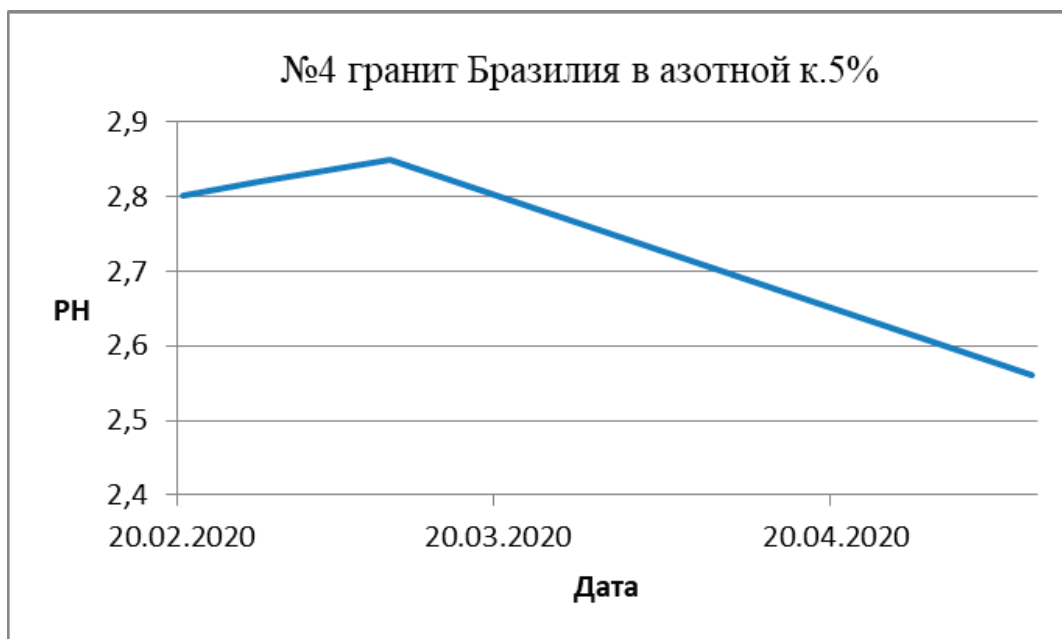


Рис. 14. Образец № 4 гранит (Бразилия) в азотной к.5%

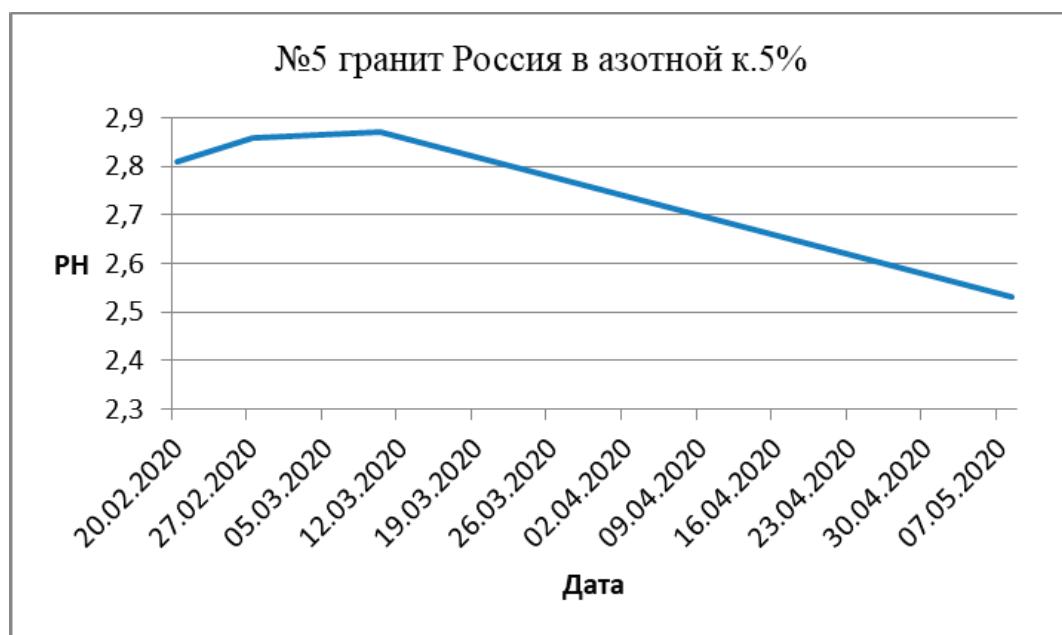


Рис. 15. Образец № 5 гранит (Россия) в азотной к.5%

Результаты и обсуждение:

– В образцах № 1,4,5 сначала виден рост pH, следовательно, идет процесс разрушения материала, затем происходит резкое повышение концентрации кислоты;

– В образце № 3 в начале эксперимента виден рост pH, т.е. идет процесс разрушения материала, затем резко повышается концентрация кислоты, после снова происходит резкое разрушение материала.

Проведенный эксперимент показал, что присутствие в тест-системе неорганических кислот (азотной и серной) оказывает влияние на состояние на каменных конструкциях. Мрамор в большей степени подвержен биоповреждению.

Как известно сначала на каменистых субстратах часто начинают развиваться бактерии *Thiobacillus thioarparus*, *T. neapolitanus*, которые способны снижать pH до 5,0. Далее уже бактерии *Thiobacillus thiooxidans*, продуцирующие серную кислоту, снижают pH водной среды (водной вытяжки) до 2 и ниже. Таким образом, выделяют две группы сероокисляющих тионовых бактерий: нейтрофильные (*T.novellus*, *T.thioarparus*) и ацидофильные бактерии (*T.thiooxidans*, *T.intermedius*). В системах сточных вод тионовые бактерии окисляют серу, которая может образовываться в результате окисления кислородом сероводорода до молекулярной серы, которая откладывается на стенках труб. В таблице даны характеристики основных видов рода *Thiobacillus* [3].

Таблица 2. **Общая характеристика видов-биодеструкторов рода Thiobacillus**

| Виды бактерий | Доступный диапазон значений pH | Метаболизм, отношение к кислороду | Продукты метаболизма |
|----------------------|---------------------------------------|--|--------------------------------------|
| T. thioparus | 4,5–10 | Автотрофные аэробы | Сера, политионовые кислоты |
| T. novellus | 5–9,2 | Миксотрофы | Сера |
| T. neapolitanus | 4–9 | Автотрофы | Серная кислота, политионовые кислоты |
| T. intermedius | 1,7–9 | Миксотрофы | Серная кислота, политионовые кислоты |
| T. thiooxidans | 0,5–4 | Автотрофы | Сера, серная кислота |

Литература:

1. Биоповреждения и защита непродовольственных товаров: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. А. Н. Неве-рова. — М.: Мастерство, 2002. — 224с.
2. Ерофеев В. Т., Комохов П. Г., Смирнов В. Ф., Светлов Д. А., Казначеев С. В., Богатов А. Д., Морозов Е. А., Васильев О. Д., Макаревич Ю. М., Спирин В. А., Пацюк Н. А. Защита зданий и сооружений от микробиологических повреждений биоцидными препаратами на основе гуанидина / под общ. ред. П. Г. Комохова, В. Т. Ерофеева, Г. Е. Афиногенова. СПб.: Наука, 2009. 192 с.
3. Nica D., Davis J. L., Kirby L., G. Zuo, Roberts D. J. Isolation and characterization of microorganisms involved in the biodeterioration of concrete in sewers // International Biodeterioration and Biodegradation. 2000.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 21 (311) / 2020

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга
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»

Номер подписан в печать 03.06.2020. Дата выхода в свет: 10.06.2020.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

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.