

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



16+

21 2019
ЧАСТЬ II

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 21 (259) / 2019

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук
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
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук
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
Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук (Узбекистан)
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
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 Бекмуратович, 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)
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 изображена *Блюма Вульфовна Зейгарник (1901–1988)*, советский психолог, основатель советской патопсихологии.

В маленьком литовском городке Пренай родилась девочка, которую называли Женя-Блюма. Ее отец Вульф Герштейн держал магазин в этом городе, а мать Роня Герштейн помогала ему. Это была семья добропорядочных евреев, чьи предки бежали из Европы от преследований. Они были умны, образованны и пользовались большим уважением. В семье говорили по-русски и на идише. Идиш использовался, чтобы обсуждать «взрослые проблемы». «Наивные! — вспоминала Блюма Вульфовна, — они полагали, что я их не понимаю».

В 18 лет она вышла замуж за Альберта Зейгарника, причем ее родители были не в восторге от этого брака: молодой муж был недостаточно состоятелен, на их взгляд. Но со временем они смягчились и решили послать молодую чету учиться в Европу. Таким образом, в 1922 году Блюма поступила на философский факультет Берлинского университета.

Ее особенно заинтересовали лекции Курта Левина, который занимался психологией личности, в частности изучением движущих мотивов личности, поведения в среде, потребностей и «квазипотребностей» личности и их зависимости от социального окружения. Одновременно с занятиями у Левина Зейгарник продолжала посещать занятия и у других профессоров: так, она занималась в психиатрической клинике у К. Гольдштейна, прослушала курсы лекций Э. Шпрангера и М. Дессуара. Приблизительно в это время, после проведения ряда экспериментов она обнаружила закономерность, которая вошла в науку под названием «эффект Зейгарник»: память о незавершенных действиях сохраняется у человека намного дольше, чем о действиях завершенных. Эксперимент сводился к тому, что экспериментатор просил испытуемых за определенное время решить ряд задач. При этом испытуемому не давали завершить часть из них, ссылаясь на нехватку времени. Позже испытуемому предлагали перечислить все задания, которые он запомнил. Предполагалось, что в случае прерывания решения задачи возникает определенный уровень эмоционального напряжения, который не получает своей разрядки в решении задачи и, в свою очередь, способствует сохранению этого «неудов-

летворительного» действия в памяти. Было установлено, что среди сохранившихся в памяти действий отношение незавершенных действий к завершенным 1,9:1. Таким образом, результат отличался почти в два раза!

По окончании университета Блюма Вульфовна возвратилась в Россию и стала заниматься наукой, работая в психоневрологической клинике Института экспериментальной медицины под руководством Л. С. Выготского. В эти годы она стала единомышленницей видных советских психологов, под ее руководством был создан факультет психологии МГУ, кафедры нейро- и патопсихологии. В течение более 40 лет она разрабатывала проблемы патологии психики при душевных заболеваниях. Опираясь на теоретические положения отечественной психологической школы Выготского — Леонтьева — Лурии, она создала новую научную область — экспериментальную патопсихологию, имеющую свой предмет, понятийный аппарат и методический инструментарий. Ею было подготовлено большое число специалистов, работающих в настоящее время в различных областях психологии. Труды Зейгарник в области патопсихологии открыли возможность для становления новой сферы психологической практики.

В 1940 году муж Блюмы Вульфовны Альберт был арестован по обвинению в шпионаже и осужден на десять лет без права переписки. Она осталась с двумя детьми, одному из которых было меньше года, другому — шесть лет. События тех лет наложили глубокий отпечаток на всю последующую жизнь Блюмы Вульфовны. Основным в ее жизни стал страх, прежде всего за судьбу своих детей. Она не оставила после себя почти ничего: ни автобиографии, ни архивов, ни записных книжек, ни воспоминаний — все было уничтожено ею самой. Она не считала важными многие факты своей жизни, не придавала им значения. Ей были скорее важны феномены и паттерны, чем детали. Если открыть почти любую из энциклопедий, где есть биография Блюмы Зейгарник, то можно прочесть, что она родилась в 1900 году. То же написано и в ее кратких автобиографиях, но на самом деле родилась она в 1901 году. «Разве это важно? — говорила она, — годом больше, годом меньше...»

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Александрова Д. М.**
Анализ условий самовоспламенения сжатого водорода. Обзор83
- Амангельды А. Г., Ахметов А. А., Ермоленко М. В., Касымов А. Б., Золотов А. Д.**
Исследование эффективности теплоотдачи отопительных приборов89
- Варибрус А. В., Бардин А. К.**
Выбор оптимальных информационных технологий для повышения эффективности работы компрессорной станции92
- Гаврилов Д. А., Цыганков И. А.**
Разработка устройства преобразования 12-разрядного двоичного кода.....95
- Жумадилова Н. Ж., Хмырова Е. Н., Саркенов Б. Б., Аханов М. Ж., Мухтарова А. М., Касимов Н. Н.**
Исследование гидротехнических и водохозяйственных сооружений по устойчивости и эксплуатационной надежности объектов с использованием современных специализированных программных комплексов98
- Зарипова Р. И.**
Варианты исполнения системы индукционного нагрева на примере магистрального трубопровода «Заполярье — Пурпе» 100
- Изустькин А. Е., Полуэктов М. В.**
Повышение эффективности использования диагностического стенда «тахограф»..... 104
- Ляхомский А. В., Виноградов В. В.**
Энерготехнологический анализ процесса электропотребления в горной промышленности 106
- Макаров Е. А.**
Математическое моделирование устройств FACTS для расчетов установившихся режимов работы и переходных процессов ЭЭС 110
- Мосолов А. В.**
Мероприятия, направленные на повышение эффективности экскаваторных работ..... 112
- Мурзаева В. Ю., Тюлькин Д. В.**
Химические добавки для модификации и технологические параметры установки смесителя для производства арболита 114
- Саматова Ш. Ю., Хамраев Т. Я., Хамраев С. И.**
Энергосбережение и энергоэффективность в системах пароснабжения 116
- Тухбатуллина Л. Р.**
Реклоузеры — надежное будущее электрических сетей..... 119
- Феськов О. А., Танченко Т. Н.**
Перспективы использования комбинированного метода замораживания пищевых продуктов... 120
- Цынаева А. А., Азрумелашвили А. П.**
Влияние расположения сферических лунок на теплообмен в канале с градиентом давления 124

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

- Аубакирова И. У., Осокин А. И., Осокин Е. А.**
Определение качества устройства свайных фундаментов в сложных инженерно-геологических условиях 131

Иканина Т. А.

Совершенствование управления стоимостью объекта недвижимости на различных этапах жизненного цикла с учетом капитализации первоначальных инвестиций 136

Кладова Т. О.

Экологическая и техническая безопасность объекта в строительстве..... 139

Клочкова К. С., Кривенко Д. С.

Увеличение стойкости бетона за счет прогнозирования марочной прочности вяжущих низкой водопотребности..... 140

Малев А. А.

Оптимизация подбора башенного крана путем построения номограммы производительности..... 143

Морозов Г. В., Морозова Е. В.

Архитектура как объект притяжения туристов 146

Табабиллов Р. Р.

Прогноз увеличения во времени несущей способности свай..... 148

Тапалчинова Д. Н.

Идеальные города прошлого и будущего 150

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Махатов Б. М., Абдурасулова А. Е.

Влияние кормовых добавок нового поколения на молочную продуктивность коров..... 153

Фам Тхи Ми, Буй Суан Донг

Изучение технологических режимов процесса набухания сушеного сырья Вьетнама при получении пищевых волокон 160

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Анализ условий самовоспламенения сжатого водорода. Обзор

Александрова Дарья Михайловна, студент

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Проведен обзор работ за последние 15 лет по проблеме водородной безопасности. Приведены условия, при которых происходит самовоспламенение струи водорода, истекающей под высоким давлением в воздух. Показано, что воспламенение водорода возможно даже при минимальном начальном давлении в баллоне 40 атм. Приведены способы, препятствующие воспламенению водорода.

Введение

В последние годы возрос интерес к водороду, как к чистому источнику энергии [1]. Основные механизмы преобразования водорода в энергию можно разделить на две группы.

Это прямое сжигание водорода с кислородом или воздухом в реакциях с тепловыделением. Выделяемая энергия передаётся теплообменному устройству или расходуется на расширение продуктов горения и совершение механической работы. Стоит отметить, что скорость распространения пламени в водородных смесях довольно высока, составляет при различных режимах от 10 до 1500 м/с в дефлаграционных режимах. Это может приводить к нарушению требований квазистационарности развития теплового процесса в химическом реакторе конечного объёма, к формированию волн сжатия и ударных волн большой интенсивности и к значительному нерасчётному росту энтропии. Всё это накладывает ограничения на использование чистого водорода в двигателях внутреннего сгорания. Как правило, водород используется в реактивных устройствах или в качестве примеси к другому газу, например, к природному. Это обусловлено тем, что период индукции у водорода составляет порядка микросекунды.

Кроме того, использование водорода возможно в топливных элементах, в которых происходят электрохимические реакции с образованием разделённых свободных носителей заряда. В таких устройствах минует стадия преобразования тепловой энергии в механическую и механической в электрическую. Однако при этом накладываются серьёзные требования к чистоте водорода.

Когда говорится об энергии сжигания топлива, то, как правило, довольно часто имеется в виду энергия на единицу массы. Однако вследствие низкой массовой плотности водорода несложно посчитать, что резервируемые объёмы топливного контейнера при этом будут суще-

ственно превышать объёмы других топлив при одинаковой суммарно выделившейся энергии. Таким образом, для того, чтобы скомпенсировать энергетическую ёмкость газообразного водорода, необходимо сжимать водород в сосудах хранения до высоких давлений, порядка 700–1000 атм. Примечательно, что плотность насыщенных паров водорода составляет довольно высокое значение, и практически не создаёт предпосылок для фазового перехода в жидкое состояние.

Смесь водорода с воздухом является легковоспламеняющейся смесью в широком интервале концентраций. Также, она имеет небольшую величину минимально необходимой энергии воспламенения [2].

Проблеме ускорения фронта пламени и формирования детонации посвящены работы [3,4,5]. В этих работах достаточно подробно изучены вопросы формирования неустойчивостей, взаимодействия фронта волны и зоны горения, проведено моделирование горения в замкнутом объёме. Снижение ударно-волнового воздействия при детонации водородно-воздушных смесей можно добиться размещением пористых покрытий, как это было показано в работе [6]. Химическое ингибирование горения водорода с помощью ряда ингибиторов на основе углерода, хлора, фтора и других, рассмотрено в статье [7]. Возможность лазерного инициирования горения как водорода, так и метана и других углеводородных газов рассмотрена в работе [8].

Целью данной работы являлся анализ данных по изучению спонтанного самовоспламенения газообразного водорода при истечении из сосуда высокого давления. Подобное истечение актуально при анализе процессов разрушения баллонов, при нарушении режимов срабатывания запорной аппаратуры. Характерной особенностью указанного процесса воспламенения струи водорода является то, что горение возникает не в предварительно пере-

мешанной смеси, а в процессе перемешивания водорода с окислителем. Необходимость анализа литературы данной тематики обусловлена тем, что за последнее время увеличилось количество статей, посвящённых данной тематике.

Обзор условий самовоспламенения водорода

В случае разгерметизации сосуда под высоким давлением с водородом, водород истекает в воздух и создает ударную волну. В результате возникновения ударного сжатия может происходить воспламенение газа при условии достаточного перемешивания водорода и воздуха. Следует учитывать тот факт, что в основном водород используется под высоким давлением, так как величина давления хранения в водородных газовых станциях для экс-

плуатации транспортных средств составляет около 70–80 МПа [9]. Поэтому необходимо проведение оценки рисков и надежности, установление рекомендаций по безопасности для работы с водородом высокого давления, и вопросы, связанные с его спонтанным воспламенением должны быть изучены.

Данные об авариях показали, что существует высокая вероятность того, что выделяющийся водород из источника высокого давления будет гореть без присутствия источника воспламенения [10].

На рисунке 1 представлен статистический анализ источников воспламенения при водородных авариях.

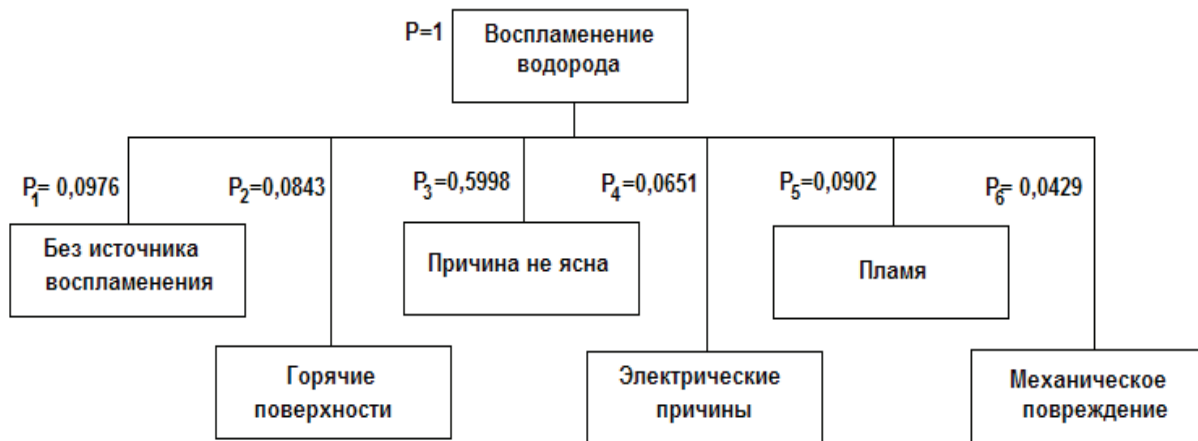


Рис. 1. Статистический анализ источников воспламенения при водородных авариях

Наибольший интерес вызывает воспламенение водорода без видимых причин. Именно это стало темой многих современных исследований по самовоспламенению водорода.

Можно видеть, что почти 60% инцидентов с водородом происходили без видимых причин. Хотя некоторые механизмы зажигания были рассмотрены в [11;12], всё еще не хватает четкого понимания механизмов воспламенения выброса водорода под давлением.

Потенциальной опасностью такой системы является высокое давление водородной струи, возникающее либо из-за сброса давления или небольшой трещины в трубопроводе емкости для хранения.

Цель исследования [13] заключалась в том, чтобы изучить влияние разрывного давления на механизм зажигания внутри трубки. Численное моделирование проводилось для различных начальных давлений выброса водорода до 40 МПа. На рисунке 2 показана граница сферической ударной волны для разных размеров сетки (мкм) при давлении разрыва, а также распределение ОН в смеси [13].

Численные результаты показали, что механизм зажигания тесно связан с формированием потока внутри трубки, который сильно зависит от условий импульсного истечения. Различные термодинамические условия воспламенения были предложены путем изменения условий истечения через форму границы давления и давление

разрыва [14]. Если возникает сильная ударная волна, и воздух достаточно нагревается, спонтанное зажигание внутри трубки сильно зависит от того, есть область смешивания между водородом и воздухом или нет. Возможность воспламенения увеличивается, когда есть некоторые факторы, которые приводят к перемешиванию за фронтом ударной волны.

В [15] проведено численное моделирование спонтанного воспламенения водорода высокого давления в канале с двумя препятствиями на стенах для исследования механизмов самовоспламенения. Были сделаны следующие выводы: зажигание происходит, когда контактная поверхность проходит через высокотемпературные области, создаваемые отраженными ударными волнами, которые генерируются взаимодействием между головной ударной волной и препятствиями. Также зажигание происходит, когда поверхность входящего контакта взаимодействует с отраженными ударными волнами от обоих препятствий. Зажигание происходит, когда отраженные ударные волны от препятствий формируются вблизи региона, где водород и ударно-нагретый воздух смешиваются.

Влияние начального давления, размера выпускного отверстия, длины сопла были рассмотрены в [16]. Кроме того, исследовалось распространение пламени в водородной струе в случае самовозгорания. Схема установки показана на рис. 3 [16].

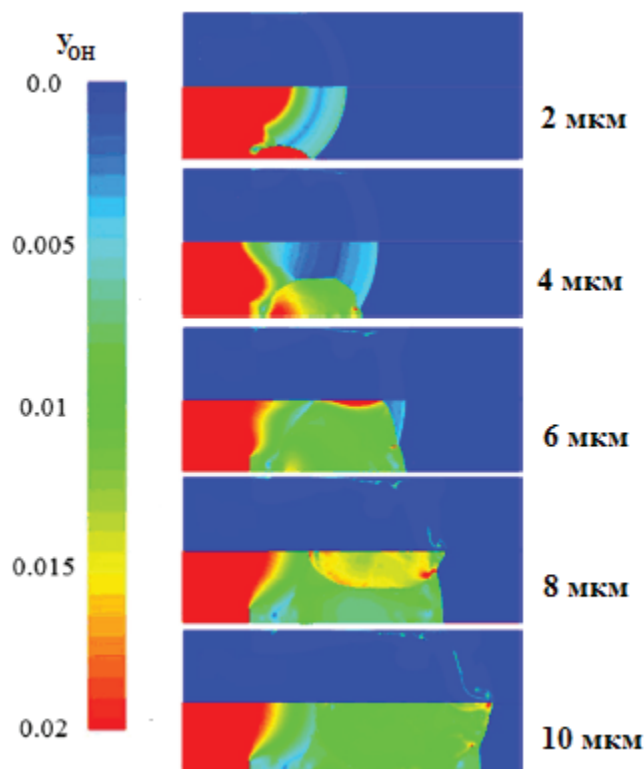


Рис. 2. Начальная граница сферической ударной волны при давлении разрыва 10 МПа

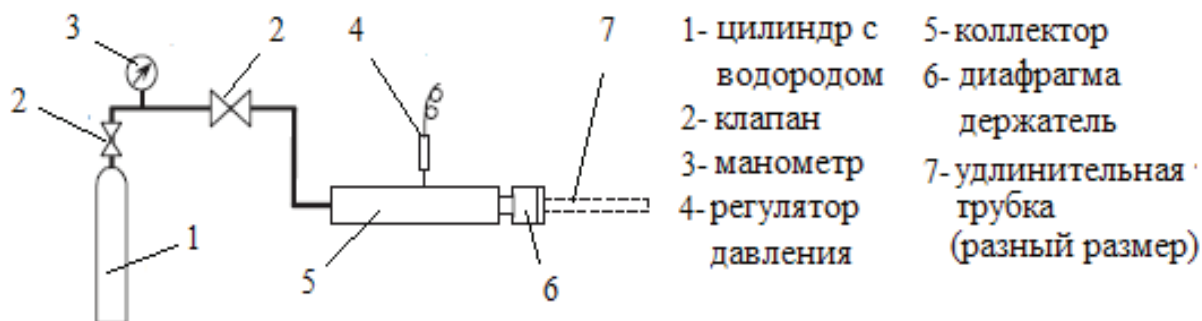


Рис. 3. Схематическое изображение экспериментальной установки

Когда происходит самовоспламенение, пламя образуется в трубе и стабилизируется на выходе сопла. После этого возможно воспламенение потока водородной струи и формирование струйного пламени. Ударная волна усиливается при увеличении начального давления, повышается температура воздуха перед водородной струей и увеличивается вероятность воспламенения. Как правило, пламя имеет сферическую форму. Как показано в [16], что водородная струя вызывает очень сильную турбулентность вблизи выход сопла.

В статье [17] представлено исследование визуализации потока для исследования самовоспламенения механизма в трубе, то есть, как инициируется процесс зажигания, и распространяется пламя. Дополнительно,

характеристики потока, такие как ударные взаимодействия, перемешивания потоков и распространения пламени в трубе, также были детально исследованы по измерениям датчиков давления и света. Давление разрыва было в пределах от 6,5 до 11,3 МПа. Общая длина трубки составляет 300 мм. Явление зажигания было классифицировано тремя типичными случаями с давлением разрыва и положения зажигания; отсутствие воспламенения (менее 7,5 МПа), зажигание в середине трубки (между 7,5 и 9,0 МПа) и воспламенения в восходящем положении (выше 10 МПа).

В [18] проводилось исследование спонтанного воспламенения сжатого водорода, выделяемое по длине трубки с различной внутренней геометрией. Рассматри-

вались четыре типа внутренней геометрии: локальное сжатие, локальное расширение, резкое сжатие и резкое расширение. По мере прохождения плоской падающей волны через локальное изменение канала, она быстро дифрагирует на полусферическую волну, которая затем отражается от той, которая создает ударную фокусировку на оси симметрии. Криволинейная отраженная волна сходится и отражается от оси симметрии, создающей скоростные струйные потоки и прерывистый поток. Хотя ядра зажигания инициируются при тонком контакте, частично смешанное пламя быстро развивается из-за быстрого турбулентного перемешивания. Также наблюдалось утолщение пламени из-за слияния

тонкого пламени для случаев локального сжатия и резкого сжатия. По сравнению с вертикальной плоскостью, обращенной вперед, обратная сторона вертикальной плоскости реже вызывает спонтанное зажигание, так как отраженная волна от боковой стенки относительно слабая.

В [19] было проведено прямое численное моделирование с детальной химической моделью. Что касается самовозгорания вне трубки, то существует связь между автоматическим зажиганием и длиной трубки. На рисунке 4 показано распределение температуры для случая выхода струи водорода из небольшого отверстия в стенке резервуара (а) и выхода из короткой трубки (б) [19].

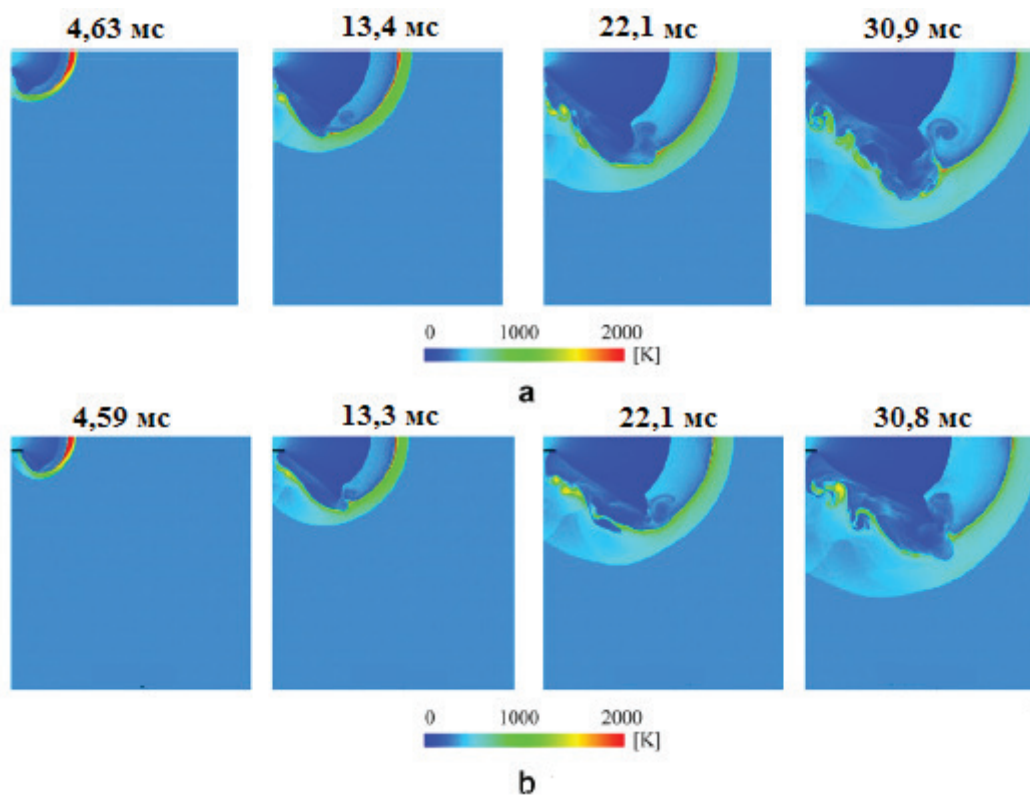


Рис. 4. Последовательное распределение температуры в случае (а) и (б) в разные моменты времени

Когда трубка становится длиннее, достаточно места для смешивания водорода и окружающего воздуха. При таком условии генерируются вихри, область высоких температур, как правило, поддерживается большее время. Максимальная температура колеблется около 2400 К в течение некоторого времени. Сложная структура потока с высокой температурой образуется за контактной поверхностью (рис. 5). Сложная структура может вызывать эффективное смешивание между водородом и воздухом.

Целью работы [20] было измерить динамику давления в 4-миллиметровых удлинительных трубках длиной до 1 м вниз по течению разрывного диска в сочетании с визуализацией излучающей (реагирующей) зоны в случае самовозгорания из-за внезапного истечения водорода под давлением в атмосферный воздух. В экспериментах использовались алюминиевые диски от 0,06 мм до 0,3 мм.

В итоге, самопроизвольное зажигание внутри трубки длиной 645 мм из-за внезапного выброса сжатого водорода в воздух наблюдалось для избыточного давления 3.0 МПа. В более короткой трубке (42 мм) предел для зажигания составлял 2.5 МПа.

Цель исследования [21] — изучение влияния стенки на воспламенение водорода. Для этого экспериментальное исследование было проведено с использованием трубки и стенки, что соответствует трубе системы газораспределения и окружающему препятствию, соответственно. Это исследование проводилось с использованием трубок разной длины при разрыве давления до 30 МПа. Высота стены, расстояние от стены от выхода трубки и давление разрыва рассматривались как параметры главной стенки, влияющие на самовозгорание. Смещение на краю стенки было также не способно нагревать воздух и водород до ре-

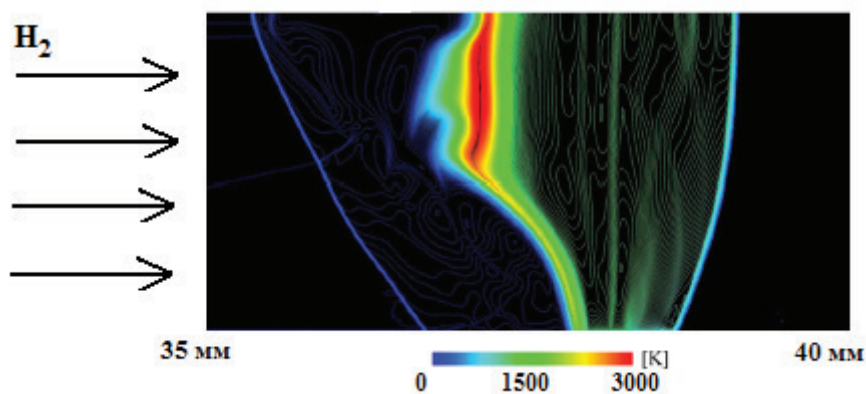


Рис. 5. Температурные контуры в трубе длиной 40 мм и вокруг контактной поверхности при 22,8 мс

акции. Эти результаты подчеркивают важность генерации пламени внутри трубки. С другой стороны, наличие стены привело к более короткой стабилизации, потому что это повлияло на разделение пламени и увлечение воздуха для самовозгорания при условии, что трубка была достаточно длинной, чтобы вызвать сильное пламя.

Снижение риска воспламенения водорода может быть достигнуто ослаблением интенсивности формируемой ударной волны. Ослабление, в свою очередь, осуществляется за счет изменения геометрии ограниченного канала. Например, размещением дополнительных отверстий на боковой поверхности канала приводит к поперечному смещению газа за ударной волной, к снижению осевой составляющей скорости газа и к последующему снижению интенсивности волны и температуры [22]. Использовался канал низкого давления, соединенный одной стороной с камерой высокого давления, а другой конец которого был открыт. На двух противоположно расположенных боковых сторонах канала прямоугольного сечения 2*10 мм размещались отверстия диаметром 2, или 3, или 4, или 6 мм, так что отношение площади отверстий к сечению канала изменялось в диапазоне 0.32–2.83. Показано, что перфорированный канал имеет более широкий рабочий диапазон начальных давлений (1–50 атм.) по сравнению с гладким каналом (1–33 атм.) или каналом Т-образной формы (1–13 атм.).

В работе [23] определены задержки воспламенения бинарной водородно-метановой смеси при импульсном истечении в диапазоне концентраций метана 0–18% (мол.). В экспериментах использовалась смесь водорода с метаном, предварительно приготовленная по парциальным давлениям в баллоне объемом 40 л. при дав-

лении 100–150 атм. Использовалось несколько смесей с мольной концентрацией метана 0 (чистый), 5, 9, 14 и 18%. Показано, что добавление 18% (мол.) метана приводит к 6-ти кратному увеличению задержки воспламенения бинарной смеси. Было определено, что характер воспламенения бинарной водородно-метановой смеси носит преимущественно «комбинированный метано-водородный доминантный характер».

Выводы

Хранение сжатого под высоким давлением водорода накладывает серьезные ограничения на конструктивные характеристики баллонов, трубчатые соединения и запорную аппаратуру. Вследствие нештатных ситуаций и истечения сжатого водорода в открытое пространство возможно не только серьезное повреждение конструкций, но и последующее самовоспламенение водорода даже в отсутствии источников огня: открытое пламя, искровой разряд, нагретая поверхность, присутствие катализатора и т. д.

Несмотря на то, что водород рассматривается в качестве альтернативного экологически чистого источника энергии преимущественно в крупных городах, его использование сопряжено с высокой способностью к возгоранию. С одной стороны, это легкий газ, способный в короткое время покинуть открытые места скопления. С другой стороны, молекулярно-кинетические свойства водорода позволяют ему воспламениться в наиболее широком концентрационном диапазоне с минимальной временной задержкой. Это существенно ограничивает повсеместное использование водорода и требует самого детального исследования динамики горения и разработки универсальных методов гашения детонации.

Литература:

1. Месяц Г. и др. На пути к водороду // Экономические стратегии. — 2005. — Т. 7. — №. 4. — С. 6–13.
2. Бедарев И. А., Федоров А. В. Сравнительный анализ трех математических моделей воспламенения водорода // Физика горения и взрыва. — 2006. — Т. 42. — №. 1. — С. 26–33.
3. Иванов М. Ф., Киверин А. Д., Смыгалина А. Е. Воспламенение водородно-воздушной смеси вблизи нижнего концентрационного предела // Вестник Московского государственного технического университета им. НЭ Баумана. Серия «Естественные науки». — 2013. — №. 1 (48).

4. Иванов М. Ф., Киверин А. Д., Гальбурт В. А. Об одном способе ускорения перехода от дефлаграции к детонации в газообразных горючих смесях // Вестник Московского государственного технического университета им. НЭ Баумана. Серия «Естественные науки». — 2008. — №. 4.
5. Иванов М. Ф., Киверин А. Д., Рыков Ю. В. Особенности распространения пламени в замкнутых объемах // Вестник Московского государственного технического университета им. НЭ Баумана. Серия «Естественные науки». — 2010. — №. 1.
6. Golovastov S. V., Bivol G. Y., Alexandrova D. Evolution of detonation wave and parameters of its attenuation when passing along a porous coating // Experimental Thermal and Fluid Science. — 2019. — Т. 100. — С. 124–134. (WoS/Scopus)
7. Drakon A. V., Eremin A. V., Mikheyeva E. Y. On chemical inhibition of shock wave ignition of hydrogen — oxygen mixtures // Journal of Physics: Conference Series. — IOP Publishing, 2018. — Т. 946. — №. 1. — С. 012062. (WoS/Scopus)
8. Loktionov E., Pasechnikov N., Telekh V. Laser ignition of liquid petroleum gas at elevated pressures // Journal of Physics: Conference Series. — IOP Publishing, 2017. — Т. 927. — №. 1. — С. 012030. (WoS/Scopus)
9. Тарасов Б. П., Лотоцкий М. В., Яртысь В. А. Проблема хранения водорода и перспективы использования гидридов для аккумулирования водорода // Российский химический журнал. — 2006. — Т. 50. — №. 6. — С. 34–48.
10. Baev et al. (2000). Conditions of self-ignition at impulse high pressure injection of combustible gases in confined volume. Combustion and Explosion, 36 (3), 3–9.
11. Astbury G. R., Hawksworth S. J. Spontaneous ignition of hydrogen leaks: a review of postulated mechanisms // International Journal of Hydrogen Energy. — 2007. — Т. 32. — №. 13. — С. 2178–2185.
12. Dryer FL, Chaos M, Zhao Z, Stein JN, Alpert JY, Homer CJ. Spontaneous ignition of pressurized releases of hydrogen and natural gas into air. Comb Sci Techn 2007;179:663–94.
13. Lee H. J. et al. Numerical study on the spontaneous-ignition features of high-pressure hydrogen released through a tube with burst conditions // Proceedings of the Combustion Institute. — 2015. — Т. 35. — №. 2. — С. 2173–2180.
14. Lee B. J., Jeung I. S. Numerical study of spontaneous ignition of pressurized hydrogen released by the failure of a rupture disk into a tube // international journal of hydrogen energy. — 2009. — Т. 34. — №. 20. — С. 8763–8769.
15. Morii Y. et al. Numerical study of the effect of obstacles on the spontaneous ignition of high-pressure hydrogen // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. — 2015. — Т. 34. — С. 92–99.
16. Mogi T. et al. Self-ignition and explosion during discharge of high-pressure hydrogen // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. — 2008. — Т. 21. — №. 2. — С. 199–204.
17. Kim Y. R. et al. A flow visualization study on self-ignition of high pressure hydrogen gas released into a tube // Proceedings of the Combustion institute. — 2013. — Т. 34. — №. 2. — С. 2057–2064.
18. Xu B. P., Wen J. X. The effect of tube internal geometry on the propensity to spontaneous ignition in pressurized hydrogen release // International Journal of Hydrogen Energy. — 2014. — Т. 39. — №. 35. — С. 20503–20508.
19. Yamada E. et al. Mechanism of high-pressure hydrogen auto-ignition when spouting into air // international journal of hydrogen energy. — 2011. — Т. 36. — №. 3. — С. 2560–2566.
20. Grune J. et al. Experimental investigation of flame and pressure dynamics after spontaneous ignition in tube geometry // international journal of hydrogen energy. — 2014. — Т. 39. — №. 35. — С. 20396–20403.
21. Kim S. et al. Effects of a wall on the self-ignition patterns and flame propagation of high-pressure hydrogen release through a tube // Proceedings of the Combustion Institute. — 2013. — Т. 34. — №. 2. — С. 2049–2056.
22. Golovastov S. V., Terekhova O. Self-ignition of hydrogen jet discharged under high pressure into a perforated channel // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. — 2016. — Т. 43. — С. 198–202. (WoS/Scopus)
23. Golovastov S. V., Bocharnikov V. M., Samoilova A. A. Experimental investigation of influence of methane additions on spontaneous self-ignition of pulsed jet of hydrogen // International Journal of Hydrogen Energy. — 2016. — Т. 41. — №. 30. — С. 13322–13328. (WoS/Scopus)

Исследование эффективности теплоотдачи отопительных приборов

Амангельды Арайлым Гибраткызы, студент магистратуры
Государственный университет имени Шакарима города Семей (Казахстан)

Ахметов Алихан Алибекович, преподаватель
Электротехнический колледж г. Семей (Казахстан)

Ермоленко Михаил Вячеславович, кандидат технических наук, кандидат технических наук, и. о. ассоциированного профессора;
Касымов Аскар Багдадович, PhD, старший преподаватель;
Золотов Александр Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент
Государственный университет имени Шакарима города Семей (Казахстан)

В статье рассматриваются вопросы определения тепловой эффективности отопительных приборов. Представлены результаты по определению коэффициента теплоотдачи от горячего теплоносителя к внутренней поверхности отопительного прибора. Показано графическое определение коэффициента теплоотдачи.

Ключевые слова: теплоснабжение, отопительные приборы, коэффициент теплоотдачи, критерий Нуссельта.

В настоящее время существуют различные отопительные системы, поэтому исследование эффективности их функционирования является актуальной задачей.

В Республике Казахстан развиты централизованные системы теплоснабжения от ТЭЦ, районных, квартальных и групповых котельных, а также децентрализованное теплоснабжение от местных домовых котельных и печей [1]. Отопление — это процесс искусственного обогрева помещений для восстановления температуры, которая понижается ниже комфортной или технологически необходимой в результате тепловых потерь, которые возникают между более холодной окружающей и более теплой ком-

натной средами. Т. е. отопление — это искусственный обогрев помещений.

На рисунке 1 для централизованного теплоснабжения показаны последовательно протекающие стадии. Основные звенья системы представлены на рисунке 2 [2].

Отопительные приборы классифицируют по способу передачи тепла, материалу, из которого изготовлены отопительные приборы и степени тепловой инерционности.

Используют три способа передачи тепла от отопительного прибора окружающей среде:

- тепловое излучение (радиационный);
- конвекция;
- радиационно-конвективный [3].

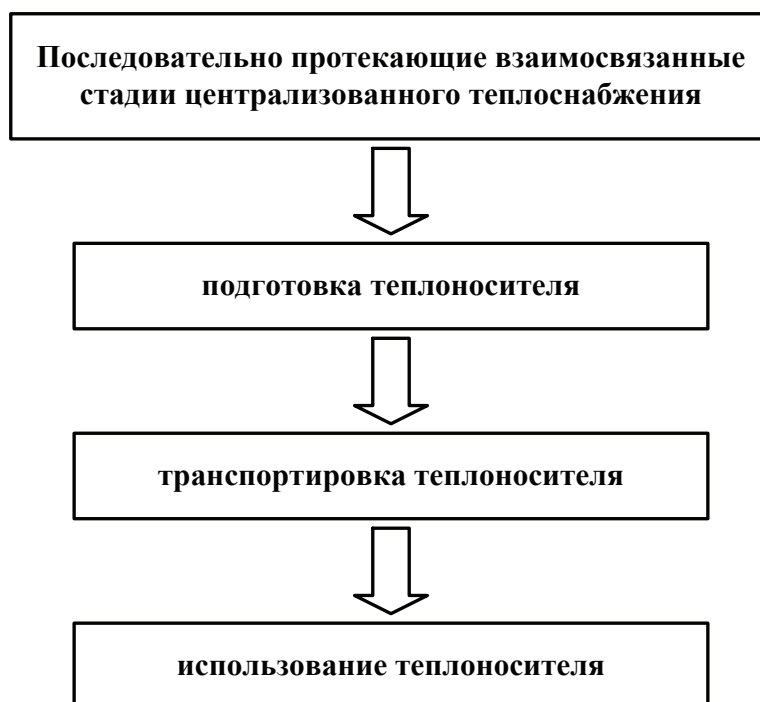


Рис. 1. Последовательно протекающие стадии централизованного теплоснабжения.

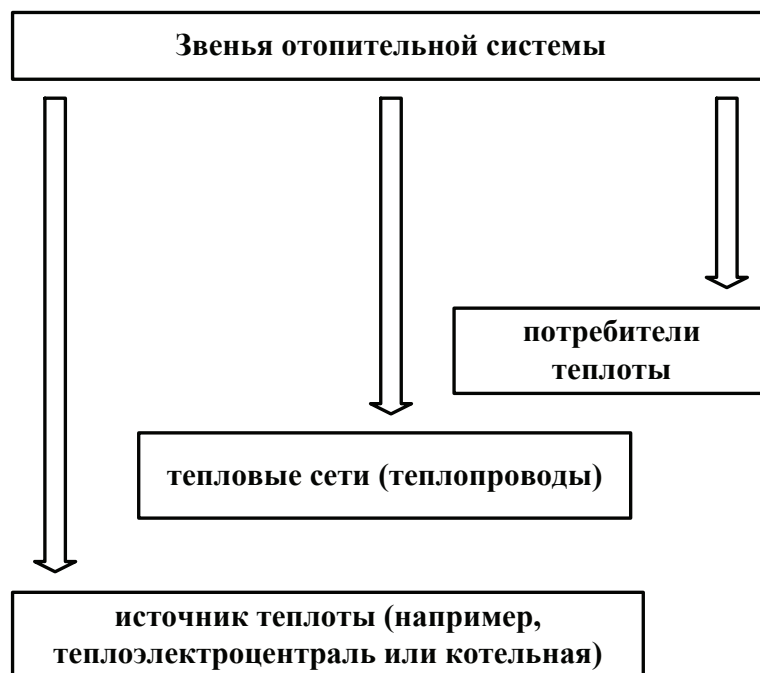


Рис. 2. Звенья отопительной системы

Целью исследования ставилось определение оптимального значения коэффициента теплоотдачи при последовательном соединении отопительных приборов и различном расходе теплоносителя. Последовательное соединение отопительных приборов подразумевает общий канал по-

дачи теплоносителя (воды), это надежный способ соединения.

Исследования проводились на экспериментальном стенде, представленном на рисунке 3. На данном стенде можно моделировать различные условия протекания процессов передачи теплоты в отопительном приборе.



Рис. 3. Экспериментальная установка «Автоматизированная система отопления»

В экспериментальной установке основными элементами являются:

- теплогенератор с устройством регулирования температуры;
- расширительный бак;
- устройства, обеспечивающие безопасность;
- два отопительных прибора;
- автоматический регулятор температуры теплоносителя на входе в систему отопления;
- циркулирующий насос.

Исследования проводились для трех случаев скорости (расхода теплоносителя):

- I ($4,6 \cdot 10^{-4}$) м³/с;
- II ($6,5 \cdot 10^{-4}$) м³/с;
- III ($8,3 \cdot 10^{-4}$) м³/с.

В результате обработки экспериментальных данных и проведения необходимых расчетов построен график зависимости коэффициента теплоотдачи от горячей воды к внутренней поверхности отопительного прибора от критерия Нуссельта (рисунок 4).

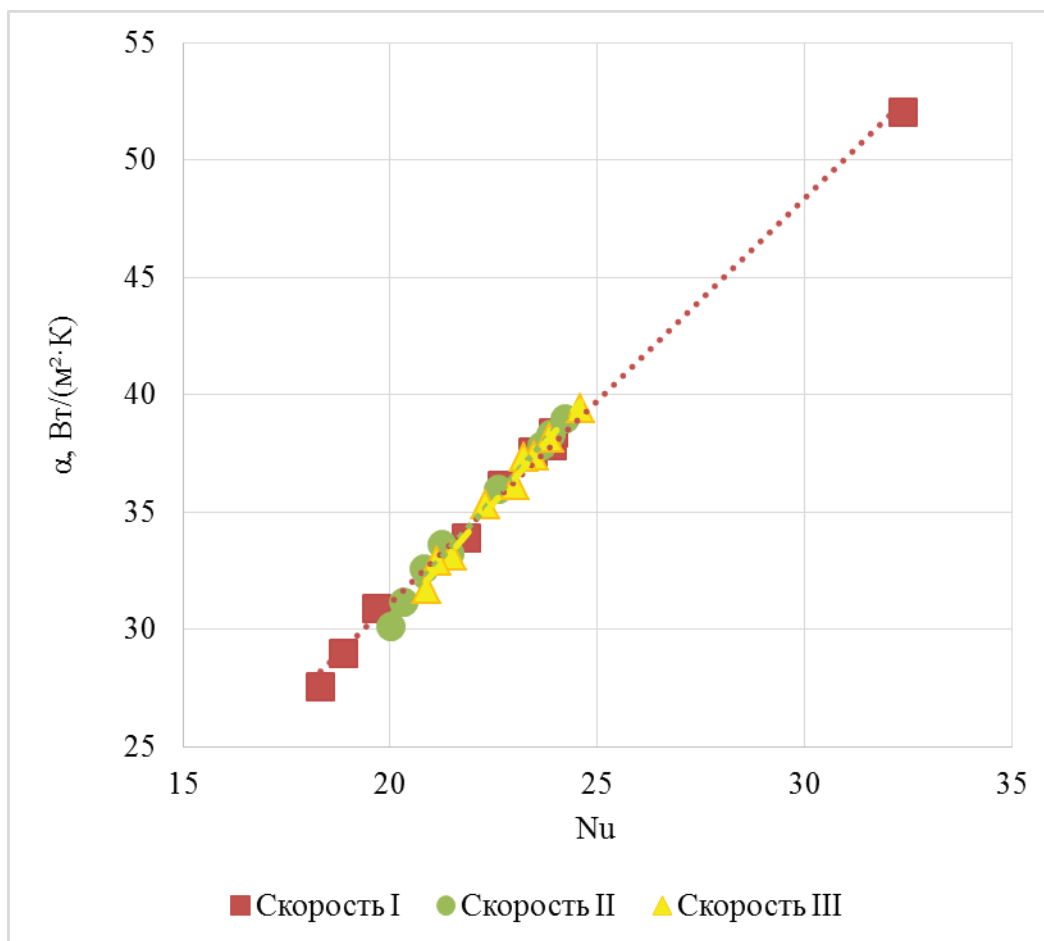


Рис. 4. Зависимости коэффициента теплоотдачи от горячего теплоносителя (вода) к внутренней поверхности отопительного прибора α_1 от критерия Нуссельта Nu при последовательном соединении отопительных приборов.

В результате математической обработки получены аналитические зависимости коэффициента теплоотдачи α_1 , Вт/(м²К) от критерия Нуссельта Nu:

Уравнения зависимости α_1 от Nu:

I скорость:

$$\alpha = 0,1101Nu - 3,4743; \quad (1)$$

II скорость:

$$\alpha = 0,1038Nu - 2,9317; \quad (2)$$

III скорость:

$$\alpha = 0,1100Nu - 3,4662. \quad (3)$$

При этом коэффициент детерминации находится в допустимых пределах.

На рисунке 5 показано графическое определение оптимального значения коэффициента теплоотдачи от горячего теплоносителя к внутренней поверхности отопительного прибора.

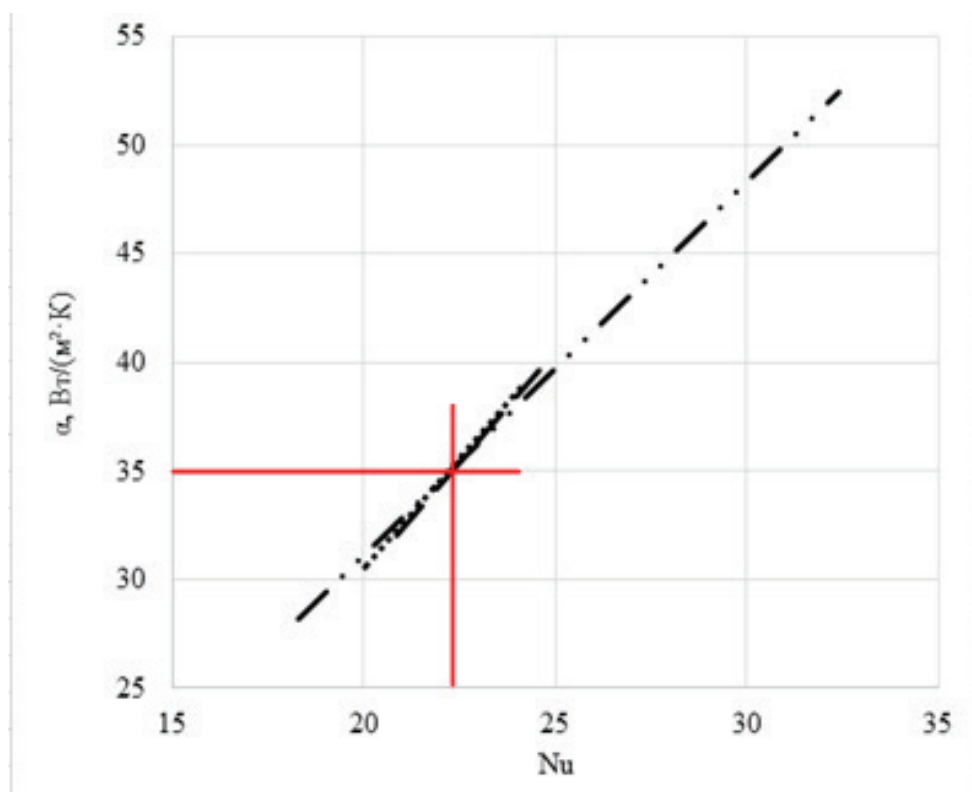


Рис. 5. Определение оптимального значения коэффициента теплоотдачи от горячего теплоносителя к внутренней поверхности отопительного прибора

Литература:

1. Алияров, Б. К. д. т. н., Алиярова М. Б. к. т. н., Ерекеев О. К. к. т. н. Основные проблемы теплоснабжения в Республике Казахстан // «Новости Теплоснабжения». — 2003. — № 11.
2. Сантехмонтаж. Отопление, водоснабжение, канализация // Достоинства и недостатки некоторых разновидностей радиаторов отопления URL: <http://santeh-montazh.ru/>.
3. Классификация отопительных приборов // Ремонт и установка систем отопления URL: <http://www.abcotoplenie.ru/>.

Выбор оптимальных информационных технологий для повышения эффективности работы компрессорной станции

Варибрус Александр Владимирович, студент;

Бардин Александр Константинович, кандидат экономических наук, доцент
Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина (г. Краснодар)

Газпром — крупнейший поставщик нефти и газа как в Российской Федерации, так и за ее пределами. Для обеспечения конкурентоспособности и стабильного поступления прибыли компания должна обеспечивать своевременную и бесперебойную поставку газа его потребителям. Повышение эффективности работы газотранспортной системы является одной из важнейших задач предприятия.

В то же время, газотранспортная система включает в себя сеть трубопроводов и обслуживающих их компрессорных станций. Повышение эффективности каждой

такой станции позволяет обеспечить повышение эффективности всей газотранспортной системы. Одной из таких станций является компрессорная станция «Краснодарская».

Информационные технологии, используемые для управления и взаимодействия между специалистами станции, а также для контроля ее оборудования отражены в таблице 1.

Из приведенной таблицы следует, что в качестве системы обмена информацией между специалистами ис-

Таблица 1. Информационные технологии, используемые на станции

Функции управления и взаимодействия	Используемая информационная технология
Обмен информацией между специалистами станции	Электронная почта
Контроль и управление оборудованием станции	SCADA-система, включающая в себя программный пакет STEP 7, программный SCADA-пакет CS7 и систему визуализации WinCC

пользуется электронная почта, с помощью которой реализуются основные функции управления. Например, с помощью электронной почты при необходимости ремонта или выполнения регламентных работ руководство станции дает заявку на обслуживание оборудования сменным начальникам служб, а начальники служб распределяют заявки между сменными инженерами. После выполнения заявки сменные инженеры составляют отчет в произвольной форме и отправляют его начальнику своей службы по электронной почте.

Изучение литературных источников не выявило исследований, связанных с повышением эффективности работы компрессорных станций на основе оценки работы ее информационной системы. Поэтому доказательств того, что использование электронной почты — это наиболее эффективный метод взаимодействия специалистов газоконпрессорной станции нет.

В данной статье приведены результаты исследований, посвященных выявлению информационных технологий, обеспечивающих наиболее эффективное управление работой газоконпрессорной станции с учетом особенностей функций ее управления.

В качестве методики проведенного исследования авторами использована методика компании META Group [1, с. 9].

Выбор технологий для поддержания процесса управления станцией, согласно META Group, дает возможность обеспечить миграцию архитектуры в сторону ее желаемого состояния. Отметим, что для реализации указанной методики авторы использовали формализованные шаблоны [2, с. 9]. В таблице 2 показана взаимосвязь формализованных шаблонов и их характеристик, а также системы и технологии, с помощью которых может быть воплощена система на уровне заданного шаблона.

Таблица 2. Формализованные шаблоны и их характеристики

Шаблон	Характеристики
Учет	Ввод, обработка и хранение обрабатываемых вручную данных.
Автоматизация бизнес-процессов	Бизнес-процессы предприятия обеспечиваются средствами автоматизации. Пример: система документооборота
Коммуникатор	Использование информационных технологий для неформального общения между пользователями системы. Пример: система электронной почты.
Сотрудничество	Использование информационных технологий для взаимодействия специалистов в процессе частично формализованной деятельности. Пример: система управления закупками.
Планирование	Использование информационных технологий для создания планов. Пример: система бюджетирования.
Фундаментальный анализ	Использование информационных технологий для создания планов деятельности по внешним для предприятия данным. Пример: система маркетингового анализа.
Оптимизация операций	Использование информационных технологий для повышения эффективности выполнения бизнес-процессов предприятия. Пример: система оптимизации прямого маркетинга.
Кастомизация по запросу	Использование информационных технологий для планирования частично формализованной деятельности. Пример: система производства под заказ.
Система поддержки принятия решений	Использование информационных технологий для принятия решений. Пример: механическая трендинговая система.
Самоорганизующаяся система	Использование информационных технологий для самоорганизации бизнес-процесса в сообществе. Пример: электронная торговая площадка.

На первом этапе в соответствии с методикой META Group осуществлен выбор типа стратегии. Для определения типа стратегии, оптимального для компрессорной станции, построена матрица стратегий и характерных для

них признаков (таблица 3). В таблице приведены признаки, соответствующие трем наиболее распространенным типам стратегий. Одним плюсом отмечено соответствие признаков типам стратегий. Анализ особенностей работы

компрессорной станции позволил выявить характерные для нее признаки. Эти признаки отмечены двумя плюсами. Исходя из полученных результатов, отметим, что наиболее

оптимальной для станции является стратегия управления «лидерство по издержкам».

Таблица 3. Матрица стратегий и их признаков

Признак	Тип стратегии		
	Дифференцирование	Лидерство по издержкам	Фокусирование
Свободные действия, высокий уровень координации между отделами	+		
Высокий потенциал в научных исследованиях	+		
Творческое чутье, оригинальные идеи	+		
Развитые маркетинговые способности	+		
Поощрение инноваций	+		
Централизованное руководство, жесткий контроль над издержками		++	
Приоритетность стандартных процедур		++	
Использование в производстве простых в освоении технологий		+	
Высокая эффективность системы закупок и распределения продукции		+	
Контроль деятельности сотрудников, ограничение их полномочий		++	
Частые и детальные контрольные отчеты		++	
Использование комбинации нескольких выше перечисленных характеристик			+
Поощрение гибкости и устойчивых связей с покупателями			+
Соответствие издержек уровню сервиса и уровню лояльности покупателей			+
Сотрудники, которые контактируют с потребителями, имеют дополнительные полномочия			+

С помощью шаблонов, показанных в таблице 2, осуществлен переход от характеристик системы управления предприятия, в соответствии с его классификацией, к вы-

бору технологий, необходимых для реализации данной системы (таблица 4).

Таблица 4. Признаки и шаблоны стратегии

Лидерство по издержкам	
Признак	Шаблон
Централизованное руководство, жесткий контроль издержек	Планирование (ERP-система)
Приоритетность стандартных процедур	Автоматизация бизнес-процессов (система документооборота)
Использование в производстве простых в освоении технологий	
Высокая эффективность системы закупок и распределения продукции	Оптимизация операций
Контроль деятельности сотрудников, ограничение их полномочий	Автоматизация бизнес-процессов (система документооборота)
Частные и детальные контрольные отчеты	

Из таблицы 4 следует, что в качестве технологий реализации стратегии «лидерство по издержкам» применительно к особенностям рассмотренного предприятия наилучшим образом подходят: система документооборота и

система планирования. Эти технологии позволяют оптимизировать бизнес-процессы предприятия и осуществить планирование его деятельности.

Результаты исследования демонстрируют, что технология электронной почты в системе управления компрессорной станцией не является эффективной при организации информационного взаимодействия и управления. Для повышения эффективности работы компрессорной станции в соответствии с методикой META Group предлагается внедрить систему документооборота и планирования. Это позволяет автоматизировать выполняемые вручную бизнес-процессы, создать единую форму отчетности, отражающую процесс обслуживания оборудования станции, а также упрощает контроль работы персонала.

Реализация данной системы возможна с использованием большинства языков программирования.

Литература:

1. Любушин, Н. П., Бабичева Н. Э., Карпычев В. Ю. Архитектура предприятия. —: Кнорус, 2018. — 354 с.
2. Шаблоны информационных технологий как механизм реализации стратегии компании // ppt4web. ru. URL: <https://ppt4web.ru/ehkonomika/shablony-informacionnykh-tehnologijj-kak-mekhanizm-realizacii-strategii-kompanii.html> (дата обращения: 23.05.2019).

Методика META Group позволила определить соответствие используемой информационной технологии особенностям организации управления компрессорной станции и осуществить выбор наиболее эффективной технологии.

Использование электронной почты в качестве основной технологии информационной системы компрессорной станции «Краснодарская» не способствует ее эффективному управлению. Внедрение системы документооборота и планирования позволяет исправить эту проблему и повысить эффективность работы станции, а значит и всей газотранспортной системы.

Разработка устройства преобразования 12-разрядного двоичного кода

Гаврилов Дмитрий Александрович, студент магистратуры;
 Цыганков Илья Александрович, студент магистратуры
 Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске

В данной статье представлена разработка устройства преобразования 12-разрядного двоичного кода в двоично-десятичный с индикацией полученных чисел.

Ключевые слова: двоично-десятичный код, двоичный код, индикатор, индикация.

Вычислительная техника является основой построения информационно-измерительных систем, используемых для решения важнейших научно-технических задач. Вычислительные устройства обеспечивают моделирование реальных радиотехнических комплексов в различных ситуациях, работу систем автоматизированного проектирования, управление сложнейшими технологическими процессами.

ЭВМ и вычислительных устройствах при выводе информации двоичные числа сначала преобразуются в двоично-десятичные, а затем в десятичные. Для кодирования десятичных цифр чаще всего применяется двоично-десятичный код.

Структурная схема преобразователя представлена на рис. 1.

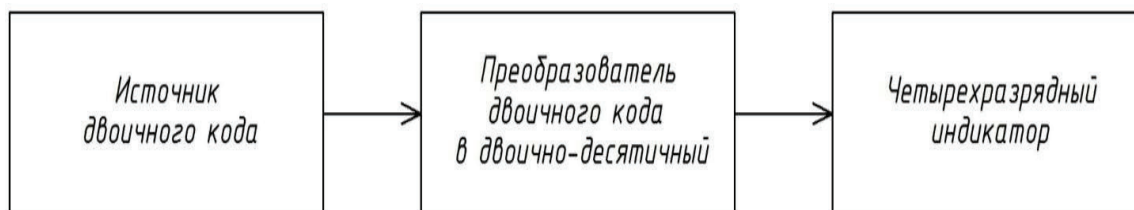


Рис. 1. Структурная схема преобразователя

Для реализации устройства применяются микросхемы преобразователей кодов. Индикация двоично-десятичного кода осуществляется при помощи семисегментных индикаторов. Вывод символов на семисегментный инди-

катор происходит через преобразователь двоичного кода в управляющий код индикатора.

Согласно структурной схеме разрабатывается функциональная схема преобразователя (рис. 2).

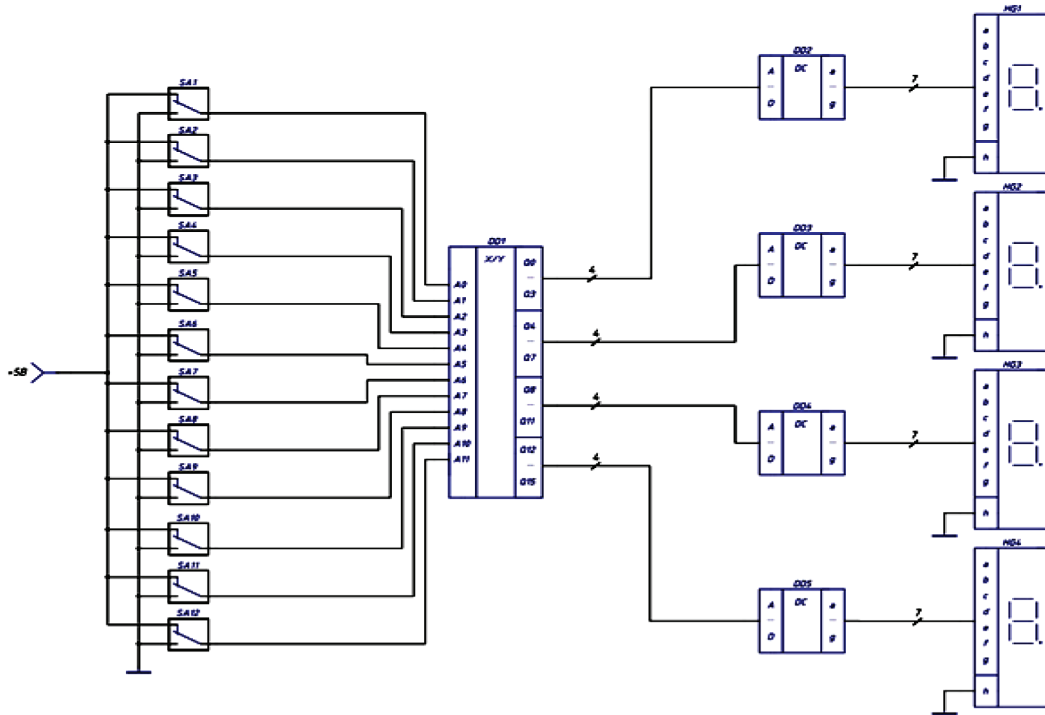


Рис. 2. Функциональная схема преобразователя

Переключатели служат источниками двоичного кода. Если переключатель замкнут на источник питания — устанавливается логическая 1, замкнут на землю — логический 0. Т. к. код должен быть 12-ти разрядным, всего необходимо 12 переключателей.

Преобразователь кода имеет 12 входов и 16 выходов, по 4 на каждую тетраду двоично-десятичного кода. Для индикации двоично-десятичного индикации понадобятся четыре семисегментных индикатора, для которых, в свою очередь, необходимы дешифраторы двоично-десятичного кода в код управления индикатором. Питание устройства имеет величину 5 В и осуществляется через разъём.

Микросхема К155ПР7 является постоянным запоминающим устройством, программирование которой произведено на заводе-изготовителе и служит для преобразования двоичного кода в двоично-десятичный. Микросхема содержит только пять входов для 6-разрядного двоичного кода. Для индикации двоично-десятичного кода воспользуемся семисегментными индикаторами АЛС338А с общим катодом, на которые будем подавать управляющий код с дешифраторов К176ИД2. Всего потребуется 4 семисегментных индикатора и 4 дешифратора.

Для проверки работоспособности устройства имитационная модель преобразователя собирается в программе Micro-cap 11 (рис. 3).

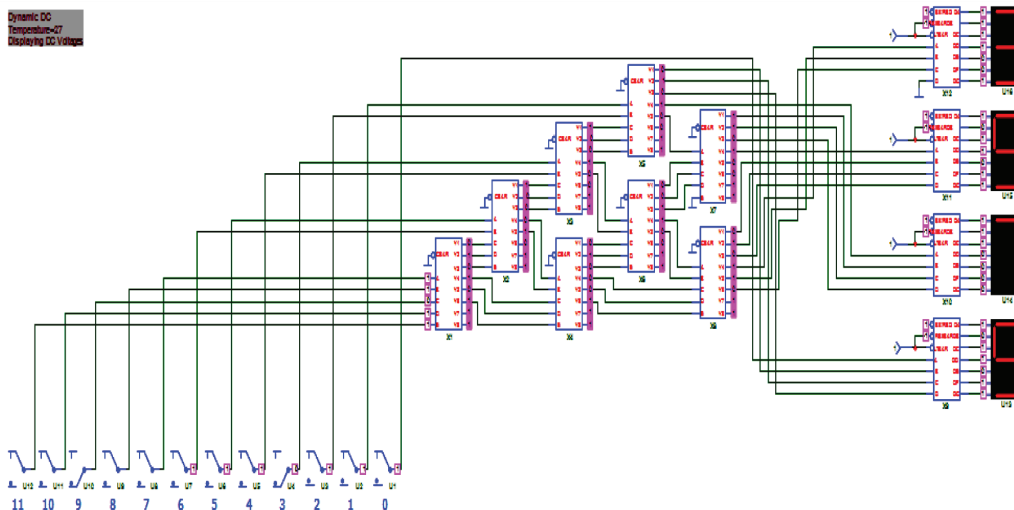


Рис. 3. Имитационная модель преобразователя

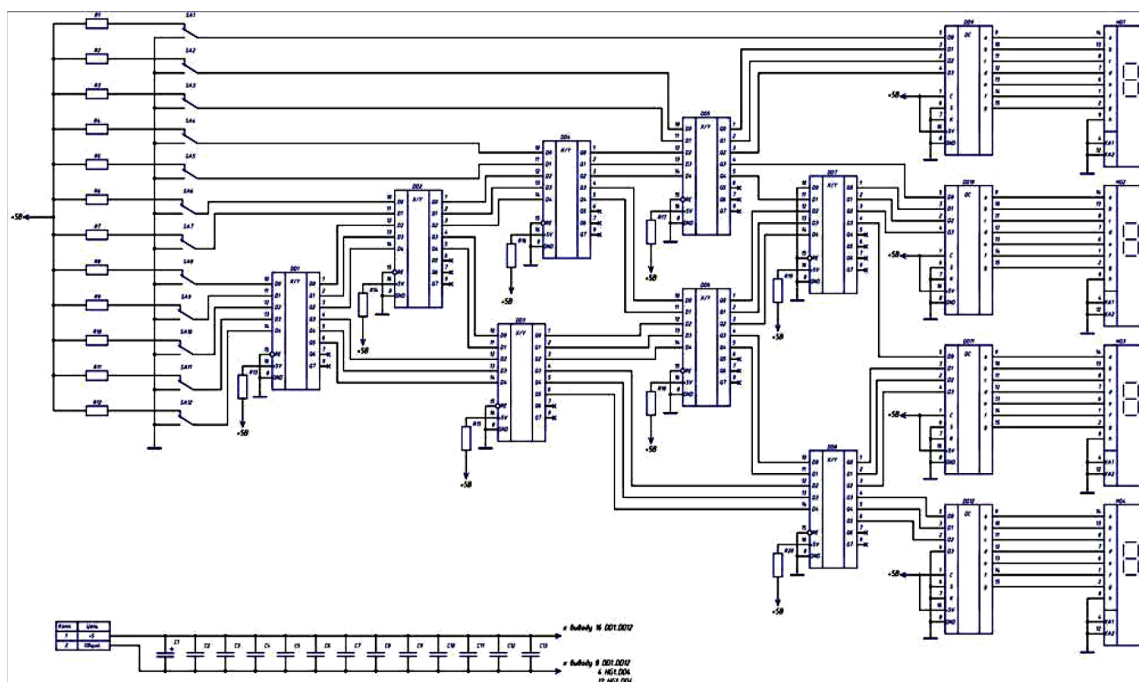


Рис. 4. Принципиальная схема преобразователя

Проверка выполняется для числа 3575_{10} (110111110111_2).

Таким образом, моделирование в среде Micro-Cap 11 показало, что преобразователь работает корректно и выполняет необходимую функцию.

Принципиальная схема преобразователя представлена на рис. 4.

Литература:

1. Амелина, М. А. Конспект лекций по курсу «Цифровая техника»: 2013. — 118с.
2. Бирюков, С. А. Применение интегральных схем серий ТТЛ — М.: Патриот, 1992. — 117 с.
3. Гололобов, В. Н. Экскурсия по электронике: Москва 2008. — 585с.
4. Китаев, Ю. В. Основы цифровой техники. Учебное пособие: СПб: СПбГУ ИТМО, 2007, 87 с.
5. Марченко, А. Л. Основы электроники. Учебное пособие для вузов / Марченко. — М.: ДМК Пресс, 2008. — 296 с., ил.

Вывод

В ходе выполнения работы была проведена разработка, выбор компонентной базы и моделирование преобразователя 12-ти разрядного двоичного кода в двоично-десятичный с индикацией полученных чисел.

Исследование гидротехнических и водохозяйственных сооружений по устойчивости и эксплуатационной надежности объектов с использованием современных специализированных программных комплексов

Жумадилова Нагима Жоламановна, инженер-геодезист

Научно-исследовательский, экспертный и проектно-изыскательский Казахстанский многопрофильный институт реконструкции и развития (г. Караганда)

Хмырова Елена Николаевна, кандидат технических наук, доцент;

Саркенов Берик Бейсенович, кандидат технических наук, доцент;

Аханов Мейрхан Жумаканулы, ведущий инженер-геодезист;

Мухтарова Айгерим Мухтаровна, студент магистратуры;

Касимов Нариман Нурланович, студент

Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

На гидроэлектростанции механическая энергия движущихся масс воды преобразуется в электрическую с помощью гидротурбин и гидрогенераторов размещаемых вместе с многочисленным вспомогательным оборудованием в зданиях ГЭС.

Индивидуальность гидросооружений состоит в том, что в отличие от других инженерных сооружений размеры, компоновка, типы отдельных частей и т. п. гидротехнического сооружения существенно зависят от местных условий: топографии местности, гидрологических условий, геологического строения основания и т. п. Каждое новое гидросооружение требует индивидуального проекта. Только сравнительно мелкие гидросооружения и некоторые отдельные части крупных гидросооружений удается стандартизировать.

Надежность и безопасность являются основными требованиями к качеству эксплуатации зданий и сооружений.

Геодезический контроль является составной частью комплексной программы, которая предлагает применения современных инновационных методов с использованием современных электронных тахеометров, цифровых нивелиров и лазерных технологий.

Методика проведения инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий

Для оценки состояния грунтов основания фундамента зданий, основания насыпных земляных дамб, грунтов слагающих откосы канала и земляных отсыпанных дамб используются следующие способы:

Инженерно-геологические изыскания при помощи самоходной буровой установкой ПБУ-2 ударно-канатным

способом, диаметром 146мм. В процессе буровых работ велось наблюдение за появлением и восстановлением уровня грунтовых вод, производился отбор проб грунта и воды. Пробы воды отобраны из скважин, канала, отстойника машинного зала. Проведены замеры уровня грунтовых вод в скважинах. Монолиты из скважин отбирались грунтоносом ГК-3, диаметром 123мм. Пробы грунта с нарушенной структурой отбирались в мешки. Пробы грунта мягкопластичной и текучей консистенции с ненарушенной структурой отбирались в бюксы.

Томографическая съемка выполнялась с целью построения профиля грунтов слагающих откосы, оснований дна канала, оснований фундаментов зданий насосной с использованием геотомографической установки (георадар) RAMAC фирмы MALA GeoSeance и обработку полученных георадарных данных в специализированном программном комплексе RadExplorer.

Георадарная съемка применялась для неразрушающего контроля грунтов и конструкций объектов гидротехнического комплекса на глубинах 0.2–50 м. Работа георадара основана на свойстве радиоволн отражаться от границ раздела сред с различной диэлектрической проницаемостью. Преимущество метода — высокая производительность и детальность.

Сейсмо-, вибро- и электродиагностика

Основная задача, решение которой предполагается осуществить сейсмическими методами, является расчленение разреза по сейсмическим свойствам с определением скоростей распространения упругих волн и глубины залегания преломляющих горизонтов.

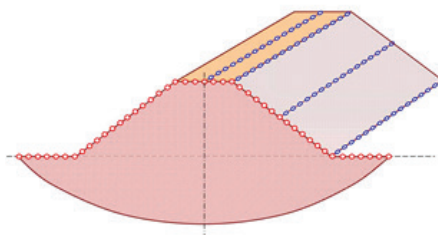


Рис. 1. Схема размещения сейсмоприемников

Поверочные расчеты по определению коэффициента запаса устойчивости (K_3 , U) по ПК с учетом сил гидро-

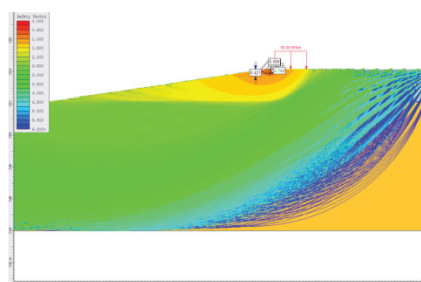


Рис. 2. Расчетная схема на ПК 120 левобережья при помощи программы «Slide»

Современные комплексные программы позволяют предусмотреть оценку состояния всех зданий и сооружений, относящихся к комплексу гидротехнических сооружений различных по своим конструктивным решениям, при этом используется разнообразная методика на основе внедрения последних достижений в области геодезии, геологии, геофизики, строительстве

По результатам проведенного исследования физико-механических характеристик грунтов с помощью георадара RAMAC фирмы MALA GeoSeance и специализированном программном комплексе RadExplorer получены томографические профили, которые были использованы при расчетах устойчивости откосов канала в программе «Slide».

Сущность данного способа диагностики заключается в анализе возникающих во время движения автомобильного транспорта, т. е. производится анализ физических полей земляного полотна. При использовании данного метода диагностики, как правило, используются несколько схем обследования земляного полотна:

а) способ продольного сейсмического профилирования. При продольном сейсмическом профилировании пункты возбуждения волн (ПВ) и сейсмоприемники (СП) располагаются на одной прямой линии — сейсмическом профиле.

б) способ кругового сейсмического зондирования. При круговом сейсмическом зондировании, профили располагают на откосе по радиусам круга, в центре которого находится пункт возбуждения колебаний (ПВ).

в) способ сейсмического просвечивания насыпей. При сейсмическом просвечивании источника и возбуждения волн находятся на одном из откосов, а регистрация волн, которые проходят через насыпь производится сейсмоприемниками, установленными на другом откосе. При обследовании объекта методом вибродиагностики источником возбуждения упругих волн является молот (кувалда).

Для анализа состояния насыпных земляных дамб и оценки рисков их разрушения была проведена детальная геодезическая съемка с целью установления геометрических форм и размерных параметров, геологической структуры (геологический разрез) и значений физико-механи-

статического давления, уровня воды в водохранилище, с помощью программного обеспечения «Slide».

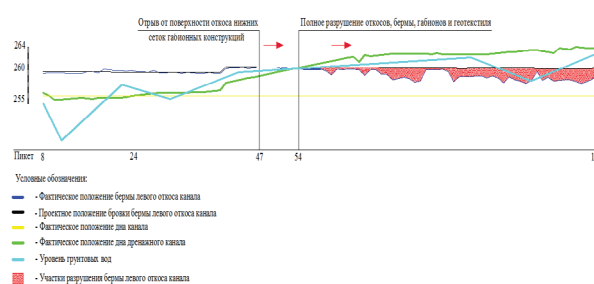


Рис. 3. Влияние уровня грунтовых вод и дна дренажного канала на устойчивость откоса канала

ческих характеристик материалов, слагающих тело дамб и откосов:

а) для грунта — наименование, плотность (естественная, частиц, скелета), пористость, влажность (естественная, на границах раскатывания и текучести), удельное сцепление, угол внутреннего трения, модуль деформации, коэффициент Пуассона [8].

Комплексная методика диагностики инженерного объекта основана на применении современных геофизических методов. Комплексная методика диагностики позволяет выявлять деформации на ранней стадии их возникновения. Геофизические методы основаны на изучении естественных или искусственно созданных физических полей (магнитных, электрических, электромагнитных, тепловых, радиоактивности, акустических, силы тяжести и др.), несущих информацию об особенностях строения объектов исследования.

Принципиальная схема применения геофизических методов для диагностики насыпей состоит из последовательности этапов:

а) возбуждение или использование для анализа возникающих при движении автомобильного физических полей в земляном полотне;

б) прием и преобразование ответных сигналов приборами (отклик системы);

в) регистрация сигналов измерительной аппаратурой;

г) обработка полученной информации;

д) интерпретация и инженерно-геологическое истолкование результатов.

В зависимости от типа и размеров электроразведочных установок имеет глубинность: на малых глубинах 0,1—10 м; на больших глубинах 10—200 м

Программа SLIDE позволяет оценивать коэффициент безопасности кольцевых или некруглых поверхностей разрушения почвы или скальные склоны. Слайд очень прост в использовании, и все же сложные модели можно создать и проанализировать быстро и легко. Внешняя нагрузка, грунтовые воды и поддержка могут все моделироваться различными способами.

Программа SLIDE анализирует стабильность поверхностей скольжения с помощью вертикального метода рав-

новесия и предела среза. Индивидуальные скольжения поверхностей могут быть проанализированы, или методы поиска могут применяться для определения критической поверхности скольжения для заданного уклона.

Особенности включают в себя: поиск критической поверхности для круглой или некруглой поверхности сколь-

жения; просмотр любых или всех поверхностей созданных поиском; детальные результаты анализа, можно построить график для отдельных поверхностей скольжения; полное устойчивое состояние моделирование, анализ и интерпретация грунтовых вод программа, встроена прямо в слайд-программу.

Литература:

1. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях на объекте: «Машинная водоподача из Шардаринского водохранилища на орошаемые земли Мактаральского района Южно-Казахстанской области», выполненный ТОО «КарагандаГИИЗ» в 2013г.

Варианты исполнения системы индукционного нагрева на примере магистрального трубопровода «Заполярье — Пурпе»

Зарипова Рузиля Ильфатовна, студент
Уфимский государственный нефтяной технический университет

Разработка месторождений углеводородов уходит за полярный круг, что связано с рядом сложностей при эксплуатации не только месторождений, но и транспорта до потребителей.

Самым северным магистральным нефтепроводом в России является Заполярье-Пурпе. Это уже третий нефтепровод в мире, который работает в условиях арктического климата. Трасса нефтепровода Заполярье-Пурпе проходит в условиях сильно обводненной, болотистой местности и линзовой вечной мерзлоты. [1]

Географическое положение, природная среда, специфика транспортировки продукта сподвигли на ряд нестандартных технологических и технических решений.

Из-за низкой температуры высоковязкая жидкость приобретает большую вязкость, а их ее транспортировка без подогрева становится практически невозможным. Пробки, сужения проходного сечения и высокая вязкость нефти могут стать причиной сбоев трубопроводов. Поэтому нефть должна иметь высокую положительную температуру по всей длине нефтепровода, что рождает целый комплекс проблем, связанных с поддержанием положительной температуры. Таким образом, разработка и проектирование индукционной системы подогрева нефти является актуальной проблемой.

На сегодняшний день существуют несколько способов регулировки реологических свойств нефти (рис. 1).

Наиболее рентабельными являются тепловые способы. К тепловым методам относится электрический метод воздействия на реологические свойства. Плюсами применения данных систем являются удобство в применении, отсутствие выбросов в атмосферу продуктов сгорания, простота эксплуатации. Ввиду развитости электрических систем в России, а также источников электрической энергии, электротермия занимает свою нишу в промышленности, том числе и в трубопроводном транспорте вязкой и высоковязкой нефти, за исключением СВЧ нагрева. [2] В работе рассмотрен индукционный нагрев на повышенной частоте.

Нефть, которую перекачивают по трубопроводу «Заполярье-Пурпе» имеет высокую вязкость, застывает уже при температуре ниже 14 °С, и для того, чтобы прокачать, ее нужно нагреть до 60°С. Для этого на трубопроводе построены пункты подогрева.

Для определения места перехода границы критического остывания нефти без подогрева был произведен следующий расчет.

Для расчета температуры в конце участка неизотермического трубопровода применим формулу теплового баланса Шухова-Лейбензона и Фурье [3]:

$$T_k = T_0 + (T_n - T_0) \cdot e^{-\lambda y} + k_\lambda \cdot b \cdot (1 - e^{-\lambda y}), \quad (1)$$

$$\text{где } b = \frac{G_{\text{сек}} \cdot g \cdot i}{k \cdot \pi \cdot d},$$

$G_{\text{сек}}$ — массовый секундный расход,

i — гидравлический уклон,

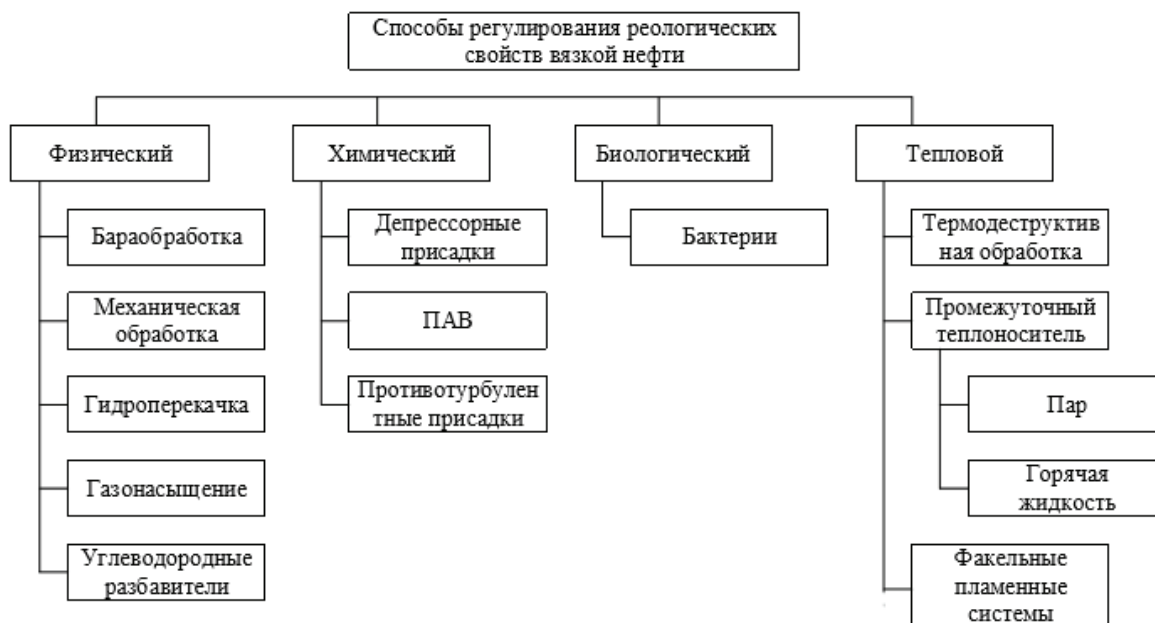


Рис. 1. Способы регулирования реологических свойств вязкой нефти

$$Шу = \frac{\pi \cdot k \cdot d \cdot L}{G \cdot C_p} \text{ — коэффициент Шухова,}$$

L — длина трубопровода, м,

k — коэффициент теплопередачи от жидкости в трубе в окружающую среду.

По формуле (1) был построен график, зависимость остывания нефти от расстояния (рис. 2).

Учитывая, что с ГНПС нефть выходит с температурой 60 °С, то согласно результатам расчета, значение 14 °С произойдет в точке 1257 м.

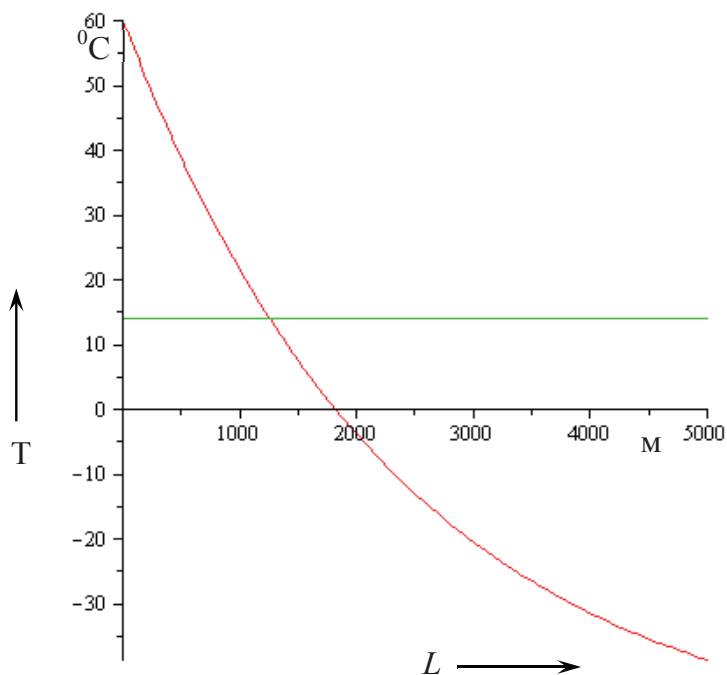


Рис. 2. Процесс остывания нефти без компенсации тепловых потерь

Мощность системы подогрева будет зависеть от температуры окружающей среды. Зависимость на рис. 3 показывает необходимость глубокой регулировки процесса нагрева.

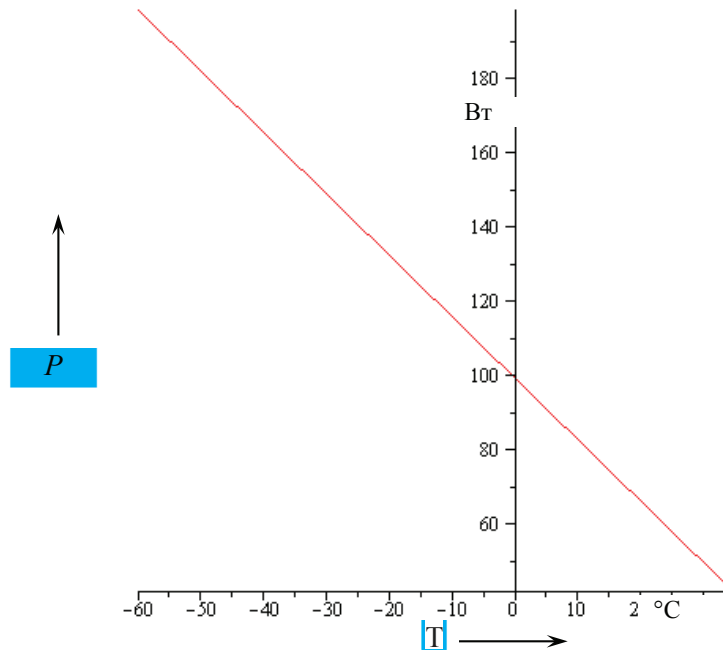


Рис. 3. Зависимость мощности системы от температуры окружающей среды

Предлагается несколько возможных технических решений систем индукционного нагрева:

- локально-ступенчатый;
- попутный с полной компенсацией;
- попутный с частичной компенсацией.

Локально-ступенчатый нагрев заключается в нескольких подогревах жидкости на некоторых участках трубопровода. Мощность одной индукционной установки будет рассчитываться по формуле

$$P = \frac{c \cdot m \cdot \Delta T}{t}, \tag{2}$$

где c — удельная теплоемкость нефти, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$,
 m — масса нефти, кг,
 ΔT — разность температур, °C,
 t — время, с.

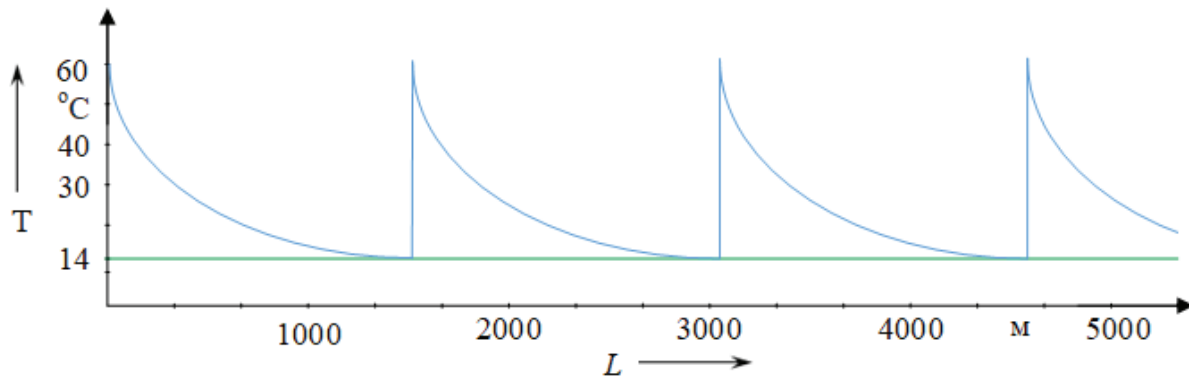


Рис. 4. Процесс остывания нефти с локально-ступенчатой компенсацией тепловых потерь

Рассмотрим попутный нагрев с полной компенсацией. При этом способе нагрев происходит на всем протяжении магистрального трубопровода и поддерживает необходимую температуру 60 °С вплоть до вхождения в установку.

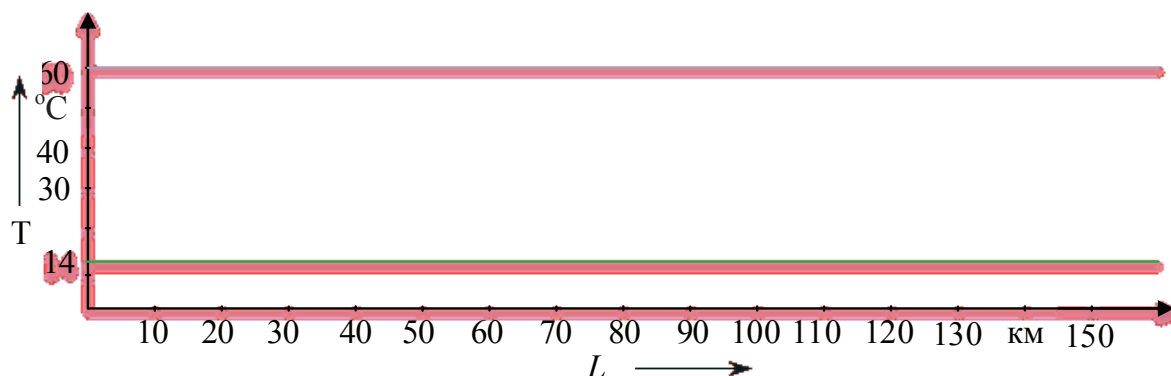


Рис. 5. Процесс подогрева нефти с полной компенсацией тепловых потерь

При частично-попутном нагреве индукционно нагревательные системы располагаются на всем протяжении магистрального трубопровода, поддерживая до критической температуры до вхождения в установку (рис. 6).

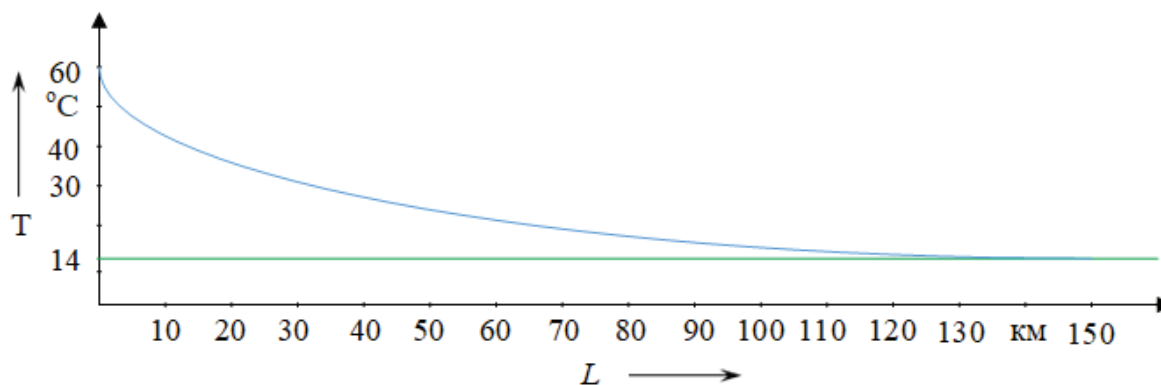


Рис. 6. Процесс подогрева нефти с частичной компенсацией тепловых потерь

Таблица 1. Таблица сравнения данных

Вариант системы	Поддержание режима перекачки	Аварийный разогрев трубопровода
Локальный	-	-
Локально-ступенчатый	+/-	+/-
Попутный с полной компенсацией	+	+
Попутный с частичной компенсацией	+	+

Современные системы нагрева потребляют большие мощности, мною предложена система с частичной компенсацией, которая потребляет существенно меньше. Её отличие в том, что не осуществляется поддержание 60 градусной температуры на протяжении всего трубопровода. Температура нефти убывает в зависимости от длины и стремится к точке застывания в конце трубопровода. Данный способ возможен при осуществлении точных расчётов о температуре нефти, но затраты на расчёт несравнимо меньше с экономией при эксплуатации данной системы.

Литература:

1. Заполярье-Пурпе-Самотлор: новый уровень надежности // Нефть и капитал: науч. журн., 2014. — № 3. — URL: [http://www.zaospk.ru/upload/SMI/Заполярье-Пурпе-Самотлор %20- %20новый %20уровень %20надежности. pdf](http://www.zaospk.ru/upload/SMI/Заполярье-Пурпе-Самотлор%20-%20новый%20уровень%20надежности.pdf) (дата обращения 20.04.2017).

2. Хлюпин, П. А. Индукционная нагревательная система для нефтепроводов: дис. ... докт. техн. наук: 05.09.03 / П. А. Хлюпин. — Уфа, 2015. — 194 с.
3. Новоселов, В. В., Гаррис Н. А., Тугунов П. И. и др. Прогнозирование теплофизических свойств грунтов при выполнении расчетов неизотермических трубопроводов // ОИ «Транспорт и хранение нефти». — М.: ВНИИ-ОЭНГ. 1989. 31 с.

Повышение эффективности использования диагностического стенда «тахограф»

Изусткин Артур Евгеньевич, студент магистратуры;
Полуэктов Михаил Владимирович, кандидат технических наук, доцент
Волгоградский государственный технический университет

Рассматриваются преимущества модернизации учебно-диагностического стенда тахограф. Предложены направления совершенствования разработанного учебно-диагностического стенда.

Ключевые слова: тахограф; учебно-диагностический стенд; безопасность движения.

Advantages of modernization of the educational and diagnostic stand the tachograph are considered. The directions of improvement of the developed educational and diagnostic stand are offered.

Keywords: tachograph; educational and diagnostic stand; traffic safety.

Тахографы в настоящее время широко применяются в сфере грузовых, пассажирских перевозок. Автотранспортное средство категории N2, N3, M2 и M3, не оборудованное тахографом, либо оборудованное вышедшим из строя тахографом, считается технически неисправным. (Приказ Министерства транспорта Российской Федерации (Минтранс России) от 13 февраля 2013 г. N 36 г. Москва).

Тахографом называется прибор, который предназначен для контроля соблюдения водителем режима труда и отдыха. Тахограф, также называют «черный ящик», является хранилищем данных, характеризующих совершенные дорожно-транспортные происшествия (ДТП). При помощи тахографа можно узнать скорость, при которой транспортное средство двигалось незадолго до ДТП, а также другие данные, такие как: моменты остановки, ускорения транспортного средства. Эти данные полезны для моделирования схемы протекания ДТП. С уверенностью можно сказать, что тахограф является блоком управления работы водителя, контролирующим и записывающим периоды вождения и отдыха.

На современных автомобилях последнее время используются два типа тахографов: аналоговые (механические и электронные) и цифровые.

Стоит заметить, что аналоговые тахографы в данный момент уже запрещены к использованию, в виду того, что их легко можно обмануть, однако, как показал опрос водителей большегрузных ТС, не все еще заменили аналоговые тахографы на цифровые.

Цифровые тахографы отличаются от аналоговых по способу записи информации и степени ее защищенности. Цифровой тахограф обеспечивает регистрацию в некорректируемом виде данных о скорости и маршруте дви-

жения транспортного средства, времени периодов труда и отдыха водителя транспортного средства созданием квалифицированной электронной подписи, присоединяемой к защищаемым данным, и разграничение доступа к защищаемой информации с использованием шифровальных (криптографических) средств.

Принцип работы любого тахографа основывается на обработке электрических импульсов от датчика скорости, установленного на коробке передач автомобиля, либо от датчиков ABS. Так же происходит фиксации времени нахождения транспортного средства в движении.

В данный момент, перечень функции цифровых тахографов расширяется большими темпами. Цифровые тахографы Российского производства постоянно модернизируются, и расширяют свой функционал, за счет возможности подключения к ним дополнительного оборудования. Например, к тахографу компании АТОЛ можно подключить стороннее оборудование, такое как, GPS модуль АТОЛ Smart Box, СКАУТ МТ-700 АТОЛ PRO OPEN и другое. При помощи данного дополнительного оборудования, тахограф дооснащается ГЛОНАСС трекером, с возможностью удаленного отслеживания местоположения ТС, его скорости, считывания карты водителя управляющего данным транспортным средством, просмотром уровня топлива в баке и множеством других функции в зависимости от модификации и способе подключения самого тахографа.

Так же, следует отметить, что отличительной особенностью тахографов Российского производства является расширенная возможность регистрации движения транспортного средства. Это стало возможным за счет встроенного акселерометра и модуля приема ГЛОНАСС сигнала.

Для использования на территории РФ тахографов отвечающим требованиям ЕСТР необходимо иметь карту до-

пуска на осуществление международных автомобильных перевозок. Если допуска на международные перевозки нет, а в автомобиле стоит тахограф ЕСТР, то это считается нарушением закона. На многих транспортных средствах зарубежного производства, с завода установлены именно такие тахографы. При эксплуатации таких автомобилей на территории РФ, необходимо произвести замену на тахограф со СКЗИ.

В настоящее время существует ряд проблем, связанных с внедрением Российских тахографов в транспортные средства, оборудованные с завода тахографами отвечающими требованию ЕСТР. Это, в частности, проблема в том что при установке тахографа с СКЗИ в замен ЕСТР мастерские сталкиваются с тем что машины перестают нормально переключать скорости (в случаях с АКПП), появляются ошибки системы ABS, ошибки системы управления двигателем, перестают включаться пониженные передачи (в случаи с МКПП), пропадает тяга при разгоне, и даже были случаи когда на автомобилях не запускался двигатель после замены тахографа. Это все связано с тем, что установленный заводом тахограф ЕСТР на машинах иностранного производства, выполняет не только функции предназначенные тахографу, но и служит второстепенным блоком управления двигателем. Именно с него двигатель берет данные о пробеге, и различные коэффициенты необходимые для правильной работы всей технической части транспортного средства. Для нормальной работы ТС после замены тахографа на Российский, необходимо все данные коэффициентов и настроек перенести с предыдущего на новый.

Сейчас процедура замены тахографа происходит в большее количество действий чем могло бы быть, если была бы возможность делать все непосредственно в кабине ТС, а именно:

1. Демонтаж установленного заводом тахографа ЕСТР;
2. Проверка цепи питания тахографа;
3. Перемещение с демонтированным тахографом к месту нахождения двух стендов;
4. Подключение демонтированного тахографа и нового к учебно-диагностическим стендам «тахограф»;
5. Перенос настроек и неизменных коэффициентов с прежнего на новый и последующее их сохранение;
6. Отключение тахографов;
7. Перемещение с новым к транспортному средству на котором выполняется замена;

Литература:

1. Павлов, и. О тахографах — от новинок до проблем// Основные средства. — 2012 — № 8. с. 68–70.
2. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации (Минтранс России) от 13 февраля 2013 г. N 36 г. Москва «Об утверждении требований к тахографам, устанавливаемым на транспортные средства, категорий и транспортных средств, оснащаемых тахографами, правил использования, обслуживания и контроля работы тахографов, установленных на транспортные средства».
3. Евсеев, Р.И. Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации. 2018. № 4 (10). С. 286–291.

8. Установка нового тахографа со СКЗИ;
9. Калибровка нового тахографа.

Для решения поставленных задач предлагается применить учебно-диагностический стенд «тахограф» созданный на кафедре «Автомобильного транспорта» ВПИ (филиал), который позволяет проводить обучение пользователей тахографов, проверять их работоспособность, выявлять отказы элементов.

На данный момент стенд является не мобильным, так как для его работы необходимо наличие питания от сети 220 В. В результате применить его непосредственно на автомобиле не представляется возможным.

Так как вся цепь приборов стенда работает от 12/24В, но конструктивно стенд устроен так что питание на приборы подается от 220В через преобразователь, то мы можем произвести модернизацию стенда, повышающую его мобильность, а именно, выполнить возможность подключения стенда к любому ТС на прямую к 12/24В через прикуриватель, исключая преобразователь. За счет этого переносить неизменяющиеся данные, установленные заводом, можно будет, находясь прямо в автомобиле, не переносить тахографы в места где есть возможность подключения к сети 220В, что сократит временные затраты на установку контролирующего устройства.

В результате после выполнения данной модернизации, мы получим возможность замены тахографов ЕСТР на СКЗИ всего лишь в 6 действий:

1. Демонтаж установленного заводом тахографа ЕСТР;
2. Проверка цепи питания тахографа;
3. Установка нового тахографа со СКЗИ;
4. Подключение демонтированного тахографа к учебно-диагностическому стенду «тахограф»;
5. Перенос настроек и неизменных коэффициентов с прежнего на новый и последующее их сохранение;
6. Калибровка нового тахографа.

Подводя итог, в результате данного улучшения ожидается, более ускоренная и эффективная установка тахографов, что позволит мастерским справляться с поставленными задачами на много быстрее. Помимо того, выполняя данную процедуру замены тахографа при помощи модернизированного учебно-диагностического стенда «тахограф», мастеру понадобится только один стенд, что играет немаловажную экономическую роль для мастерских.

4. Кравченко, П.А. Об инновационных технологиях в сфере обеспечения безопасности дорожного движения / П.А. Кравченко // Транспорт Российской Федерации. — 2015. — № 5 (30). — С. 68–71.
5. Моисеев, Ю.И. Перспективные направления развития технологий на автомобильном транспорте [Электронный ресурс] / Ю.И. Моисеев, А.А. Рыбанов, А.А. Сухов // NovaInfo. Ru: электрон. журнал. — 2016. — № 46, ч. 2. — С. 32–34. — Режим доступа: <http://novainfo.ru/article/6072>.

Энерготехнологический анализ процесса электропотребления в горной промышленности

Ляхомский Александр Валентинович, кандидат технических наук, профессор;

Виноградов Валерий Васильевич, студент магистратуры

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (г. Москва)

Энергоэффективность характеризует устойчивым постоянным ростом стоимости электрической энергии, необходимостью уменьшения потерь электроэнергии в процессе ее производства и доставки до потребителей. Существующие способы экономии электроэнергии не могут обеспечивать достижения максимально возможных энергетических показателей. Необходимо разработать новые способы и подходы к проблеме снижения потерь электроэнергии.

1. Использование методики оценки статистических характеристик и законов распределения вероятности энергетических параметров в расчете зависимости электропотребления от объемов горных работ

Общие черты статистического метода в различных областях знания сводятся к подсчету числа объектов, входящих в те или иные группы, рассмотрению распределения количественных признаков, применению выборочного метода, когда детальное исследование всех объектов обширной совокупности, например совокупности многоделимой массы горных пород или потребление электроэнергии на объема массы полезного ископаемого затруднительно. Теория вероятности используется также при оценке достаточности числа наблюдений для тех или иных выводов.

Нахождение статистических характеристик:

Исходные данные

Таблица 1. Потребляемая электроэнергия, объем горной массы, переработанной экскаватором, и удельный расход электроэнергии экскаватора. Шахта северная, февраль, смена 2

№ п/п	Объем горной массы, переработанной экскаватором Q, тыс. м ³	Потребляемая электроэнергия W, кВт. ч	Удельная норма расхода, (кВт × ч)/тыс. м ³
1	1158	4498,03	3,884309
2	1747	2786,13	1,594808
3	1996	2573,57	1,289364
4	1968	3142,68	1,59689
5	1219	3707,22	3,041198
6	1126	3010,12	2,673286
7	1375	4534,6	3,297891
8	1622	3442,09	2,122127
9	1317	3956,35	3,004062
10	1984	2779,27	1,400842
11	1506	2740,42	1,819668
12	1731	4534,6	2,619642
13	1216	4280,9	3,520477
14	1199	3083,25	2,571518
15	1984	3778,07	1,904269
16	1873	4445,46	2,373444
17	1349	2719,85	2,016197
18	1653	2596,43	1,570738
19	1945	3181,53	1,635748
20	1190	3604,37	3,028882

21	1136	4562,03	4,015871
22	1392	3451,23	2,479332
23	1577	3716,36	2,356601
24	1996	4038,63	2,023362
25	1510	4166,62	2,759351
26	1626	2962,12	1,821722
27	1767	3405,52	1,927289
28	1823	3256,96	3,884309

Общей характеристикой вариационного ряда служит средняя величина:

$$h = \frac{x_{max} - x_{min}}{1 + 3,21 \lg n}, \tag{1}$$

3. *Вычисляем медиану:*

Медиана - значение признака, соответствующего середине упорядоченного вариационного ряда.

При постоянстве плотности внутри интервалов (классов) значение медианы определяют по формуле:

$$Me = x_{med(min)} + h \frac{\frac{\sum m_i}{2} - M_{med-1}}{m_{med}}, \tag{2}$$

где $x_{med(min)}$ - нижняя граница медианного ряда; h - интервальная разность; M — накопленная частота интервала, предшествующего медианному; m_{med} - частота медианного интервала.

4. *Вычисляем моду*

В интервальном ряду интервал, содержащий моду, определяют по наибольшей частоте (когда интервалы равны) или по наибольшей плотности (когда интервалы не равны). Вычисляем по формуле:

$$Mo(Q) = x_{mod(min)} + h \frac{m_{mod} - m_{mod-1}}{(m_{mod} - m_{mod-1}) + (m_{mod} - m_{mod+1})}; \tag{3}$$

где $x_{mod(min)}$ — нижняя граница модального интервала;

m_{mod} — частота модального интервала.

5. *Находим дисперсию σ^2 (средний квадрат отклонения)*

Является наиболее распространенной характеристикой степени колеблемости признака.

Определяется по формуле:

$$D = \sigma^2 = \frac{\sum_1^n (Q_i - \bar{Q})^2 m_i}{\sum_1^n m_i}; \tag{4}$$

Для характеристики степени вариации признака чаще используют относительные показатели — коэффициент вариации, вычисляемое по формуле:

$$V_\sigma = \frac{\sigma}{\bar{Q}} \cdot 100 \%. \tag{5}$$

6. *Определяем условные моменты относительно ложного нуля*

Условные моменты относительно ложного нуля находят из выражения:

$$\alpha'_k = \frac{\sum \xi^k \cdot m_i}{\sum m_i}, \text{ или } \alpha'_k = \frac{\sum (xi - C)^k \cdot m_i}{\sum m_i}, \tag{6}$$

где $\xi = \frac{Q_i - C}{h}$.

7. *Определим центральные моменты*

Между центральными и условными моментами следующая связь:

$$\begin{aligned} \alpha_2^0 &= h^2 \cdot [\alpha'_2 - (\alpha'_1)^2]; \\ \alpha_3^0 &= h^3 \cdot [\alpha'_3 - 3 \cdot \alpha'_1 \cdot \alpha'_2 + 2 \cdot (\alpha'_1)^3]; \\ \alpha_4^0 &= h^4 \cdot [\alpha'_4 - 4 \cdot \alpha'_1 \cdot \alpha'_3 + 6 \cdot \alpha'_2 \cdot (\alpha'_1)^2 - 3 \cdot (\alpha'_1)^4]. \end{aligned} \tag{7}$$

8. Зная центральные моменты третьего и четвертого порядков, вычисляем **асимметрию** и **эксцесс** вариационного ряда.

Мерой асимметрии вариационного ряда служит нормированный момент третьего порядка, определяемый из выражения

$$A = \frac{\alpha_3^0}{\sigma^3}, \tag{8}$$

Сглаженность кривой вариационного ряда характеризуется эксцессом, который определяется по формуле:

$$E = \frac{\alpha_4^0}{\sigma^4} - 3; \tag{9}$$

9. Для установления зависимости между потребляемой электроэнергией и объемом горной массы, переработанной экскаватором, определяется коэффициент парной корреляции R_{WQ} , определим по формуле:

$$R_{WQ} = \frac{A - \frac{B \cdot C}{N}}{\sqrt{D - \frac{B^2}{N}} \cdot \sqrt{E - \frac{C^2}{N}}}; \tag{10}$$

10. Чтобы рассчитать значение потребляемой электроэнергии в зависимости от объема горной массы, переработанной экскаватором, найдем коэффициенты уравнения регрессии по формуле:

$$a_1 = \frac{B \cdot C - N \cdot A}{B^2 - N \cdot D} \tag{11}$$

$$a_2 = \frac{1}{N} \cdot (C - a_1 \cdot B) \tag{12}$$

Определяем статистические характеристики потребляемой электроэнергии W , удельного электропотребления ω и объема горной массы, переработанной экскаватором Q . Расчеты будем проводить в программе Statistica

Описательн. статистики (Таблица данных1)

Среднее	N	Медиана	Мода	Частота мод	Миним.	Макс.	25,000 %	75,000 %	Геометрическое Среднее
1570,893	28	1599,500	состав.		1126,000	1996,000	1268,000	1848,000	1541,326
3534,086	28	3446,660	4534,600	2	2573,570	4562,030	2986,120	4102,625	3474,910
2,437	28	2,365	3,884309	2	1,289	4,016	1,821	3,016	2,318
Гармон. Среднее	Ст.откл.	Дисперсия	Средн. Откл.	Размах	Квартиль Размах	Асиммет.	Эксцесс	Сумма	
1511,637	307,0441	94276,1	266,3291	870,000	580,000	-0,007597	-1,44873	43985,00	
3416,695	659,7372	435253,2	562,8658	1988,460	1116,505	0,207167	-1,26078	98954,41	
2,206	0,7890	0,6	0,6500	2,727	1,196	0,541884	-0,65805	68,23	

Рис. 1. Полученные данные

Определим корреляционные зависимости между $W = f(Q)$, $\omega = f(Q)$.

$$A = \sum_1^{28} W \cdot Q = 153959458,7; \tag{13}$$

$$B = \sum_1^{28} Q = 43985; \tag{14}$$

$$C = \sum_1^{28} W = 98954,41; \tag{15}$$

$$D = \sum_1^{28} Q^2 = 71641177; \tag{16}$$

$$E = \sum_1^{28} W^2 = 361436368. \tag{17}$$

3.1.2.6. Определяем коэффициент парной корреляции:

$$R_{WQ} = \frac{153959458,7 - \frac{43985 \cdot 98954,41}{28}}{\sqrt{71641177 - \frac{43985^2}{28}} \cdot \sqrt{361436368 - \frac{98954,41^2}{28}}} = -0,272; \tag{18}$$

3.1.2.6. Определяем коэффициенты уравнения регрессии:

$$a_1 = \frac{43985 \cdot 98954,41 - 28 \cdot 153959458,7}{98954,41^2 - 28 \cdot 71641177} = -0,584; \tag{19}$$

$$a_2 = \frac{1}{28} \cdot (98954,41 - (-0,584) \cdot 43985) = 4451,951. \tag{20}$$

Полученное уравнение регрессии позволяет рассчитать значение потребляемой электроэнергии в зависимости от объема горной массы, переработанной экскаватором, графически представлено на рис. 2.

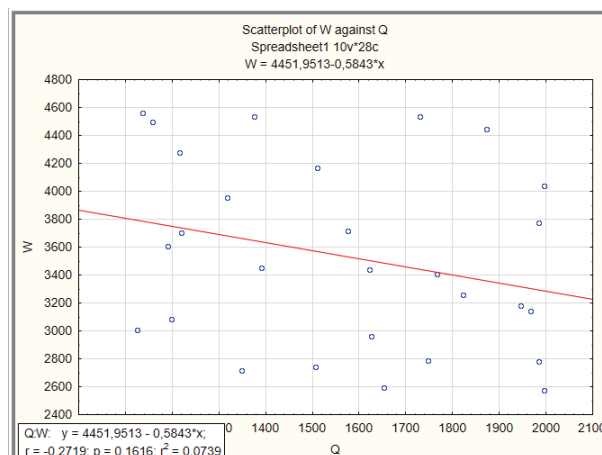


Рис. 2. Зависимость потребляемой электроэнергии W от объема горной массы, переработанной экскаватором Q

Для установления зависимости между удельным электропотреблением и объемом горной массы, переработанной экскаватором, определяется коэффициент парной корреляции $R_{\omega Q}$

Находим промежуточные коэффициенты: так же как и в формулах (13–17)

$$A = \sum_1^{28} \omega \cdot Q = 102778,5;$$

$$B = \sum_1^{28} Q = 43985;$$

$$C = \sum_1^{28} \omega = 68,2332;$$

$$D = \sum_1^{28} Q^2 = 71641177;$$

$$E = \sum_1^{28} \omega^2 = 183,08396;$$

Находим коэффициент парной корреляции (см п.18):

$$R_{\omega Q} = \frac{102778,5 - \frac{43985 \cdot 68,2332}{28}}{\sqrt{71641177 - \frac{43985^2}{28}} \cdot \sqrt{183,08396 - \frac{68,2332^2}{28}}} = -0,67401$$

Определяем коэффициенты уравнения регрессии (см п. 19):

$$a_1 = \frac{43985 \cdot 68,2332 - 28 \cdot 102778,5}{43985^2 - 28 \cdot 71641177} = -0,00173;$$

$$a_1 = \frac{1}{28} \cdot (68,2332 - (-0,00173) \cdot 43985) = 5,157544.$$

Полученное уравнение регрессии позволяет рассчитать значение потребляемой электроэнергии в зависимости от объема горной массы, переработанной экскаватором, графически представлено на рис. 3.

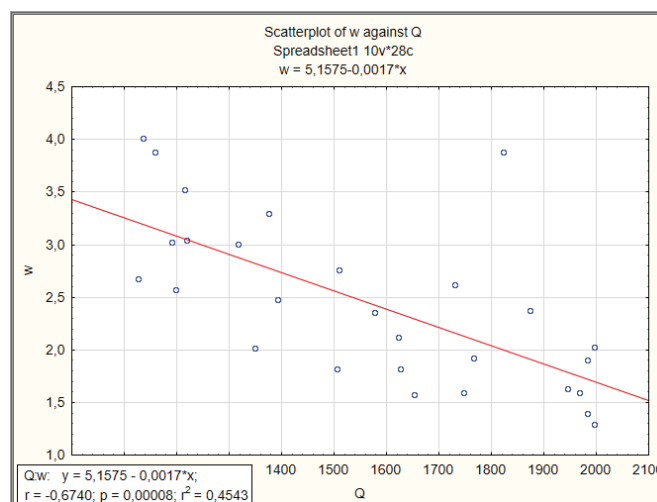


Рис. 3. Зависимость удельного электропотребления ω от объема горной массы, переработанной экскаватором Q

Таким образом мы можем говорить о электропотреблении, как случайный процесс. Проведя в статистике анализ статистических данных электропотребления на объем добытой горной массы, мы можем прогнозировать с математической точностью потребление электроэнергии в последующие месяцы добычи угольных пород.

Литература:

1. Рыжов, П. А. Математическая статистика в горном деле. Учебное пособие для вузов спец. «Маркшейдерское дело», М., «Высш. школа», 1973. — 287с.
2. Левин, Б. Р. Статистические основы радиотехники. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1989. — 656 с.: ил. — ISBN 5–256–00264–3.

Математическое моделирование устройств FACTS для расчетов установившихся режимов работы и переходных процессов ЭЭС

Макаров Евгений Алексеевич, студент магистратуры
Уфимский государственный авиационный технический университет

Эффективность применения современных силовых устройств гибкого регулирования (FACTS), основанных на широком применении преобразовательной техники, предлагается выполнять на базе простых моделей, с приемлемой точностью воспроизводящих их внешние характеристики. Более подробно были рассмотрены модели двух устройств: СТАТКОМа и ОРПМ. Моделирование СТК двустороннего действия и УШР, включающего в свой состав нерегулируемую батарею конденсаторов, произведено с помощью управляемой проводимости, с учетом запаздывания в случае необходимости. Полученные результаты используются только для сравнения.

Математическая модель СТАТКОМ

Электромеханические переходные процессы электроэнергетической системы с учетом регулируемого устройства типа СТАТКОМ могут быть определены из следующей динамической модели, описанной системой алгебро-дифференциальных уравнений.

Входной переменной является напряжение на шинах высокого напряжения сети в точке подключения устройства $U_{ст}$, заданное своими проекциями U_q и U_d на координатные оси q и d .

Проводимость СТАТКОМа, соответствующая, как и ранее, индуктивным сопротивлениям согласующего трансформатора и сглаживающего реактора ($x\Sigma = 0,2$), принимается в относительных единицах равной

$$b_{ст} = S_{ст}/0,2.$$

Мощность СТАТКОМа $S_{ст}$ задается в исходных данных.

Приращение ЭДС СТАТКОМа $\Delta E_{ст}$ вычисляется на основе следующей передаточной функции:

$$\Delta E = \frac{K_{st} \cdot (U_g - U_{уст})}{1 + pT_v}$$

где $U_{уст}$ — напряжение уставки,

K_{st} — коэффициент регулирования канала отклонения напряжения ($K_{st} = -1 \dots -10$),

T_v — постоянная времени канала отклонения напряжения ($T_v = 0,001$ с).

Величина приращения ЭДС ограничивается на уровне 0,2 о.е., следовательно, модуль тока СТАТКОМа, равный произведению $\Delta E_{ст} \cdot b_{ст}$ не может превысить заданной в относительных единицах величины $S_{ст}$.

Поскольку при моделировании используется общая координатная система q, d , связанная с математической моделью генератора, то вычисляются коэффициенты распределения приращения ЭДС по осям q и d :

$$K_q = \text{abs}(U_q)/U_g,$$

$$K_d = \text{abs}(U_d)/U_g.$$

D, q — составляющие токов СТАТКОМа вычисляются в соответствии с соотношениями, связывающими составляющие его ЭДС и напряжения на его зажимах:

$$I_{qст} + jI_{dст} = (E_{qст} + jE_{dст} - U_q - jU_d) \cdot j b_{ст},$$

откуда следует, что

$$I_{qст} = -b_{ст} \cdot (E_{dст} - U_d),$$

$$I_{dст} = b_{ст} \cdot (E_{qст} - U_q).$$

Выражения в круглых скобках представляют собой проекции приращений ЭДС СТАТКОМа соответственно на d и q координатные оси, поэтому q, d — составляющие токов вычисляются по выражениям:

$$I_{qст} = -b_{ст} \cdot \Delta E_{ст} \cdot K_d \cdot \text{sign}(U_d),$$

$$I_{dст} = b_{ст} \cdot \Delta E_{ст} \cdot K_q \cdot \text{sign}(U_q).$$

Непосредственное использование результатов вычисления токов по алгебраическим выражениям, в балансе токов в узле подключения СТАТКОМа приводит к вычислительной неустойчивости, поэтому значения, участвующие в вычислительном процессе, определяются с помощью передаточных функций:

$$l_{dстp} = \frac{l_{dст}}{1 + pT_i}$$

$$l_{qстp} = \frac{l_{qст}}{1 + pT_i}$$

где T_i — постоянная времени, определяющая запаздывание реакции СТАТКОМа на изменение управляющего воздействия по каналу регулирования ЭДС, обычное значение $T_i = 0,0033 \dots 0,01$ с.

Математическая модель ПСТАТКОМа

Для выполнения расчетов электромеханических переходных процессов электроэнергетической системы с учетом регулируемого устройства типа ПСТАТКОМ может быть предложена следующая динамическая модель, описываемая системой алгебро-дифференциальных уравнений. Предполагается, что устройство работает в составе объединенного регулятора перетока мощности (ОРПМ), включающего в себя СТАТКОМ, который передает ПСТАТКОМу определенную величину активной мощности (в соответствии с собственным режимом работы). Совместная работа двух устройств отражена в системе ограничений с учетом возможности независимой генерации устройствами реактивных мощностей.

Входной переменной является значение тока, протекающего по включенному последовательно в линию электропередачи трансформатору в точке подключения устройства I_m , заданное своими проекциями I_q и I_d на координатные оси общей координатной системы q и d .

Индуктивное сопротивление трансформатора ПСТАТКОМа принимается в относительных единицах равным $x_{пст} = 0,04 \dots 0,1$ о.е.

Мощность ПСТАТКОМа $S_{ст}$ задается в исходных данных.

Сигнал управления ЭДС ПСТАТКОМа вычисляется по известному отклонению тока с помощью следующей передаточной функции:

$$\Delta I_m = \frac{K_{0i}(I_m - I_{уст})}{1 + pT_i},$$

где $I_{уст}$ — ток уставки,

K_{0i} — коэффициент регулирования канала отклонения тока ($K_{0i} = -1 \dots -10$),

T_i — постоянная времени канала отклонения тока ($T_i = 0,01$ с).

D, q — составляющие ЭДС ПСТАТКОМа вычисляются с использованием передаточных функций с учетом дополнительного сигнала управления по отклонению скольжения s ротора генератора относительно синхронной оси:

$$\Delta E_{qпст} = \frac{\Delta I_m \cdot x_{пст} \cdot I_d}{1 + pT_{пст}} + \frac{k_{0\omega} \cdot s}{1 + pT_{0\omega}},$$

$$\Delta E_{dпст} = \frac{-\Delta I_m \cdot x_{пст} \cdot I_q}{1 + pT_{пст}} + \frac{k_{0\omega} \cdot s}{1 + pT_{0\omega}}.$$

Величины приращений добавочных напряжений ПСТАТКОМа вычисляются по полученным составляющим ЭДС с учетом ограничений, определяемых возможностями передачи мощности от СТАТКОМа в соответствии с его нагрузкой; ограничивается на уровне разности комплексных мощностей $S_{пст} = |S_{ст_max} - S_{ст}|$, таким образом, приращения напряжений, вносимые ПСТАТКОМом, не превышают заданных величин, соответствующих мощности $S_{пст_max}$ и величине мощности, поступающей со стороны СТАТКОМа. Для этого рассчитываются коэффициенты распределения в координатной системе q, d :

$$K_q = abs(I_q) / I_m,$$

$$K_d = abs(I_d) / I_m.$$

D, q — составляющие напряжений ПСТАТКОМа вычисляются в соответствии с ограничениями:

$$\Delta U_{qпст} = if abs(\Delta E_{qпст}) >= S_p * K_d then S_p * K_d * sign(\Delta E_{qпст}) else \Delta E_{qпст};$$

$$\Delta U_{dпст} = if abs(\Delta E_{dпст}) >= S_p * K_q then S_p * K_q * sign(\Delta E_{dпст}) else$$

$$\Delta E_{dпст}.$$

Непосредственное использование результатов вычисления составляющих напряжения по алгебраическим выражениям в балансе напряжений в узле подключения ПСТАТКОМа приводит к вычислительной неустойчивости, поэтому значения, участвующие в вычислительном процессе, определяются с помощью передаточных функций:

$$\Delta U_{dпст p} = \frac{\Delta U_{dпст}}{1 + pT_u},$$

$$\Delta U_{qпст p} = \frac{\Delta U_{qпст}}{1 + pT_u},$$

где T_u — постоянная времени, определяющая запаздывание реакции ПСТАТКОМа на изменение управляющего воздействия по каналу регулирования ЭДС, обычное значение $T_i = 0,0033 \dots 0,01$ с.

Разработанная модель соответствует работе ПСТАТКОМа в режиме «продольной компенсации», то есть вводимое ПСТАТКОМом напряжение всегда ортогонально вектору тока линии. Дальнейшее усложнение модели должно заключаться во включении в выражения оператора поворота вектора ΔI_m на заданный угол регулирования ρ .

Заключение

В основу разработанных методов математического моделирования положено воспроизведение внешних характеристик рассматриваемых устройств FACTS.

Разработана методика расчета характеристик мощности электропередачи с компенсирующими устройствами типа СТАТКОМ и ОРПМ для сравнения эффективности влияния устройств FACTS на режимы работы энергосистем. В методике учтены ограничения по режиму напряжения в точке подключения устройства к сети и ограничения тока преобразователя СТАТКОМа (ОРПМ) при изменении угла δ .

Разработаны математические модели двух основных устройств FACTS — СТАТКОМа и ОРПМ (в составе СТАТКОМа и ПСТАТКОМа). Модели могут использоваться в составе любого программного комплекса, предназначенного для расчетов электромеханических переходных процессов.

Литература:

1. Александров, Г. Н. Передача электрической энергии переменным током. — М.: Знак, 1998. — 272 с.
2. Важнов, А. И. Переходные процессы в машинах переменного тока. // — Л.: Энергия, — 1980. — С. 170.
3. Веников, В. А., Рыжов Ю. П. Дальние электропередачи переменного и постоянного тока: Учебное пособие для вузов. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 272 с.: ил.
4. Воропай, Н. И., Этингов П. В. «Координированное противоаварийное управление нагрузкой и устройствами FACTS» Электричество № 10/2005, стр. 25–37.
5. Голов, В. П., Мартиросян А. А., Москвин И. А., Кормилицын Д. Н. Использование управляемых электропередач с регулируемой продольной компенсацией для реализации адаптивных сетей // ЭЛЕКТРОТЕХНИКА № 2, 2017.
6. Андерсон, П., Фуад А. Управление энергосистемами и устойчивость / Пер. с англ. Под ред. Я. Н. Лuginского. — М.: Энергия, 1980. — 568 с.: ил.
7. Грюнбаум Р, Уллерюд Ю, «FACTS: новейшее средство увеличения пропускной способности». Гибкость сети. АББ Ревю 4/2005, стр 21–24.
8. Дементьев, Ю. А. Применение управляемых статических компенсирующих устройств в электрических сетях // Электричество. — 2003. № 9. с. 2–11.
9. Дементьев, Ю. А. и др. Применение статических компенсаторов для регулирования напряжения на подстанциях 330 и 500 кВ // Электрические станции, 2003, № 5.
10. Демирчян, К. С., Нейман Л. Р., Коровкин Н. В., Чечурин В. Л. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. Том 1. — 4-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 463 с.: ил.

Мероприятия, направленные на повышение эффективности экскаваторных работ

Мосолов Алексей Валерьевич, студент

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (г. Москва)

В статье показан эффект роста экскаватора после модернизация системы управления электроприводами с установкой цифровой системы НКУ.

Ключевые слова: экскаватор, эффективность, электропривод, затраты, экономия, утомляемость, развитие.

В настоящее время многие предприятия открытой добычи полезных ископаемых вступили в фазу развития, которая помимо прочего характеризуется техническим перевооружением — обновлением парков оборудования, совершенствованием систем управления производством [2]. Экскаваторы относятся к машинам длительного срока эксплуатации (15–20 лет и более). Поэтому актуальной практической задачей является модернизация электроо-

борудования действующего парка экскаваторов. В 2003–2010 гг. Именно поэтому начались разработки и освоены промышленный выпуск низковольтных комплектных устройств (НКУ) [1].

Модернизация системы возбуждения сетевого двигателя на экскаваторе ЭШ 10/70 № 467 — модернизация системы управления электроприводами с установкой цифровой системы НКУ производства ОАО «Рудоавто-

матика». При данном виде модернизации декларируются существенное повышение производительности оборудования и эффективности его использования, которое достигается за счет:

- снижения инерционности и повышения качества регулирования главных приводов, что в свою очередь, предохраняет генераторы, двигатели, трансмиссии, тросы от выхода из строя при возникающих перегрузках;
- увеличения в 1,5–2 раза быстродействия привода подъема и напора в пуско-тормозных режимах.
- предотвращения аварийных ситуаций (падение ковша, самопроизвольное движение) в случае внезапного отключения напряжения питания экскаватора
- обеспечения машиниста экскаватора необходимой оперативной информацией об авариях и возникающих неисправностях.

— исключения вспомогательного электромашинного преобразовательного агрегата;

— снижения негативного влияния на питающую сеть, за счет устранения сети прямых пусков синхронного двигателя;

— увеличения ресурса главного преобразовательного агрегата.

— исключения 95% мощных нагрузочных сопротивлений, что ведет к более благоприятному температурному режиму внутри экскаватора и экономии электроэнергии.

— повышения эффективности управления экскаватором и снижение утомляемости машиниста.

Расчет эксплуатационных затрат и экономии представлен в таблице 1.

Расчет кумулятивного денежного потока и периода окупаемости вложений представлен в таблице 2.

Таблица 1. Эксплуатационные затраты и экономический эффект

Наименование	Ед. изм.	до модернизации	после модернизации
		ЭШ-10/70 № 467	ЭШ-10/70 № 467
Объем горной массы	тыс. м ³	2562	2562
Удельная норма расхода эл. энергии	кВтч/м ³	1,38	0,94
Объем потребляемой электроэнергии	тыс. кВтч	3535,56	2408,28
Тариф электроэнергии	руб/кВтч	1,82441	1,82441
Затраты по электроэнергии	тыс. руб.	6450	4394
Стоимость модернизации	тыс. руб.	1200	
Экономический эффект	тыс. кВтч	1127	
Экономический эффект	тыс. руб.	2057	

Таблица 2. Кумулятивный денежный поток (руб.) и период окупаемости вложений (год)

Экономический эффект	Годы				
	2016	2017	2018	2019	2020
Снижение эксплуатационных затрат	2057	2057	2057	2057	2057
Минус амортизация	120	120	120	120	120
Чистая прибыль	1937	1937	1937	1937	1937
Минус капитальные затраты	1200	0	0	0	0
Чистый поток денежных средств	736,621	1936,621	1936,621	1936,621	1936,621
Кумулятивный поток денежных средств	736,621	2673,242	4609,863	6546,484	8483,105
Недисконтируемый период окупаемости — 0,58 года					
Ставка дисконта — 12,5%					
Коэффициент дисконтирования	0,89	0,79	0,70	0,62	0,56
Дисконтированный поток денежных средств	655,59	1529,93	1355,63	1200,70	1084,51
Кумулятивный дисконтированный поток денежных средств	655,59	2185,52	3541,16	4741,86	5826,37
Дисконтируемый период окупаемости (дисконт — 12,5%) — 0,66 года					

Основные данные, полученные в результате разработки ТЭО:

- капитальные затраты — 1200 тыс. руб.;
- снижение объема потребления электрической энергии — 1127 тыс. кВт*ч/год;
- снижение затрат по ТЭР — 2057 тыс. руб./год;

— дисконтированный срок окупаемости — 0,66 лет (года);

— ставка дисконта — 12,5%.

Сопоставляя затраты на выполнение мероприятия и экономический эффект, можно сделать вывод о целесообразности его внедрения, так как срок его окупаемости составляет около 0,66 года при дисконте в 12,5%. Резуль-

таты внедрений принципиально имеют большое значение для развития добывающей отрасли и машиностроения РФ и являются основой технологического обновления горно-

добывающих оборудований с наибольшей энергоэффективностью согласно мировым тенденциям производства открытых горных работ.

Литература:

1. Малафеев, С.И., Серебренников Н.А. Перспективное электротехническое электрооборудование и системы управления для горных машин: опыт Компании «Объединенная Энергия» // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2009. — Об 8. Электрификация и энергосбережение. — С. 77–92.// <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnoe-elektrotehnicheskoe-oborudovanie-i-sistemy-upravleniya-dlya-gornyh-mashin-opyt-kompanii-obedinennaya-energiya???history=0&pfid=1&sample=11&ref=0>
2. С.И. Малафеев. Методические принципы повышения производительности экскаваторно-автомобильных комплексов в условиях технического перевооружения разрезов СУЭК. Журнал «Горная Промышленность» № 3 (121) 2015, стр. 50// <https://mining-media.ru/ru/article/ogr/8834-metodicheskie-printsipy-povysheniya-proizvoditelnosti-ekskavatorno-avtomobilnykh-kompleksov-v-usloviyakh-tekhnicheskogo-perevoorzheniya-razrezov-suek???history=0&pfid=1&sample=18&ref=0>

Химические добавки для модификации и технологические параметры установки смесителя для производства арболита

Мурзаева Вероника Юрьевна, студент
Марийский государственный университет (г. Йошкар-Ола)

Тюлькин Дмитрий Владимирович, аспирант
Поволжский государственный технологический университет (г. Йошкар-Ола)

В настоящее время к числу одного из самых распространенных строительных материалов для малоэтажного строительства относится арболит. Это экологически чистый материал, сочетающий в себе свойства дерева и камня, устойчивый к гниению и горению.

Арболит, так же известный как древоблок, относится к классу «легких бетонов». В состав арболита входят минеральные вяжущие вещества и различные заполнители, чаще всего отходы лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств. По звуко- и теплоизоляции арболит превосходит такие строительные материалы как кирпич и керамзитобетон. Немаловажен тот факт, что постройка из арболита будет легче чем постройка из кирпича примерно в 7–8 раз, из керамзитобетона в 2–3 раза, при этом не утрачивая прочностных характеристик [5].

Главным недостатком арболита является низкое качество готового изделия. Дело в том, что процесс производства арболита включает в себя несколько технологических процессов: сушка щепы, перемешивание древесной щепы, цемента и воды, формовка и последующая сушка смеси. Самым технически сложным процессом является перемешивание древесной щепы цемента и воды. Именно от качества перемешивания зависят практически все свойства дальнейшего изделия, и особенно прочность. При производстве возникает еще одна немаловажная задача: избавиться от влияния вредных сахаров и других веществ. Они негативно влияют на цемент, на его затвердевание, а соответ-

ственно на прочность изделия. Для этого в состав вводятся химические добавки для арболита, таким образом выполняется модификация цементного раствора. Именно добавление химического компонента на этапе замеса раствора является наиболее эффективным, позволяет нейтрализовать вредные вещества с наименьшими экономическими и трудовыми затратами. Многие добавки являются ускорителями твердения, что сокращает срок вредных веществ на гидролиз и гидратацию цемента. Выбор добавок зависит от вида и качества органического целлюлозного заполнителя [3].

Самые эффективные добавки:

- Хлористый кальций
- Сульфат алюминия
- Жидкое стекло
- Органические соли
- Комбинированные добавки

Химические добавки вводят в виде водных растворов взамен воды затворения или частично заменяя ее. Такие растворы готовятся в специальных емкостях или установках, учитывая их коррозионную агрессивность [3].

Самая известная и дешёвая проникающая гидроизоляция — кремнийорганическая соль метилсиликонат натрия ($(\text{CH}_3\text{Si-ONa})_n$), применявшаяся в СССР под названием гидрофобизатор ГКЖ-11Н. Она в виде водной эмульсии пропитывает каменные, кирпичные, бетонные, асбоцементные изделия и закрепляется в их порах после реакции с углекислым газом из атмосферы, образуя не-

растворимый гель полимерного метил-силоксана. Позволяет повысить морозостойкость бетонов до 400 циклов и более, увеличить их водонепроницаемость. Водный раствор метилсиликоната калия ((CH-Si-OK) n), более концентрированна по сравнению с ГКЖ-11Н, поэтому при применении более экономична [6].

После того как был сделан выбор химической добавкой, следующий, самый важный, этап производства — перемешивание.

В связи с этим неоднократно предпринимались попытки создания смесителей для производства арболита, которые

бы обеспечивали однородность смеси и хорошую сцепку компонентов смеси между собой. Однако, на сегодняшний день, нет такого технического решения, которое в полной мере могло бы обеспечивать наилучшее качество перемешивания смеси. В связи с этим, можно сделать вывод что разработка или модернизация существующих смесителей для производства арболита являются актуальными.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема разрабатываемой установки смесителя для производства арболита.

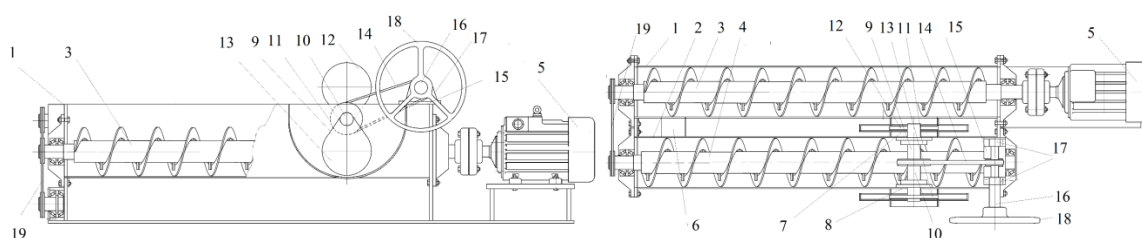


Рис. 1. Принципиальная схема установки смесителя для производства арболита: 1,2 — корпуса; 3,4 — шнеки; 5 — электродвигатель; 6,7,8 — переходные камеры цилиндрической формы; 9 — отсекатель; 10 — вал; 11 — подшипниковый узел; 12,13 — диски цилиндрической формы; 14 — цепная передача; 15 — поворотное устройство; 16 — вал; 17 — подшипниковый узел; 18 — штурвал.

Научная новизна данной принципиальной схемы смесителя для производства арболита заключается в U-образном расположении двух горизонтальных корпусов, в которых размещены шнеки с возможностью противовращения. Такое исполнение установки смесителя и выбор данной химической добавки для производства арболита позволяет повысить качество перемешивания сырьевой смеси арболита. Рассмотренная химическая до-

бавка действительно полезна и практична для регионов нашей страны.

Технологические расчеты заключатся в определении диаметра шнеков и необходимой подводимой мощности для установки.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 1:

Результаты всех расчетов приведены в сводной таблице 2.

Таблица 1. Исходные данные для расчета

Диаметр шнеков, мм	320
Длина шнеков, м	5
Характеристика смеси	тяжелая, абразивная

Таблица 2. Сводная таблица с результатами расчетов

Максимально допустимая частота вращения n_{max} об/мин	55
Производительность установки Q, т/ч	5,96
Количество циклов за один час	11
Объем смеси одного цикла $V_{ц}$, м ³	0,821
Расчётный диаметр шнека $D_{р}$ мм	322
Мощность установки N, кВт	6,62

Литература:

1. ГОСТ 19222–84. Арболит и изделия из него. Общие технические условия.
2. ГОСТ 2037–82. Конвейеры винтовые стационарные общего назначения. Общие технические условия.

3. Справочник по производству и применению арболита / Крутов П. И., Наназашвили И. Х., Склизов Н. И., Савин В. И.; Под ред. И. Х. Наназашвили. — М.: Стройиздат, 1987. — 208 с.
4. Спиваковский, А. О., Дьячков В. К. / Транспортирующие машины // М.: Машиностроение, 1983. — 353–355 с.
5. Тюлькин, Д. В. Разработка нового типа установки для производства арболита // Наука и бизнес: пути развития. — 2017. — № 8 (74). — С. 5–8.
6. Производство и реализация химической продукции и специальных материалов ООО «Химпродукт»: [сайт]. URL: <http://www.chemproduct.ru/shop/goods/548/>

Энергосбережение и энергоэффективность в системах пароснабжения

Саматова Шоира Юлдашевна, старший преподаватель;
Хамраев Талиб Ярашевич, соискатель;
Хамраев Сардор Илхомович, ассистент
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

В данной статье — результаты реализации предусмотренных программой мероприятий Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-3238 от 23.08.2016 г. по повышению эффективности промышленных предприятий и модернизация за счёт установки конденсатоотводчиков, работающих с высоким КПД.

Руководством страны уделяется пристальное внимание вопросам развития энергетической отрасли. Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-3238 от 23.08.2016 г. «О мерах по дальнейшему внедрению современных энергоэффективных и энергосберегающих технологий Узбекистана 2017–2021 гг». и № ПП-1668 от 27.12.2016 г. «Об Инвестиционной программе Республики Узбекистан на 2017 год», определены основные направления развития энергетической отрасли до 2019 года, предусматривающие реализацию 142 инвестиционных проектов общей стоимостью более 138 трлн сумов.

Основной целью Программы является кардинальное реформирование электроэнергетики, строительство нового и модернизация существующего генерирующего высокотехнологичного оборудования, что в дальнейшем позволит добиться существенного повышения эффективности энергий производства.

В результате реализации предусмотренных программой мероприятий к 2017 году планируется обеспечить диверсификацию топливно-энергетического баланса, добиться экономии более 1 млрд. м³ природного газа, снижения удельных расходов топлива на выработку электроэнергии на 13%. {1,2,3}

Мероприятия по оптимизации потребления электрической энергии позволят сократить потери ее транспортировки на 437 млн. кВт. Внедрение более 4,5 млн. современных приборов учёта электроэнергии обеспечивают экономию на 1,8 млрд. кВт, ч

Последние исследования показали экономическую целесообразность сохранения значительной доли участия крупных отопительных котельных установок в покрытии общего потребления тепловой энергии. Наряду с крупными производственными, производственно-отопительными котельными мощностью в сотни тон пара в час или

сотни МВт тепловой нагрузки установлено большое количество котельных с агрегатами до 1 МВт и работающих почти на всех видах топлива.

Производственные и отопительные котельные должны обеспечить бесперебойное и качественное теплоснабжение предприятий и потребителей производственного сектора. Повышение надежности и экономичности теплоснабжения в значительной мере зависит от качества работы котлоагрегатов и рационально спроектированной тепловой схемы котельной. {1,2}

Потенциал энергосбережения паро-конденсатной системы соответствует сумме эффектов, получаемых в результате реализации энергосберегающих мероприятий на всех этапах: генерации, распределения и использования пара в технологическом процессе, а также во время планово-предупредительного технического обслуживания. По данным «Альянса по сохранению энергии» (Департамент энергетики США) реальная величина потенциальной экономии энергии на промышленных предприятиях может составить 30–40%:

Котлы 2–5%;

Для настройки автоматизации котлов 1–2%;

Внедрение установок для утилизации тепла экономайзера 2–4%;

Монтаж оборудования для контроля выбросов 1–2%;

Плановое предупредительное техническое обслуживание при эксплуатации 10–15%;

Водоподготовка 10–12%;

Управление потока конденсата 3–5%;

Системы транспортировки пара 15–20%;

Устранение утечек пара и ремонт конденсатоотводчиков 3–5%;

Возврат конденсата 10–15%;

Теплоизоляция (обмуровка) 5–10%.

Итого: 30–40%.

Из представленных данных видно, что основным определяющим фактором нерационального расхода тепловой энергии в системах пара снабжения потребителей, является отсутствие или неправильный выбор конденсатоотводчиков в линиях возврата конденсата и связанные с этим значительные потери тепла, связанные с утечкой пара.

Научно-технический анализ систем пара снабжения «КАРШИ ЁГ ЭКСТРАКЦИЯ» показывает, что наибольшие потери энергии в данной системе составляют в пределах 30÷35%. Поэтому предлагается установка

конденсатоотводчиков и выявлены расчётным путём энергия — экономические показатели. Первоначально для удаления конденсата предусматривали установку задвижек или вентилях с ручным управлением, которые открывались через определенные промежутки времени.

При несвоевременном отводе конденсата на днище трубопроводов образуется «водяная пробка» перемещающаяся вместе с паром с большой скоростью. Ниже приведён анализ встречающихся препятствий, наносящих серьезный ущерб производству и сведения по практическому решению проблемы:

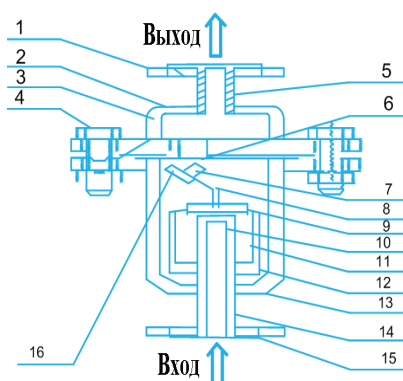


Рис. 1. Разрезной чертёж применяемых конденсатоотводчиков, работающих с высоким КПД: 1 — верхний фланец; 2 — пробка; 3 — крышка; 4 — болтовое закрепление; 5 — верхний выходящий трубопровод; 6 — седло; 7 — крутящий клапан; 8 — опора; 9 — закрывающий поплавок; 10 — нижнее отверстие трубопровода; 11 — поплавок; 12 — груз; 13 — корпус; 14 — нижний трубопровод; 15 — нижний фланец; 16 — ось крутящей опоры

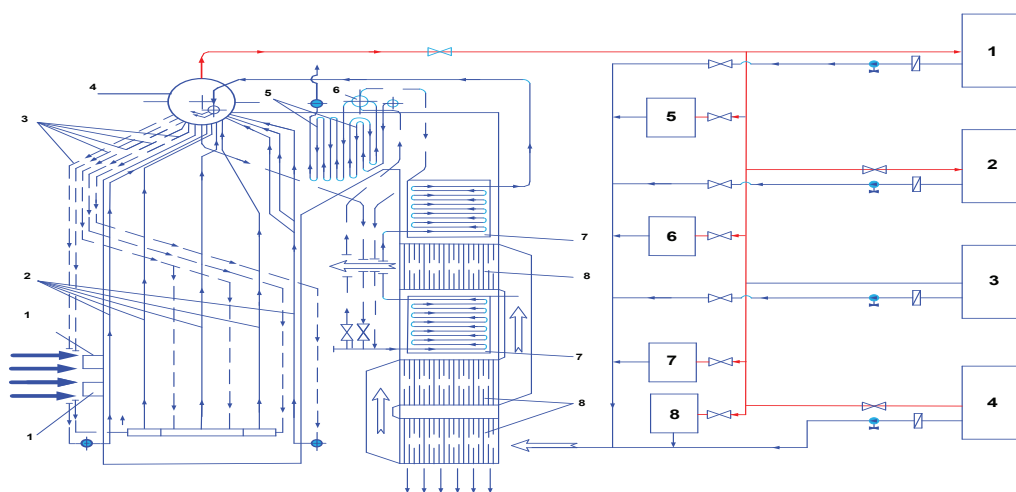


Рис. 2. Конструкция парового котла: 1-топочная камера; 2-поверхность пароперегревателя; 3-поверхность лучистого теплообмена; 4-барaban; 5-промежуточный пароперегреватель; 6-вход пара; 7-воздухоподогреватель; 8-экономайзер

Технологические нужды пара и пароснабжения цехов.

1 цех — первичная обработка семян хлопка; 2 цех — вторичная обработка семян хлопка; 3-экстракционный цех; 4 цех — растопки масла; 5-теплоснабжение административных здании; 6-обработка шрота; 7-обработка кунжалы; 8 — подвод пара в аммиачный цех.

Результаты конденсатоотводчиков компании «Армстронг интернешнл» на технологических линиях СПОАО «КАРШИ МАСЛО-ЭКСТРАКЦИЯ».

1. До установки конденсатоотводчиков согласно «Отчета о результатах использования топлива, тепловой и электрической энергии за январь-декабрь 2017 год» произведено 12628 тонн хлопкового масла, на производ-

ство которого израсходовано теплоэнергии в количестве 23000 Гкал или на 1 тонн продукции: $23000:12628=1,821$ Гкал/тн.

2. После установки конденсатоотводчиков за период с 4 квартала 2017г. По 1 кварталу 2018г. согласно фактическим показателям произведенного хлопкового масла и использованные тепловой энергии имеет следующее:

4 квартал 2017г — 5549 тонн масла и 7267 Гкал тепло энергии

1 квартал 2018 г-4702 тонн масла и 5790 Гкал тепло энергии.

Итого за период 10251 тонн масла и 13057 Гкал тепло энергии.

В пересчете на 1 тн продукции $13057:10251=1,237$ Гкал/тн

3. После внедрения конденсатоотводчиков: сократилось потребление теплоэнергии на 1 тонну хлопкового масла сократилось потребление теплоэнергии на 1 тонну хлопкового масла $1,821 - 1,237 = 0,548$ Гкал или 30 %;

б) годовой экономический эффект составляет при годовом выпуске 13855 тн хлопкового масла за 2015г. 13855 тн х $0,548$ Гкал/тн = 759200 Гкал;

в) годовой экономический эффект в денежном выражении составляет 759200 Гкал х 7500 Сум/Гкал = 56944 Сум.

Затраты на приобретение конденсатоотводчиков «ARMSTRONG INTERNATIONAL» были в размере 328795 сум, а срок окупаемости $328795:56944=0,58$ года.

Современные конденсатоотводчики должны обеспечить эффективную работу паропотребляющего оборудования по удалению конденсата.

1. Минимальные потери тепла с пролетным паром.

2. Длительный срок службы и надежность работы конденсатоотводчиков.

3. Устойчивость против коррозии, определяемой агрессивной средой пара и конденсата.

4. Удаление воздуха и углекислого газа (CO_2) из систем пароснабжения потребителей, которые создают дополнительные проблемы по снижению эффективности работы конденсатоотводчиков и коррозию труб паровых сетей за счет образования агрессивной угольной кислоты.

5. Надежную работу конденсатоотводчиков при возникновении противодавления в линиях возврата конденсата.

Чтобы добиться от конденсатоотводчика полной отдачи его полезных свойств, необходимо в каждом конкретном случае правильно подобрать его по техническими параметрам, надлежащим образом установить, а также организовать регулярное техническое обслуживание. Установить типы эксплуатируемых конденсатоотводчиков и проверить, как они подбирались для конкретных условий, были проведены обследования, включающие программы испытаний. {5}

Из представленной данных видно, что основным фактором, определяющим нерациональных расход тепловой энергии в системах пароснабжения потребителей, является отсутствие или неправильный выбор конденсатоотводчиков в линиях возврата конденсата и связанные с этим значительные потери тепла с пролетным паром.

№	Тип конденсатоотводчиков	Высокое 45 кг с/см ²	Среднее 14 кг с/см ²	Низкое 2,1 кг с/см ²
1.	Термодинамические	10–12м-ц-10 ев	12 м-цев	5–7 лет
2.	Со сферическим поплавком и термостатом	не примен.	1–6 м-цев	9 м-цев-4 года
3.	С прокинутым поплавком	18 м-цев.	5–7 лет	12–15 лет
4.	Термостатические разгруженные	не примен.	6 м-цев.	5–77 лет

Специалисты компании «Armstrong international» представляют предложения по рациональному решению вопросов в системах пара, воздуха и горячей воды, подбирают и поставляют соответствующие оборудования. Кроме ощутимой экономии энергоносителей, мы получаем стабильность температурных режимов, определяющих качество продукции и уменьшение себестоимости готовой продукции. Наши финансовые затраты на реконструкцию участка паро-конденсаторного хозяйства с потреблением пара 3 тн/час (при давлении 1–5 бар), соответствуют сумме в размере порядка 12000 Евро. Если эти затраты дадут минимальную экономию — 20% или 0,6 тн/час, то при средневропейской стоимости пара 10 Евро за тонну и условном цикле работы участка 4000 часов в год, экономия составит 2400 тонн пара или 24000 Евро ежегодно. {5}

На некоторых промышленных предприятиях по разным причинам практически отсутствуют линии возврата паро-конденсата в котельную. Слив конденсата или не возврат равносильны выбрасыванию денег в канализацию.

Оборудование «Armstrong international» служит долго — в среднем 8–10 лет, не требует дополнительного обслуживания и четко выполняет те функции, для которых было предназначено. Качество продукции обеспечивается сертифицированной системой гарантии качества, отвечающей требованиям Международных стандартов ISO 9001, ISO 9002 и Европейских стандартов EN 24001, EN 24002. Чтобы определить энергосберегающие свойства конденсатоотводчиков различных типов, на испытательных стендах лабораторий двух фирм — изготовителей были проведены испытания на пропуски пролетного пара. Испытания проводились в лабораторных условиях: в помещении с температурой воздуха 20 °С. {5}

В отношении охраны окружающей среды вы также можете полагаться на продукцию «Armstrong international». Любая компания, заботящаяся о сбережении энергии, также заботится об охране окружающей среды. Чем меньше потребляемой энергии — тем меньше отходов, меньше выбросов вредных газов в атмосферу и

тем чище окружающая среда. Наряду с вопросами энергосбережения решаются многие проблемы экономии и значительно снижаются расходы на утилизацию про-

мышленных отходов, энергосбережение и энергоэффективность в системах пароснабжения. {5}

Литература:

1. Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП-3238 от 23.08.2017 г. «О мерах по дальнейшему внедрению современных энергоэффективных и энергосберегающих технологий Узбекистана 2017–2021 г-х».
2. № ПП-1668 от 27.12.2016 г. «Об Инвестиционной программе Республики Узбекистан на 2017 год»,.
3. Сазанов, Б. В., Ситас В. И. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий: Учебный пособий для вузов. — М.: Энергоатомздат, 1990 г.—304 с.
4. Соколов, Е. А. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. — М.: Издат-во МЭИ,2001. — 472 с.
5. Архивные материалы производственно технический отдел Карши — масло экстракционный АО 2018 г.

Реклоузеры — надежное будущее электрических сетей

Тухбатуллина Лейсан Райнуровна, студент
Казанский государственный энергетический университет

На сегодняшний день около 40% воздушных линий (ВЛ) выработали нормативный ресурс и более 80% нуждаются в техническом перевооружении. Наиболее слабым звеном в системе электроснабжения являются воздушные распределительные сети 6 (10) кВ. [3].

Около 70% всех нарушений электроснабжения происходит именно в сетях данного класса напряжения. Это может быть из-за удара молнии или из-за падения посторонних предметов на токоведущие части и т. д. При этом каждое повреждение приводит к отключению всех присоединённых к линии потребителей, в том числе потребителей первой категории.

Надежность протяженных отходящих линий электропередачи (фидеров) решалась за счет увеличения линий со строительством новых подстанций, новых линий, разукрупняющих существующие. [3]. Однако, это требует больших материальных затрат на этапе строительства, а иногда неосуществимо из-за сложности размещения. Также чтобы повысить безопасность электроснабжения потребителей можно многократно резервировать и секционировать линии разъединителями с ручным приводом. Но этот способ также имеет недостатки.

Поэтому надежность электроснабжения таких линий электропередачи повышают секционированием её на несколько относительно коротких участков с установкой промежуточных автоматических защитно-коммутационных аппаратов-реклоузеров.

Реклоузеры представляют собой небольшие автоматические выключатели, расположенные в верхней части распределительных полюсов, и обычно используются на очень длинных распределительных фидерах. Их функция состоит в том, чтобы изолировать секцию устройства подачи в случае неисправности или перегрузки и, таким образом, минимизировать количество клиентов без об-

служивания. Поскольку они действуют как небольшие автоматические выключатели, они имеют возможность автоматически восстанавливать питание в ситуациях временного сбоя, отсюда и название «устройство повторного включения».

Аппарат управляется дистанционно и позволяет диспетчеру электрических сетей обнаружить неисправность на воздушной линии непосредственно сам в момент возникновения неисправности. Быстро принять решения и направить нужное место бригаду, а также дистанционно.

Реклоузер включает в себя:

- вакуумный (элегазовый) коммутационный аппарат;
- систему первичных преобразователей тока и напряжения;
- автономную систему оперативного питания;
- микропроцессорную систему релейной защиты и автоматики с возможностью подключения системы телемеханики;
- систему портов для подключения устройств телеметрии;
- комплекс программного обеспечения.

При помощи реклоузеров воздушные ЛЭП делятся на отдельные участки, в каждом из которых устанавливается это устройство. Они анализируют параметры работы сети и при необходимости выполняют её реконфигурацию согласно установленному алгоритму.

Есть различные варианты функционирования реклоузеров.

1) Секционирование радиальной линии с односторонним питанием.

Используется в радиальных линиях, когда невозможно обеспечить сетевое резервирование от соседних источников. Реклоузеры устанавливаются на магистрали. При возникновении неисправности на линии автоматически

отключается близлежащий реклоузер и отключает весь нижестоящий участок сети. Преимущества такой схемы в том, что можно по количеству отключенных потребителей точно определить поврежденный участок линии и оперативно направить ремонтную бригаду. [1].

2) Секционирование радиальной линии с двухсторонним питанием.

Здесь в отличие от первого варианта к реклоузерам дополнительно на магистрали устанавливается реклоузер в качестве пункта АВР. При этом в случае повреждения на любом участке сети оно будет автоматически локализовано между двумя ближайшими аппаратами, а потребители неповрежденных участков сохраняют свое питание. Схема эффективна для обеспечения высокой степени надежности электроснабжения потребителей целого фидера.

На сегодняшний день реклоузеры являются одним из обязательных элементов электрических систем.

Опыт внедрения реклоузеров за рубежом имеет более чем полувековую историю. Впервые слово «реклоузер» стали использовать и в США. В 1941 году компания Kyle (США) начал производить реклоузеры. На сегодняшний

день самым крупным производителем вакуумных реклоузеров является компания «NOJA Power», производство которой расположено в Австралии. Родоначальником производства реклоузеров в нашей стране является компания Таврида Электрик. Первые автоматические секционирующие пункты с комбинированной изоляцией и встроенной системой измерения были выпущены компанией Таврида Электрик еще в 2000 году.

Внедрение реклоузеров в распределительные сети 6 (10) кВ является перспективным, технологически оправданным. Их применение позволяет снизить ущерб от недоотпуска электроэнергии и повысить надежность электроснабжения. [2]. Реклоузеры позволяют оперативно локализовать место повреждения воздушных линий и минимизировать количество клиентов без обслуживания. Потребители электроэнергии спасены от частых отключений электроэнергии.

Уже сегодня можно с полной уверенностью сказать, что проектирование и строительство электрических сетей с применением «умных» устройств позволит в будущем вывести отечественные электрические сети среднего напряжения на новый уровень автоматизации и управления.

Литература:

1. Воротницкий, В. Э. Надежность распределительных электрических сетей 6 (10) кВ. Автоматизация с применением реклоузеров / В. Э. Воротницкий, В. В. Воротницкий // Новости электротехники. 2002. № 5
2. Елена Крылова. Реклоузеры. Тактика эффективного применения // ЭнергоНадзор. — 2009. — № 6.
3. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. — Ростов-н/Д.: Феникс, 2006. — 720 с.

Перспективы использования комбинированного метода замораживания пищевых продуктов

Феськов Олег Алексеевич, кандидат технических наук, доцент;
Танченко Татьяна Николаевна, студент магистратуры
Московский государственный университет пищевых производств

В настоящее время, дефицит качественных пищевых продуктов в России, обусловлен проблемой сохранения сырья, как растительного, так и животного происхождения, а также недостатком технологического оборудования и технологий, отвечающих мировым стандартам по ресурсо- и энергосбережению, экологичности и санитарным требованиям.

Одним из вариантов решения данной проблемы, является расширение отрасли производства быстрозамороженных продуктов, а также совершенствование методов замораживания, которое заключается в обеспечении необходимых скоростей процесса и проектировании новой эффективной скороморозильной техники [1].

Согласно международной классификации, процесс замораживания подразделяется по скорости на четыре вида:

медленный — на уровне 0,5 см/ч; быстрый — от 0,5 до 5 см/ч; сверхбыстрый — от 5 до 10 см/ч; ультрабыстрый — от 10 до 100 см/ч.

Для обеспечения таких скоростей, в мировой практике используют несколько методов замораживания и соответствующие им разновидности скороморозильных аппаратов: воздушный, криогенный, погружной, комбинированный и контактный (рис. 1, а, б, в, г).

Наибольшее применение находит воздушный метод, где для осуществления процесса применяют камеры или скороморозильные аппараты, снабжаемые холодом от холодильной машины. Такой способ эффективен в плане эксплуатации оборудования, однако он не всегда обеспечивает требуемые режимы быстрого замораживания.

Погружной способ был широко распространен в прошлом столетии, однако на сегодняшний день, почти не применяется ввиду ограниченности по ассортименту про-

дукции, которую возможно допускать к контакту с солевыми растворами, а также ввиду высоких эксплуатационных затрат.

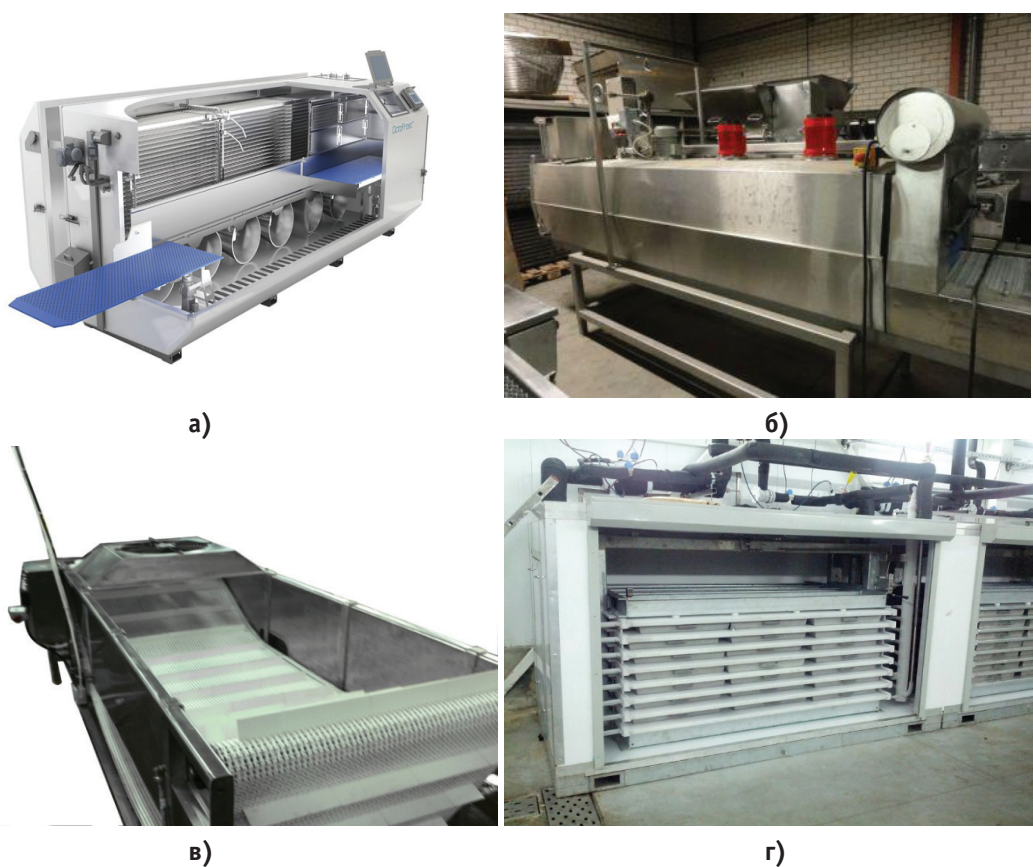


Рис. 1. Общий вид скороморозильных аппаратов: воздушного (а), криогенного (б), погружного (в), контактного (г)

Наиболее перспективным принято считать криогенный метод с использованием жидкого и газообразного азота, являющегося низкотемпературной, экологически безопасной инертной средой. Однако его внедрение в широкое производство продукции существенно сдерживается за счет высокого расхода и стоимости криоагента.

Интерес вызывает комбинированный способ, когда на одной из стадий процесса используется воздушная среда, а

на другой — азот, и наоборот. Применение такого способа мало изучено и может представлять интерес с точки зрения сокращения затрат на операцию холодильной обработки.

Возможны варианты организации процесса при комбинированном методе (рис. 2): погружной в некипящей жидкости + криогенный метод; погружной в некипящей жидкости + воздушный метод; воздушный метод + криогенный метод [1].

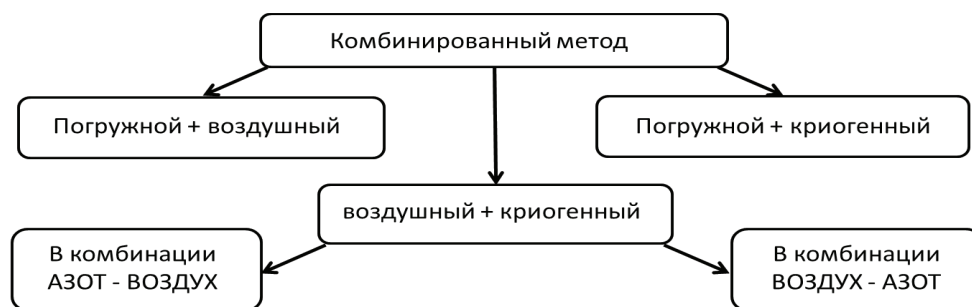


Рис. 2. Классификация вариантов организации комбинированного метода

Наиболее актуален последний вариант, где основной интерес связан с комбинацией «азот-воздух» и возможностями сокращения затрат на производство быстро-

замороженной продукции с учетом сохранения высоких показателей качества. Метод может позволить найти баланс между экологической безопасностью, низкотемпера-

турным потенциалом азота и эксплуатационной надёжностью воздушных систем.

Проведены аналитические исследования по определению продолжительности замораживания тушек птицы комбинированным методом в комбинациях «азот-воздух» и «воздух-азот». Получены новые уравнения, где для рассматриваемых вариантов комбинаций «азот-воздух» и «воздух-азот» общее время первого этапа состоит из про-

должительности стадий охлаждения и кристаллизации, а второго — из стадии домораживания.

Получены результаты расчетов и построены графические зависимости суммарной продолжительности процесса для комбинаций «азот-воздух» и «воздух-азот» (рис. 3, а, б), в зависимости от толщины продукта, скорости воздуха и температуры отработанных паров азота.

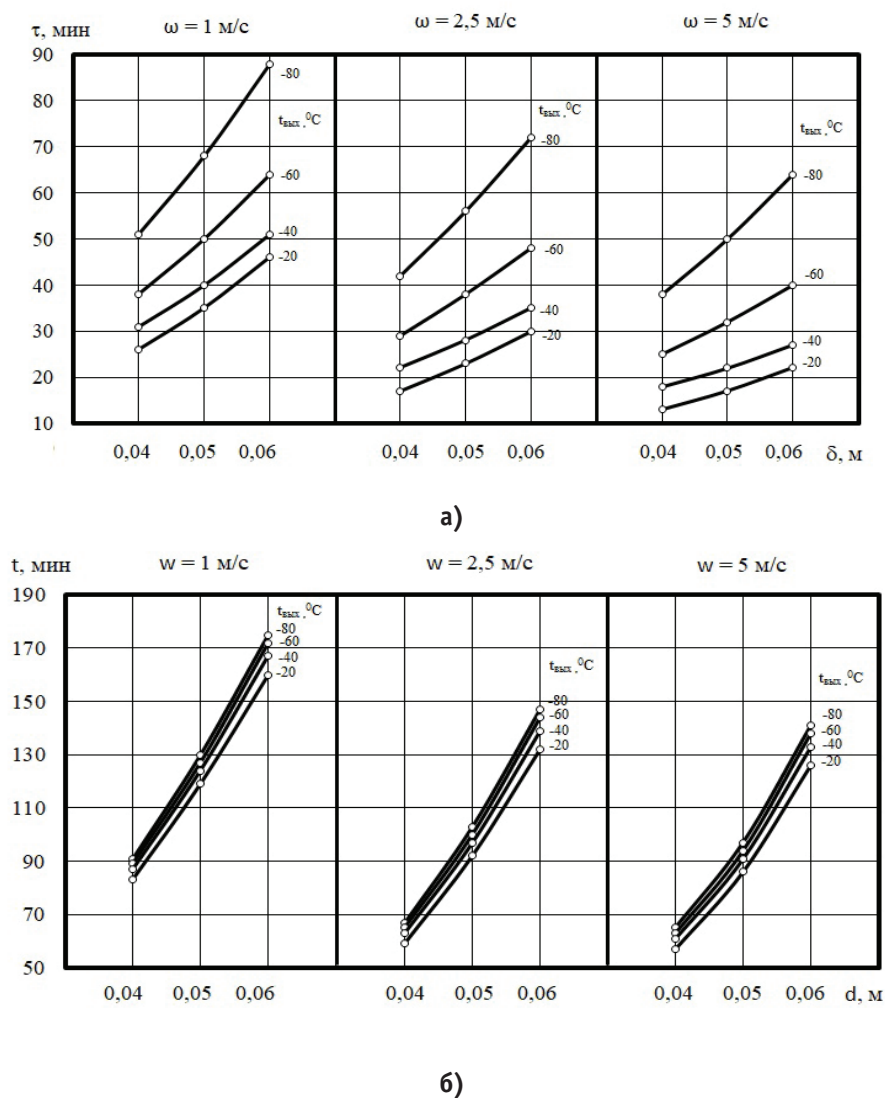


Рис. 3. Графические зависимости продолжительности замораживания тушек птицы в комбинации «азот-воздух» (а), «воздух-азот» (б) от толщины бедренной части (d), температуры отработанных паров азота ($t_{\text{вых}}$) и скорости воздуха ($w_{\text{в}}$)

Анализ полученных данных показал, что продолжительность замораживания тушек птицы в комбинации «воздух-азот» практически в 2 раза выше, чем в комбинации «азот-воздух», а в ряде случаев — в четыре раза, и, поэтому, вариант с азотом на первом этапе, более приоритетен.

На этапах использования воздушной среды существенное влияние на продолжительность процесса оказывает скорость воздушного потока, а на этапах с азотом — температура его отработанных паров. Изменение данных

параметров в рассматриваемых диапазонах позволяет добиться существенного сокращения времени процесса и определить в каждом конкретном случае наиболее рациональный вариант организации процесса.

На базе результатов аналитических исследований разработана конструкция устройства для комбинированного замораживания тушек птицы по варианту «азот-воздух», включающая в себя — азотную приставку в виде двухзонного туннельного аппарата и воздушный конвейерный аппарат с холодильной машиной (рис. 4).

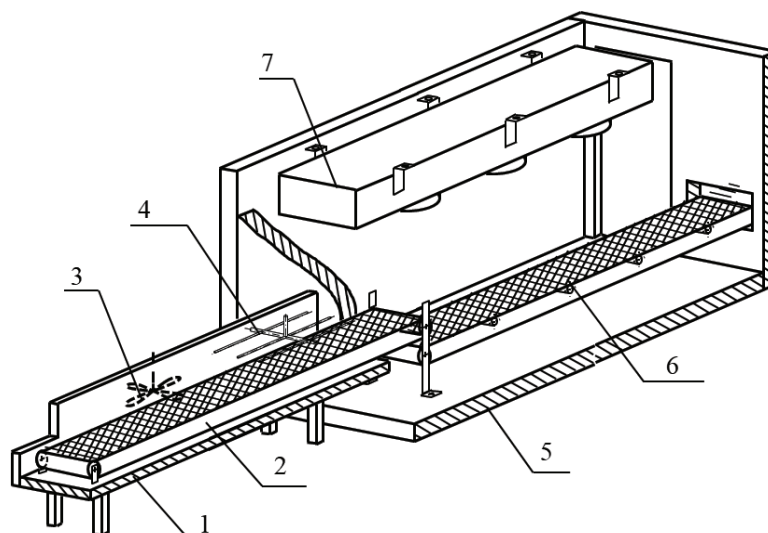


Рис. 4. Общий вид устройства для комбинированного замораживания тушек птицы: 1 — корпус азотной приставки; 2 — конвейер азотной приставки; 3 — вентилятор; 4 — коллектор с форсунками; 5 — корпус воздушного аппарата; 6 — конвейер воздушного аппарата; 7 — воздухоохладитель с вентиляторами

Данная конструкция позволяет обеспечить непрерывность комбинированного замораживания тушек птицы за счет автоматического перемещения тушек с конвейера азотной приставки на конвейер воздушного аппарата.

Проведена технико-экономическая оценка предложенного технического решения, в сравнении с оборудованием криогенного и воздушного метода, равной производительности 300 кг/ч (табл. 1).

Анализ полученных результатов показал, что для сравниваемых вариантов, основу затрат будут составлять за-

траты на азот. Например, при стоимости азота 20 руб/кг, наиболее предпочтительным по себестоимости холодильной обработки, будет воздушный метод, поскольку криогенный и комбинированный методы при расходе азота 1 и 0,7 кг/кг продукта существенно уступают.

Однако, при снижении затрат на азот, например, до 2 руб/кг, что возможно в ряде регионов Российской Федерации, себестоимость комбинированного способа позволит получить больший экономический эффект, чем криогенный или воздушный.

Таблица 1. Технико-экономические показатели

Показатели	Ед. изм.	Сравниваемые варианты:		
		*К (криогенный)	В (воздушный)	**КВ (комбинированный)
1. Годовой объем переработки продукции	т	1440	1440	1440
2. Общие инвестиции	тыс. руб.	2937,5	3987,5	5312,5
3. Удельные инвестиции	руб/т	2039	2769	3689
4. Себестоимость холодильной обработки за год	тыс. руб	32416	4188	25783
5. Себестоимость холодильной обработки 1т продукции	руб/т	2251	2908	17905
6. Годовой экономический эффект	тыс. руб		*26716 **23504	*3213
7. Срок окупаемости инвестиций	мес		*1,6 **2,2	*10

Примечание: * и ** — вариант, с которым производится сравнение

В заключение следует также отметить, что комбинация «азот-воздух» обеспечивает высокую скорость процесса и практически исключает потери массы продукта за счет усушки, так как моментально образуется замерзший слой,

препятствующий испарению влаги с поверхности продукта, а также, в зависимости от себестоимости криогенного метода, может обеспечить и экономические выгоды для производителей [2].

Литература:

1. Антонов, А.А., Венгер К. П, Азотные системы хладоснабжения для производства быстрозамороженных пищевых продуктов. Монография — Рязань.: изд. во «Узоречье», 2002, 205 с.
2. Венгер, К.П. Холодильное технологическое оборудование. Быстрое замораживание. Учебное пособие — М.: ГПП «Печатник», 1997, 112 с.

Влияние расположения сферических лунок на теплообмен в канале с градиентом давления

Цынаева Анна Александровна, кандидат технических наук, доцент;
Азрумелашвили Алина Паатовна, студент магистратуры
Самарский государственный технический университет

В работе выполнено численное исследование влияния на интенсивность теплообмена расположения сферических лунок в канале с градиентом давления. Выявлено, что шахматное расположение лунок показывает более высокие значения локальных коэффициентов теплоотдачи, чем коридорное расположение лунок.

Ключевые слова: теплообмен, лунки, шаг, расположение.

В системах обеспечения микроклимата основной задачей является повышение эффективности теплообменных аппаратов. Для этого используют интенсификаторы-лунки. Лунки имеют различную эффективность, которая зависит от их диаметра, глубины и расстановки на канале.

Было проведено численное исследование, как поведет себя теплообмен в канале с градиентом давления при наличии сферических лунок, расположенными в коридорном и шахматном порядке с разным шагом и диаметром. Разработана геометрия в бесплатном ресурсе Onshape [1]. В качестве метода исследования использовался программный модуль Simscale [2]. Качество полученных результатов проверялось с помощью валидации. Валидация выполнена сравнением с экспериментом К.М. Бодунова [3]. Результаты приведены в статье [4].

Рассмотрим теплообмен в канале с со сферическими лунками, расположенными в коридорном порядке с шагом $S=0,5*D$ и $S=1*D$. (рис. 1).

Для каналов разным шагом были разработаны две сетки (рис. 2) со свойствами Fine. Тип элемента — Hex-dominant automatic (only CFD).

Также был рассмотрен канал с лунками, расположенными в шахматном порядке с шагом $S=0,5*D$ и $S=1*D$ (рис. 3). Сетки были посчитаны аналогично, как и для канала с лунками, расположенными в коридорном порядке.

Условия моделирования:

Модель турбулентности $k-\omega$ SST, дно канала с лунками подогревалось $q=500$ Вт / м², Расчет был выполнен при $Re=3000, 9000, 15000$, скорость на входе в канал 0,68 м/с, 2,05 м/с, 3,41 м/с соответственно, рабочее тело — воздух.

Результаты численного эксперимента обрабатывались в программном комплексе ParaView [5].

Были построены графики изменения локального коэффициента теплоотдачи по длине, средние значения критерия Стантона в зависимости от режима течения в канале.

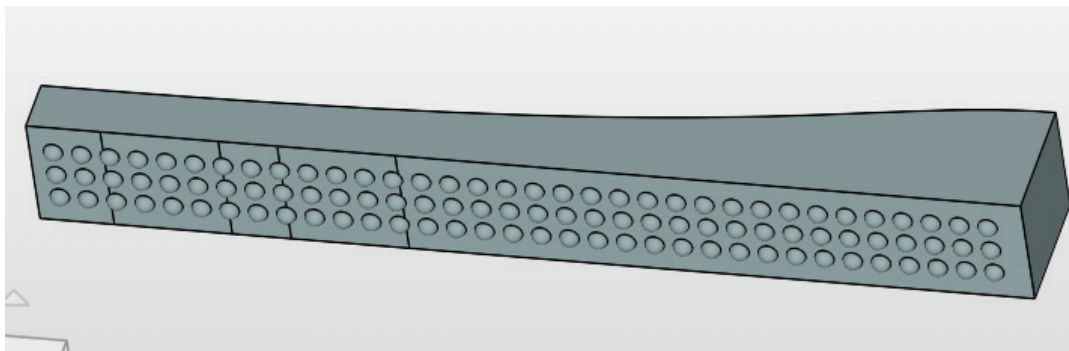


Рис. 1. Геометрия расчетной области с коридорным расположением лунок

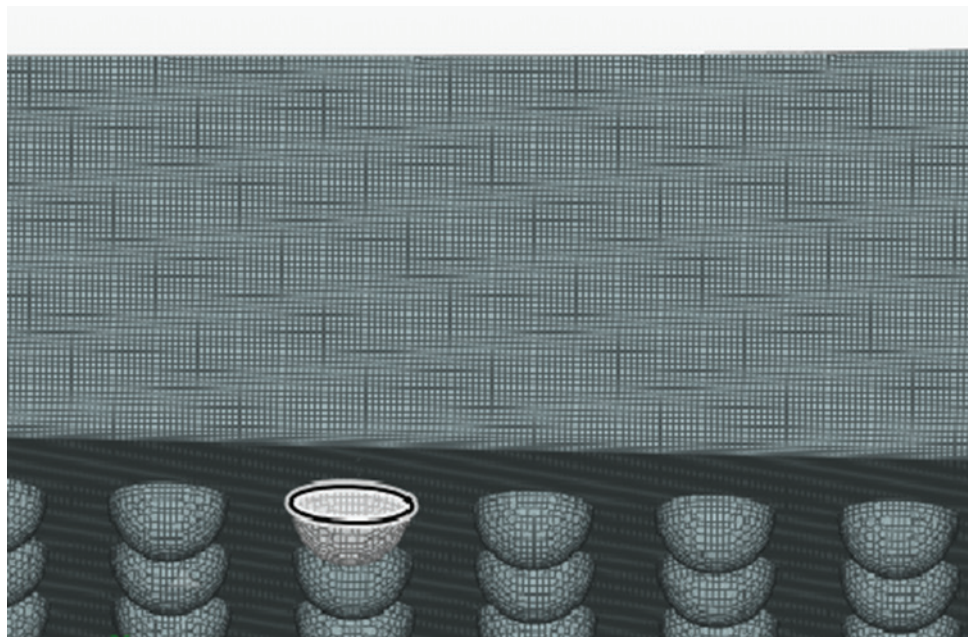


Рис. 2. Расчетная сетка для канала с шагом $S=1 \cdot D$

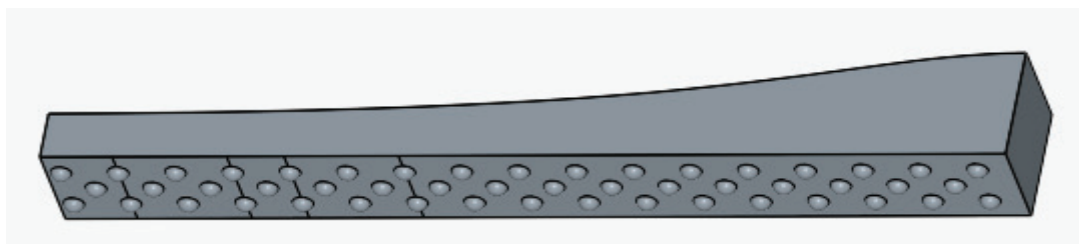


Рис. 3. Геометрия расчетной области с шахматным расположением лунок

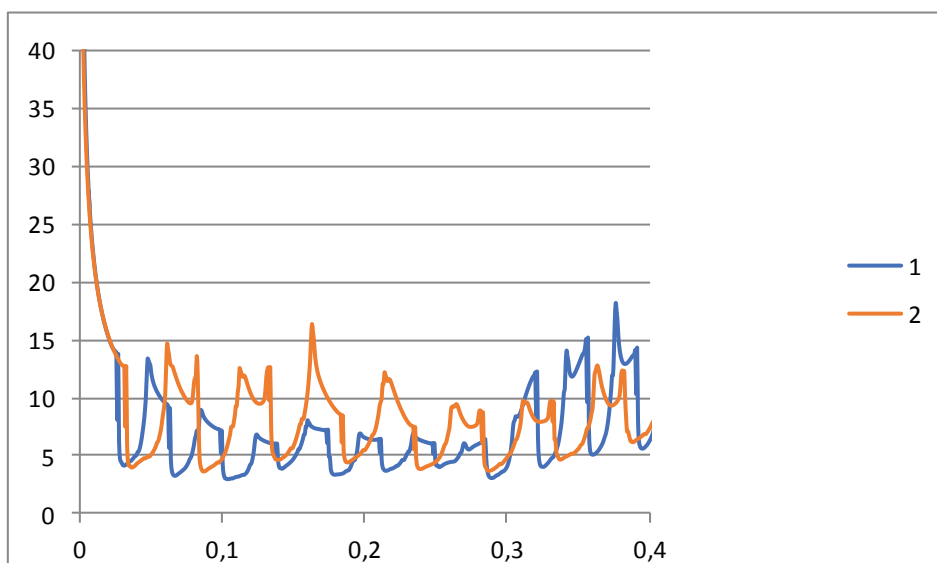


Рис. 4 Зависимость локального коэффициента теплоотдачи по длине канала при $Re=3000$:

1 — для коридорного расположения лунок

2 — для шахматного расположения лунок

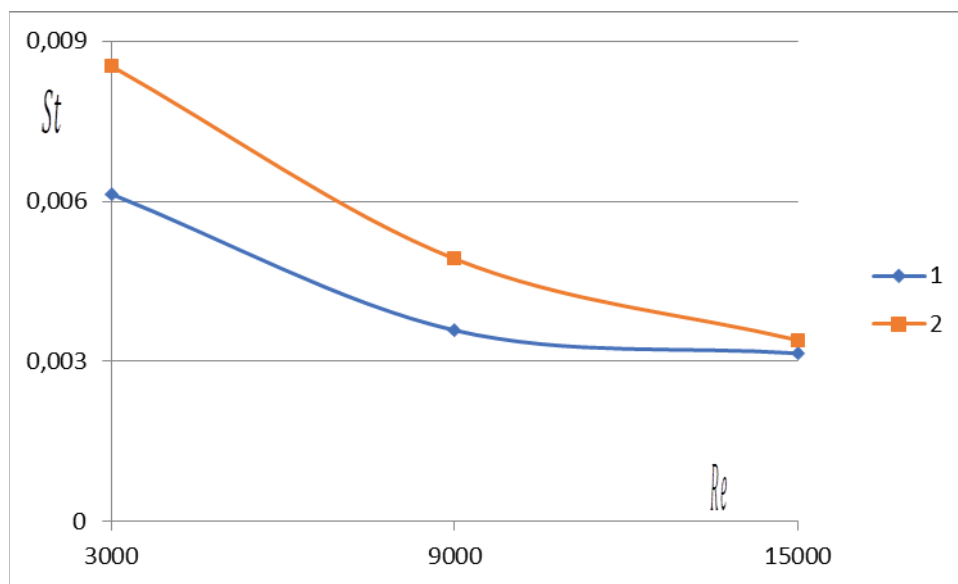


Рис. 7 Интенсивность теплообмена в зависимости от режима течения рабочего тела с шагом $S=0,5 \cdot D$:

1 — для коридорного расположения лунок

2-для шахматного расположения лунок

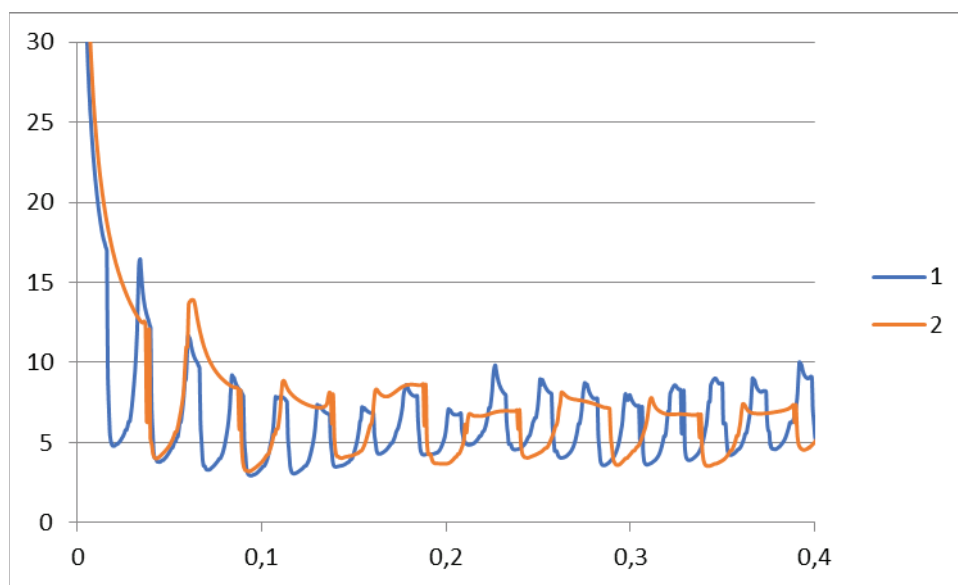


Рис. 8 Зависимость локального коэффициента теплоотдачи по длине канала при $Re=3000$ с $S=1 \cdot D$:

1 — для коридорного расположения лунок

2 — для шахматного расположения лунок

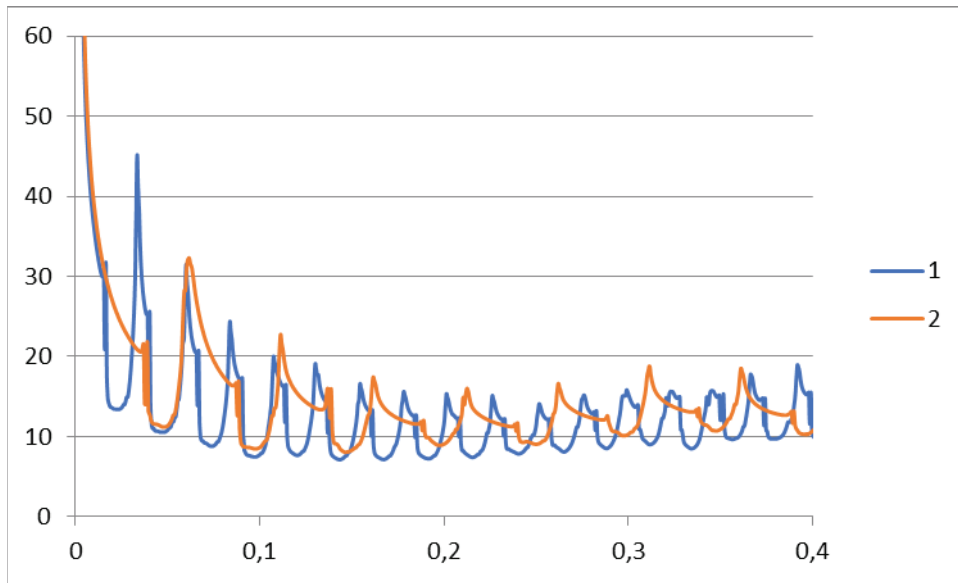


Рис. 9 Зависимость локального коэффициента теплоотдачи по длине канала при $Re=9000$ с $S=1 \cdot D$:

1 — для коридорного расположения лунок

2 — для шахматного расположения лунок

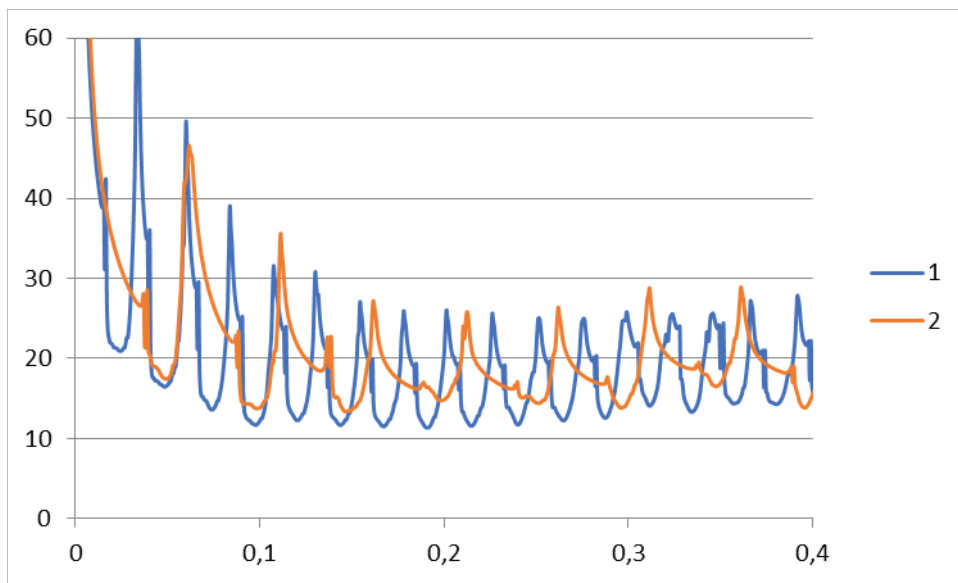


Рис. 10 Зависимость локального коэффициента теплоотдачи по длине канала при $Re=15000$ с $S=1 \cdot D$:

1 — для коридорного расположения лунок

2 — для шахматного расположения лунок

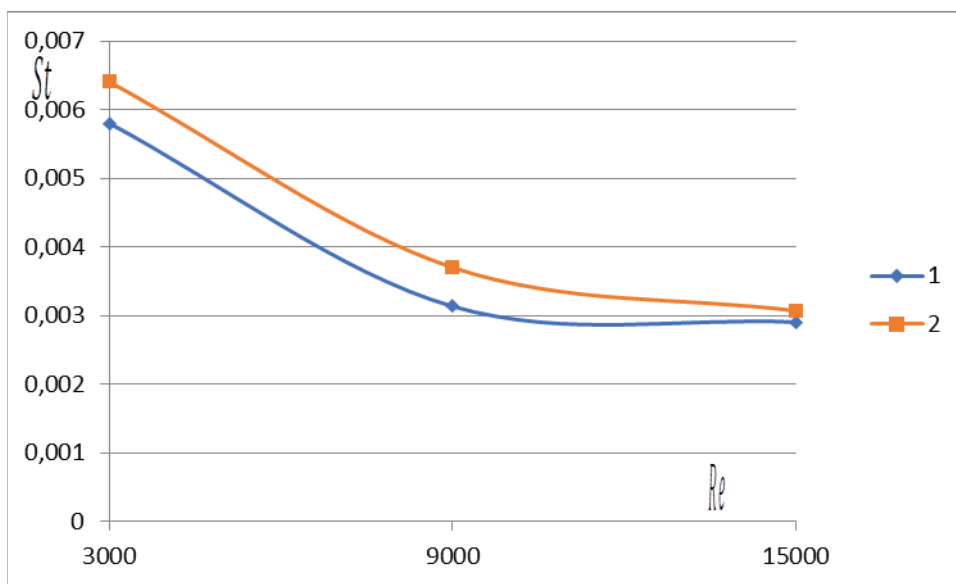


Рис. 11 Интенсивность теплообмена в зависимости от режима течения рабочего тела с шагом $S=1 \cdot D$:

1 — для коридорного расположения лунок

2 — для шахматного расположения лунок

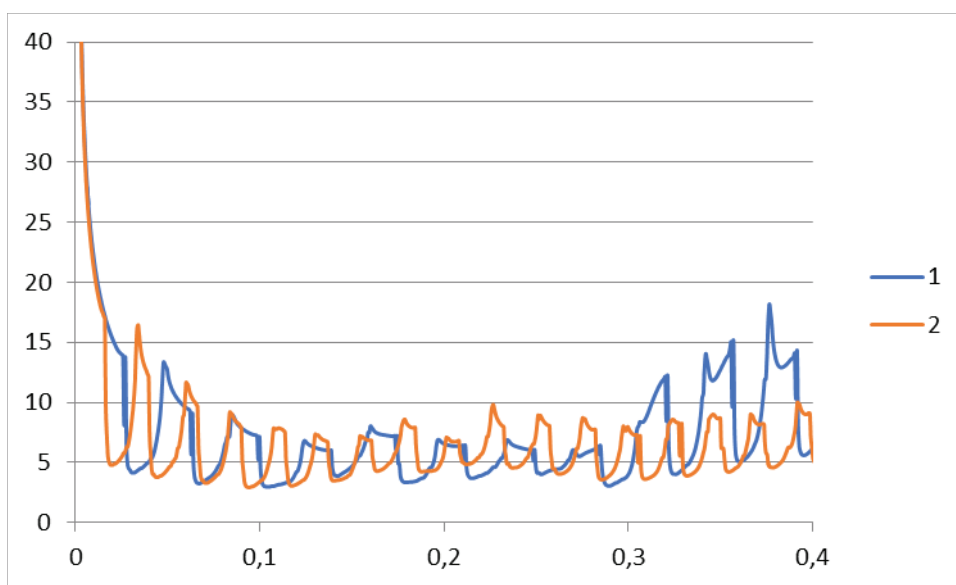


Рис. 12 Зависимость локального коэффициента теплоотдачи по длине канала при $Re=3000$:

1 — для коридорного расположения лунок с шагом $S=0,5 \cdot D$

2 — для шахматного расположения лунок с шагом $S=1 \cdot D$

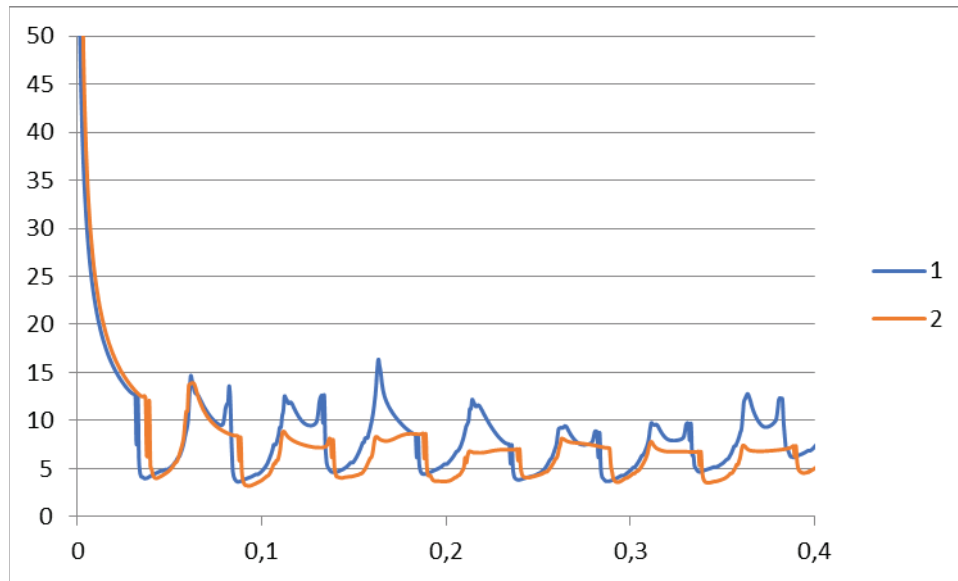


Рис. 13 Зависимость локального коэффициента теплоотдачи по длине канала при $Re=3000$:

- 1 — для шахматного расположения лунок с шагом $S=0,5*D$
 2 — для шахматного расположения лунок с шагом $S=1*D$

Заключение.

На интенсификацию теплообмена в канале с градиентом давления влияет не только наличие градиента, но и наличие и схема расположения сферических лунок. В результате исследования выявлено, что увеличение шага

между лунками с $0,5*D$ до $1*D$ ведет к снижению интенсивности теплообмена на 22,2%. Шахматное расположение лунок оказывается на 33,3% эффективнее коридорного расположения. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи.

Литература:

1. Onshape. URL: <https://www.onshape.com/>.
2. Simscales. URL: <https://www.simscales.com/>.
3. Бодунов, К. М. Влияние продольного градиента давления на интенсификацию теплообмена сферическими. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 — тепловых двигатели летательных аппаратов; 01.04.14 — теплофизика и молекулярная физика). Казань 1995
4. Азрумелашвили, А. П., Цынаева А. А. Исследование влияния градиента давления на теплообмен в канале с одиночной лункой // Новые вопросы в современной науке. — 2018. — С. 5–10.
5. ParaView. URL: [https://www.paraview.org/...](https://www.paraview.org/)

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Определение качества устройства свайных фундаментов в сложных инженерно-геологических условиях

Аубакирова Ирина Утарбаевна, кандидат технических наук, доцент;
Осокин Анатолий Иванович, кандидат технических наук, доцент;
Осокин Евгений Анатольевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Современное развитие свайного фундаментостроения вобрало в себя не только исторический опыт использования различных конструкций и технологий свайных работ, но и современные требования к способам контроля качества устройства свай.

Анализ рынка свайных работ в Санкт-Петербурге показывает, что для каждой социально-экономической эпохи

есть свои технические и технологические предпочтения. Если для эпохи сборного железобетона и массового типового строительства 60–70-х годов прошлого столетия актуальным было устройство свайных полей из забивных призматических свай заводского изготовления (рис. 1), то в 2000-х годах ситуация существенно по видам используемых свай существенно изменилась.



Рис. 1. Погружение забивных свай в Невском районе 1965 год

Забивные призматические сваи в составе свайного рынка составляют сегодня лишь 25% (это в основном периферийные объекты жилищного или промышленного строительства).

Лидерство сегодня принадлежит набивным сваям устраиваемым с вытеснением грунта (сваи уплотнения). Они занимают сегодня до 45% объема свайных работ. К таким видам можно отнести сваи, устраиваемые по техно-

логии FUNDEX для изготовления которых используется оборудование фирмы ИНС Fundex Equipment (Голландия) и Junttan (Финляндия), а также сваи DDS (Drilling Displacement System), оборудование для изготовления которых поставляется на рынок фирмами BAUER (Германия) и SoilMec (Италия) (рис. 2, 3). Учитывая, что объем работ по реновации промышленных территорий, находящихся в городской застройке сегодня находится в активной

фазе, требование по исключению динамических воздействий при погружении свай является нормативным, кроме набивных свай значительно возросло применение призматических железобетонных свай заводского изготовления с погружением их вдавливанием. Доля свай вдавливания на рынке составляет сегодня до 25%. Для этой цели применяются сваевдавливающие машины российского (УСВ 120, УСВ 160), китайского производства (DTZ200, ZYJ 240). Устройство буровых свай под защитой инвентарной обсадной трубы занимает совершенно небольшую долю рынка (до 4,0%) и оправдано при изготовлении свайных

фундаментов повышенной несущей способности или изготовлении свай большой глубины (более 40 м). Изготовление свай с креплением стенок скважин глинистым (бентонитовым) или полимерным раствором сегодня является редким явлением (около 1,0%) и используется в уникальных случаях реконструкции или инженерной реставрации для обеспечения высокого уровня безопасности по отношению существующей застройке и инженерным коммуникациям (рис. 4).

Последние десятилетия стали определяющими по выбору методов контроля качества свайных фундаментов.



Рис. 2. Установка FUNDEX F-12 на объекте строительства (2006)

Рис. 3. Устройство свай DDS на ул. Есенина, д. 3 (2001)



Рис. 4. Устройство свай в плотной городской застройке по технологии бурения с креплением стенок скважины глинистым (бентонитовым) или полимерным раствором

Если обратиться к нормативным документам двадцатилетней давности, то мы увидим, что основными методами контроля в [1] при устройстве буровых свай являлись следующие параметры: отметка устья скважины, ее забоя и уширения сваи, диаметр сваи и, соответственно, уширения сваи, вертикальность оси сваи (п. 11 табл. 18 [1]). Критерием сплошности свай, выполненных методом подводного бетонирования, являлось указание, что ствол сваи не должен иметь нарушений сплошности, при этом методом контроля определялось измерение прочностных показателей образцов, взятых из пробуренных в сваях кернов или др. способом (п. 13, табл. 18 [1]). Указывалось, что для контроля сплошности ствола буровой сваи, устраиваемой методом подводного бетонирования, выборочным порядком производить испытания образцов, взятых из пробуренных в сваях кернов, или контролировать сплошность неразрушающими методами (п. 11.28 [1]). При этом, указывалось, что такие исследования необходимо проводить на одной свае на каждые 100 свай, но не менее, чем из двух свай на объект. Отдельно указывалось о необходимости проведения таких исследований на всех сваях, при устройстве которых были допущены нарушения технологии. Косвенно, сплошность сваи можно контролировать и посредством наблюдения при выбуривании керна. Так следует обращать внимание на режим бурения в зоне контакта бетона, уложенного с нарушением требований бетонирования, и как пример приводится случай, когда есть длительные сверхнормативные перерывы в укладке бетонной смеси в скважину, с нормально уложенным. Быстрое погружение (провал) бурового инструмента в этих зонах свидетельствует о наличии прослоя шлама, образовавшегося в результате нарушения режима подводного бетонирования.

В действующих строительных нормах (п. 12.8.1. [2]) определено, что в зависимости от поставленных задач, требований проекта и степени дефектов и повреждений в сваях допускается сплошной (полный) или выборочный контроль качества изготовленных свай. В сплошной контроль входит определение сплошности и длины выполненных свай сейсмоакустическим методом, оценка качества (однородности) бетона радиоизотопным или ультразвуковым методом для всех свай на объекте. Выбуривание керна бетона из свай в указанном документе определяется объемом 2% свай на объекте.

При выборочном контроле качества бетона свай производится:

выбуривание кернов на полную длину из расчета 2% общего числа выполненных из монолитного бетона свай на объекте, но не менее двух свай и испытание образцов бетона, изготовленных из керна, на одноосное сжатие;

контроль длины свай и оценка сплошности ствола сваи с использованием сейсмоакустических испытаний — 20% общего числа свай на объекте;

оценка качества (однородности) бетона свай на полную длину методами радиоизотопных и ультразвуковых измерений — 10% общего числа свай на объекте.

Также определяется, что контролю должны быть подвержены все сваи, при изготовлении которых произошло нарушение технологии (п. 12.8.4. [2]). В новой редакции СП сохраняются также базовые положения по сплошности, соблюдению требований по диаметру сваи, вертикальности (п. 11, 13 табл. 12.1 [2]).

В таблице 1 приводится и рассматривается структура дефектов, наличие которых оказывает влияние на несущую способность и долговечность конструкции сваи.

Таблица 1

№ п/п	Конструктивные дефекты и отклонения	Критерии
1.	Отклонения от требований проекта	Принимаются по СП 45.13330.2017; СП 24.13330.2011
1.1.	в плане местоположения	Принимаются по СП 45.13330.2017
1.2.	по глубине недопогружение до проектной отметки	Принимаются по СП 45.13330.2017
1.3.	недостижение проектного несущего слоя (даже при проектной глубине)	СП 24.13330.2012. Уточнение инженерно-геологических условий площадки (дополнительные инженерно-геологические изыскания), Испытание грунтов сваями статической нагрузкой
1.3.	использование бетона ниже проектного класса	СП 24.13330.2011; поверочные расчеты по ограничению нагрузки на сваю СП 63.13330.2012
2.	Технологические дефекты	
2.1.	наличие холодных швов, каверн, пустот при бетонировании	Определяется ультразвуковым прозвучиванием или SIT в соответствии с СП 45.13330.2017
2.2.	«шейки в теле» сваи или утолщения на участках по глубине	Определяется ультразвуковым прозвучиванием или SIT в соответствии с СП 45.13330.2017
2.3.	образование усадочных или силовых трещин	Определяется ультразвуковым прозвучиванием или SIT в соответствии с СП 45.13330.2017

2.4.	поглощение бетоны выше нормативного	опытные работы, подпор технологии, уточнение инженерно-геологических условий СП 24.13330.2011; СП 47.13330.2016
2.5.	непробетонированные участки сваи по глубине из-за нарушения технологии бетонирования, размывы бетона водовмещающими слоями грунта с местным или гидравлическим напорами	Определяется ультразвуковым прозвучиванием или SIT в соответствии с СП 45.13330.2017
2.6.	эффект «плачущих свай»: вертикальные каналы и каверны в теле сваи из-за воздействия напорных подземных вод	Визуальные наблюдения с фиксацией выхода напорных вод на поверхность через тело сваи или по контакту свая-грунт, диагностика состояния сплошности сваи методом SIT или сейсмоакустическим методом, УЗК или УЗД в соответствии с СП 45.13330.2017
2.7.	неравномерное по плотности и по материалу формирование ствола сваи из-за нарушения технологии бетонирования (сбрасывание бетона в скважину)	Выбуривание керна с испытанием образцов по СЕП 45.13330.2017
2.8.	несоосное расположение арматурного каркаса в скважине (свае), несоблюдение толщины защитного слоя	Определяется по СП 63.13330.2012

Следует отметить, что многие из указанных в таблице I дефектов являются скрытыми, что требует тщательного контроля как при операционном контроле, так и в обеспечении контроля выполненных свай в соответствии с требованиями СП 45.13330.2017 с использованием неразрушающих методов контроля и выбуриванием керна из тела сваи.

Приведем некоторые иллюстрации по наличию дефектов в теле устраиваемых буровых, набивных и забивных свай. В условиях слабых водонасыщенных пылевато-глинистых грунтов возможными дефектами могут быть: утолщение ствола сваи (перерасход бетона при устройстве сваи) или образование «шеек» по длине ствола сваи, наличие каверн, пустот, трещин и прочих дефектов.

Дефекты и разрушения свай носят конструктивный характер. В этом случае, своевременная диагностика, определение характера отклонения от проектного решения и

местоположение дефекта по длине сваи являются значимыми и существенными обстоятельствами по обеспечению качества выполненных свай. Для определения сплошности свай сейсмоакустическим методом используются различные оборудование, в основе которого лежит принцип отраженной волны или акустического импеданса, определяемого формулой:

$$Z = A\sqrt{\rho E}$$

в которой, Z — акустический импеданс; A —площадь поперечного сечения; ρ — плотность материала; E — модуль упругости.

При этом схема определения дефектов может быть представлена по материалам фирмы ProFound, являющейся одной из поставщиков оборудования для определения сплошности свай (рис. 5)

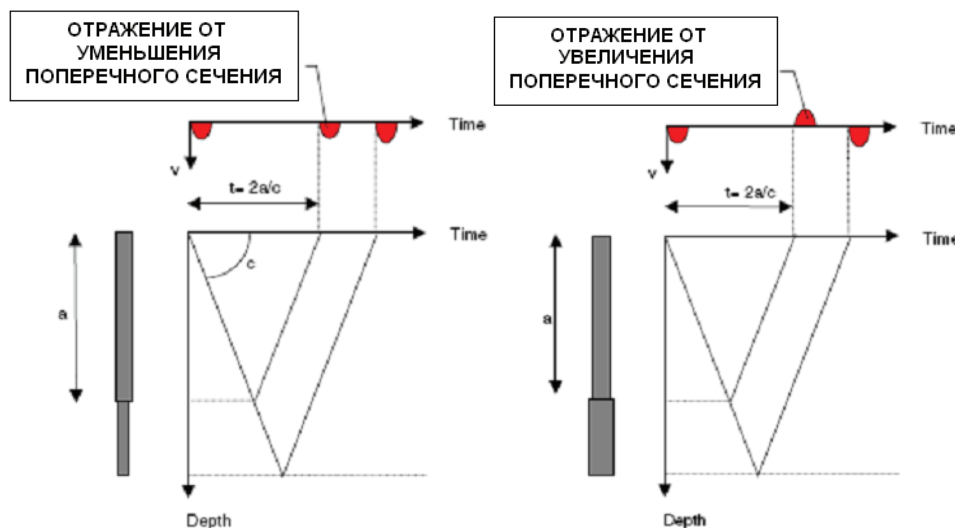


Рис. 5. Схема распространения звуковой волны в теле сваи

По результатам исследования строятся рефлектограммы, которые являются исходными документами для определения возможных дефектов. Благодаря исполь-

зованию SIT — метода определения сплошности сваи можно определить дефекты, представленные на рис. 6.

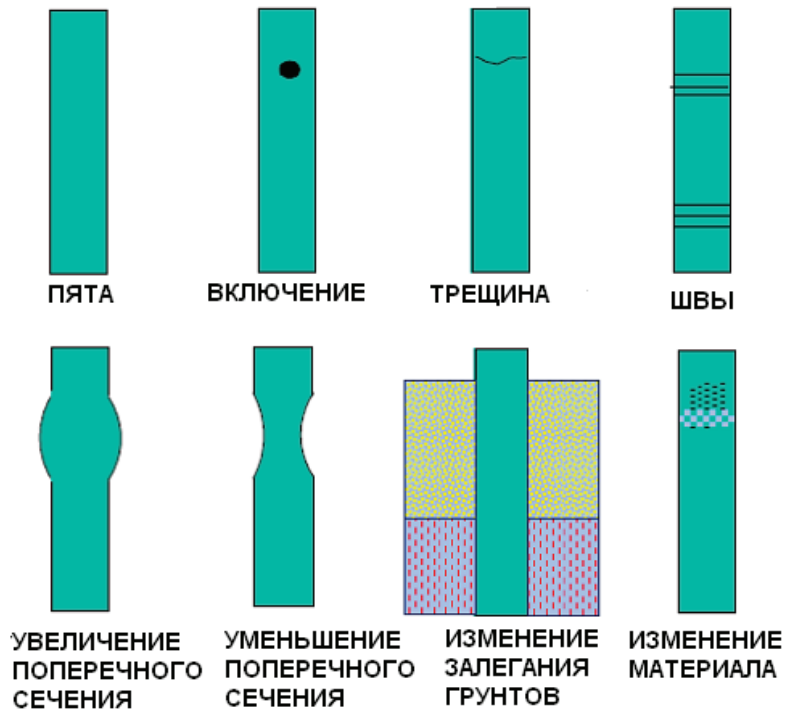


Рис. 6. Дефекты, которые можно определить при помощи SIT-метода (данные ProFound)

В тоже время, следую отметить, что исследования проведенные изготовителем оборудования — фирмой ProFound, показали, что есть ряд дефектов, которые не-

возможно диагностировать при помощи упоминаемого метода. Дефекты, которые попадают к числу не определяемых данным методом, показаны на рис. 7.

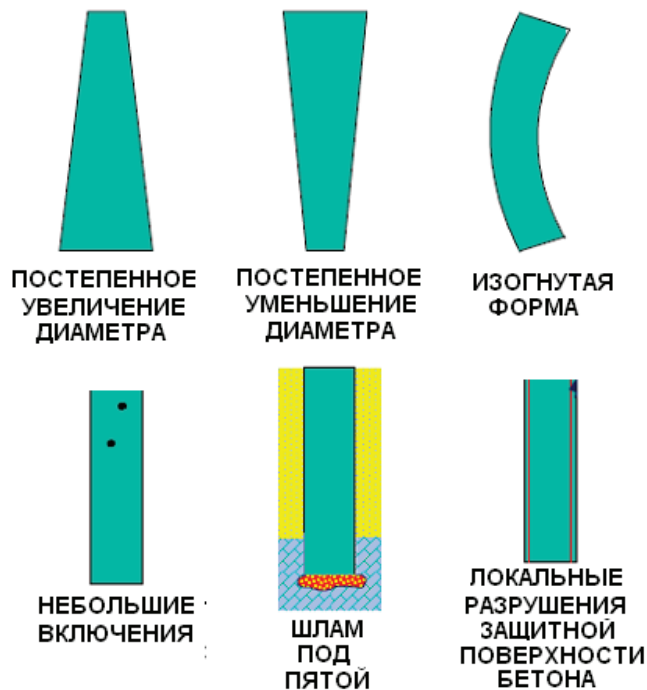


Рис. 7. Дефекты, которые невозможно определить при помощи SIT-метода.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод о наличии ограничений диагностики дефектов и разрушений свай с использованием SIT — метода (метода сейсмоакустического прозвучивания). В связи с этим возникает не-

обходимость дальнейшего методологического и технического совершенствования SIT-метода для определения дефектов свай в условиях слабых водонасыщенных пылевато-глинистых грунтов Санкт-Петербурга.

Литература:

1. СНиП 3.02.01–87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» — М., 1987–87с.
2. СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» Актуализированная редакция СНиП 3.02.01–87 — М., 2017–171с.
3. СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты» с изм. — М., 2017–90с.
4. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции» с изм. 1,2,3 — М., 2017–148 с.
5. СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства» — М., 2016–170с.
6. Захаров, М. С., Мангушев Р. А. Инженерно-геологические и инженерно-геотехнические изыскания в строительстве: Учебн. Пособие. — М.: Изд-во АСВ, 2014–176 с.
7. Мангушев, Р. А., Готман А. Л., Знаменский В. В., Пономарев А. Б. Сваи и свайные фундаменты. Конструкции, проектирование и технологии/ под ред. Чл.-корр. РААСН, д. т. н., проф. Р. А. Мангушева — М.: Изд-во АСВ, 2015–320с.
8. Мангушев, Р. А., Осокин А. И. Геотехника Санкт-Петербурга. Монография. — М.: Изд-во АСВ, 2010. — 264с.
9. Мухин, А. А., Чуркин А. А., Лозовой И. Н. Ограничение области применения сейсмоакустического метода контроля сплошности бетона свай. // Журнал «Транспортное строительство» № 10 — М.: 2018. — с. 20–24

Совершенствование управления стоимостью объекта недвижимости на различных этапах жизненного цикла с учетом капитализации первоначальных инвестиций

Иканина Татьяна Андреевна, студент магистратуры

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

Статья посвящена анализу управления стоимостью объекта недвижимости на различных этапах жизненного цикла с учетом капитализации первоначальных инвестиций и выявлений направлений его совершенствования.

Ключевые слова: стоимость, объект недвижимости, управление, этап жизненного цикла капитализация, первоначальные инвестиции, совершенствование.

В настоящее время вопросы стоимостной оценки объектов недвижимости нашли свое отражение в работах многих авторов, при этом проблема управления их стоимостью все еще не теряет своей актуальности, что обуславливает цель исследования — определить особенности управления стоимостью объектов недвижимости на различных этапах жизненного цикла с учетом капитализации первоначальных инвестиций и на этой основе сформулировать рекомендации по совершенствованию.

С учетом специфики стоимости объекта недвижимости как инвестиционного проекта можно дать следующее определение: Стоимость объекта недвижимости — это стоимость капитального строительства, которая представляет собой часть стоимости инвестиционного проекта, а также затраты в ходе всего жизненного цикла объекта с учетом капитализации первоначальных инвестиций.

Управление стоимостью, в рамках данной работы, определяется как комплексный целенаправленный про-

цесс, осуществляемый на всех стадиях жизненного цикла объекта недвижимости, целью которого является качественное улучшение стратегических и оперативных решений путем формирования оптимальной стоимости объекта недвижимости.

Жизненный цикл объекта недвижимости представляет собой период, в процессе которого производятся работы по инженерным изысканиям, проектированию, строительству (в том числе консервации), эксплуатации (в том числе текущим ремонтам), модернизации, реконструкции, капитальному ремонту, демонтажу объекта.

Управление стоимостью необходимо на каждом этапе жизненного цикла объекта недвижимости. При этом, необходимо отметить, что нужно применять разные методы управления на каждой из стадий.

Современная концепция управления стоимостью проекта — управления стоимостью проекта представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Концепция управления стоимостью на протяжении жизненного цикла проекта [6]

Стоимость объекта недвижимости, как правило, распределяется в течение его жизненного цикла неравномерно и обычно имеет структуру, которая продемонстрирована на рисунке 2.



Рис. 2. Распределение стоимости объекта недвижимости в течение жизненного цикла [6]

Основная часть стоимости возникает на этапе реализации проекта. Но основные решения, обуславливающие показатели стоимости проекта, принимаются в его прединвестиционной фазе. Таким образом, возможность управления стоимостью также распределяется неравномерно на протяжении всего жизненного цикла проекта.

Периода жизненного цикла объекта недвижимости представлены на рисунке 3.

Цели управления стоимостью объекта недвижимости различаются по направленности и влиянию на стоимость, к ним относятся, в частности:

- 1) защита инвестиций от инфляции, на основе увеличения стоимости объекта;
- 2) осуществление спекулятивных инвестиций — получение максимально возможного дохода от перепродажи;
- 3) осуществление функциональных инвестиций — получение максимально возможного дохода в заданный промежуток времени с последующей перепродажей объекта [5].



Рис. 3. Периоды жизненного цикла объекта недвижимости

Стоимость объекта недвижимости подвержена влиянию не только величине капитальных затрат, а также эксплуатационной политики.

В зависимости от поставленных целей, на каждой стадии жизненного цикла объекта решаются различные задачи по формированию стоимости объекта.

На предпроектной стадии решаются стратегические задачи по сокращению сроков и минимизации эксплуатационных затрат на всех стадиях жизненного цикла объекта недвижимости. Процесс проектирования заключается в разработке финансовой схемы и организации финансирования, выборе архитектурно-инженерных решений, руководстве проектированием объекта.

На стадии конструирования появляются реальные подтверждения соответствия строящегося объекта требованиям, predetermined логикой жизненного цикла. В настоящее время участники инвестиционных проектов для максимального приближения момента получения дохода от объекта недвижимости уплотняют графики по реализации конкретных строительных проектов, в результате чего строительство начинается уже на стадии проектирования. При условии высокой степени согласованности действий всех участников проекта такая организация строительства способствует экономии средств до 5–10%

за счет снижения стоимости капитала ввиду более раннего ввода в эксплуатацию объекта недвижимости [3].

Период эксплуатации предполагает функционирование и развитие объекта недвижимости [2].

Процесс управления стоимостью, на данном этапе, нацелен на решение задач по максимизации доходов, сохранение привлекательности объекта для потребителя и поддержание в пригодном для эксплуатации состоянии всех элементов здания.

Целью процесса развития объекта является максимизация доходов владельца. В случае снижения его потребительской привлекательности. Осуществляется путем проведения модернизации и реконструкции объекта недвижимости.

Заключительной стадией жизненного цикла объекта недвижимости является прекращение существования (закрытие объекта), подразумевающее полную ликвидацию первоначальных и приобретенных функций. Реализация данной стадии требует значительных материальных затрат.

Таким образом, на каждом из этапов жизненного цикла объекта недвижимости ставятся различные задачи управления стоимостью объекта недвижимости. На стадии создания приоритетной задачей является минимизация затрат по объекту недвижимости с учетом соблюдения всех

нормативных, конструктивных и технических требований, а также контроль сроков проведения работ на предпроектной стадии, в процессе проектирования и реализации. В процессе эксплуатации основным решающим показателем становится прирост стоимости объекта, обеспечивающий решение материальных задач собственника.

Таким образом, использование капитализации при управлении стоимостью объектов недвижимости становится необходимым элементом, поскольку позволяет оценить стоимость объекта на основании его потенциальной способности приносить доход в процессе дальнейшей эксплуатации при наиболее эффективном использовании.

Литература:

1. Боровкова, В. А. Экономика недвижимости: учебник и практикум для академического бакалавриата — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 417 с.
2. Максимова, С. Н. Управление недвижимостью. — Москва: Издательство Юрайт, 2018. — 388 с.
3. Перехрестюк, В. М. Управление стоимостью объектов недвижимости на различных стадиях их жизненного цикла // Молодой ученый. — 2018. — № 36. — С. 71–73. — URL <https://moluch.ru/archive/222/52565/> (дата обращения: 19.05.2019).
4. Саенко, И. А., Хомич Д. Н. Особенности и парадигма управления стоимостью объектов жилой недвижимости // Фундаментальные исследования, 2017. — № 3. — С. 205–2011
5. Тепман, Л. Н. Оценка недвижимости: Учебное пособие / Л. Н. Тепман, В. А. Артамонов. — М.: ЮНИТИ, 2015—591 с.
6. Управление проектами: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности «Менеджмент организации»/ И. И. Мазур [и др.]; под общ. ред. И. И. Мазура и В. Д. Шапиро. — 10-е изд., стер. — Москва: Омега-Л, 2014. — 959 с.

Экологическая и техническая безопасность объекта в строительстве

Кладова Татьяна Олеговна, студент магистратуры
Томский государственный архитектурно-строительный университет

Строительство — отрасль материального производства, целью которого является возведение зданий и сооружений, их реконструкция и демонтаж. В процесс строительства включаются: все изыскательские, проектные, организационные и строительно-монтажные работы. Результатами строительства считаются возведенные здания с внутренней отделкой, действующей технологической системой и соответствующей документацией.

Выделяют 2 вида строительной отрасли: производство строительных материалов и строительство объектов.

1) Производство строительных материалов можно разделить на: природные и искусственные материалы. В природные входят: лесные (бревна, пиломатериалы) и каменные материалы (горная порода, песок, глина, гравий), а также существуют материалы, которые получают искусственным путем, ими являются: керамические материалы (кирпич, различная строительная керамика), бетоны и строительные растворы, минеральные вяжущие вещества (цемент, известь), пластмассы и лакокрасочные материалы.

2) Строительство объектов подразделяется на капитальные постройки (здания — жилые и нежилые, сооружения, строения и объекты незавершенного производства) и некапитальные (временные) постройки (навесы, сараи, киоски, различные сборно-разборные конструкции)

Строительная отрасль с точки зрения экологии и влияние на различные объекты. При строительстве объектов необходимо соблюдать меры по охране окружающей природной среды. Они должны учитываться во всей проектной документации:

- сметная документация;
- технологическая часть;
- пояснительная записка;
- строительные решения.

Помимо этого, в промышленной документации должен составляться раздел по охране окружающей среды. Для проекта жилищно-гражданского назначения этот раздел не разрабатывается. Также осуществляется экологическая экспертиза проекта. Цель и задача экологической экспертизы — в настоящем и будущем обеспечить рациональное использование водных и земельных ресурсов, животного и растительного мира, сохранение в чистоте воды и воздуха, улучшение природной среды.

Экологические мероприятия по сохранению окружающей природной среды человека:

1. Выбор экологически чистых материалов для строительства;
2. Экологически рациональное размещение предприятий от населенных пунктов;

3. Рациональное использование минеральных ресурсов, охрана вод и недр;

4. Применение малоотходных и безотходных технологических процессов;

5. Меры по борьбе с загрязнением почв.

Чтобы обеспечить экологичность строительства в современной практике применяют новые методы строительства, с целью уменьшения выработки отходов. Стремятся уменьшить сроки строительства, чем меньше сроки строительства, тем меньше вреда окружающей среде. Так же проводятся восстановительные работы нарушенных территорий: восстановление земель с целью их дальнейшего использования — это называется рекультивацией. Способами увеличения экологичности в строительстве являются: частичная или полная автоматизация строительства, изобретение новых архитектурных материалов, применение новых архитектурных решений. Несмотря на новые технологии и попытки восстановления, все равно происходит ущерб окружающей природной среде.

Кроме экологической, есть и техническая безопасность в строительстве. Основой для безопасного труда является правильная организация строительной площадки и производства строительно-монтажных работ. Правила и нормы действуют на новое строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, техническое перевооружение, изготовление строительных материалов и изделий. Техника безопасности — это совокупность технических и организационных мероприятий, направленная на предотвращение опасных воздействий и производственных факторов на рабочих. Нормы и правила по технике безопасности распространяются на строительно-монтажные и специально-строительные работы, они содержатся в СНиП 12–03 «Безопасность труда

в строительстве». Инженерно-технические работники обязаны знать и соблюдать эти правила по технике безопасности и производственную санитариию. Контроль, за соблюдением техники безопасности при производстве работ осуществляется инженером по технике безопасности, который руководствуется своими должностными инструкциями и нормативными документами. Инженер по ТБ обязан проводить вводные инструктажи по технике безопасности, доводить информацию до сотрудников предприятия об изменениях нормативно-правовых актов, проводить проверки, разрабатывать и внедрять инструкции по охране труда.

Существует несколько видов инструктажей:

— вводный инструктаж (осуществляется, когда работник впервые приступает к своим обязанностям);

— первичный инструктаж (проводится непосредственно на рабочем месте);

— повторный (также производится на рабочем месте и полностью повторяет первичный инструктаж, только проводится не реже 6 месяцев с теми, кто проходил первичный инструктаж);

— внеплановый (издается приказ, в который включаются те сотрудники, с которыми должны провести инструктаж);

— целевой (обычно осуществляется при выполнении разовых работ, последствий аварий или ликвидации стихийных бедствий).

Техническая безопасность описывается в проекте, пояснительной записке и определенной документации, которая регламентируется законами и правовыми актами.

Таким образом, следует сказать, что строительная отрасль не может функционировать без обеспечения экологической и технической безопасности.

Литература:

1. Передельский, Л.В. Приходченко О.Е. П 27 Строительная экология: Учеб. пособие.-Ростов н/Д: Феникс, 2003.—320 с.
2. Афонина, А.В. А94 «Охрана труда в строительстве: законодательные и нормативные акты с комментариями» А. в. Афонина. — М: Издательство «Омега-Л» 2008.—303 с.

Увеличение стойкости бетона за счет прогнозирования марочной прочности вяжущих низкой водопотребности

Клочкова Кристина Сергеевна, студент;

Кривенко Дарья Сергеевна, студент;

Научный руководитель: Тимофеева Елена Федоровна, кандидат физико-математических наук, доцент

Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь)

Знание кинетики твердения цементных систем необходимо, прежде всего, для ее регулирования и для разработки и производства изделий и конструкций с заданными физико-механическими свойствами. Кроме того, создание

адекватных математических моделей кинетики твердения позволяют достаточно надежно прогнозировать марочную прочность цементов, используя результаты краткосрочных испытаний (через 1–7 суток твердения). В связи с этим

данному вопросу уделяется большое внимание со стороны и отечественных, и зарубежных специалистов.

Одним из перспективных способов прогнозирования марочной прочности цементных систем, на сегодняшний день является методика, позволяющая выявлять наиболее точные данные в ранние сроки твердения бетона, приведенная. Для этого могут быть использованы либо уравнения, основанные на теории переноса, либо логарифмическое уравнение.

$$R_n = R_{28x} \frac{\lg n}{\lg 28} \quad (1)$$

Где:

R_n и R_{28x} — предел прочности бетона через n и 28 суток, МПа;

$\lg n$ и $\lg 28$ — десятичные логарифмы возраста бетона.

Расчет состава бетона проверяется на пробном замесе. Объем пробного замеса зависит от количества изготавливаемых образцов. При изготовлении трех образцов $15 \times 15 \times 15$ см объем составит 12 л, или $10 \times 10 \times 10$ см объем составит 3 л. При изготовлении пробного замеса корректируется состав, исходя из заданной подвижности или жесткости бетонной смеси. Если подвижность бетонной смеси пробного замеса получится меньше заданной, то добавляют воду и цемент равными долями, не изменяя водоцементного отношения. Если подвижность бетонной смеси в пробном замесе получается больше заданной, то в тот же замес добавляют песок и щебень, не меняя отношения П/Щ. Однако не рекомендуется добавлять исходные материалы более, чем по 10% от первоначальных величин. Если при добавке 10% не получается требуемая подвижность, делается перерасчет состава бетона с изменением количества цемента и воды. Из откорректированной бетонной смеси готовят контрольные образцы и затем их испытывают. Для определения прочности бетона образцы после их изготовления хранят одни сутки в формах, покрытых влажной тканью в помещении с температурой $+20^\circ\text{C}$, после чего их вынимают из форм, маркируют и выдерживают до момента испытания в камере нормального твердения при 20°C и относительной влажности воздуха 95...100%. Марка бетона по ГОСТу определяется через 28 суток на образцах-кубах. За эталон принимают куб размером $15 \times 15 \times 15$ см. При использовании образцов других размеров производится перерасчет прочности бетона, так как на прочность бетона оказывает влияние масштабный эффект, зависящий от размера испытываемых образцов. Если испытывают бетон раньше, чем через 28 суток, то для определения марки бетона пользуются логарифмической зависимостью (1).

Отсюда,

$$R_{28x} = R_n \left(\frac{\lg 28}{\lg n} \right) \quad (2)$$

где:

R_n — предел прочности бетона при сжатии в любом возрасте;

R_{28} — предел прочности бетона при сжатии в возрасте 28 суток;

$\lg n$ — десятичный логарифм срока испытаний в сутках.

Эта формула дает удовлетворительные результаты при $n \geq 3$. Если фактическая прочность бетона при сжатии отличается от заданной более чем на 15%, то следует внести коррективы в состав бетона, для повышения прочности увеличить расход цемента, для понижения прочности — уменьшить. Из вновь рассчитанной смеси изготавливают образцы и испытывают их.

В работах, посвященных данной теме обработан большой массив информации, в том числе рассмотрены вопросы влияния различных факторов, таких как, водопотребность, температура среды, минералогический состав, удельная поверхность вяжущего, наличие химических добавок, вследствие чего установлено следующее.

Уравнение, основанное на теории переноса с интенсивным торможением во времени предпочтительно для описания кинетики твердения рядовых и быстротвердеющих цементов типа ПЦ...ДО и ПЦ...Д20 (ГОСТ-10178–85), или ЦЕМ I и ЦЕМ II и ЦЕМ IIIВ (ГОСТ 31108–2003), а также ТЦМ.

Полулогарифмическое уравнение лучше описывает особенности роста прочности во времени белитовых малоалюминатных температурахшлаковых вяжущих при пониженных температурах ($5-10^\circ\text{C}$), мелкозернистых и тяжелых бетонов с низким расходом цемента, а также цементных систем с повышенным содержанием инертных наполнителей особенно если температура среды не превышает $+10...+15^\circ\text{C}$.

В последние годы большой интерес специалистов вызывает новый вид вяжущего-вяжущие низкой водопотребности. Его получают совместным помолом клинкеркера с добавками и суперпластификаторами. В качестве СП обычно используют С-3. Цементные системы на основе ВНВ отличаются низким В/Ц доходящим до 0,18–0,19. Применение вяжущих низкой водопотребности позволяют потенциально увеличить реальную активность цемента в 2–2,8 раза, и соответственно прочность бетона в 2–2,5 раза. Бетоны на основе ВНВ из высокоподвижных бетонных смесей характеризуются высокой морозостойкостью и трещиностойкостью, однородностью, нерасслаиваемостью, водоудерживающей способностью при транспортировании, укладке и уплотнении. Водопоглощение таких бетонов в 2,5 раза ниже, чем у бетонов без добавки и с пластификатором С-3. Темпы набора прочности бетона отличаются высокой интенсивностью. Использование ВНВ в зимних условиях позволяет вести бетонные работы при температуре -10°C без модификаторов противоморозного действия.

При этом ВНВ отличаются своеобразной кинетикой твердения. Она характеризуется интенсивным набором прочности уже через несколько часов. В возрасте 16 часов нормального твердения бетоны на основе ВНВ имеют прочность, равную 25 МПа. Для них характерна пониженная по сравнению с портландцементом степень ги-

дратации алита как в раннем возрасте, так и в длительном твердении. Это обусловлено малой обводненностью гидратных новообразований. Характерная особенность цементных систем на основе таких вяжущих-существенное замедление процессов структурообразования в первые 4–8 часов после затвердения с последующим интенсивным процессом кристаллизации и твердения.

В связи с этим представляет интерес, какое из вышеупомянутых уравнений, лучше описывает кинетику твердения вяжущих этого класса.

В таблице 1 приведены экспериментальные данные по ВНВ-50, ВНВ-100 при различных расходах вяжущего и В/Ц отношение [3, табл. 2] в таблицу 2 приведены результаты расчетов по полулогарифмическому уравнению и по уравнению теории переноса.

Как видно на рис. 1 у состава № 2 слабый прирост прочности в интервале срока твердения 3 и 7 суток. В связи с этим результаты прогноза марочной прочности этого со-

става характеризуются максимальным отклонением от экспериментальных данных — свыше 15% по обеим формулам. В составах № 5, 6 в интервале 3,7 обусловлено тем, что 1-суточная прочность в обоих случаях сильно занижена и не соответствует 3 и 7 суточным величинам.

В связи с этим результаты расчета марочной прочности для этих № 5, 6 показали неудовлетворительное соответствие экспериментальным данным по полулогарифмическому уравнению. Что же касается остальных кинетических кривых, то их прогноз вполне хорош. Отклонения находятся в пределах от 1 до 8%.

Обращает на себя внимание факт, что практически все отклонения происходят в сторону понижения прочности. Отсюда следует вывод, что для аппроксимации экспериментальных данных в данном случае необходимо уравнение, которое характеризуются меньшим замедлением процесса, т. е. полулогарифмическое уравнение. Об этом также свидетельствуют результаты расчета.

Таблица 1. Зависимость кинетики твердения раствора на основе ВНВ от расхода, вяжущего и вяжущевого отношения

№ п/п	Вид ВНВ	Расход	Вяж./В	Предел прочности при сжатии, МПа, через сутки			
				1	2	3	4
1	ВНВ-100	350	2,85	40,4	57,3	59,8	64,3
2		450	3,41	45,0	67,8	70,0	88,2
3		550	3,95	37,5	70,7	81,0	102,5
4	ВНВ-50	350	2,49	14,8	39,1	44,7	55,9
5		450	3,30	37,2	46,2	63,1	73,3
6		550	3,93	33,4	48,6	69,8	83,2

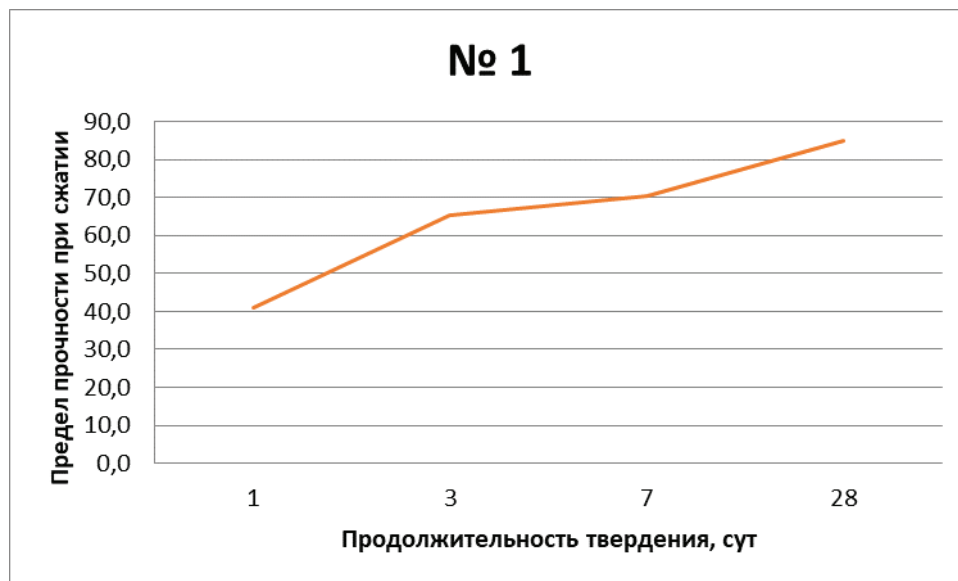


Рис. 1. Графики твердения растворов на основе ВНВ от расхода, вяжущего и вяжущевого отношения

Таблица 2. Сравнение расчетной и экспериментальной значений прочности

№ п/п	Экспериментальное σ , МПа	Расчетное σ МПа	
		По полулогарифмическому уравнению Разница, %	По уравнению теории переноса Разница, %
1	64,3	<u>63,89</u> -0,64	<u>63,3</u> -1,4
2	88,2	<u>73,60</u> -16,55	<u>74,8</u> -15,2
3	102,5	<u>97,84</u> -4,54	<u>94,1</u> -8,2
4	55,9	<u>53,86</u> -3,64	<u>58,3</u> 4,3
5	73,3	<u>90,75</u> 23,80	<u>69,8</u> -4,7
6	83,2	<u>104,48</u> 25,27	<u>82,04</u> -1,3

Литература:

1. Серых, Р.Л., Ярмаковский В.Н. Нарастание прочности бетона во времени // Бетон и железобетон. — 1992. — № 3. — С. 19–21.
2. Рахимбаев, Ш.М. Расчет констант некоторых процессов технологии искусственных строительных конгломератов // Проблемы материаловедения и совершенствование технологии производства строительных изделий. — Белгород: Изд-во БТИСМ, МИСИ, 1990. — С. 184.
3. Рахимбаев, Ш.М., Поспелов М.Л. Кинетика твердения модифицированного цементного камня.
4. Кравченко, И.В., Власов М.Т., Юдович Б.Э. Высокопрочные и особо быстротвердеющие портландцементы. — М.: Стройиздат, 1971. — 230с.
5. Прогнозирования прочности бетона при повышенных температурах выдерживания // Бетон и железобетон. — 1994. — № 4. — С. 11–13.
6. Акиева, Е.А. Прогнозирование марочной прочности по результатам краткосрочных испытаний и минералогическому составу.
7. В. Сорокин. Ценные свойства вяжущих низкой водопотребности // Строительная газета. — 2005.-№ 11.
8. Ратинов, Б.В., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. — М., Стройиздат, 1973–205с.

Оптимизация подбора башенного крана путем построения номограммы производительности

Малев Александр Александрович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье рассмотрен процесс оптимизации подбора башенного крана путем построения номограммы производительности. Произведен анализ параметров, влияющих на производительность башенного крана, исследуются основные параметры, формирующие продолжительность времени цикла производственного процесса.

Ключевые слова: подбор башенного крана, производительность, время цикла, производственный процесс, номограмма производительности.

Определение потребности в строительных машинах для выполнения объема строительно-монтажных работ в установленные сроки является одной из перво-степенных задач для качественного, своевременного и безопасного производства работ.

При разработке проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР) выбор оптимального варианта строительного-монтажных машин в значительной степени определяет эффективность технологии и организации строительства в целом. [1, с. 52]

Алгоритм расчета потребности в строительной технике произведем на примере подачи пачки арматуры башенным краном в ходе устройства монолитного каркаса сооружения.

Башенный кран — один из ведущих средств механизации в парке строительных машин.

Подбор средств механизации осуществляется путем сравнения эксплуатационной производительности строительной машины с требуемой производительностью строительной машины (1).

$$P_{э} \geq P_{тр}, \quad (1)$$

где $P_{э}$ — эксплуатационная производительность строительной машины [м/час, т/час];

$P_{тр}$ — требуемая эксплуатационная производительность строительной машины для выполнения объема работ в заданные сроки.

Эксплуатационная производительность строительной машины определяется по формуле (2) с учетом коэффициента использования строительной машины по времени (K_v), отражающим в совокупности степень надежности машины и организацию работ при ее эксплуатации, и коэффициента управления (K_u), отражающего степень квалификации оператора по управлению машиной. Расчет производится для различной продолжительности эксплуатации: час, смена, месяц, год. [2, с 11]

$$P_{э} = \frac{3600 \cdot Q}{T_{ц}} \cdot K_u \cdot K_v, \quad (2)$$

где $P_{э}$ — эксплуатационная производительность строительной машины [м/час, т/час];

Q — выработка продукции [м, м², м³, т, шт];

$T_{ц}$ — время цикла [час];

K_u — коэффициент управления;

K_v — коэффициент использования машины по времени.

Наибольшая эффективность строительной машины будет достигаться в случае максимального сокращения продолжительности цикла выполнения операции $T_{ц}$.

Время цикла $T_{ц}$ — одна из основных переменных, влияющих на производительность башенного крана.

Продолжительность времени цикла $T_{ц}$ при работе башенного крана включает в себя:

- Время, затраченное на строповку груза;
- Время, затраченное на подъем груза до уровня монтажа;
- Время, затраченное на поворот стрелы крана на заданный угол;
- Время, затраченное на перемещение груза по стреле;
- Время, затраченное на монтаж конструкции и ее крепление;
- Время, затраченное на расстроповку конструкции после монтажа;
- Время, затраченное на возвращение крюка крана в исходное положение.

Проанализируем данные составляющие продолжительности времени цикла $T_{ц}$, разделим их на переменные (изменяется в ходе выполнения работы) и постоянные (не изменяются в ходе производственного процесса) и выведем в таблицу 1.

Таблица 1. Распределение составляющих времени цикла $T_{ц}$

Постоянные	Переменные
Время, затраченное на строповку груза (зависит от типа операции — не изменяется)	Время, затраченное на подъем груза до уровня монтажа (зависит от высоты подъема груза — изменяется в ходе выполнения работ)
Время, затраченное на монтаж конструкции и ее крепление (зависит от типа операции — не изменяется)	Время, затраченное на перемещение груза по стреле (зависит от рабочего радиуса производства работ — изменяется в ходе выполнения работ)
	Время, затраченное на поворот стрелы крана на заданный угол (зависит от расположения крана и места производства работ — изменяется в ходе выполнения работ)
Время, затраченное на расстроповку груза (зависит от типа операции — не изменяется)	Время, затраченное на возвращение крюка крана в исходное положение (зависит от высоты подъема, угла поворота и рабочего радиуса крана — изменяется в ходе выполнения работ)

Делаем вывод, что в ходе одного производственного процесса (подача арматурного каркаса) производительность башенного крана зависит от:

- Высоты подъема груза, H [м];
- Рабочего радиуса производства работ, R [м];

— Поворот груза на заданный угол, [град].

Учтем возможность совмещения операций в ходе подъема груза и зададимся условием, что поворот стрелы крана на заданный угол будет осуществляться в полном совмещении с процессом подъема груза на заданную высоту H .

Исходя из производственного анализа делаем вывод, что основная техническая характеристика, влияющая на производительность башенного крана — скорость подъема крюка и скорость движения каретки по стреле.

Для ускорения расчета по определению производительности, снижения ошибок в ходе расчета построим номограмму производительности.

Произведем выборку технических характеристик башенных кранов наиболее распространенных марок (Liebherr, Potain, Terex).

В результате выборки получили следующие значения:

— скорость подъема груза — 0,8 м/сек;

— скорость перемещения груза по стреле — 1,6 м/сек.

Полученные значения удовлетворяют требованиям безопасности по скорости перемещения грузов подъемными сооружениями, при которых скорость перемещения груза не должна превышать 2 м/сек.

На основании полученных значений скоростей подъема/перемещения груза по формуле (2) произведем расчет производительностей башенного крана для различных вылетов и высот подъема груза. Полученные значения сведем в таблицу 2, на основании которой построим номограмму производительности (рисунок 1).

Таблица 2. Сводная таблица производительностей

		Вылет, м					
		10	20	30	40	50	60
		Производительность, т/сут					
Высота подъема, м	10	937,65	851,06	779,11	718,38	666,43	621,49
	20	773,66	713,74	662,44	618,02	579,18	544,93
	30	658,5	614,58	576,16	542,26	512,13	485,17
	40	573,17	539,61	509,77	483,05	458,99	437,22
	50	507,43	480,95	457,09	435,49	415,84	397,89
	60	455,21	433,79	414,29	396,46	380,11	365,05
	70	412,74	395,05	378,81	363,85	350,03	337,23

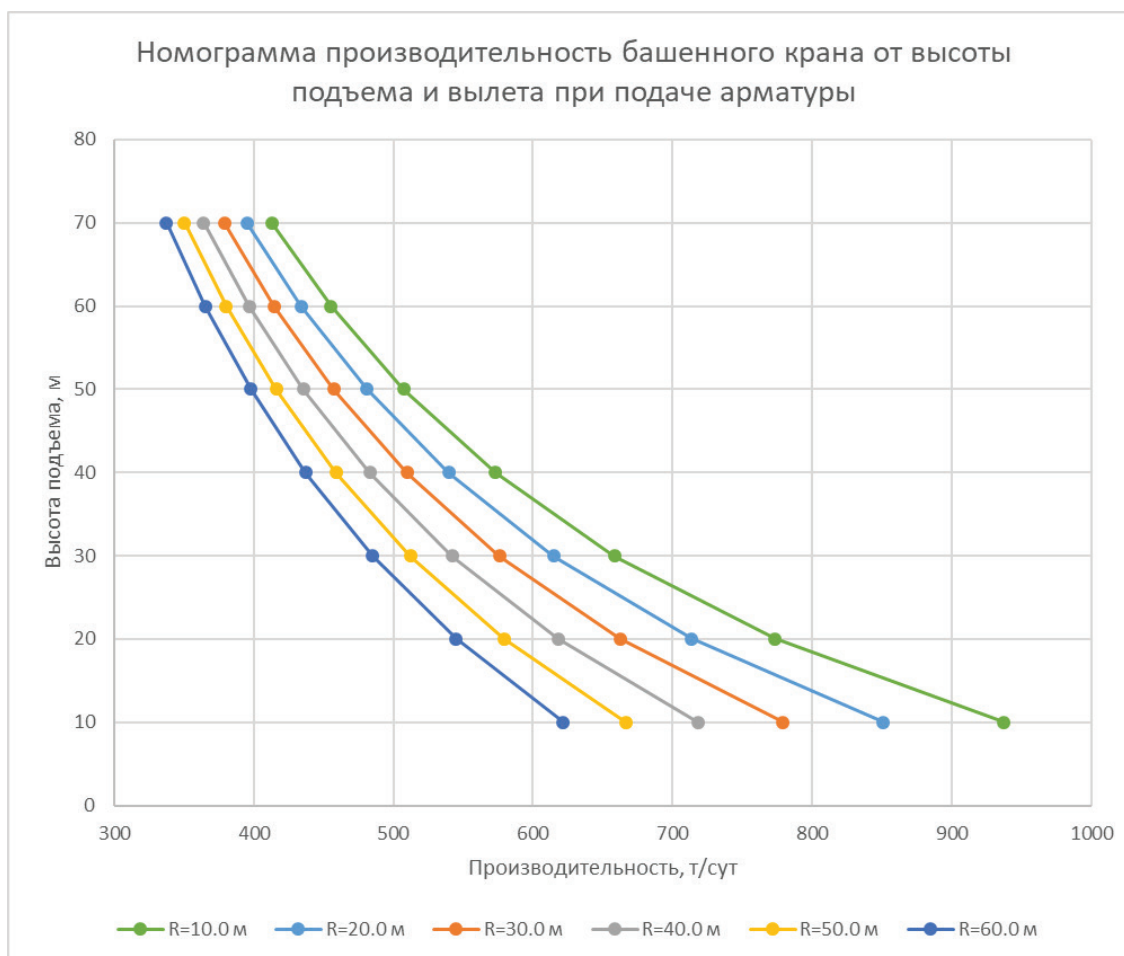


Рис. 1. Номограмма производительности башенного крана

Номограмма построена на основании выборки технических характеристик, что позволяет применять ее для различных марок башенных кранов.

На основании полученных значений эксплуатационной производительности осуществляется подбор башенного крана по формуле (1).

Литература:

1. Юдина, А. Ф. Критерии выбора оптимального комплекта строительно-монтажных машин для возведения объекта в зависимости от заданных сроков строительства / А. Ф. Юдина, О. Н. Дьячкова // Вестник гражданских инженеров. — 2008. — № 1 (14). — С. 52–55.
2. Дроздов, А. Н. Строительные машины и оборудование / А. Н. Дроздов. — М.: Издательский центр «Академия», 2012. — 448 с.

Выводы:

В ходе произведенного анализа построена номограмма производительности, применение которой позволит отказать от типового расчета в пользу работы с графической зависимостью. Это позволит снизить операционные ошибки и ускорить процесс определения производительности при формировании парка машин в ходе разработки ПОС (проекта организации строительства).

Архитектура как объект притяжения туристов

Морозов Глеб Викторович, аспирант

Государственный университет по землеустройству (г. Москва)

Морозова Евдокия Викторовна, студент

Российский государственный университет имени Косыгина А. Н. (Технологии. Дизайн. Искусство) (г. Москва)

Одной из актуальных проблем современной архитектуры является сохранение и использование историко-культурного наследия. Одним из решений данной проблемы может служить организация тематических туристических маршрутов.

Ключевые слова: перечисляются ключевые слова. архитектура, основы устойчивого туризма, норвежский опыт, малые исторические города.

Одна из важнейших проблем современной архитектуры — это сохранение и максимальное использование историко-культурного наследия, природных ландшафтов. Данное направление успешно развивается в развитых странах. Актуальна эта проблема для Российской Федерации, поскольку она имеет особую историю развития и много объектов историко-культурного наследия. Одной из форм использования историко-культурного наследия и природных ландшафтов является организация туристических маршрутов.

В Российской Федерации существует самый известный туристический маршрут — «Золотое кольцо», которому в 2017 году исполняется 50 лет. Этот термин, появившийся ввел искусствовед и журналист Юрий Бычков. В «Советской культуре» он опубликовал очерки о городах Древней Руси, объединив их общим названием «Золотое кольцо». Серия маршрутов Золотого кольца проходит по городам, сохранившим уникальные памятники истории, культуру и ремёсла. Состав городов каждого тура меняется, но в основе — восемь главных. Однако, сам маршрут «Золотого кольца», а именно дорога от города до города, на сегодняшний день, не решена с точки

зрения организации пространства и наполнения его архитектурными объектами.

В Норвегии имеются примеры удачного решения подобных комплексов. «Национальные туристические дороги» (National Tourist Routes) — проект Норвежского управления государственных дорог (Norwegian Public Roads Administration) по использованию существующей разветвленной дорожной сети как туристических маршрутов, по которым можно попасть в самые живописные районы Норвегии. [1] Для привлечения туристов дороги снабжаются инфраструктурой по проектам ведущих норвежских и зарубежных архитекторов, в том числе бюро «Снёхетта», Петера Цумтора, Сами Ринталы, Рейульфа Рамстада, Тодда Сондерса. Проект «Национальные туристические дороги» существует 20 лет. Авторы проекта решили соединить великолепные ландшафты Норвегии туристическими маршрутами. В результате было найдено 18 маршрутов, которые различаются между собой: одни идут по фьордам, другие — по горам, третьи позволяют полюбоваться водопадами, и так далее.

Главной задачей при строительстве и проектировании новых сооружений было сохранить существующий ланд-

шафт и максимально использовать уже существующую дорожную сеть. Первые сооружения, которые были возведены — маленькие смотровые площадки, но спустя

несколько лет, начали возводить более эффектные постройки. В том числе крупные парковки, магазины сувениров, кафе.



Рис. 1. Тодд Сондерс. Смотровая площадка Стегайстен на маршруте Ауралан 2006. Фото © Kjetil Rolseth



Рис. 2. Сторсезандетский мост на маршруте «Атлантическая дорога», 1989. Фото © Jarle Wæhler / Statens vegvesen

Руководство «Национальных туристических дорог Норвегии», привлекает внимание архитекторов по всему миру, проводя открытые конкурсы и приглашая именитых архитекторов. Нотационный подход, выбранный за основу при проведении реконструкции, предполагает строительство контрастно противопоставляемых объектов при использовании современных принципов построения формы,

современных строительных материалов, технологий и конструкций. Таким образом, современная архитектура, помещенная в ландшафт, контрастирует с окружающей средой, тем самым подчеркивая красоту природных ландшафтов.

Особое внимание уделяется вопросам экологии, особенно в нетронутой человеком природной среде. Нор-

вежское законодательство в обязательном порядке требует от новых проектов «устойчивости», т. е. использование долговечных материалов или натурального дерева, минимального потребления энергии и отсутствия влияния на экологическую среду. Отличительной особенностью большинства объектов является возможность их легкой замены. Благодаря этому обеспечивается обновление архитектурных объектов на туристических маршрутах.

На сегодняшний день в Российской Федерации, проектирование зданий и сооружений осуществляется на основе Архитектурно планировочного задания, выдаваемого органом местного самоуправления, в котором не затронуты вопросы качества самого архитектурно-художественного решения. Однако, принимаемые для осуществления композиционные решения застройки должны исходить из рационального природопользования, соответствия ком-

позиции исходным географическим и геологическим условиям с учетом их перспективной динамики, условий включения в застройку природных или искусственных ландшафтов, имеющейся энергоинформационной обстановки и ее динамики с учетом создаваемой застройки.

Существующие нормативные акты Российской Федерации не решают проблемы новой застройки в исторически сложившихся городских ансамблях, что приводит к утрате уникальной архитектурной среды, объектов культурного наследия.

Положительный опыт Норвегии возможно применить и к уже существующему в России туристическому маршруту — «Золотое кольцо». Дополнив самым маршруты новыми архитектурными объектами, подчеркивающими красоту природы и богатство ландшафтов: возвышенности, низменности, озера не только на территории самих объектов маршрута, но и по маршруту следования.

Литература:

1. «Национальные туристические дороги» в Норвегии: новые объекты Code arkitektur и Петера Цумтора [Электронный ресурс] / Журнал «Speech» / М., 2016 URL: <https://archspeech.com/article/nacional-nye-turisticheskie-dorogi-v-norvegii-novye-ob-ekty-code-arkitektur-i-peter-cumtor> (дата обращения 19.04.2019)
2. Барабошина, Н. В. Малые города России: как остаться в истории [Электронный ресурс] / Н. В. Барабошина // Ярославский педагогический вестник, 2012. № 3. Том I (Гуманитарные науки).
3. Проблемы композиции в архитектуре и дизайне среды. / М. Ю. Лимонад — МаВр-ГУЗ, 2012

Прогноз увеличения во времени несущей способности свай

Табабиров Рустам Раисович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье поставлена цель изучить этапы увеличения несущей способности свай под длительной нагрузкой во времени. В статье рассмотрены испытания свай под длительной нагрузкой и определение изменения несущей способности свай. Проведен сравнительный анализ параметров после забивки свай во времени. В результате анализа выявлены принципы увеличения несущей способности.

Ключевые слова: забивные сваи, несущая способность, нагрузки, отдых.

Многочисленные лабораторные и полевые исследования показали, что по мере консолидации и тиксоупрочнения глинистых грунтов происходит увеличение несущей способности свай во времени.

С целью изучения закономерностей увеличения несущей способности свай во времени при их работе в глинистых грунтах были проведены статические испытания свай длиной 5–12 м на специальных экспериментальных площадках. Испытания проводились в глинистых грунтах мягко и тугопластичной консистенции, в некоторых случаях с прослойками текучепластичной консистенции. «Отдых» сваям давался от 1 до 55–60 сут. Была испытана 91 свая.

На рис. 1, а приведены графики «осадка-нагрузка» одиночных свай и на основе этих графиков построена кривая изменения несущей способности одиночных свай

в зависимости от времени (рис. 1, б), которая показывает, что первые 6 суток происходит быстрый рост восприятия нагрузки свай, а к 20–25 сут этот рост затухает. Испытания фундамента из четырех модельных свай, забитых на той же площадке, проводились в том же порядке, так же построены графики «нагрузка-осадка» в зависимости от сроков испытания (рис. 2, а) и на основе этих графиков построена кривая изменения несущей способности свайных фундаментов во времени (рис. 2, б). Если ее сопоставить с кривой (см. рис. 2, б) изменения несущей способности одиночной сваи, то можно заметить, что они подобны, только у куста время увеличения несущей способности больше.

При сопоставлении этих кривых установлено, что у фундаментов с количеством свай 9, 16, 25 наблюдается

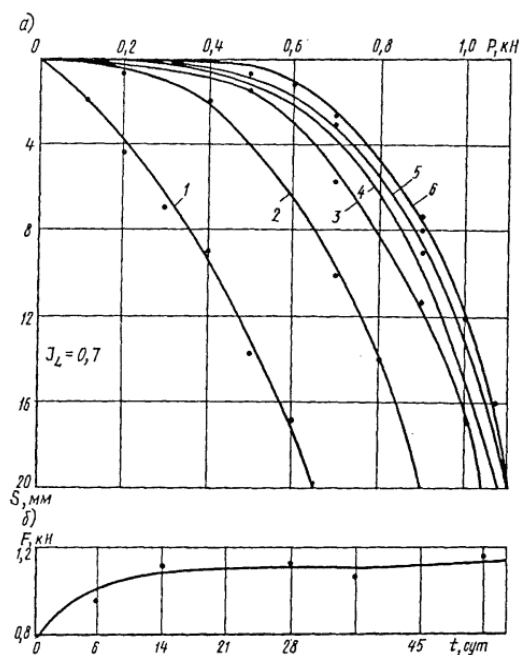


Рис. 1. Результаты статических испытаний одиночных свай (а) и изменение их несущей способности во времени (б). 1 — сразу после забивки; 2,3,4,5,6 — после забивки соответственно через 6,14,21,28,45 сут.

скачкообразный рост несущей способности во времени. Первоначально в течение 6–7 сут. происходит резкое увеличение несущей способности, а затем наступает спад роста, который продолжается приблизительно неделю у куста из 9 свай и около 10–11 сут. у фундамента из 25 свай. Эту часть кривой мы назвали «площадкой текучести», так как время идет, а увеличение несущей способности почти не происходит. После периода спада наступает период повторного интенсивного увеличения несущей способности,

который продолжается приблизительно 6–7 сут. у куста из 9 свай и 10–11 сут. у фундамента из 25 свай.

Затем происходит медленное затухание роста несущей способности и полностью заканчивается у фундаментов из 9 свай к 40–45 сут и к 60–100 сут у фундаментов из 16–25 свай.

Появление «площадки текучести» объясняется разностью скоростей рассасывания дополнительного порового давления в межсвайном и околосвайном простран-

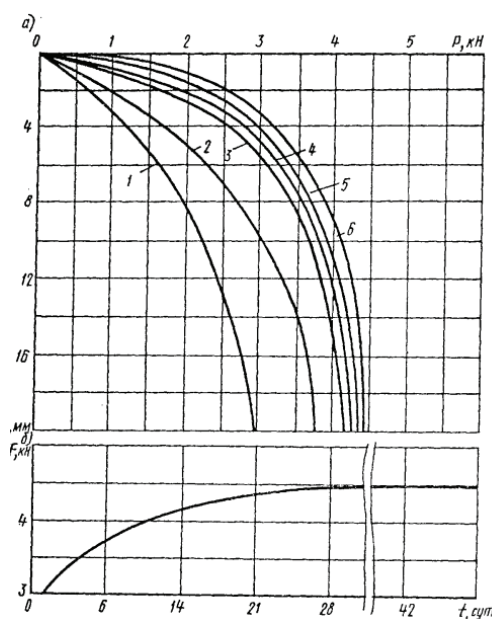


Рис. 2. Результаты статических испытаний фундамента из четырёх свай (а) и изменение его несущей способности во времени (б). 1 — сразу после забивки; 2,3,4,5,6 — после забивки соответственно через 6,14,21,28,45 сут.

стве. Первоначально в течение 6–8 сут. рассасывается дополнительное поровое давление в околовсвайном пространстве, что приводит к мгновенному увеличению силы трения по наружным граням угловых и средних свай крайних рядов фундамента [1].

Само по себе время длительного «отдыха» свай не является очевидным фактором, влияющим на увеличение несущей способности свай. В то же время для свай, работающих в нагруженной конструкции, отмечается однозначное увеличение несущей способности по сравнению с одиночной. Это можно объяснить следующим:

1. Известно, что повторное нагружение свай вызывает меньшее приращение осадок, чем первичное нагружение. В процессе погружения свай в свайном поле часто наблюдается выпор ранее погруженных свай, в связи с чем под острием сваи грунт имеет более низкие механические характеристики, чем природный. Первичное нагружение сваи приводит уплотнению или выдавливанию этого прослойка и погружению острия сваи до природного слоя грунта. Если свая не получила выпора, первичное нагружение вызовет уплотнение слоя грунта под острием. В связи с этим повторное нагружение производится в грунте с более высокими механическими характеристиками. Испытания же свай в конструкциях и представляют собой повторное нагружение, причем в течение более длительного времени первичного нагружения, когда реализуются осадка сваи и уплотнение грунта, большие, чем при относительно кратковременных статических испытаниях.

Литература:

1. Бартоломей, А.А., Омельчак И.М. Увеличение несущей способности свай и свайных фундаментов во времени при работе в водонасыщенных глинистых грунтах.
2. Парамонов, В.Н., Тихомирова Л.К. Изменение несущей способности забивных свай во времени // Реконструкция городов и геотехническое строительство. 2000. № 1. С. 127–131.

Идеальные города прошлого и будущего

Тапалчинова Диана Нурлановна, студент
Томский государственный архитектурно-строительный университет

В работе были рассмотрены проекты идеальных городов и проблемы их реализации, начиная от эпохи Возрождения до современности.

Ключевые слова: *идеальный город, проект, градостроительство, эпоха Возрождения.*

С древних времен дом играл важнейшую роль для человека. Тогда он служил укрытием от осадков, диких животных, был местом для отдыха. Главной его функцией являлась защита, внешний же вид не имел большого значения. С развитием цивилизации начали появляться поселения, которые в будущем перерастали в целые города. Стало возможным придавать жилищу более эстетичный вид, используя новые строительные материалы. Люди на-

2. При нагружении основания весом здания в нем создается напряженное состояние, вызывающее увеличение горизонтальных напряжений на боковую поверхность свай по сравнению с природными горизонтальными напряжениями и приводящее к увеличению сил трения по боковой поверхности. Проблема прогноза изменения несущей способности свай, испытывавших внешнюю нагрузку в течение длительного времени, остается открытой и актуальной и требует проведения специальных исследований. Не исключено, что в процессе исследований окажется, что отпадает необходимость оценки несущей способности таких свай и проектирование оснований сооружений при изменении нагрузок следует выполнять только по второй группе предельных состояний [2].

Увеличение несущей способности происходит по причине, что при устройстве свай в водонасыщенные глинистые грунты появляются дополнительные сдвигания в поровой воде, возникает разрушение структурной взаимосвязи скелета грунта. С течением времени наблюдается релаксация напряжений, поровое давление падает, а давление в скелете грунта возрастает до стабилизированных значений. Одновременно начинается тиксотропное упрочнение грунта. Оно вызвано развитием в грунте новых структурных связей вследствие увеличения их количества в единице объема при сжатии грунта сваями и слеживании грунта под воздействием возникших напряжений.

чали воспринимать дом как часть городской среды. Дома образовывали улицы, появилась необходимость в общественных местах для досуга, для прогулок на свежем воздухе. Люди начали задумываться о том, чтобы сделать свои города удобными и приятными для проживания.

Процесс создания идеального города непрост и может растянуться на долгие годы. Поэтому для раскрытия данной темы формируются следующие задачи: определить

основные черты идеальных городов прошлого и будущего; изучить принципы и проблемы создания идеальных городов.

Идеальный город представляет собой концепцию некоей утопии, совершенно организованного пространства в социальном и архитектурном плане.

Попытки реализации проектов идеальных городов начались в эпоху Возрождения. Человек со своими потребностями к любви, комфорту и удобству становится главным символом этого времени.

Время в эпоху Возрождения было беспокойным, и города воспринимались, в первую очередь, как укрепленные поселения. Поэтому проекты «идеальных» городов были направлены на строительство оборонительных сооружений. Город с симметричными формами звезды, круга или лабиринта казался архитекторам, наиболее подходящим для выполнения поставленных задач [2].

Сохранилось множество проектов архитекторов, внесших что-то свое в историю градостроительства. Например, Антонио Филарете создал первый проект звездообразного города Сфорцинды [1].

Бернардо Гамбарелли (Росселино) подхватил существующие идеи и разработал проект ныне существующего города Пьенца. Тот в свою очередь стал одним из немногих удачных превращений из средневекового поселения в идеальный город Ренессанса.

Неудачным примером реализованного и существующего по сей день города этой эпохи является Пальманова (архитектор Винченцо Скамоцци). Этот проект обещал соответствовать всем социальным и военным требованиям. Однако, несмотря на выгодные условия, никто не решился в него переехать. В итоге он заселялся принудительно [2].

К концу XVI в. Джорджо Вазари и Томмазо Кампанелла разработали проект с символическим названием «Город солнца». Особенности города являются: прямоугольная сетка улиц; деление плана на модули; расположение площади в центре; пересечение улиц образует систему второстепенных площадей; сами улицы ориентированы с одной стороны на ворота в город, с другой на центральную площадь.

В последующие столетия идея замкнутой уличной перспективы спровоцировала значительные сдвиги в практике градостроительства, представив в новом виде характер взаимосвязи архитектуры и планировки.

Непосредственный вклад в развитие градостроительных идей внес Шарль Фурье, который считал идеальным вариантом делить поселения на два вида: фаланстеры, окруженные сельской зоной и концентрические поселения городского типа.

Фаланстер имел подобие дворцового комплекса с симметричной композицией, регулярной и многоэтажной застройкой.

Город концентрического типа делился на три зоны, начиная от центра: коммерческо-административный, индустриальный и сельскохозяйственный районы. Зоны имели

разделение в виде широких зеленых полос, а плотность застройки возрастала к центру. Эта идея дала почву для создания Эбинизером Говардом, жившего сто лет спустя, градостроительной концепции «Города-сада» [3].

Данная концепция заключена в сочетании лучших свойств города и деревни. Небольшие города образовывали группы с единым центром, общее население которого составляло порядка 250 тыс. человек.

В настоящее время большинство этих проектов не являются актуальными. В современном мире сложно представить выстроенную вокруг города крепостную стену, к тому же городское население растет, и проекты теряют свою компактность. Рассматривая приоритеты идеальных городов будущего, необходимо отметить следующие известные проекты.

Город без автомобилей — давняя идея современного человека, потому что от их выбросов наносится немалый вред окружающей среде. Поэтому в Китае разработан проект под названием Великий город (Great City). Разработчики в своем проекте используют приемы, благодаря которым исчезает необходимость в использовании автомобилей:

- территория в центре города застраивается жилыми домами;
- магазины, школы, больницы и другие сооружения размещаются, начиная от жилого комплекса и дальше по периферии;
- парковая инфраструктура обеспечивает быструю доступность к окраинам города (10–15 минут);
- передвижение осуществляется пешком или с помощью велосипеда.

Таким образом, расход энергии и воды уменьшается, а количество выбросов снижается на 90 %, чем в городах с такой же площадью.

Также интересна идея города, в котором количество выбросов углерода сведено к минимуму. В проекте из Арабских эмиратов отсутствуют как машины, так и небоскребы. Удовлетворение потребностей жителей города осуществляется с помощью природных источников: солнечной и ветровой энергии. Таким образом значительно сокращается количество вредных отходов.

Необычный проект был представлен австралийскими архитекторами, в котором с целью экономии территории г. Мельбурн развивается не по горизонтали, а по вертикали. Поэтому предлагается соответствующее передвижение: под землей и в воздухе. Сверху планируется возвести прозрачную конструкцию для сбора солнечной энергии.

Несмотря на то, что вышеперечисленные проекты прошлого и будущего трудно реализовать, в них существуют как недочеты, так и преимущества. Идеальный город был и будет одним из важнейших исторических и культурных символов, которые обозначают стремление человечества сделать жизнь лучше. Очевидно, что идеальному городу трудно существовать в неидеальном мире. Но несмотря на то, что не все проекты реализуются, каждый из них оставляет свой след в истории градостроительства.

Литература:

1. Филарете (Антонио Аверлино). Трактат об архитектуре / Пер. и примеч. В. Глазычева. М.: Русский университет, 1999. — 448 с.
2. Баткин, Л. М. Ренессанс и утопия // Баткин Л. М. Итальянское Возрождение: проблемы и люди. М.: РГГУ, 1995. — 401 с.
3. Э. Говард Завтра: мирный путь к реальной реформе — Swan Sonnenschein & Co, 1898—161 с.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Влияние кормовых добавок нового поколения на молочную продуктивность коров

Махатов Болахан Махатович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Абдурасулова Айгерим Ержановна, студент магистратуры
Казахский национальный аграрный университет (г. Алматы)

Многолетняя практика животноводства зарубежных стран подтвердила высокую эффективность полноценного и сбалансированного кормления молочного скота по детализированным нормам кормления: годовой удой коров повышается на 450–600 кг, среднесуточный прирост — почти в 2 раза, уменьшается расход кормов на 1 кг прироста. При этом достигается экономия зернофуража на 25 %, себестоимость продукции снижается на 40–60 % [1,2,3].

Недостаточное поступление с кормом энергии и других питательных веществ покрывается за счет тканевых запасов организма. Интенсивное расходование запасов жира (до 0,5–1 кг в сутки) и других питательных веществ приводит к потере живой массы, нарушению обмена веществ, особенно углеводно-жирового, кетозам, снижению удоев и уровня воспроизводства стада. Главным резервом повышения молочной продуктивности коров является разработка адаптированных, эффективных и дешевых, высокоэнергетических кормовых рационов на основе фактической питательности местных кормов.

Цель исследований — совершенствование системы полноценного, сбалансированного кормления лактирующих коров.

Задачи исследований:

- изучение фактического состава и питательности кормов хозяйства;
- разработка детализированных рационов для лактирующих коров по 20–25 показателям с продуктивностью 6,0–7,0 тыс. кг молока в год;
- определение дефицита питательных веществ, макро- и микроэлементов, а также витаминов в рационе;
- разработка рецепта адресного премикса для балансирования рационов по контролируемым показателям;
- проведение научно-хозяйственного опыта;
- проведение балансового опыта;
- определение экономической эффективности организации полноценного кормления лактирующих коров.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые в условиях юго-востока Казахстана разра-

ботаны полноценные, сбалансированные рационы кормления на фоне детализированных показателей в молочном скотоводстве по 24 элементам питания, с использованием разработанной комплексной кормовой добавки (премикса) на основе фактического химического состава кормов и изучено их влияние на молочную продуктивность, качество молока и использование питательных веществ кормовых средств. Объектом исследований служили высокопродуктивные молочные коровы черно-пестрой породы. Результаты исследований расширяют наши знания о том, что удовлетворение потребностей животных по всем рекомендуемым питательным веществам и пластическим элементам способствует повышению продуктивности и реализации генетического потенциала животных. Разработки обеспечат рациональное использование кормовых ресурсов, повышение производства молока, будут способствовать обеспечению продовольственной безопасности РК. Ожидаемые результаты будут способствовать дальнейшему развитию животноводства в РК.

Исследования были проведены на базе в КХ «Агора», расположенный в Алматинской области. Химический анализ и оценка питательности имеющихся кормов, а также их остатков и продуктов обмена (кал, моча) проводились в лабораториях ТОО КазНИИЖиК и КазНАУ (Казахстанско-Японский инновационно-исследовательский центр), которые располагают ультрасовременными приборами и оборудованием соответствующие международным стандартам. Для опыта было сформировано по принципу пар аналогов [4] подопытные группы коров черно-пестрой породы по 8 голов в каждой с удоем 6,0–7,0 тыс. кг молока в год и выше за предыдущую лактацию (таблица 1).

На фоне научно-хозяйственного опыта по общепринятой методике [4] проведен физиологический опыт на 3 головах черно-пестрой породы. В процессе проведения опыта из каждой группы по изучению переваримости питательных веществ рационов, баланса азота, кальция и фосфора отобраны образцы кормов, их остатков, кала,

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Количество, гол.	Исследуемый фактор
Контрольная	8	ОР — основной рацион, сбалансированный по 8 показателям питательных веществ (принятый в хозяйстве)
Опытная	8	ОР — основной рацион, сбалансированный по 24 показателям питательных веществ с использованием премикса

мочи, крови для проведения полного зоотехнического анализа.

В ходе эксперимента учитывалась живая масса на основе ежемесячных взвешиваний. Учет потребленных кормов проводился на основе еженедельных контрольных кормлений в два смежных дня, молочная продуктивность определялась на основе еженедельного учета молочной продуктивности.

В конце научно-хозяйственного опыта проведен расчет экономической эффективности разработки с определением чистого дохода, экономического эффекта на 1 голову по сравнению с базовым вариантом [5]. Полученный основной цифровой материал обработан методом вариационной статистики, с использованием компьютерной программы [6].

Перед началом опыта была изучена кормовая база хозяйства. В результате чего было установлено, что её основу составляют сено люцерновое, сенаж люцерновый, силос кукурузные и концентратная смесь, состоящая из отрубей пшеницы, ячменя, шрота сои и кукурузы. От имеющихся кормов были отобраны образцы и изучен их состав (таблица 2).

Для проведения научно-хозяйственного опыта по принципу пар-аналогов было сформировано группы подопытных коров черно-пестрой породы по 8 голов в каждой (контрольная и опытная) с продуктивностью 21–22 кг молока в сутки.

В уравнивательный период подопытным животным обеих групп скармливали одинаковые рационы. В учетный период опыта контрольная группа осталась на своем рационе, а опытная — на рационе, сбалансированном по 24 показателям за счет комплексной кормовой добавки (премикса). На основе фактического химического состава кормов и продуктивности животных были разработаны детализированные рационы. Затем с учетом потребности животных в питательных веществах и наличия их в рационе были определены лимитирующие факторы питания в рационах кормления молочных коров. Анализ результатов показывает, что в рационе ощущается дефицит в количестве сахара — 61,2%, фосфора — 21,3%, меди — 17,2%, кобальта — 47,6%, марганца 11,7%, магния — 32,8%, цинка — 23,4%, йода — 67,12% и витамина Д — 91,8%. Этот дефицит и послужил основанием для разработки премикса.

На основе лимитирующих факторов и продуктивности животных был разработан рецепт и изготовлен премикс для весенне-летнего периода на Казахско-Бельгийском

заводе ТОО «Кормовик», который восполнял дефицит макро- и микроэлементов и витаминов.

Научно-хозяйственный опыт состоял из трех периодов: предварительного (30 дней), переходного (10 дней) и учетного или главного.

В уравнивательный период проверялась аналогичность состава групп, проводилась замена животных, если выяснялись существенные различия в продуктивности животных или по каким-либо другим причинам. В переходный период животные постепенно привыкали к условиям опытного режима кормления и содержания. В учетный период опыта контрольная группа получала хозяйственный рацион, а опытная — рацион, сбалансированный за счет премикса по 24 показателям. С учетом продуктивности животных проводилась ежемесячная корректировка рационов, соответственно уточнялась норма введения премикса в рацион опытной группы животных. Химический состав и питательная ценность кормов КХ «Агора» приведены в таблице 2.

Среднесуточные рационы подопытных животных не имели различий по набору кормов, но значительно отличались по качеству рационов, так как сбалансированность рационов была разной в следствие того, что животные опытной группы в течении учетного периода получали вместе с концентратной смесью премикс, который восполнял дефицит недостающих макро- и микроэлементов, а также витаминов, что оказывало положительное влияние на обмен веществ в организме и соответственно состояние здоровья животных. Это в свою очередь оказало положительное влияние на потребление кормов. Так поедаемость сена в контрольной группе составила 72,59% — 76,17%, а в опытной — 84,29–86,58%, силоса кукурузного — 85,97% и 89,53%, зеленой массы люцерны — 91,52% и 93,97%, концентраты поедались полностью. В данном случае, на наш взгляд, основное влияние на потребление кормов оказал фосфор, так как это составная часть ядра клеток, он играет важную роль в обмене углеводов, жиров и белков. При недостатке в кормах фосфора у животных ухудшается аппетит, суставы становятся малоподвижными, у жвачных животных наблюдается атония преджелудков и потеря аппетита. Проявляются различные заболевания, снижается отдача продукции на 1 ц корма, упитанность, продуктивность и воспроизводительные способности животных.

Естественно, что снижение потребления кормов оказало отрицательное влияние на потребление питательных и биологически активных веществ в контрольной группе

Таблица 2. Результаты химического анализа кормов

Наименование	ПВ, %	ГВ, %	ОВ, %	СВ	В натуральном виде										Корм. ед. на 1 кг.	Перев. протеин	ОЭ	ЭКЕ
					Протеин	жир	клетчатка	БЭВ	сахар	крахмал	зола	Са	Р	каротин				
Силос кукурузный	73,5	5,9	75,06	24,94	2,15	1,48	9,51	10,1	1,99	3,98	1,7	0,29	0,08	0	0,15	13,31	2,58	0,26
Силос кукурузный	71	4,25	72,23	27,77	2,38	1,51	12,53	9,7	1,83	4,35	1,65	0,32	0,09	10,35	0,15	14,74	2,81	0,28
Сено люцерновое	7,95	3,86	11,5	88,5	12,24	2,03	25,68	40,91	5,06	0	7,64	2,3	0,18	21,54	0,58	88,15	9,39	0,94
Сенаж люцерновый	42,78	2,48	44,2	55,8	4,12	3,49	19,05	27,25	4,12	0	1,89	1,14	0,17	14,42	0,38	27,6	4,96	0,5
З/смесь: отруби ячменя, сои, кукурузы	10	5,9	15,31	84,69	11,25	3,06	4,23	63,72	0	42,3	2,43	1,8	0,5	1,5	0,81	89,1	10,63	1,06
З/смесь: дробленый ячмень, соевый шрот, кукуруза	15,13	4,65	19,08	80,92	12,39	2,63	5,09	57,67	0	39,29	3,14	1,61	4,75	1,44	0,76	98,14	9,99	1
Отруби пшеничные	10	3,67	13,3	86,7	16,38	3,96	9,54	50,97	0	35,64	5,85	1,26	6,3	1,44	0,77	130,22	9,81	0,98

животных. Так потребление энергии в сутки на 1 голову в опытной группе составило соответственно 19,41–19,54 ЭКЕ или 17,9–18,2 корм. ед., а в контрольной 16,48–16,87 корм. ед. соответственно или ниже на 8,6–9,2%.

Среднесуточные рационы подопытных коров за учетный период опыта по фактическим потребленным кормам приведены в таблице 3.

Таблица 3. Среднесуточные рационы дойных коров за учетный период опыта

Наименование кормов	Хозяйства	
	КХ «Агора»	
	контрольная	опытная
Сено люцерновое	3,5	4,5
Силос кукурузный	16	18,5
Сенаж люцерновый	5	7
Зерно смесь (соя, ячмень, кукуруза)	3,7	5
Ячмень	-	-
Шрот соевый	-	-
Кукуруза	-	-
Премикс, гр		150
В рационе содержится		
ЭКЕ	17,7	18,3
ОЭ, МДж	170,4	181,5
ЧЭЛ	103,3	108,4
СВ, кг	16,4	16,7
СП, г	2294,2	2479,3
НРП	619,8	567,4
ПП, г	1610,0	1801,6
БАР	0<	2,0
Лизин, г	144,0	109,1
Метионин, г	72,0	67,3
Триптофан, г	51,0	29,0
СК, г	4510,0	4508,5
Крахмал, г	2700,0	2830,9
Сахар, г	1065,2	945,6
Сырой жир, г	750,0	754,3
Соль поваренная, г	126,0	126,0
Са, г	126,0	93,7
Фосфор, г	90,0	44,7
Си, мг	175,0	117,8
Кобальт, мг	13,9	2,0
Калий, г	132,0	184,4
Цинк, мг	1125,0	409,9
Железо, мг	1395,0	2181,9
Йод, мг	15,7	3,0
Витамин Д, МЕ	17,4	1864,3
Каротин, мг	785,0	734,2
Концентр. ЭКЕ в 1 кг СВ	1,0	1,1
Перевариваемого протеина на 1 ЭКЕ, г	95,0	98,5

Использование адресного премикса оказало положительное влияние на повышения переваримости и усвояемости питательных веществ кормов. Потребление практически всех питательных веществ в опытных группах было выше, чем в контрольной, что связано с более высокой поедаемостью и продуктивностью подопытных животных.

Как показывает мировой опыт развития животноводства прогресс в повышении продуктивности скота, достигнутый в последнее десятилетие, примерно на 35% определяется успехами генетики и селекции. Основная же доля повышения продуктивности достигнута за счет организации полноценного кормления при высоком уровне лечения и профилактики заболеваний, а также рациональной технологии их содержания.

На фоне научно-хозяйственного опыта был проведен опыт по изучению переваримости питательных веществ, а также баланса азота, кальция и фосфора. Исследования

проведены на 6 животных (по 3 головы из каждой группы) в вышеуказанном хозяйстве.

Таблица 4. Коэффициент переваримости питательных веществ рационов

Показатель	КХ «Агора»	
	контрольная	опытная
Сухое вещество	80,07±1,59	82,90±2,42
Органическое вещество	81,51±0,31	83,36±0,39
Протеин	74,29±0,39	80,15±0,24
Жир	79,87±0,51	81,37±0,40
Клетчатка	76,72±0,40	79,53±0,64
БЭВ	58,90±0,64	86,01±0,63

В биологическом отношении многие минеральные добавки чрезвычайно активны, и они прямо или косвенно влияют на многие стороны обмена веществ, в том числе и на переваримость питательных веществ рационов [7].

Лучшие результаты по переваримости всех органических веществ отмечены у коров опытных групп, а наиболее высокие показатели были в опытной группе КХ «Агора». Так, в этом хозяйстве у коров опытной группы сухое вещество переварено больше на 3,5%, сырой протеин — 7,9%, сырая клетчатка — 3,6%, БЭВ — на 46,1% соответственно по сравнению с контрольной группой. В исследованиях В. А. Юдина [7] использование премикса при кормлении лактирующих коров способствовало более полному перевариванию питательных веществ. Так, коэф-

фициенты переваримости сухого и органического веществ в опытной группе по сравнению с контрольной возросли соответственно на 3,15 и 1,14% (65,69 против 62,54% и 67,55 против 66,41%).

Все жизненно важные процессы в организме, участниками которых являются и минеральные вещества, и витамины, связаны с белковым метаболизмом. В процессе переваривания, всасывания и межклеточного обмена азотистые соединения корма претерпевают существенные изменения, поэтому в одну из задач входила исследования баланса азота. Показателями, характеризующими обмен веществ в организме и обеспеченность протеином и минеральными веществами, являются данные об использовании азота, кальция и фосфора (таблице 5).

Таблица 5. Среднесуточный баланс азота, кальция и фосфора (г на 1 голову)

Показатель	Хозяйства	
	КХ «Агора»	
	контрольная	опытная
Азота		
Принято с кормом	348,63±1,50	376,80±4,16
Выделено с калом	113,37±0,92	121,87±2,70
Выделено с мочой	98,26±0,92	86,63±2,38
Выделено с молоком	129,54±4,88	149,68±2,59
Баланс ±	+7,46±0,16	+18,62±0,64
Использовано азота на продукцию, %	37,15±0,81	39,72±0,67
Кальция		
Принято с кормом	140,08±0,56	142,72±0,43
Выделено с калом	75,61±0,67	73,82±1,03
Выделено с мочой	5,63±0,07	6,20±0,18
Выделено с молоком	38,32±0,88	4,73±0,27
Баланс ±	+20,52±0,72	+21,97±0,66
Использовано кальция на продукцию, %	27,36±0,59	28,53±0,46
Фосфора		
Принято с кормом	74,98±0,31	78,11±0,27
Выделено с калом	40,20±0,21	38,78±0,48
Выделено с мочой	0,79±0,02	0,86±0,04
Выделено с молоком	25,05±0,34	28,48±0,39
Баланс ±	+8,94±0,31	+7,32±0,94
Использовано фосфора на продукцию, %	33,41±1,12	36,46±0,37

Баланс азота кальция и фосфора был рассчитан на основании данных физиологического опыта, химического состава кормов, остатков кормов, кала, мочи, и молока.

Животные контрольных группы потребили азота с кормом достаточно меньше в среднем на 5,3% и 7,1% соответственно, чем животные опытных групп. Однако валовое поступление азота не может служить показателем эффективности пользования азотистых частей рациона. Для лактирующих коров более важно проследить распределение азота между продуктами выделения молоком и отложением в теле. Животные всех групп имели положительный баланс азота. Животные опытных групп достоверно более эффективно использовали принятый с кормом азот на синтез молока — на 6,92 и 20,6% больше по сравнению с контрольными группами соответственно. Существенное значение при определении полноценности кормления лактирующих коров имеет минеральное питание. Кальций составляет около 2% массы тела КРС, а фосфор — 1%. Коровы опытных групп использовали кальция на продукцию больше, значение составило 4,5 и

31,9%, чем контрольные животные, а фосфора соответственно — на 9,15 и 25,6%. Введение в рацион коров адресного премикса обеспечил не только положительный баланс азота, кальция и фосфора, но и способствовал более рациональному распределению этих элементов питания между продуктами выделения и молоком.

Аналогичная закономерность отмечена в исследованиях ряда других ученых [8,9]. Аналогичная закономерность отмечена в опытах Арнаутковского И.Д., Гуляева С.В., Кондратьева В.Н. и др. [10]. В их исследованиях использование кормовых добавок позволило увеличить усвоение азота у коров с 31,00 до 35,38%, а на молоко — с 27,50 до 29,86%. К таким же результатам пришли и другие авторы [11].

Различное потребление дойными коровами питательных веществ в среднем на 1 голову за весь период научно-хозяйственного опыта, не одинаковая их переваримость и усвояемость отразились на показателях молочной продуктивности животных (таблица 6).

Молочная продуктивность коров за период научно-хозяйственного опыта (103) представлена в таблице 7.

Таблица 6. Молочная продуктивность лактирующих коров базовых хозяйств

Показатель	КХ «Агора»	
	Группы	
	Контрольная	Опытная
Удой за период опыта, кг:		
натуральной жирности	2338,1±10,2	2374,2±12,9
4%-й жирности	2197,1±4,01	2249,5±9,32
Среднесуточный удой, кг:		
Натуральной жирности	22,7±0,35	23,05±0,27
4%-й жирности	21,34±0,32	21,84±0,45
Массовая доля жира, %	3,76±0,03	3,79±0,06
Массовая доля белка, %	3,15±0,08	3,27±0,04
Всего, кг:		
молочного жира	87,92±0,14	89,9±0,12
молочного белка	73,65±0,09	77,7±0,24

Из данных таблицы 6 видно, что в хозяйстве среднесуточный удой молока за учетный период в опытных группах составили соответственно 23,1 и 23,05 кг против 22,8 и 22,7 кг в контрольных группах, или выше на 1,3 и 1,5%. По усредненным данным в опытных группах также была несколько выше средняя жирность молока (на 0,79 и 2,4%), что положительно отразилось на количестве 4%-го молока. Различия составили 3,8 и 2,3% или 0,8 и 0,5кг в пользу животных опытной группы. Таким образом, от каждой коровы дополнительно получено 82,4 и 51,5 кг молока за 103 дня научно-хозяйственного опыта.

Как уже отмечалось нами был изучен химический состав молока подопытных животных на приборе InfraХаст фирма FOSS (Дания). Следует отметить, что большинство показателей молока соответствовали норме.

Так соматические клетки находились в целом в пределах нормы, а их количество в молоке один из важнейших пока-

зателей хорошего качества продукции. Постоянный контроль наличия соматических клеток позволяет оперативно выявлять молоко от маститных коров и в результате этого повысить качество пищевых продуктов. В период физиологического опыта нами проведен химический анализ молока (таблица 7).

Установлено, что скармливание премикса оказало положительное влияние на жирность молока, которая увеличилась в обоих хозяйствах опытной группы соответственно на 0,08; 2,5%. В тоже время в опытных группах количественное значение соматических клеток составили от 225,27 против 238,08 тыс/см³, что говорит о меньшем заболевании коров маститом. Содержание сухого вещества молока хотя и выше нормы, но в опытных группах она снизилась на 2,3 и 7,6%, что говорит о более активной работе рубцовой микрофлоры.

Остальные показатели, такие как лактоза, сырой протеин (белок), хотя и находятся в пределах нормы,

Таблица 7. Химический состав молока подопытных коров

Показатели	Един. измер	КХ «Агора»	
		Группы	
		контрольная	опытная
Жир	%	3,76±0,37	3,79±0,31
Белок	%	3,15±0,0,17	3,27±0,0,46
Сухое вещество	%	12,60±0,51	12,88±0,28
Соматические клетки	тыс./см ³	237,16±6,52	238,08±4,61
Лактоза	%	4,53±0,24	4,69±0,20

однако содержание их в молоке опытных группах несколько выше, что говорит об улучшении обмена веществ. Таким образом, скармливание премикса, как показывают данные, повлекло за собой не только повышение отдельных питательных веществ, но и приблизило к норме отдельные показатели молока, особенно жира и белка.

Определение экономической эффективности производства молока позволяет говорить о целесообразности организации полноценного кормления лактирующих коров на основе применения детализированных рационов и адресного премикса.

Экономическая эффективность скармливания лактирующим коровам адресного премикса отражена в таблице 8.

Таблица 8. Экономическая эффективность производства молока при использовании детализированных рационов и адресного премикса

Показатели	КХ «Агора»	
	Группы	
	контрольная	опытная
Валовой надой на 1 голову, ц	23,38	23,74
Всего затрат, тыс. тенге	1987,3	2018,0
Себестоимость 1 ц молока, тенге	8500	8500
Цена реализации 1 ц молока, тенге	10000,0	10000,0
Выручка от реализации молока, тыс. тенге	2338	2374
Прибыль, тыс. тенге	350,7	356,0
Экономический эффект, тыс. тенге	-	+5,3

Из данной таблицы 8 следует, что за весь период учетного исследования от коров опытных групп в КХ «Агора» — на 1,55% больше, чем от животных контрольных групп. По экономическому эффективностью в КХ «Агора» 5300 тенге в расчете на 1 голову. Таким образом, экономическая эффективность показала целесообразность скармливание адресного премикса в составе детализированных норм кормления дойных коров.

Основа высокопродуктивного животноводства — создание прочной кормовой базы. Этому вопросу уделяется огромное внимание. Животноводство характеризуется прежде всего единством животного организма и кормов. У любого животного не проявится генетический потенциал продуктивности если оно не будет в полной мере обеспечено биологически полноценными кормами и кормовыми добавками нового поколения. Продукция, полученная на основе вне-

дрения разработок в производство будет экономически эффективной, конкурентоспособной на внутреннем и внешнем рынках. Нами на основе фактического химического состава кормов и продуктивности животных был разработан премикс, позволяющий балансировать рацион опытной группы по лимитирующим факторам, что позволило увеличить молочную продуктивность животных за учетный период на 1,5–1,8%.

Повышение продуктивности животных, снижение издержек производства (ресурсосбережение-кормов), повышение экономической эффективности производства единицы продукции — молока получено за счет повышения обменной энергии в рационе, лучшей сбалансированности и полноценности кормления животных, на основе включения в состав рациона высокоэнергетических кормов и биологически активных веществ. В этом направлении и проводились исследования.

Литература:

1. Буряков, Н. Детализированное кормление коров увеличит сроки их использования // Кормление с.-х. животных и кормопроизводство. — 2006. — № 11. — С. 45–46.
2. Костомахин, Н. М. Молочная продуктивность и воспроизводительная функция коров в зависимости от кормления в транзитный период // Кормление с.-х. животных и кормопроизводство. — 2013. — № 5. — С. 28–34.

3. Вольнкина, М.Г. Использование премикса «Санимакс» в кормлении коров // Кормление с.-х. животных и кормопроизводство. — 2011. — № 7. — С. 8–11.
4. Овсяников, А.И. Основы опытного дела в животноводстве. — М., 1976. — 369 с.
5. Методические указания по проведению производственной проверки научных разработок в кормопроизводстве. — ВАСХНИЛ, 1987. — 20 с.
6. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. — М.: Колос, 1969. — С. 46–49.
7. Юдин, В.А. Использование минерально — витаминного премикса на основе бентонита при раздое коров. // Кормление с.-х. животных и кормопроизводство. — 2013. — № 4. — С. 26–37.
8. Краснощекова, Т. А, Кочегаров С.Н., Шарвадзе Р.Л и др. Влияние минерального премикса на экологию обменных процессов у молодняка КРС // Зоотехния. — 2012. — № 9. — С. 11–12.
9. Петрова, Ю. А Обмен азота и молочная продуктивность лактирующих коров при скармливании минерального премикса, обогащенного критическими аминокислотами // Кормление с.-х. животных и кормопроизводство. — 2012. — № 10. — С. 32–35.
10. Арнаутовский, И.Д., Гуляева С.В., Кондратьев В.Н. и др. Влияние коммерческих и экспериментальных кормовых добавок на концентрацию микроэлементов в крови и обмен веществ у коров в период адаптации к условиям Приамурья // Зоотехния. — 2013. — № 4. — С. 10–11.
11. Алиев, А. Сравнительная оценка эффективности применения минеральных препаратов «Фармасоль РЛ» в рационах коров // Молочное и мясное скотоводство. — 2013. — № 2. — С. 28–29.

Изучение технологических режимов процесса набухания сушеного сырья Вьетнама при получении пищевых волокон

Фам Тхи Ми, кандидат технических наук;
Буй Суан Донг, кандидат технических наук
Университет Дананга (Вьетнам)

В статье представлена разработка технологических режимов процесса набухания предварительно сушеных и измельченных вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов Вьетнама при получении пищевых волокон. Установленными рациональными параметрами процесса набухания независимо от их видовой принадлежности являются гидромодуль 1:10, температура $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и продолжительность $2,8 \pm 0,2$ ч, в анолите ЭХА-раствора $\text{pH } 5,75 \pm 0,25$.

Ключевые слова: набухание, плоды манго, банан, Вьетнам, пищевые волокна, анолит, ЭХА

Study of technological regimes of the swelling process of Vietnamese dried raw materials when received dietary fiber

Pham Thi My, PhD
The University of Danang — University of Science and Education, Vietnam,

Bui Xuan Dong, PhD
The University of Danang — University of Science and Technology, Vietnam

The article presents development of technological regimes of the process of swelling of pre-dried and crushed secondary products of processing mango fruits and bananas of Vietnam upon receipt of dietary fiber. The rational parameters of the swelling process, regardless of their species, are the hydromodule 1:10, the temperature is $20 \pm 2^\circ\text{C}$ and the duration is 2.8 ± 0.2 h, in the anolyte of the ECA solution $\text{pH } 5.75 \pm 0.25$

Key words: swelling, mango fruits, banana, Vietnam, dietary fiber, anolyte, ECA

Развитие плодopерерабатывающей промышленности в Республике Вьетнам направлено на увеличение производства из тропических плодов консервированной и су-

шенной пищевой продукции (соков, джемов, пюре, конфитюров, чипсов, сухофруктов и т. п.), что приводит к образованию вторичных продуктов, объемы которых еже-

годно составляют более 800,0 тыс. т. Из них наиболее значительны вторичные продукты переработки плодов манго (более 190,0 тыс. т.) и плодов бананов (более 330,0 тыс. т.) [17]. Поиск путей утилизации отходов — достаточно актуальная задача для этой отрасли. Существующие способы переработки отходов, как правило, нацелены на производство кормовых добавок. На наш взгляд, не менее целесообразным является использование отходов от переработки плодового сырья на получение пищевых волокон, которые на сегодняшний день являются одними из самых востребованных и наиболее широко применяемых пищевых ингредиентов.

Актуальность разработки технологии получения ПВ, полученных из вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов обусловлена и тем, что они используются в качестве функционально-значимого компонента пищевых продуктов, что особенно необходимо для республики Вьетнам, пищевая промышленность которой ориентирована на производство продуктов питания с повышенной пищевой и биологической ценностью [12].

Безусловно, не менее важной проблемой является необходимость рассмотрения вопросов, нацеленных на поиск рациональных способов предварительной подготовки этого сушеного сырья к максимальному извлечению ПВ. Перед извлечением ПВ из сушеных вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов их подвергают набуханию, как правило, в водной среде. Набухание является гетерогенным процессом, протекающим в системе «твёрдое тело — жидкость» и включающим последовательно протекающие стадии, основными из которых являются: массоперенос на границе раздела фаз, диффузия в полимерной фазе и межмолекулярное взаимодействие полимер — растворитель [15, 16].

В соответствии с вышеизложенным целью работы являлось изучение технологических режимов процесса набухания сушеного сырья Вьетнама при получении ПВ. В качестве объектов исследования использовались предварительно сушеные и измельченные вторичные продукты переработки плодов манго и бананов.

Кинетика набухания вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов изучалась по методике «Физико-химические методы анализа» [2]. Микробиологические исследования вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов проводилось согласно действующей документацией. Отбор и подготовка проб для микробиологических испытаний проводились по ГОСТ 26668—85 [6], ГОСТ 26669—85 [7]. Содержание мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определялось по ГОСТ 10444.15—94 [11], количество бактерии группы кишечных палочек (БГКП) — по ГОСТ Р 50474—93 [8], содержание дрожжей и плесневых грибов — по ГОСТ 10444.12—88 [10], содержание бактерий *Salmonella* — по ГОСТ Р 52814—2007 [9].

Целью набухания сушеных вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов является ускорение процесса экстрагирования сопутствующих органических со-

единений за счет увеличения скорости диффузионных процессов, происходящих в них.

Анализ литературных данных [1, 16] показывает, что процесс набухания, как правило, осуществляется при температуре $20 \pm 1,0$ °С, гидромодуль (ГМ) зависит от вида сушеного сырья. Применяемый учеными в научных исследованиях для набухания вторичных продуктов, образуемых от переработки плодового сырья, ГМ составляет, как правило, 1:10, поэтому, в данных исследованиях нами апробирован указанный ГМ. Продолжительность процесса зависит от степени набухания и обусловлена особенностью строения растительных волокон и клеток и в среднем составляет до 5—7 часов.

Общеизвестно, что наряду с водной средой для набухания растительного сырья могут быть использованы ЭХА-растворы [3]. Преимуществом применения ЭХА-растворов является уменьшение или полное исключение химических реагентов, снижение загрязненности растительного сырья микроорганизмами (дезинфекция сырья), сокращение продолжительности технологического процесса — набухания, т. е. его интенсификации за счет эффекта каталитического воздействия [3, 5, 14].

При активации водопроводной воды получают две фракции: анолит — кислотная среда с pH 2,0—6,5 и католит — щелочная среда с pH 7,5—12,5 [3]. Исследования, проведенные учеными, доказывают, что анолит обладает повышенной проникающей способностью через биологические мембраны, оказывает ингибирующее влияние на ферментные системы, обладает выраженным электроноакцепторными свойствами, является катализатором-переносчиком кислорода. Бактерицидное действие нейтрального анолита основано на окислении веществ бактериальной клетки особенно липопротейдных мембран, которые являются единственным местом биосинтеза [3, 4].

Учеными установлено, что анолит избирательно действует на микробиоценоз, уничтожая преимущественно патогенную и условно-патогенную микрофлору. Высокая скорость проникновения и сильная окислительная способность анолита обеспечивает уничтожение не только вегетативных клеток, но и спор. Католит ЭХА-растворов обладает очень высокой смачивающей, проникающей, растворяющей способностью [3].

Поэтому нами апробирована возможность применения анолита ЭХА-раствора с pH $5,75 \pm 0,25$ в качестве раствора для набухания сушеных вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов. Процесс набухания осуществляется при температуре $20 \pm 1,0$ °С, ГМ 1:10 в течение 7 часов (рисунок 1).

Интенсивность процесса набухания контролируется по степени набухания сушеных вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов, выраженному в % от массы исходного сырья.

Анализ полученных данных показывает (рисунок 1), что сушеные вторичные продукты переработки плодов манго и бананов обладают достаточно высокой способностью

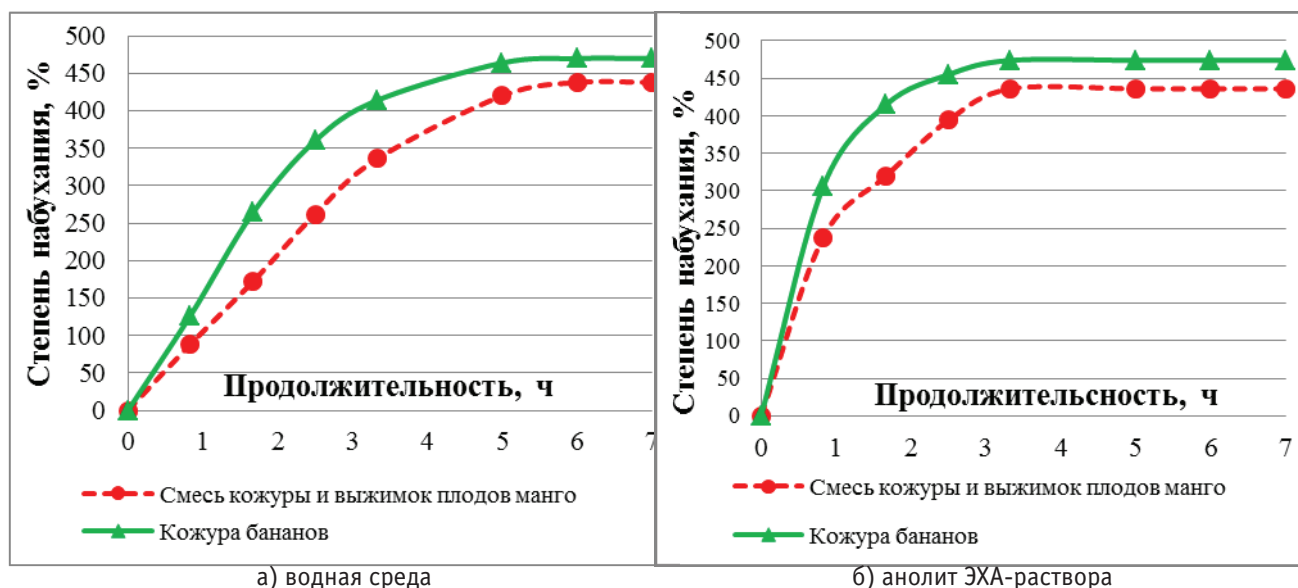


Рис. 1. Динамика набухания сушеных вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов в воде и в анолите ЭХА-раствора

к набуханию, на интенсивность которого влияет среда. Нами установлено, что процесс набухания сушеных вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов с большей скоростью протекает в анолите ЭХА-раствора, что обусловлено переходом воды в активированное состояние, увеличивающее скорость проникновения молекул воды в высушенный материал. Так, через 1 час степень набухания сушеных вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов в анолите ЭХА-раствора выше, чем в воде в 2,5–3,0 раза, через 2 часа — выше в среднем в 1,7 раза.

В водной среде процесс набухания стабилизируется через 5 часов и степень набухания составляет 420% для

смеси кожуры и выжимок плодов манго и 460% — для кожуры бананов, а в анолите ЭХА-раствора данная тенденция набухания наблюдается уже через 2,5–3,0 часа.

Поэтому, применение анолита ЭХА-раствора для набухания сушеных вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов является наиболее оптимальным, так как позволяет значительно сократить продолжительность данного процесса — практически в 2 раза.

Также установлено, что интенсивность процесса набухания в воде и в анолите ЭХА-раствора в меньшей степени зависит от вида сырья, но процесс набухания с наибольшей скоростью происходит при обработке кожуры бананов, с меньшей скоростью — при набухании смеси

Таблица 1. Микробиологические показатели безопасности вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов до и после набухания в воде и в анолите ЭХА-раствора

Наименование показателей	Требования СанПиН 2.3.2.1078–01 (п. 1.6.2.)	Исследуемые образцы					
		Кожура бананов			Смесь кожуры и выжимок плодов манго		
		Сушеная	Набухание в воде	Набухание в ЭХА-растворе	Сушеные	Набухание в воде	Набухание в ЭХА-растворе
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$5 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^3$	$4,8 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^2$
БГКП, г в 0,1 г	Не доп.	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.
Патогенные в т. ч. сальмонеллы, в 25 г	Не доп.	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.
Плесневые грибы КОЕ/г, не более	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10$	$2,5 \cdot 10$	$1 \cdot 10$	$1,6 \cdot 10$	$1 \cdot 10$	$0,4 \cdot 10$
Дрожжи КОЕ/г, не более	$5 \cdot 10^2$	$3,7 \cdot 10$	$1,9 \cdot 10$	$0,8 \cdot 10$	$4,2 \cdot 10$	$2,6 \cdot 10$	$1 \cdot 10$

кожуры и выжимок плодов манго. Кроме этого, различия в степени набухания этих видов сырья варьирует незначительно и составляет 20–25 %, что позволяет при промышленной переработке данного сырья устанавливать равную продолжительность процесса, равную $2,8 \pm 0,2$ ч.

Для оценки влияния анолита ЭХА-раствора, применяемого для набухания сушеных вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов, на их микробиологические показатели безопасности нами определено содержание КМАФАнМ, БГКП, патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонеллы, плесеней и дрожжей в них до и после набухания (таблица 1).

Из полученных данных (таблица 1) установлено, что использование анолита ЭХА-раствора рН $5,75 \pm 0,25$ для набухания сушеных вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов приводит к значительному снижению обсеменённости сырья по сравнению с исполь-

зованием водной среды. Общее КМАФАнМ снижается после набухания кожуры бананов в воде в 3 раза, в анолите ЭХА-раствора — в 10 раз, после набухания смеси кожуры и выжимок плодов манго в воде в 2,5 раза и в анолите ЭХА-раствора — в 10 раз.

Содержание плесеней и дрожжей снижается после набухания кожуры бананов в воде в 2 раза и в анолите ЭХА-раствора — в 5 раз, после набухания смеси кожуры и выжимок плодов манго в воде в 1,6 раза и в анолите ЭХА-раствора — в 4 раза. БГКП и патогенные в том числе сальмонеллы не обнаружены.

Таким образом, установленными нами рациональными параметрами процесса набухания сушеных вторичных продуктов переработки плодов манго и бананов независимо от их видовой принадлежности являются гидромодуль 1:10, температура 20 ± 2 °С и продолжительность $2,8 \pm 0,2$ ч, в анолите ЭХА-раствора рН $5,75 \pm 0,25$

Литература:

1. Алексеева, Т. В. Исследование процесса набухания жмыха зародышей пшеницы / Т. В. Алексеева, Е. А. Загорюлько, Н. С. Родионова и др. // *Фундаментальные исследования*. — 2013. — № 6. — С. 1324–1328.
2. Бабко, А. К. Физико-химические методы анализа / А. К. Бабко, А. Т. Пилипенко и др. — М.: «Высшая школа», 1968. — 336 с.
3. Бахир, В. М. Электрохимическая активация / В. М. Бахир. — М.: ВНИИИ мед. техники, 1992. — 2 ч. — 657 с.
4. Белко, А. А. Терапевтическая эффективность электроактивированных растворов при заболеваниях молодняка крупного рогатого скота / А. А. Белко, Д. А. Столбовой, М. В. Шпаркович // *Ученые записки УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академии ветеринарной медицины»*: Материалы международной научно-практической конференции «Пути решения актуальных проблем ветеринарной медицины и зоотехнии» Витебск, 3–5 июня, 2009. — Т. 45, Вып. 1, Ч. 1. — С. 103–106
5. Бывальцев, А. И. Свойства активированной воды и ее использование в пищевой промышленности / А. И. Бывальцев, Г. О. Магомедов, В. А. Бывальцев // *Хранение и переработка сельхозсырья*, 2008. — № 7. — С. 49–53.
6. ГОСТ 26668–85. Продукты и вкусовые. Методы отбор проб для микробиологических анализов. — М.: Изд-во стандартов, 1989. — 5 с.
7. ГОСТ 26669–85. Продукты и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов. — М.: Изд-во стандартов, 2001. — 14 с.
8. ГОСТ Р 50474–93. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечной палочки (колиформные бактерий). — М.: ИПК Изд-во стандартов, 1993. — 8 с.
9. ГОСТ Р 52814–2007. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. — М.: Стандартинформ, 2010. — 21 с.
10. ГОСТ 10444.12–88. Продукты пищевые. Методы определения дрожжей и плесневых грибов. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 1990. — 10 с.
11. ГОСТ 10444.15–94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. — М.: Изд-во стандартов, 1994. — 7 с.
12. Доронин, А. Ф. Функциональное питание / А. Ф. Доронин, Б. А. Шендеров. — М.: Грант, 2002. — 250 с.
13. Дудкин, М. С. Пищевые волокна / М. С. Дудкин, Н. К. Черно, И. С. Казанская и др. — К.: Урожай, 1988. — 152 с.
14. Прилуцкий, В. И. Электрохимическая активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия / В. И. Прилуцкий, В. М. Бахир. — М.: ВНИИИМТ, 1997. — 66 с.
15. Тугов, И. И. Химия и физика полимеров / И. И. Тугов, Г. И. Кострыкина. — М.: Химия, 1989. — 432 с.
16. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии. — СПб.: Химия, 1995. — 394 с.
17. Хью Туан. Устойчивое продвижение на рынок Вьетнамских фруктов / Хью Туан, Ан Тхань Дат, Чонг Тинь, Минь Куок, Нгуен Луан // *Иллюстрированный журнал Вьетнам*. — 2011. — 12 с.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 21 (259) / 2019

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, О. В. Майер

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.
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.
ISSN-L 2072-0297
ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»
Номер подписан в печать 05.06.2019. Дата выхода в свет: 12.06.2019.
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.