

ISSN 2072-0297



МОЛОДОЙ[®] УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



21
2016
Часть II

16+

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Международный научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 21 (125) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

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

Абдрашилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

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 Хуснидин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам

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

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

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

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе elibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

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.

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*

Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*

Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, *кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*

Бидова Бэла Бертовна, *доктор юридических наук, доцент (Россия)*

Борисов Вячеслав Викторович, *доктор педагогических наук, профессор (Украина)*

Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

Данилов Александр Максимович, *доктор технических наук, профессор (Россия)*

Демидов Алексей Александрович, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, *доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, *доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)*

Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, *кандидат педагогических наук, заместитель директора (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)*

Курпаяниди Константин Иванович, *доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)*

Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

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)*

Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

Шарипов Аскар Калиевич, *доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственные редакторы: Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович, Майер Ольга Вячеславовна

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; http://www.moluch.ru/.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 1.12.2016. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

На обложке изображен академик *Игорь Васильевич Курчатов* (1903–1960), отец советского «мирного атома» и водородной бомбы.

В самом начале своей карьеры блестящего молодого ученого он опубликовал более 100 результатов исследований в области физики диэлектриков и полупроводников, в результате чего ему в 1934 году без защиты диссертации была присуждена степень доктора физико-математических наук, а в 1935 году — звание профессора.

В конце 30-х годов вместе с другими учеными он принимал участие в исследованиях, которые привели к открытию явления самопроизвольного деления Урана. В 1940 году Курчатов выдвинул задачу создания уранового ядерного реактора для практического использования ядерной энергии.

Во время Великой Отечественной войны работал над защитой военных кораблей от магнитных мин, за что был удостоен Сталинской премией I степени, а в 1942 году возглавил работы по созданию атомного оружия. В декабре 1946 года под руководством Курчатова заработал первый физический реактор и получен плутоний-239. В 1948 году был запущен промышленный реактор, а в 1949 году на Семипалатинском полигоне испытана первая плутониевая

бомба. В процессе разработки атомного оружия была обнаружена принципиально новая возможность взрывного синтеза легких элементов, которая привела к созданию водородной (термоядерной) бомбы.

Несмотря на это, Курчатов всегда выступал за мирное использование атомной энергии. Под его руководством была спроектирована и построена первая в мире промышленная атомная электростанция, началось строительство атомных двигателей для кораблей ВМФ. В декабре 1969 года был спущен на воду первый ядерный атомный ледокол «Ленин». С подачи Курчатова была снята секретность со многих разработок в сфере ядерной физики, и началось совместное международное сотрудничество ученых в области управляемого ядерного синтеза.

В 1959 году Игорь Васильевич получил Серебряную медаль Мира имени Жолио-Кюри с надписью «Борцу за мир. 1949–1959 гг.».

Его именем назван город в Курской области недалеко от Курской АЭС. В его честь назван искусственный изотоп Курчатовий (лат. Kurtchatovium) — Kц, который позже был переименован в Резерфордий (лат. Rutherfordium) — Rf.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Аптрахимов Д. Р., Смольникова Ф. Х., Ребезов М. Б.**
Сравнительная характеристика растительных компонентов разработанных макаронных изделий 111
- Воронова Н. С., Бередина Л. С.**
Сравнительная характеристика функционально-технологических продуктов переработки семян льна 114
- Воронова Н. С., Овчаров Д. В.**
Сравнительная характеристика питательных сред для культивирования кефирных грибков..... 117
- Гайдук А. Р.**
Реновация медицинских объектов 121
- Данилов А. А., Середа С. Г.**
Сценарии взаимодействия пользователей интернет-портала при совместном решении сложных задач..... 124
- Дружинина Л. В., Дружинин Д. Г.**
Анализ и классификация погрешностей обучения информационно-измерительных систем на базе нейронных сетей..... 127
- Евдокимов В. С., Расулов А. А., Немченко В. Ю.**
Исследование работы сезоннодействующего термостабилизатора грунта 130
- Евдокимов В. С., Расулов А. А.**
Центробежный фреоновый компрессор для системы кондиционирования..... 133
- Егоров В. В., Томилова Н. И., Амиров А. Ж., Касылкасова К. Н.**
Методы верификации программного обеспечения..... 138
- Кабылова Д. А., Когай Г. Д.**
Расширенный конечный автомат для тестирования мобильных приложений 141
- Карасёв Ю. В., Ивашкин А. А.**
Перспективы развития охлаждения наддувочного воздуха в тепловозостроении .. 144
- Карасёва А. А., Васильева М. А.**
Выбор направления трассы скоростной магистрали Омск — Новосибирск..... 147
- Кислякова Е. В.**
Алгоритм расчета короткого напорного трубовода средствами MS Excel 149
- Когай Г. Д., Амиров А. Ж., Стародубенко Р. В., Стародубенко К. В.**
Достоинства и недостатки современных видов тестирования программного обеспечения 153
- Когай Г. Д., Амиров А. Ж., Стародубенко Р. В., Стародубенко К. В.**
Экстремальное программирование в современных условиях разработки ПО..... 156
- Колесник И. О.**
Экономия электроэнергии электропоездов 159
- Кулигина Е. С.**
Общие сведения о строительстве на зарубежном Крайнем Севере 161
- Кылычбекова Н. К.**
Исследование процессов, происходящих во время хранения сывороточно-зернового напитка «Дан-Буурчак»..... 163
- Кылычбекова Н. К.**
К вопросу о расширении ассортимента функциональных безалкогольных напитков... 166

Литвинов А. В., Бернс П. А., Абишов Е. Г., Родина Д. Е., Логинова Е. С. Реализация рекуперативного торможения на тепловозах при использовании гибридного привода 169	Санжаровская Н. С. Влияние зерновых хлопьев на хлебопекарные свойства пшеничной муки 207
Литовченко А. А., Ерусалимский Ю. А. Генератор сигналов произвольной формы на микроконтроллере AVR 173	Санжаровская Н. С. Разработка рецептур новых видов хлебобулочных изделий с использованием зерновых продуктов 210
Максимова А. М., Емельянова Д. К. Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии на современном рынке электроэнергии 177	Санжаровская Н. С. Влияние пектиновых экстрактов на хлебопекарные свойства пшеничной муки..... 213
Махмудов Т. Ф. Исследование влияния параметров системы АРВ на переходные режимы простой электроэнергетической системы с применением технологии вложения систем 179	Санжаровская Н. С. Экологические аспекты применения пектиновых экстрактов в производстве хлебобулочных изделий 216
Ниязов А. Р., Чиркин Д. О., Савельев О. В. Геотермальное отопление односемейного жилого дома..... 184	Стюфляев С. С., Юнусова М. Ю. Анализ видов предвключенных устройств и способов компоновок насосов при повышенном газосодержании перекачиваемой среды 218
Нуруллина А. Д., Кириллова Е. Д., Воробьёва А. О. Эффективность использования трубобетонных и стальных колонн в качестве вертикальных несущих элементов высотных зданий..... 186	Тошин Д. С. Натурное определение действующих напряжений в стальных элементах строительных конструкций 224
Огнева О. А., Гладкая О. О. Пребиотический потенциал фруктово-овощного сырья 195	Тульская С. Г., Чуйкин С. В., Петров С. А. Подогрев и вероятная температура нефтепродуктов в резервуарах при хранении 226
Прокопьев А. П., Емельянов Р. Т., Трещева А. И. Повышение эффективности автоматической системы нивелирования асфальтоукладчика. Разработка имитационной модели процесса ровности в среде MATLAB&Simulink 199	Умаров Ш. Б., Абдуллабеков И. А. Алгоритм расчета переходных процессов стабилизированного источника питания на базе однофазного последовательного автономного инвертора тока при частотном регулировании 228
Резниченко Н. Е., Александров А. А. Функциональный контроль интегральных микросхем 201	Чурикова Л. А., Уарисов Д. Д. Методы и перспективы борьбы с сероводородом на нефтяных месторождениях..... 232
Савченко Е. Т., Максин М. О. Анализ целесообразности строительства асфальтобетонных и цементобетонных автомобильных дорожных покрытий..... 204	Шалеев Д. В. Оптимизация процесса проектирования центробежной ступени для газотурбинного двигателя авиационного применения 236

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Сравнительная характеристика растительных компонентов разработанных макаронных изделий

Аптрахимов Денис Рафаилович, аспирант;
Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск)

Смольникова Фарида Харисовна, кандидат технических наук, доцент
Государственный университет имени Шакарима города Семей (Казахстан)

Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Уральский государственный аграрный университет (г. Екатеринбург)

В макаронной отрасли проблема повышения пищевой ценности, создания группы изделий с направленно измененным химическим составом и функционального назначения решается, в основном, путем использования в качестве рецептурных компонентов новых нетрадиционных видов сырья [1]. Пшеничная мука сегодня является основополагающим сырьем, которое используется для производства различных продуктов питания. Она обладает универсальными свойствами, именно поэтому ее можно использовать в кулинарных изделиях без каких-либо ограничений. В последние годы увеличился интерес российских и зарубежных ученых к гречневой муке. Были тщательно исследованы химический состав и другие ее характеристики [4, 5]. По результатам этих исследований были сделаны выводы о высокой биологической ценности гречневой муки и о возможности ее использования в функциональном питании [2]. Гречневая мука в промышленности, как правило, не используется в чистом виде, а применяется в виде смесей муки. Эти смеси могут содержать пшеничную, льняную, кукурузную, рисовую, или овсяную муку и различные разрыхлители [12]. Использование льняной муки, так же набирает широкое применение среди мучных продуктов питания. Льняная мука — обладает рядом полезных свойств [3]. Так в работе, Миневич И.Э., показано, что добавление льняной муки к пшеничной повышает упругие качества клейковинного комплекса пшеничной муки: упругость клейковины повышается на 14,2–29,0%. Добавление льняной муки позволяет разработать ассортимент продуктов питания с высокой биологической ценностью [6, 7].

Материалы: пшеничная, гречневая, льняная мука.

Методы: ГОСТ 10846–91, ГОСТ 29033–91, ГОСТ 29138–91, ГОСТ 29139–91, ГОСТ 29140–91, ГОСТ 27494–87.

Результаты исследований

Пшеничная мука высших сортов имеет меньше белков, по отношению к другим видам, это объясняется тем, что она состоит из бедных белками центральных частей эндоспермы. Белки пшеничной муки имеют следующий фракционный состав: проламины, глютелины, глобулины, альбумины [15]. Содержание белков в пшеничной муке высшего сорта составляет 10,8 г/100 г. Белки гречихи богаты лизином и лейцином и содержат меньше глутаминовой кислоты, пролина и аргинина и больше аспарагиновой кислоты, чем белки других зерновых культур. Причем около 56% от глутаминовой и аспарагиновой кислот представлены в виде амидов. Основными преимуществами гречневой муки являются ее низкий показатель гликемического индекса и полное отсутствие белка глютена. Содержание белков в гречневой муке составляет 13,6 г/100 г. Белки льняной муки, являются альбумины и глобулины, при этом преобладают глобулины высокой молекулярной массы (58–66%). Белки льна по аминокислотному составу более полноценны по сравнению с белками пшеничной и гречневой муки и могут дополнять, повышая ценность продуктов питания. Содержание белков в льняной муке составляет 36,0 г/100 г. По содержанию белков льняная мука на 70% превышает пшеничную муку высшего сорта и на 62% гречневую.

Жиры (липиды), находящийся в муке высшего сорта, состоит в основном из глицеридов ненасыщенных жирных кислот: олеиновой, линолевой (преимущественно) и линоленовой. Эти кислоты имеют высокую пищевую ценность, им приписывают витаминные свойства. Содержание жиров в пшеничной муке высшего сорта составляет 1,3 г/100 г. Жировая составляющая гречневой муки на 2/3 представлена полиненасыщенными жирами. Свободные липиды гречневой муки состоят из 55 различных

глицеридов, которые составляют до 13,51% от общей массовой доли жира. Причем основную массу составляют три-ненасыщенные (50%) и ди-ненасыщенные (40%) триглицериды; три-насыщенных (это, в основном, пальмитин) лишь 0,12%. Содержание жиров в гречневой муке составляет 1,2 г/100 г. Льняная мука являются самым богатым растительным источником полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) — линоленовой (омега-3) и линолевой кислоты (омега-6) [13]. Содержание жиров в льняной муке составляет 10,0 г/100 г. По содержанию жиров льняная мука на 87% превышает пшеничную муку высшего сорта и на 88% гречневую.

Пшеничная мука высшего сорта содержит быстрые (простые) углеводы, их количество составляет 69,9 г/100 г. В углеводном комплексе пшеничной муки высшего сорта преобладают высшие полисахариды. В небольшом количестве мука содержит сахароподобные полисахариды (ди- и трисахариды) и простые сахара (глюкоза, фруктоза). В гречневую муку входят медленные (сложные углеводы), их количество составляет 71,9 г/100 г. В углеводном комплексе гречневой муки преобладают легкоусвояемые сахара и энергетические вещества. В составе льняной муки входят медленные (сложные углеводы), их содержание очень низкое, по сравнению с пшеничной и гречневой мукой. Содержание углеводов в льняной муке составляет 9,0 г/100 г. По содержанию углеводов гречневая мука на 7% превышает пшеничную муку высшего сорта и на 87% льняную.

Пищевые волокна — это компоненты пищи, не перевариваемые пищеварительными ферментами организма человека, но перерабатываемые полезной микрофлорой кишечника [11]. Пищевые волокна в настоящее время признаны необходимым компонентом питания. Так как пищевые волокна содержатся в отрубьях частиц зерна, содержание их в пшеничной муке высшего сорта низкое, их количество составляет 3,5 г/100 г. В гречневой муке пищевые волокна представлены пектином и лигнином, целлюлозой и гемицеллюлозой [14]. Содержание пищевых волокон в гречневой муке составляет 2,8 г/100 г. Пищевые волокна в льняной муке представляют собой оболочки клеток семян, состоят из полисахаридов, крахмалов и лигнинов, их содержание составляет 30,0 г/100 г. Соотношение растворимых и нерастворимых волокон варьируется в пределах 1:4–2:3, что соответствует потребностям человека. Нерастворимая фракция волокон состоит из клетчатки и сложных полимерных соединений (лигнины). Водорастворимой фракцией волокон являются слизистые вещества [10, 16]. Содержанию пищевых волокон в льняной муке на 88% больше чем в пшеничной муке высшего сорта и на 91% чем в гречневой.

Результаты исследований витаминов:

1. В₁ (тиамин), играет важную роль в процессах метаболизма углеводов, жиров и протеинов. Содержание В₁ в льняной муке составляет 1,80 мг/100г, что на 90,6% больше чем в пшеничной муке высшего сорта и на 77,8% чем в гречневой;

2. В₂ (лактофлавин), необходим для образования эритроцитов, антител, для регуляции роста и репродуктивных функций в организме. В гречневой и льняной муке содержание В₂ одинаково, оно составляет 0,18 мг/100г, что на 77,7% больше чем в пшеничной муке высшего сорта;

3. В₅ (пантотеновая кислота), играет важную роль в процессах ацетилирования и окисления, участвует в углеводном и жировом обмене. В льняной муке содержание В₅ составляет 1,80 мг/100г, что на 83,3% больше чем в пшеничной муке высшего сорта, в гречневой муке этот витамин отсутствует;

4. В₆ (пиридоксин), улучшает усвоение ненасыщенных жирных кислот, способствует нормальному функционированию мышц и сердца и эффективному их расслаблению. В гречневой и льняной муке содержание В₆ практически одинаково, оно составляет 0,50–0,52 мг/100г, что на 66% — 67% превышает показатели пшеничной муки высшего сорта;

5. В₉ (фолиевая кислота), способствует клеточному делению, незаменима для развития иммунной и кровеносной системы [8]. Содержание В₉ в гречневой муке составляет 0,30 мг/100г, что на 90% больше чем в пшеничной муке высшего сорта и на 70% чем в льняной;

6. РР (никотиновая кислота), стимулирует обменные процессы с участием жиров и углеводов, способствуя получению энергии из этих веществ [9]. Содержание РР в льняной муке составляет 3,340 мг/100г, что на 64% больше чем в пшеничной муке высшего сорта и на 7% чем в гречневой;

7. С (аскорбиновая кислота), органическое вещество — одно из ключевых составляющих в здоровом питании человека, которое влияет практически на все жизненные функции организма. Аскорбиновая кислота содержится только в льняной муке, ее содержание составляет 0,660 мг/100г;

8. Е (токоферол), один из самых необходимых для организма витаминов. Его называют главным антиоксидантом в организме, который защищает клетки организма от активных форм кислорода. Содержание Е в пшеничной муке высшего сорта составляет 1,500 мг/100г, что на 80% больше чем в гречневой муке и на 77% чем в льняной;

9. Н (биотин), задействован в реакциях обмена в составе пищеварительных ферментов, присутствие которых необходимо для синтеза и расщепления жиров и белков.. Биотин содержится только в пшеничной муке высшего сорта, его содержание составляет 0,002 мг/100г;

10. К (филлохинон), необходим для нормального свертывания крови. Филлохинон содержится только в льняной муке, его содержание составляет 0,005 мг/100 г.

В результате исследования по определению в муке (пшеничная мука высшего сорта, гречневая мука, льняная мука) микро- и макроэлементов были получены данные, которые показаны на рисунке.

Fe (железо), участвует в процессах кроветворения, нормализует работу щитовидной железы, регулирует им-

мунитет, участвует в тканевом дыхании. Содержание Fe в гречневой муке составляет 4000,00 мг/100г, что на 70% больше чем в пшеничной муке высшего сорта и на 99% чем в льняной.

Zn (цинк), принимает участие в сокращении мышц, является одним из компонентов металлоферментов, играет важную роль в метаболизме белков и липидов. Содержание Zn в льняной муке составляет 4800,00 мг/100г, что на 85% больше чем в пшеничной муке высшего сорта и на 77% чем в гречневой.

Cu (медь), входит в состав многих ферментов и биологически активных металлопротеинов, участвуя в тканевом дыхании, в синтезе коллагена и эластина. Содержание Cu в льняной муке составляет 1342,00 мг/100г, что на 92% больше чем в пшеничной муке высшего сорта и на 72% чем в гречневой.

Mn (марганец), необходим для правильного развития клеток. Содержание Mn в льняной муке составляет 2370,00 мг/100г, что на 75% больше чем в пшеничной муке высшего сорта и на 68% чем в гречневой.

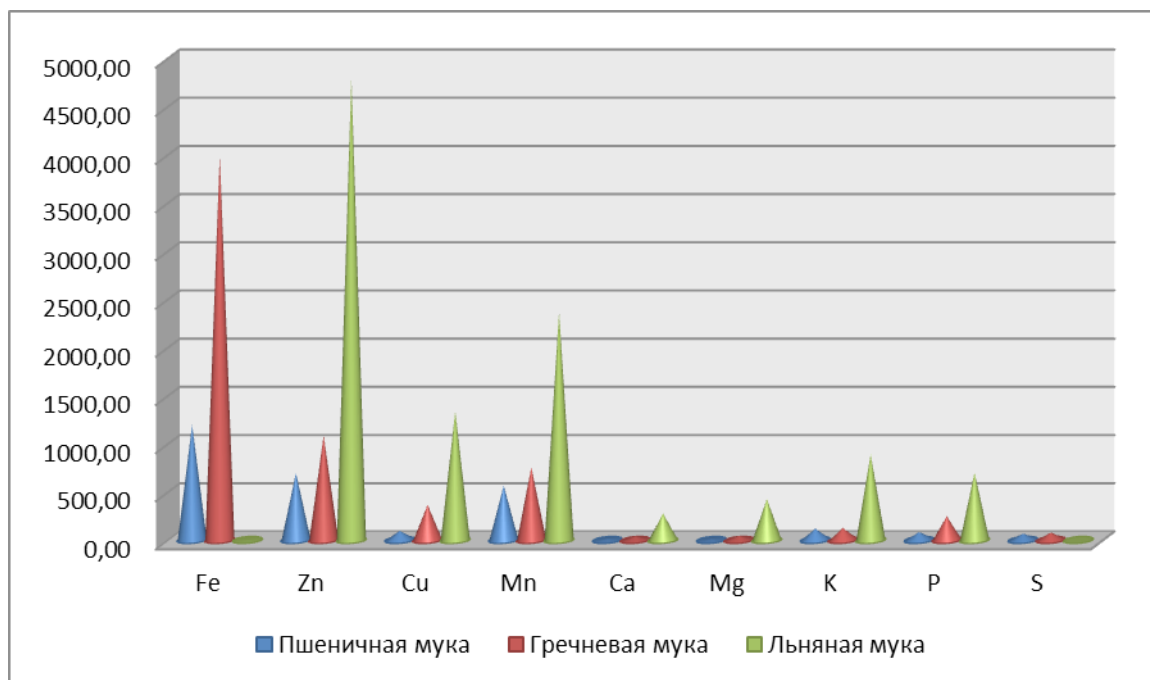


Рис. 1. Содержание в муке микро- и макроэлементов (мг/100г)

Ca (кальций), играет важную регуляционную и структурную роль, участвует в ключевых физиологических и биохимических процессах клетки. Содержание Ca в льняной муке составляет 280,00 мг/100г, что на 93% больше чем в пшеничной муке высшего сорта и на 85% чем в гречневой.

Mg (магний), является главным участником энергетических процессов, нервно-мышечных передач и механизма сокращения мышц. Содержание Mg в льняной муке составляет 431,00 мг/100г, что на 96% больше чем в пшеничной муке высшего сорта и на 88% чем в гречневой.

K (калий), нормализует сердечный ритм, сохраняет кислотно-щелочной баланс крови, является противосклеротическим средством: предотвращает накопление солей натрия. Содержание K в льняной муке составляет 894,30 мг/100г, что на 86% больше, чем в пшеничной муке высшего сорта и на 85%, чем в гречневой.

P (фосфор), относится к жизненно необходимым веществам, он входит в состав всех тканей организма, особенно мышц и мозга, участвует во всех видах обмена ве-

ществ, необходим для нормального функционирования нервной системы, сердечной мышцы. Содержание P в льняной муке составляет 706,00 мг/100г, что на 87% больше чем в пшеничной муке высшего сорта и на 64% чем в гречневой.

S (сера), повышает устойчивость организма к радиоизлучению, участвует в выделении желчи, влияет на хорошую свертываемость крови, способствует вымыванию и нейтрализации шлаков и токсинов из организма. Содержание S в гречневой муке составляет 81,00 мг/100г, что на 13% больше чем в пшеничной муке высшего сорта, в льняной муке этот макроэлемент отсутствует.

Установлено, что гречневая и льняная мука по таким важным показателям как: витаминам группы B (B₁, B₂, B₅, B₆, B₉), витаминам (PP, E), микро- и макроэлементам (Fe, Zn, Ca, Mg, K, P) превосходит пшеничную муку высшего сорта. Данные виды муки (гречневая мука, льняная мука) обладают высокой пищевой и биологической ценностью, применение которых позволит расширить ассортимент макаронных изделий, путем индивидуального и комбинированного применения.

Литература:

1. Аптрахимов, Д. Р., Ребезов М. Б., Смольникова Ф. Х. Совершенствование технологии макаронных изделий с добавлением растительного сырья (патентный поиск) // Молодой ученый. — 2015. — № 13. — с. 90–92.
2. Гречица [Эл. ресурс] Режим доступа. URL: <http://россельхоз.рф/stati/rastenievodstvo/grechihna.html> (дата обращения: 28.06.15).
3. Мачихина, Л. И., Мелешкина Е. П. и др. Создание технологии производства новых продуктов питания из семян льна // Хлебопродукты. — 2012. — № 6. — с. 54–58.
4. Гаврилова, О. М., Матвеева И. В., Вакуленчик П. И. Приготовление хлеба с использованием гречневой муки // Хлебопечение России. — 2007. — № 3. — с. 14–16.
5. Гаврилова, О. М., Матвеева И. В. и др. Сохранение свежести хлеба из смеси пшеничной и гречневой муки // Хлебопечение России. — 2008. — № 3. — с. 18–20.
6. Зубцов, В. А., Осипова Л. Л., Лебедева Т. И. Льняное семя, его состав и свойства // Российский химический журнал. — 2002. — Т. 46. — № 2. — с. 14–16.
7. Чокинэ, В. К., Гараева С. Н. и др. Серосодержащие аминокислоты в диагностике, целенаправленном поддержании и формировании здоровья // Buletinul ASM. Stiintele vietii. Nr. 3. (315). — 2011. — с. 15–35.
8. Спиричев, В. Б., Шатнюк Л. Н. Научная концепция «D3+12 витаминов» — эффективный путь обогащения пищевых продуктов // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. — 2013. — № 1. — с. 2–6.
9. Коденцова, В. М., Вржесинская О. А., Спиричев В. Б., Шатнюк Л. Н. Обоснование уровня обогащения пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами // Вопросы питания. — 2010. — Т. 79. — № 1. — с. 23–33.
10. Ильина, О. А. Пищевые волокна — важнейший компонент хлебобулочных и кондитерских изделий // Хлебопродукты. — 2002. — № 9. — с. 34–36.
11. Дудкин, М. С., Щелкунов Л. Ф. Пищевые волокна и новые продукты питания // Вопросы питания. — 1998. — № 2. — с. 35–40.
12. Мазо, В. К., Коденцова В. М., Вржесинская О. А., Зилова И. С. Обогащенные и функциональные пищевые продукты: сходство и различия. // Вопросы питания. — 2012. — Т. 81. — № 1. — с. 63–68.
13. Connor William E. Importance of -3 fatty acids in health and disease / William E. Connor // Am J Clin Nutr., 2000. — № 71, — p. 171–175.
14. Пищевые волокна: новый взгляд на традиционные добавки // Бизнес пищевых ингредиентов. — 2008. — № 3. — с. 3–4.
15. Конарев, В. Г. Белки пшеницы. — М.: Колос, 1980. — 232 с.
16. Доронин, А. Ф. Функциональное питание / А. Ф. Доронин, Б. А. Шендеров. — М.: ГРАНТЬ, 2002. — 296 с.

Сравнительная характеристика функционально-технологических продуктов переработки семян льна

Воронова Наталья Сергеевна, кандидат технических наук, доцент;
Береди́на Лидия Сергеевна, магистрант
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Перспективным функциональным ингредиентом для производства молочных продуктов являются продукты переработки семян льна, не только в физиологическом и биологическом отношении, но и с точки зрения имеющих функционально-технологических характеристик. В статье приведено исследование функционально-технологических свойств продуктов переработки семян льна.

Ключевые слова: функциональные молочные продукты, творог, продукты переработки семян льна, обезжиренная льняная мука, льняной жмых

Обезжиренная льняная мука и льняной жмых являются вторичными продуктами переработки семян льна. Льняной жмых получают при отжиме масла на шнековых прессах методом холодного прессования. Обе-

зжиренную льняную муку получают из льняного жмыха, путем его обезжиривания методом экстракции. Они представляют собой концентрат ценных в физиологическом и биологическом отношении пищевых веществ —

белков, пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ.

Изучение функционально-технологических характеристик обезжиренной льняной муки и льняного жмыха позволит определить направления их использования. К наиболее значимым функционально-технологическим свойствам следует отнести свойства, обусловленные взаимодействием белков и воды: гидратация, набухание, растворимость, вязкость, загущающая, водо- жирудерживающая способность и свойства, основанные на поверхностной активности и заключающиеся в снижении поверхностного натяжения раздела фаз [1, 3].

Обезжиренная льняная мука представляет собой сложную капиллярно-пористую систему, содержащую белки, углеводы, в том числе клетчатку.

Набухающая способность обезжиренной льняной муки — способность поглощать и удерживать влагу является важным фактором при образовании или формировании консистенции продукта.

Целью работы являлась сравнительная характеристика набухающей способности обезжиренной льняной муки с набухающей способностью льняного жмыха в молоке.

Результаты исследования степени увеличения объема белковых добавок (льняного жмыха и обезжиренной льняной муки) при гидратации в молоке в зависимости от вида добавки и температуры представлены на рисунке 1.

Полученные данные свидетельствуют, что процесс набухания как льняного жмыха, так и обезжиренной льняной муки имеет идентичный характер, но обезжиренная льняная мука обладает большей набухаемостью, чем льняной жмых. С повышением температуры молока от 20 до 80°C степень увеличения объема льняного жмыха и обезжиренной льняной муки возрастала и достигала максимального значения при температуре 75–80°C.

Обезжиренная льняная мука в сравнении с льняным жмыхом содержит в своем составе больше белка, поэтому она более гидрофильна, больше набухает и больше удерживает влаги [2, 4].

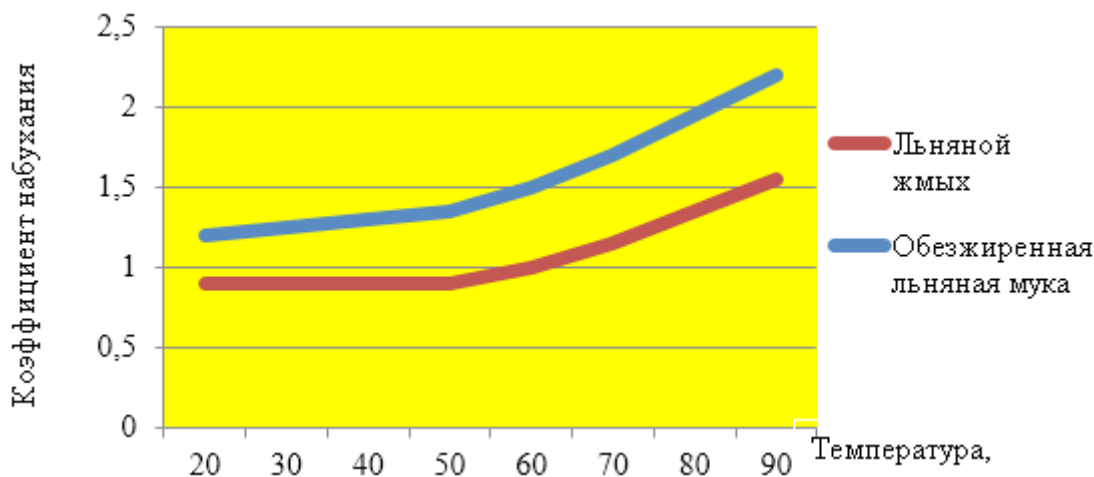


Рис. 1. Степень увеличения объема льняного жмыха и обезжиренной льняной муки при набухании в молоке

Результаты исследования водоудерживающей способности обезжиренной льняной муки и льняного жмыха в зависимости температуры молока представлены на рисунке 2.

Набухание при увеличении температуры увеличивало водоудерживающую способность (ВУС) льняного жмыха и обезжиренной льняной муки. Водоудерживающая способность обезжиренной льняной муки выше, чем водоудерживающая способность льняного жмыха.

Набухание обезжиренной льняной муки связано с изменением физического состояния гидрофильных компонентов, в частности белков, в результате их взаимодействия с растворителем [5, 7].

Было отмечено, что в процессе набухания обезжиренная льняная мука приобретает пастообразную консистенцию, что важно для формирования консистенции продукта и его органолептических свойств. Самый большой коэффициент набухания был отмечен при температуре

75–80°C, это свойство влияет на формирование температурных режимов продукта.

Важной характеристикой сырья, предназначенного в качестве белкового обогатителя при производстве жиросодержащих молочных и эмульсионных продуктов различного профиля, является способность связывать и прочно удерживать жир. Жирудерживающая способность (ЖУС) характеризуется адсорбцией жира за счет гидрофобных участков белковых молекул [6, 8].

Далее ставилась задача исследования влияния различных факторов (времени контакта с маслом и температуры) на жирудерживающую способность льняного жмыха и обезжиренной льняной муки. Жирудерживающая способность льняного жмыха и обезжиренной льняной муки повысилась при увеличении времени перемешивания от 1 до 7 минут. Увеличение времени перемешивания с маслом до 15 минут привело к снижению жирудерживающей способности льняного жмыха и обе-

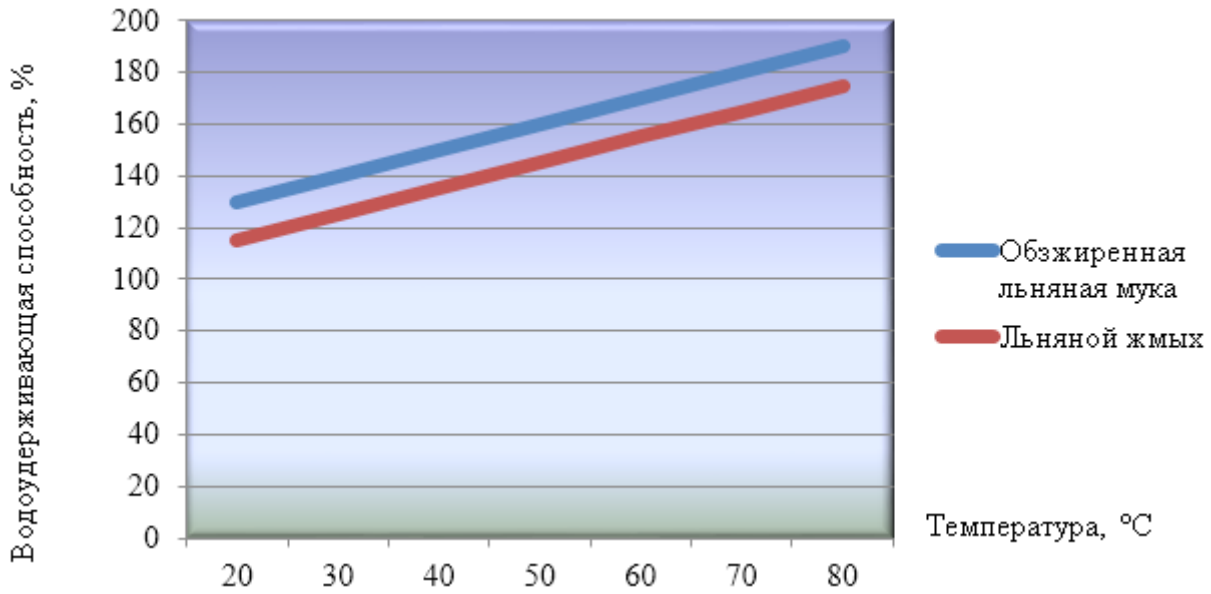


Рис. 2. Водоудерживающая способность обезжиренной льняной муки и льняного жмыха в зависимости от температуры молока

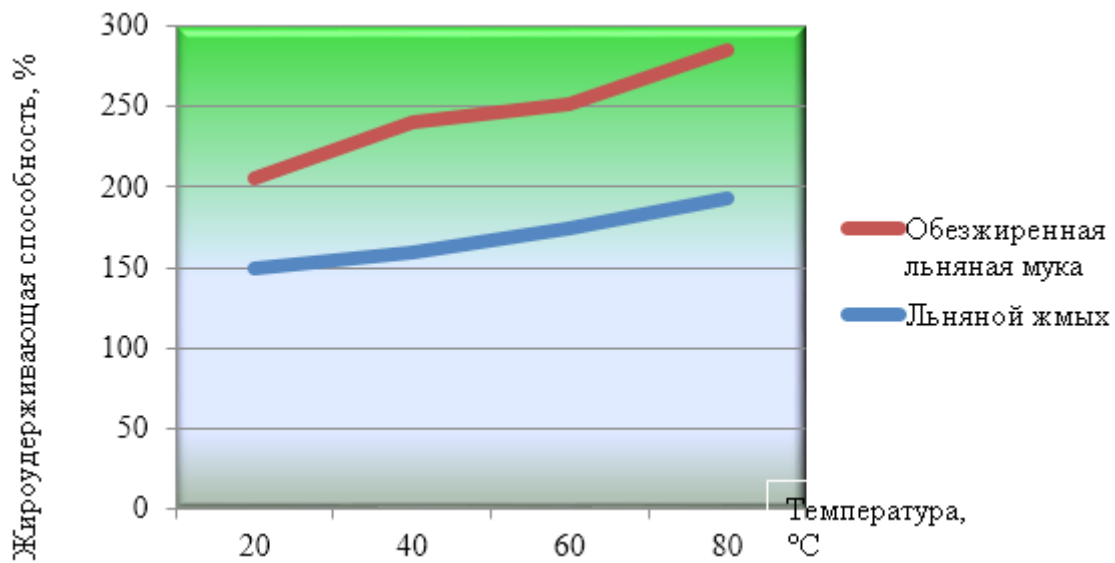


Рис. 3. Жирудерживающая способность обезжиренной льняной муки и льняного жмыха в зависимости от температуры масла

жиренной льняной. Возможно, что снижение ЖУС при длительном перемешивании связано с разрушением структуры белковых молекул под влиянием механического воздействия между полипептидными цепями и липидами. Жирудерживающая способность обезжиренной льняной муки и льняного жмыха представлена на рисунке 3.

С повышением температуры от 20 до 80°C ЖУС обезжиренной льняной муки увеличивается в 1,4 раза, а льняного жмыха в 1,3 раза. Возможно, что повышение темпе-

ратуры изменяет структуру белковых молекул.

Результаты сравнительного исследования функциональных возможностей продуктов переработки семян льна показали, что обезжиренная льняная мука превосходит льняной жмых и, поэтому может применяться как стабилизатор при производстве молочных продуктов [1, 3]. Учитывая зависимость ВУС и ЖУС обезжиренной льняной муки от температуры, можно рекомендовать термическую обработку в интервале температур от 75±5°C.

Литература:

1. Воронова, Н. С. Совершенствование технологии получения белковых изолятов из подсолнечного жмыха и их использование для повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий [Текст]: дис... канд. техн. наук / Н. С. Воронова. — Краснодар: КубГТУ, 2011. — 133 с.
2. Безверхая, Н. С. Влияние ферментативной модификации подсолнечных белковых изолятов на их аминокислотный состав и биологическую ценность / Н. С. Безверхая, А. Н. Бердина, Н. В. Ильчишина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2010. — № 27. — с. 187–190.
3. Воронова, Н. С. Модифицированные белковые изоляты из подсолнечного жмыха / Н. С. Воронова. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 109 с.
4. Воронова, Н. С. Разработка технологии функционального напитка на основе молочной сыворотки с овощными наполнителями / Н. С. Воронова, Д. В. Овчаров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2014. — № 104. — с. 953–969.
5. Воронова, Н. С. Обогащение мучных кондитерских изделий модифицированным белковым изолятом из подсолнечного жмыха / Н. С. Воронова, Д. В. Овчаров // Молодой ученый. — 2015. № 5–1 (85). — с. 29–32.
6. Огнева, О. А. Разработка рецептур и технологии фруктовых желейных десертов / О. А. Огнева, Е. В. Николаенко // Молодой ученый. — 2015. № 5–1 (85). — с. 32–35.
7. Огнева, О. А. Влияние плодовых и овощных наполнителей на динамику сквашивания молока пробиотическими культурами / О. А. Огнева, М. А. Кожухова, Т. И. Левченко // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию юбилею ГНУ КНИИХП Россельхозакадемии. ГНУ КНИИХП Россельхозакадемии, ООО «Издательский дом — Юг». — 2013. — с. 136–139.

Сравнительная характеристика питательных сред для культивирования кефирных грибков

Воронова Наталья Сергеевна, кандидат технических наук, доцент;
Овчаров Даниил Владимирович, магистрант
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

В статье приведена характеристика обезжиренного молока и подсырной молочной сыворотки, как среды для развития заквасочной микрофлоры. Практическим путем оценен потенциал нарастания биомассы кефирных грибков на этих питательных средах. Обоснованы оптимальные параметры накопления биомассы кефирных грибков на молочной сыворотке.

Ключевые слова: кефирные грибки, питательная среда, закваска, подсырная сыворотка, обезжиренное молоко

Современные подходы к решению проблемы сбалансированного питания являются одной из приоритетных задач в питании человека. Известно, что кефирные грибки представляют собой естественный симбиоз микроорганизмов, способный синтезировать и накапливать незаменимые аминокислоты в процессе культивирования. Традиционно кефирные грибки используются для производства кефира и детского питания. В их состав входят молочно-кислые, уксусные бактерии и дрожжи [1].

Современные подходы к решению проблемы сбалансированного питания человека являются одной из приоритетных задач в питании человека. Одной из важнейших показателей пищевой ценности того или иного продукта питания — содержание усвояемого пищевого белка, основной функцией которого является снабжение орга-

низма человека необходимым количеством аминокислот. Известно, что кефирные грибки представляют собой естественный симбиоз микроорганизмов, способный синтезировать и накапливать незаменимые аминокислоты в процессе культивирования.

В практике, на молокоперерабатывающих предприятиях при приготовлении производственных закваски на кефирных грибах в качестве питательной среды используют обезжиренное молоко. Для решения задачи получения активной и стабильной производственной закваски на основе кефирных грибков необходимо иметь питательную среду, способную обеспечить интенсивный рост, размножение и метаболизм. На основании вышеизложенного целью исследования ставилась задача сравнить характеристики обезжиренного молока и молочной сы-

воротки, как питательной среды для культивирования кефирных грибков [2].

Для приготовления производственной кефирной закваски нами использовалась пастеризованное обезжиренное молоко в соответствии с требованиями ГОСТ 31658—2012 по технологическим инструкциям с соблюдением санитарных норм и правил, утвержденных в установленном порядке.

Основными компонентами обезжиренного молока являются: вода, белки, углеводы, минеральные соли и молочный жир. Кроме основных компонентов в обезжиренное молоко переходят небелковые азотистые

соединения, витамины, ферменты, гормоны, иммунные тела, органические кислоты и другие соединения, которые обнаружены в молоке [4].

Содержание сухих веществ в обезжиренном молоке зависит от содержания их в цельном молоке и может колебаться в довольно широких пределах — от 8,2 до 9,5%. Основная доля в сухих веществах обезжиренного молока на лактозу и белки. Белки обезжиренного молока представляют две главные группы: казеин и сывороточные белки. Общее содержание белков может колебаться от 2,9 до 4,0%. Аминокислотный состав обезжиренного молока представлен в таблице 1.

Таблица 1. Аминокислотный состав белков молока

Аминокислоты	Содержание, %				
	Казеин	β-Лактоглобулин	α-Лактоглобулин	Имуноглобулины	Альбумин сыворотки крови
Незаменимые аминокислоты					
всего	44,6	52,6	52,5	46,7	47,4
В том числе:					
валин	7,2	5,8	4,7	9,6	12,3
изолейцин	6,1	6,8	6,8	3,1	2,6
лейцин	9,2	15,1	11,5	9,1	12,3
лизин	8,2	11,7	11,5	7,2	6,3
метионин	2,3	3,2	1,0	1,1	0,8
треонин	4,9	5,2	5,5	10,1	5,8
триптофан	1,7	1,3	7,0	2,7	0,7
фенилаланин	5,0	3,5	4,5	3,8	6,6
Заменимые аминокислоты					
всего	66,64	58,8	59,1	30,3	65,4
В том числе:					
аланин	3,0	6,9	2,1	9,4	6,2
аргинин	4,1	2,7	1,2	2,1	5,9
аспарагиновая кислота	7,1	11,4	18,7	-12,3	10,9
гистидин	3,1	1,6	2,9	—	4,0
глицин	2,7	1,4	3,2	—	1,8
глутаминовая кислота	22,4	19,1	12,9	-3,0	16,5
пролин	11,3	5,1	1,5		4,8
серин	6,3	3,6	4,8		4,2
тирозин	6,3	3,6	5,4		5,1
цистеин+цистин	0,34	3,4	6,4		6,0

Основным углеводом обезжиренного молока является лактоза (молочный сахар). Молочный сахар используют для своего питания молочнокислые бактерии, которые сбраживают его с образованием молочной кислоты.

Минеральные соли обезжиренного молока представлены солями кальция, магния, калия, железа, натрия. Общее количество солей составляет 0,6...0,8%. В молоке они находятся в виде солей фосфорной и лимонной кислот. В обезжиренное молоко полностью переходят водорастворимые витамины и частично — жирорастворимые.

Для сравнительной характеристики, как питательной среды для культивирования кефирных грибков в данном

исследовании использовалась подсырная сыворотка в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53438—2009 по технологическим инструкциям с соблюдением санитарных норм и правил, утвержденных в установленном порядке.

Подсырная сыворотка — ценное пищевое сырье, включающее все компоненты молока. В подсырную сыворотку переходит около 50% сухих веществ молока, в том числе 88—94% молочного сахара, 20—25% белковых веществ, 6—12% молочного сыра, 59—65% минеральных веществ.

Состав углеводов молочной сыворотки аналогичен углеводному составу молока: моносахариды (глюкоза, галактоза и др.), их производные, дисахарид — лактоза и более

сложные олигосахариды. Основным углеводом сыворотки является лактоза, моносахариды присутствуют в ней в меньшем количестве, олигосахариды — в виде следов.

Сывороточные белки, которые являются важным компонентом сыворотки, оптимально сбалансированы по аминокислотному набору, особенно серосодержащих аминокислот — цистина, метионина, что создает хорошие возможности для регенерации белков печени, гемоглобина и белков плазмы крови [6, 8]. Аминокислотный состав белков исследуемой подсырной сыворотки представлен в таблице 2.

Массовая доля основных компонентов подсырной сыворотки, в сравнении обезжиренным молоком (в %), приведены в таблице 3 [5].

Сравнение обезжиренного молока и подсырной сыворотки, как питательных сред, производилось путем культивирования биомассы кефирных грибов при одинаковых условиях. Температура культивирования составляла 20°C, время — 36 часов, при соотношении массы кефирных грибов к культуральной среде 1:20. Изменение прироста биомассы кефирных грибов в зависимости от питательной среды представлены на рисунке 1.

Из графика видно, что наибольший прирост биомассы кефирных грибов наблюдался спустя 24 часа после начала эксперимента. Подсырная сыворотка оказалась более благоприятной средой для развития кефирных грибов, чем обезжиренное молоко.

Таблица 2. Аминокислотный состав белков подсырной молочной сыворотки

Аминокислота	Массовая доля, %				
	казеин	β-лактоглобулин	α-лактоальбумин	Иммуноглобулин	альбумин сыворотки крови
Незаменимые аминокислоты	50,1	54,9	49,6	49,6	56,8
В том числе:					
лизин	8,2	11,7	11,5	7,2	6,3
фенилаланин	5	3,5	4,5	3,8	6,6
лейцин	9,2	15,1	11,5	9,1	12,3
изолейцин	6,1	6,1	6,8	3,1	2,6
метионин	2,3	3,2	1	1,1	0,8
валин	7,2	5,8	4,7	9,6	12,3
гистидин	3,1	1,6	2,9	2,1	4
аргинин	4,1	2,7	1,2	3,5	5,9
треонин	4,9	5,2	5,5	10,1	6
Заменимые аминокислоты					
В том числе:	52,8	51,5	33,9	21,7	44,4
аланин				—	6,2
пролин	3	6,9	2,1	—	6,2
глицин	11,3	5,1	1,5	—	4,8
серин	2,7	2,7	3,2	—	1,8
глутаминовая кислота	6,3	6,3	4,8	-12,3	4,2
аспарагиновая кислота	22,4	19,1	12,9	9,4	16,5
	7,1	11,4	9,4		10,9

Таблица 3. Содержание основных компонентов в молочном сырье

Наименование показателя	Обезжиренное молоко	Подсырная сыворотка
Сухих веществ, всего	8,80	6,30
В том числе:		
молочный жир	0,05	0,21
белки (азотистые вещества)	3,2	0,83
лактозы	4,80	4,72
минеральных веществ	0,75	0,61

Наибольшая активность микроорганизмов проявлялась в промежутке времени между 12 и 24 часами после начала культивирования. Максимальный прирост биомассы кефирных грибов на подсырной сыворотке составил 11%, в то время как на обезжиренном молоке — 10% [3,7].

Лабораторные исследования по изучению влияния изменения температур на прирост биомассы кефирных грибов были проведены в условиях лаборатории кафедры технологии, хранения и переработки животноводческой продукции ФГБОУ ВПО «Кубанский ГАУ имени И. Т. Трубилина».

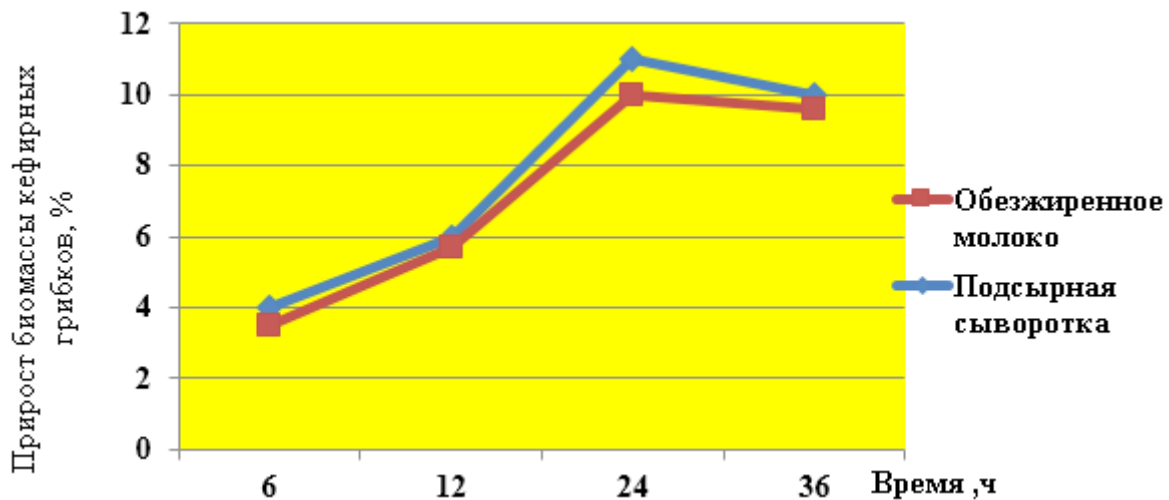


Рис. 1. Изменение прироста биомассы кефирных грибов в зависимости от питательной среды

В соответствии с рекомендациями ОСТ 10-02-02-4-87 «Кефирные грибки. Технические условия» целесообразно использование соотношения масса кефирных грибов к культуральной среде 1:20. Культивирование кефирных грибов на подсырной сыворотке проводилось при раз-

личных температурных режимах, в интервале от 20 до 30 °С. На рисунке 2 представлены изменения прироста биомассы кефирных грибов в зависимости от температуры и времени культивирования.

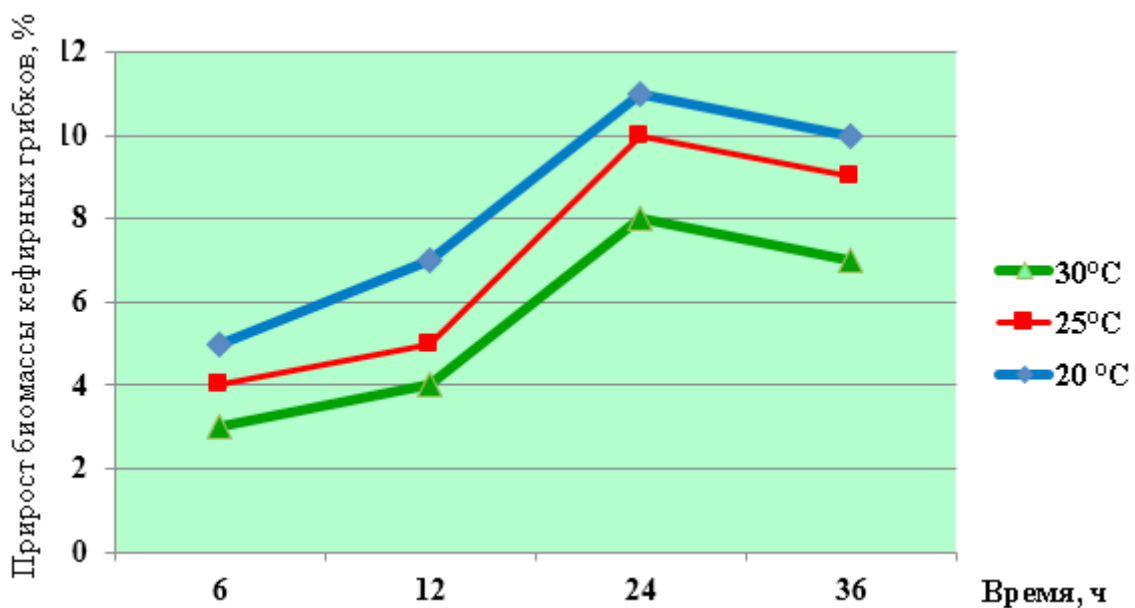


Рис. 2. Изменения прироста биомассы кефирных грибов в зависимости от температуры и времени культивирования

Из графика видно, что наибольший прирост биомассы кефирных грибов наблюдается при температуре 20°C. Интенсивный рост микроорганизмов происходил через 12

часов после начала культивирования и достигнул пика биомассы спустя 24 часа после начала эксперимента. При дальнейшем продолжении эксперимента наблюдалось угнетение

роста биомассы кефирных грибов. Возможно, это связано с повышением кислотности и уменьшением питательного потенциала сыворотки, так как в процессе жизнедеятельности кефирные грибки сбраживают лактозу с образованием молочной, уксусной и других кислот, что и является ингибирующим фактором для развития микрофлоры.

Таким образом, подсырная молочная сыворотка является перспективным источником незаменимых аминокислот, и значительного количества питательных веществ, которые могут служить благоприятной питательной средой для нарастания биомассы кефирных грибов [4, 8].

Литература:

1. Воронова, Н. С. Совершенствование технологии получения белковых изолятов из подсолнечного жмыха и их использование для повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий [Текст]: дис... канд. техн. наук / Н. С. Воронова. — Краснодар: КубГТУ, 2011. — 133 с.
2. Безверхая, Н. С. Влияние ферментативной модификации подсолнечных белковых изолятов на их аминокислотный состав и биологическую ценность / Н. С. Безверхая, А. Н. Бердина, Н. В. Ильчишина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2010. — № 27. — с. 187–190.
3. Воронова, Н. С. Модифицированные белковые изоляты из подсолнечного жмыха / Н. С. Воронова. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 109 с.
4. Воронова, Н. С. Разработка технологии функционального напитка на основе молочной сыворотки с овощными наполнителями / Н. С. Воронова, Д. В. Овчаров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2014. — № 104. — с. 953–969.
5. Воронова, Н. С. Обогащение мучных кондитерских изделий модифицированным белковым изолятом из подсолнечного жмыха / Н. С. Воронова, Д. В. Овчаров // Молодой ученый. — 2015. № 5–1 (85). — с. 29–32.
6. Огнева, О. А. Разработка рецептур и технологии фруктовых жележных десертов / О. А. Огнева, Е. В. Николаенко // Молодой ученый. — 2015. № 5–1 (85). — с. 32–35.
7. Огнева, О. А. Влияние плодовых и овощных наполнителей на динамику сквашивания молока пробиотическими культурами / О. А. Огнева, М. А. Кожухова, Т. И. Левченко // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию юбилею ГНУ КНИИХП Россельхозакадемии. ГНУ КНИИХП Россельхозакадемии, ООО «Издательский дом — Юг». — 2013. — с. 136–139.

Реновация медицинских объектов

Гайдук Альбина Ринатовна, кандидат архитектуры, старший преподаватель
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Здоровье является высшей ценностью для каждого индивидуума. Поэтому его можно приравнять к товару, который не имеет конкретной рыночной стоимости, но на который государство и каждый человек отдельно тратит большие ресурсы. Поэтому здравоохранение сочетает в себе два совершенно разных направления деятельности — товарно-материальную и духовно-информационную. В условиях существующего разделения общества по социальным и имущественным признакам, роста таких социально обусловленных заболеваний как алкоголизм, наркомания, ИППП, ВИЧ-инфекции и прочих на больничные учреждения возложено множество задач, выполнить которые возможно только при соответствии современным запросам общества. Морально и физически устаревшие объекты медицинского обслуживания вряд ли в полной мере способны справиться с поставленными задачами, поэтому государство уделяет большое внимание процессам реновации в сфере здравоохранения.

Реновация зданий подразумевает комплекс строительных и других работ по глубокой реконструкции объектов для адаптации под современные нужды. Все работы взаимосвязаны и подчиняются одной общей цели и концепции. Это процесс модернизации здания внутри, снаружи, а также прилегающих территорий. Производится реконструкция или замещение морально и физически устаревших элементов зданий и их частей новыми элементами или объектами. Реновация может иметь три формы:

- списание отдельных наименований (оборудования, материальной базы и прочего) и замена их более новыми и совершенными моделями;
- реконструкция сооружения в целом или его отдельных частей;
- полная ликвидация старого объекта и строительство на его месте нового.

Конкретного определения понятия «медицинское учреждение» в нормативно-правовых документах нет. В

общем смысле это имеющие лицензии лечебно-профилактические учреждения, научно-исследовательские и медицинские институты, другие учреждения, деятельность которых заключается в оказании медицинской помощи как индивидуально, так и коллективно. Правовой статус учреждений закреплён в Гражданском кодексе, где под этим названием понимается созданная собственником или учреждением организация, имеющая управленческие, социально-культурные и административно-политические функции некоммерческого происхождения. При этом финансирование частично или в полном объёме осуществляет собственник. Таким образом, основная задача медицинского учреждения — участие в социально-культурной жизни общества, а именно осуществление мероприятий по профилактике и лечению населения в комфортных условиях.

По направлениям здравоохранительной деятельности можно выделить учреждения:

- лечебно-профилактические;
- медицинской помощи (охраны здоровья) женщинам и детям;
- санитарно-противоэпидемиологические;
- медико-фармацевтические;
- медико-образовательные и научно-исследовательские;
- санаторно-курортные;
- патологоанатомические (в том числе судебно-психиатрическая и судебно-медицинская экспертиза);
- медико-страховые.

При проведении реновации объекта медицинской направленности учитываются его предназначение, тип, функциональные возможности, характер эксплуатации. Современное медицинское учреждение как сложная система лечебно-хозяйственных процессов наряду с главной, лечебно-диагностической функцией, осуществляет также хозяйственные, снабженческие, эксплуатационные и иные функции, поэтому все видоизменения и реконструкции производятся с учетом этих факторов.

Объекты медицинского обслуживания и здравоохранения несут особую нагрузку: это не только функция оказания медицинской помощи, но и обеспечения комфортного и безопасного нахождения в них пациентов и посетителей. Как показывает практика, моральный (функциональный) износ происходит значительно быстрее физического. Иными словами, пригодное для эксплуатации в общем понимании здание оказывается не приспособлено для современных обстоятельств — социальных, технологических, экономических и других. К примеру, возникает необходимость:

- оборудовать парковку;
- масштабной перепланировки всей территории больничного комплекса;
- оснастить сооружение специальными модернизированными конструкциями для маломобильных граждан;
- произвести полную реновацию медицинского оборудования, требующего особых условий эксплуатации и защиты (рентгеновский аппарат и другие);

— реорганизовать системы вентилирования и кондиционирования либо другие инженерные сети;

— перепрофилировать помещение под новые медицинские направления;

— переоформить внешнее и внутреннее решения здания в целях создания более располагающей к спокойствию и комфортному прохождению медицинских процедур обстановки;

— эстетической реконструкции интерьера, фасада;

— технологического переоснащения: электронная регистратура, цифровые табло в вестибюле, звуковые оповещения.

Решение о реновации медицинского объекта всегда сопровождается проработыванием архитектурной концепции, составлением проекта, в том числе инвестиционного. Определяется план экспертных оценок, проектных и строительных работ. Продумывается, каким образом будут задействованы прилегающие территории, насколько возможно реконструировать фасад, особенности реконструкции помещений, в которых будет размещено специфическое и опасное оборудование. Стоит отметить, что заниматься проектированием как вновь строящихся как объектов, так и реновации уже существующих могут только лицензированные организации, поскольку речь идет об обеспечении комфорта и безопасности посетителей и пациентов. Проект будет содержать следующую информацию:

- общие сведения, цели и задачи проведения реконструкции;
- профильные нормативно-правовые акты;
- описание конструктивных, архитектурно-строительных и технологических разработок;
- развернутые классификации и перечни объекта, оборудования, рабочих мест и персонала;
- требования по обеспечению безопасности на время работ;
- порядок проведения работ;
- требования к персоналу;
- проведение радиационного и индивидуального дозиметрического контроля (при наличии рентгеновской и другой имеющей излучение аппаратуры на объекте), методы предотвращения аварий и радиационных утечек.

Результат реновации медицинского объекта — увеличение его ценности с точки зрения общества, улучшение условий труда медицинских работников и уровня их работоспособности, рост показателей выздоровления пациентов.

Немаловажную роль в процессе реновации имеет государство. Оно может оказать как материальную помощь в виде субсидий, так и нематериальную — содействие в плане нормативно-правовой базы, градостроительного и технического регулирования.

Особенности реновации объектов медицинской направленности

Технические аспекты:

- несущая способность конструкции (сможет ли она выдержать планируемые работы и изменения);

- наличие трещин и просадок;
- обеспечение безопасности рабочих и прохожих при проведении работ (ограждения, предупреждения и прочее);

- радиационная и химическая безопасность при реконструкции специальных помещений и объектов.

Геологические и климатические аспекты:

- особенности грунта, наличие подземных вод, мягких почв, возможных усадок;

- рельеф местности должен учитываться при создании единой архитектурной композиции всей территории больницы. Естественные неровности могут быть использованы для оформления зонированного пространства, разграничения сооружений с различным функциональным назначением. К тому же территория должна быть устроена так, чтобы обеспечивалось беспрепятственное и организованное передвижение посетителей и сотрудников с использованием пандусов, лестниц, ограждений;

- влажность и температурные амплитуды, наличие ветров. Эти факторы должны быть учтены для создания благоприятной среды для сотрудников и пациентов;

- озеленение территории — одна из главных задач реновации больничного комплекса. Наличие зеленых насаждений способствует более быстрому выздоровлению пациентов, обеспечивают защиту от солнца, являются источником свежего воздуха и украшением общей архитектурной композиции.

Градостроительные аспекты, отраженные в генеральном плане:

- место территории больницы в градостроительном плане, ее установленные параметры должны быть соблюдены либо в случае изменения узаконены. Этим фактором определяется зонирование территории, расположение объектов, возможность возведения новых;

- соответствие общему архитектурному оформлению населенного пункта;

- социальное значение объекта и возлагаемые функции, инфраструктурная нагрузка;

- расположение и взаимоотношение с близлежащими объектами — улицы, парки, водоемы, сооружения — определяет обустройство входов и выходов на территорию, видов из окон, проездов;

- расположение больничного комплекса в городской черте или на окраине определяет специфику расстановки зданий и их этажность. Окраина предполагает наличие более широкого пространства и большего количества естественных зеленых зон, поэтому возможно более расцентрованное распределение корпусов и их малая этажность. В условиях центра актуально сохранение и увели-

чение числа зеленых насаждений, поэтому предпочтение отдается многоэтажным сооружениям и продуманному зонированию территории;

- санитарно-гигиенические требования регулируют размещение некоторых больничных блоков (пищевой, патологоанатомический, инфекционный) вблизи жилых массивов, а также расстояние от больничного комплекса в целом до автомагистралей, железнодорожных путей, промышленных объектов как источников шума и вредных выбросов. Внутренний интерьер должен быть обустроен с учетом повышенных требований чистоты и стерильности с использованием легко моющихся материалов;

- отсутствие на территории больницы городских инженерных сетей.

Социальные аспекты:

- соответствие тенденции к универсальному внешнему виду и конструкции и современному представлению о форме, содержании и функциональной нагрузке больничных сооружений;

- формирование образа больницы с точки зрения психологического восприятия людей, направленность на эмоциональное спокойствие и способствование более быстрому выздоровлению;

- учет категории пациентов при оформлении каждого отдельного блока (универсальность поликлиники, специальные условия доступа и передвижения в травматологическом отделении, создание соответствующего интерьера и обустройства в детском отделении, оснащение отделений специальными приспособлениями для пожилых людей и инвалидов и прочее);

- создание архитектуры, основанной на концепции терапевтического воздействия окружающей обстановки на пациента: условия для беспрепятственного ориентирования на территории и в помещениях, наличие отдельных палат, создание домашней обстановки и эстетического оформления интерьера, спокойные тона, приятный микроклимат и высокая шумоизоляция.

Функциональные аспекты:

- близкое расположение смежных по профилю блоков;

- беспрепятственный доступ между блоками как для транспорта, так и для людей;

- расположение в зоне общей досягаемости диагностических кабинетов и корпусов;

- зонирование блоков в соответствии с технологическими процессами и функциональным назначением;

- обустройство инженерных сетей и коммуникаций, обеспечивающих единое пространство для связи между блоками и корпусами.

Литература:

1. Лисицын, Ю. П. Социальная гигиена (медицина) и организация здравоохранения / Под ред. Ю. П. Лисицына. — М.: Приор-издат, 1999
2. Общественное здоровье и здравоохранение: учебник / О. П. Щепин, В. А. Медик. — 2011
3. Восприятие // Большая советская энциклопедия: в 30 т., Т. 5. — М.: Советская Энциклопедия, 1975.

4. Мастера архитектуры об архитектуре. — М.: Искусство, 1972.
5. Моргун, Н. А., Соболева, Е. В. Факторы, определяющие архитектурно-художественные решения пространственной среды лечебных учреждений / Н. А. Моргун, Е. В. Соболева // Архитектура устойчивого общества: мат. междунар. науч.-практ. конф. (11–15 октября 2011 г.). — Ростов н/Д.: ИАрХИ ЮФУ, 2011 — с. 261–265.
6. Свод правил по проектированию и строительству. Требования доступности общественных зданий и сооружений для инвалидов и других маломобильных посетителей: СП 31–102–99.
7. Гайдук, А. Р. Формирование образа зданий медицины / Academia. Архитектура и строительство. 2015. № 4. с. 86–91.
8. Гайдук, А. Р. Архитектурные принципы формирования детских онкологических клиничко-реабилитационных центров/ Молодой ученый. 2016. № 1. с. 922–925.

Сценарии взаимодействия пользователей интернет-портала при совместном решении сложных задач

Данилов Антон Александрович, студент;

Серёда Сергей Геннадиевич, кандидат технических наук, доцент

Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского

Интернет даёт возможность найти друг друга множеству людей, чьи интересы совпадают. Но для совместного решения сложных задач, существующие модели взаимодействия в интернете оказываются не приспособленными. В статье разобраны некоторые варианты решения этой проблемы.

Ключевые слова: сценарии взаимодействия, интернет-портал

Scenarios of interaction of users of the internet portal in the joint solution of complex problems

Danilov A. A., Sereda S. G.

The Internet gives the opportunity to find each other many people whose interests coincide. But for the joint solution of complex tasks, existing interaction patterns in the Internet are not adapted. This article explores some solutions to this problem.

Key words: Scenarios of interaction, Internet portal

Проблемы социальных сетей

Прошедшие десять лет стали триумфальными для социальных сетей. Созданные под решение простой задачи — помочь людям со сходными интересами найти друг друга, они долгое время показывали самый впечатляющий рост. Росло как число вовлечённых пользователей, так и время, которое те тратили на общение в социальных сетях.

Однако в последние годы аналитики фиксируют иную динамику. Время, которое пользователи отдают социальным сетям, начинает неуклонно падать. Заговорили даже о разочаровании от социальных сетей. В чём тут основная проблема? По нашей версии — это достигнутый «потолок возможностей» применённых там социотехнических механизмов [1]. Сначала человек приходит в сети с большими надеждами, резко расширяет круг контактов, делится своими многолетними «залежами мудрости» и

получает такие же «полезные ископаемые» от новых знакомых. На единицу потраченного времени он получает при этом очень большую отдачу.

Но вот энергетика первого знакомства иссякла. Люди узнали друг друга, поделились накопленными ранее работками. Наступает время для плодотворного взаимодействия по дальнейшему развитию идей. И тут чаще всего выясняется, что группа в социальных сетях или тема на форуме — это не то место, где удаётся вести результативную совместную работу.

Самой очевидной проблемой является «забалтывание» серьёзных тем малозначимыми, но эмоциональными комментариями, на которые откликается гораздо больше собеседников, чем на сложные мыслительные действия. Свою роль тут играют и форматы отображения, когда пользователь видит лишь несколько самых свежих сообщений, и реагирует в первую очередь на них. И окончательно доби-

вает попытки конструктивного взаимодействия отсутствие средств разделения ролей и этапов в коммуникации. Для сложных задач это также убийственно, как хирургическая операция на центральной площади силами всех заинтересованных процессом.

Разделение пространства коммуникации

Если продолжить аналогию с хирургической операцией, то самая очевидная идея для работы над сложными задачами — разделить пользователей по уровню квалификации. Саму операцию выполняет компетентная команда с чётким разделением ролей, а остальные наблюдают за процессом, обсуждают его между собой, но не мешают работающим.

На интернет-портале можно без особых проблем создать множество таких «пространств» за счёт наделения разных пользователей разными правами на совершение действий [2]. Например, присваивая роль «наблюдателя», позволяем человеку видеть всё происходящее в проекте, но без возможности вмешиваться в процесс. Всё общение «наблюдателей» по поводу происходящего окажется как бы в отдельном от основного действия «подпространстве» и не будет мешать участникам проекта взаимодействовать между собой.

Сценарии взаимодействия

Итак, средством повышения эффективности совместной работы над сложными задачами на интернет-ресурсах, могут быть сценарии. С точки зрения технической реализации, в каждом из сценариев должны быть заданы:

1. **Этапы.**
2. **Ролевые позиции.**
3. **Действия**, разрешённые на каждом из этапов для каждой ролевой позиции.

Создавая сейчас прототип такого ресурса, мы представляем обсуждение в виде классифицирующей семантической сети [3], где вершины и связи строго типизированы, а для построения сценариев пришлось создать отдельный интерфейсный модуль. Сейчас ведётся наработка библиотеки сценариев и проверка их эффективности.

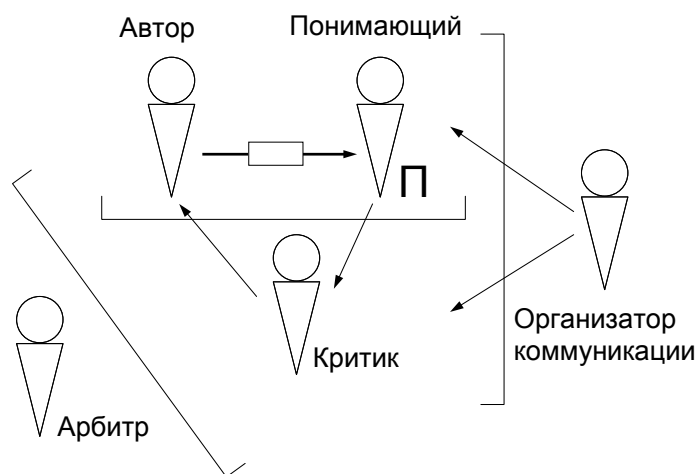
Иногда для существенного повышения эффективности хватает лишь чётко прописанных этапов, на каждом из которых зафиксирована **цель**, которую нужно достигнуть и **критерии**, по которым коммуниканты устанавливают её достижение. Переход к следующему этапу происходит лишь при достижении цели предыдущего шага, хотя, образно говоря, всегда есть желающие «сооружать стены и крышу раньше фундамента».

Например, сейчас при общественном обсуждении проектов законодательных актов, в одной ленте отзывов помещаются как замечания по исправлению стилистики и грамматики, так и предложения по пересмотру самой его сути. Вполне логично до начала обсуждения деталей и оформления документа, согласовать концепцию. А это значит, что нужно:

- зафиксировать согласованную версию проблемы;
- рассмотреть возможные подходы к снятию проблемы;
- согласовать критерии оценки этих подходов;
- выбрать лучший вариант с точки зрения согласованных критериев;

и только после этого заниматься детальной проработкой и грамотным оформлением самого варианта закона.

Рассмотрим пример ролевых позиций и разрешённых действий для хорошо отработанного в методологической культуре [4] сценария сложной коммуникации.



Этап 1 — Изложение авторской версии. Ролевые позиции: Автор, Понимающий, Организатор коммуникации. Автор излагает свою версию, по мере необходимости запрашивая обратную связь у понимающих. Его задача — постараться максимально учесть их уровень и, насколько это возможно, адаптировать под него своё изложение.

Понимающие сообщают автору информацию о себе, необходимую для такой адаптации.

Этап 2 — Достижение понимания. Понимающие задают автору уточняющие вопросы. Автор отвечает на них до тех пор, пока не будет снято затруднение у понимающего. Критерий завершения этапа — понимающий

считает, что понял авторскую версию. Важная особенность этапа — нужно адекватно понять именно версию автора, даже если ты с нею и не согласен. На этапе понимания критика запрещена, и это отслеживает организатор коммуникации. Он же фиксирует переходы между этапами.

Этап 3 — Проверка адекватности понимания. Понимающий излагает автору его же версию с собственными комментариями и, желательно, несколькими другими языковыми оборотами, чтобы показать, что у него сложилась адекватная «внутренняя модель», на основе которой он может выстроить разные версии описывающего её текста, а не просто воспроизводит авторский текст без его понимания. Автор проверяет понимание и вносит корректировки. Ещё одним инструментом проверки адекватности понимания, являются контрольные вопросы от автора, который сознательно оставляет не озвученными несколько выводов, которые логически следуют из адекватно понятой авторской версии.

Очень часто в реальной работе этот этап игнорируется, что приводит к серьёзным недоразумениям в дальнейшем. В позицию критика понимающий переходит лишь тогда, когда автор подтвердил адекватность понимания его версии.

Этап 4 — Развитие версии. Тут сразу нужно заметить, что если в русском языке «критиковать» ассоциируется с обругиванием, то в немецком это означает «анализировать». В данном случае критику рекомендуется придерживаться второго варианта и пытаться участвовать в развитии изложенной версии. Это может быть:

- уточнение или детализация сверх того, что сумел изложить автор;
- поиск фактов, подтверждающих или опровергающих авторскую версию. Оценивание их значимости и достоверности;
- дополнение авторской версии логически следующими из неё моментами;
- поиск оснований для имеющихся в версии суждений;
- поиск противоречий в версии и возможных вариантов снятия этих противоречий за счёт развития версии.

Автор оценивает предложенные варианты развития версий. Соглашается с теми, которые соответствуют его логике, и отклоняет те, которые разрушают его версию.

Этап 5 — Оценивание. Здесь версии выносятся «окончательный диагноз» — насколько она удачна, можно ли ею пользоваться. Если нет, можно ли её улучшить или же она совсем безнадёжна.

На этом этапе уже не предусмотрена авторская позиция, все работают из позиции критика. Версия после развития и доработки отчуждена от автора и оценочные суждения в адрес версии перестают восприниматься как оценки интеллектуального уровня того, кто инициировал её разработку.

Этап 6 — Новое авторство. По итогам обсуждения может родиться идея другой версии, снимающая в себе противоречия, выявленные в предыдущей. Её обсуждение проходит такой же цикл. Впрочем, на интернет-ресурсах не обязательно для начала работы над новой версией ждать окончания обсуждения предыдущей. Вполне возможно уйти в другое «коммуникационное пространство» и там параллельно обсуждать по той же схеме ещё одну версию.

Этап 7 — Сопоставление версий. Ведётся из позиции арбитра. Вводятся критерии сравнения. Например, в физике таким критерием обычно выступает эксперимент. Берётся та версия, которая лучше соответствует экспериментальным данным.

Иногда удаётся выявить взаимную дополняемость версий и построить модель, включающую исходные как частные случаи. Однако может оказаться, что версии принципиально несовместимы, так как базируются на взаимоисключающих основаниях. Самый яркий пример здесь — философия, где материализм, объективный идеализм и солипсизм дают очень разные «картины мира», но при этом не содержат внутренних логических противоречий.

Эффективность сценариев

Разобранный выше сценарий — это инструмент совместной работы над **сложным** содержанием. Своего рода «интеллектуальный вездеход», который позволяет пробиться через бездорожье взаимного непонимания. Как и у любого вездехода, здесь достаточно высоки затраты энергии и не очень велика скорость. Для множества повседневных коммуникационных задач, например: договориться о встрече, рассказать новости, отдать распоряжение подчинённому и т. д., такая сложность не требуется. Многие делают это, не задумываясь над технологией. Но сценарии помогают найти резервы повышения эффективности и в таких ситуациях. Например, один начальник, отдавая распоряжение, проверяет адекватность его понимания подчинёнными, а второй нет. Один проверяет наличие у подчинённого необходимых ресурсов, а другой нет. Один устанавливает сроки и форму отчётности, другой нет. В итоге первый нахваливает свою команду, а второй жалуется, что окружён безответственными идиотами.

Освоение более сложных сценариев напоминает спортивную тренировку, когда спортсмену исправляют технику того или иного движения. Сначала всё идёт трудно, результаты падают. Но когда всё доводится до автоматизма, эффективность заметно вырастает. Интернет-портал с поддержкой коммуникационных сценариев, выступает в роли тренера, помогающего выполнять коммуникационные задачи «технически правильно».

Литература:

1. Данилов, А. А., Авдеев В. В., Серeda С. Г. Проблема коллективного решения сложных задач в рамках Интернет-сервиса // Сборник статей по материалам третьей межрегиональной конференции «Актуальные проблемы гуманитарных, социальных и экономических наук — 2014». С 25–28.
2. Серeda С. Г. Механизмы повышения эффективности научной и образовательной коммуникации в сети Интернет //
3. Качество. Инновации. Образование. 2008. № 6 (37). С 59–62.
4. Данилов, А. А., Серeda С. Г., Фромов В. М. Модуль семантической сети для CMS Joomla // Сборник статей по материалам четвертой региональной конференции «Актуальные проблемы гуманитарных, социальных и экономических наук — 2015». С 59–63.
5. Анисимов, О. С. Основы методологического мышления. М.: ВМиЦ, 1989.

Анализ и классификация погрешностей обучения информационно-измерительных систем на базе нейронных сетей

Дружинина Лидия Викторовна, старший преподаватель
Волгоградский государственный технический университет

Дружинин Дмитрий Геннадьевич, ведущий инженер-программист
ООО «ЕАЕ-Консалт» (г. Волгоград)

В статье с метрологической точки зрения рассмотрен процесс обучения измерительных систем на базе нейронных сетей. Выделены критерии показателей качества обучения, достоверности результата. Рассмотрены варианты классификации погрешности обучения с точки зрения классической метрологии.

Ключевые слова: нейронная сеть, измерительная система, метрология, качество обучения, погрешности обучения, классификация погрешностей

На данный момент не существует достаточного полного и универсального системотехнического и метрологического описания работы НС. Основываясь на экспериментальных данных можно сказать, что перспективы применения нейросетевых измерительных систем на базе нейронных сетей (ИС/НС) для анализа многопараметрических измерений очевидны. Но проблема корректной оценки метрологических характеристик таких измерений вызывает особую сложность в связи с большим количеством факторов, влияющих на погрешность измерений.

Выбор структуры НС осуществляется в соответствии с особенностями и сложностью задачи. Вопрос о необходимых и достаточных свойствах сети для решения того или иного рода задач представляет собой целое направление нейрокомпьютерной науки. В данной работе мы рассмотрим с метрологической точки зрения процесс обучения НС, практически не затрагивая выбор оптимальной архитектуры и совсем не останавливаясь на инструментальных погрешностях конкретных вариантов исполнения НС.

Типы НС обладают общими чертами, несмотря на существенные различия. Во-первых, основу каждой НС составляют относительно простые, в большинстве случаев — однотипные, элементы (ячейки), имитирующие работу нейронов мозга. Каждый нейрон характеризуется своим текущим состоянием по аналогии с нервными клет-

ками головного мозга, которые могут быть возбуждены или заторможены.

Текущее состояние нейрона определяется, как взвешенная сумма его входов:

$$s = \sum_{i=1}^n x_i \cdot \omega_i$$

Выход нейрона есть функция его состояния: $y = F(s)$.

Нелинейная функция F называется активационной и может иметь различный вид.

Выбор структуры НС осуществляется в соответствии с особенностями и сложностью задачи. Для решения некоторых отдельных типов задач уже существуют оптимальные варианты на сегодняшний день. Если же задача не может быть сведена ни к одному из известных типов, разработчику приходится решать сложную проблему синтеза новой конфигурации. При этом он руководствуется несколькими основополагающими принципами:

1. возможности сети возрастают с увеличением числа ячеек сети, плотности связей между ними и числом выделенных слоев;

2. введение обратных связей наряду с увеличением возможностей сети поднимает вопрос о динамической устойчивости сети;

3. сложность алгоритмов функционирования сети (в том числе, например, введение нескольких типов синопсов — возбуждающих, тормозящих и др.) также способствует усилению мощи НС.

Процесс функционирования НС зависит от величин синоптических связей, поэтому, задавшись определенной структурой НС, отвечающей какой-либо задаче, разработчик сети должен найти оптимальные значения всех переменных весовых коэффициентов (некоторые синоптические связи могут быть постоянными). Этот этап называется обучением НС, и от того, насколько качественно он будет выполнен, зависит способность сети решать поставленные перед ней проблемы во время эксплуатации. На этапе обучения, кроме параметра качества подбора весов, важную роль играет время обучения. Как правило, эти два параметра связаны обратной зависимостью и их приходится выбирать на основе компромисса.

Существует великое множество различных алгоритмов обучения, которые, однако, делятся на два больших класса: детерминистские и стохастические. В первом из них подстройка весов представляет собой жесткую последовательность действий, во втором — она производится на основе действий, подчиняющихся некоторому случайному процессу.

Процесс обучения требует корректной оценки качества, достоверности результата, оценки возможных погрешностей. Одним из способов получения такой оценки является тестирование примеров.

Тестирование примеров нейросетью может проводиться с различными целями:

1. Проверка того, как обучилась нейросеть;
2. Решение конкретных задач;
3. Моделирование.

В первом случае осуществляется тестирование выборки с заранее известными ответами примеров. Таким образом, можно проверить, правильно ли сеть определяет ответы примеров и насколько уверенно она это делает. Определенный сетью ответ примера сравнивается с заранее известным. Как правило, сначала тестирование проводится на той выборке, на которой сеть обучалась. Если сеть обучилась полностью, то при тестировании той же самой обучающей выборки ответы всех примеров будут определяться правильно. Гораздо больший интерес представляет тестирование аналогичной выборки с заранее известными ответами, но примеры, которой не участвовали в обучении сети. Неправильное определение ответов некоторых примеров может быть вызвано несколькими причинами:

— выборка, по которой обучалась нейросеть, составлена неграмотно, тенденциозно;

— обучающая выборка имеет недостаточное количество обучающих параметров и сеть не может найти закономерности между входными сигналами и ответами;

— при создании сети не оптимально были выбраны некоторые сетевые параметры, например, число нейронов, число тактов функционирования или характеристика сети.

Задана неверная классификационная модель (при обучении нейросетей-классификаторов).

При решении конкретных задач сети подаются примеры, ответ которых неизвестен. В этой ситуации программа не может проверить правильность решения. Как уже говорилось, в отличие от большинства экспертных систем, работающих по четким правилам, решение задачи на основе опыта всегда имеет «нечеткий» характер. Поэтому кроме класса тестируемого примера, сеть вычисляет коэффициент уверенности в данном решении. Коэффициент уверенности зависит от заданного уровня надежности и рассчитывается по формуле:

$$КУ = \frac{Max1 - Max2}{R * 100 \%}$$

где Max1 — ответ выходного нейрона, отвечающего за класс — «победитель»,

Max2 — ответ выходного нейрона, выдавшего следующий по максимальной величине сигнал, R — уровень надежности.

Из формуле видно, что уверенность сети зависит от того, насколько наибольший из выходных сигналов превышает второй по величине сигнал. Естественно, если КУ получается более 100%, он приравнивается к этому числу. Из того, что в знаменателе правой части формулы стоит уровень надежности, следует, на первый взгляд, парадоксальный вывод: сеть, обученная лучше (уровень надежности больше), даст меньшую уверенность в ответе, чем сеть, обученная хуже. Однако при внимательном рассмотрении проблемы, становится ясно, что при тестировании примера первой сетью, выражение, стоящее в числителе, также будет больше (ответ одного нейрона будет намного больше ответа другого). Кроме того, КУ выражает все же уверенность конкретной сети, которая во многом зависит от того, насколько тестируемый пример близок к примерам, на которых обучалась эта сеть. Если пример отличается достаточно сильно, лучше обученная сеть будет и сомневаться больше, чем сеть с меньшим «опытом».

Один из показателей качества обучения — определение прогностической способности нейросети — состоит в подсчете процента правильно распознанных примеров. При сравнении качества обучения двух нейросетей, в случае, когда обе сети дают одинаковую прогностическую способность, можно подсчитывать средний процент уверенности при тестировании выборки. Поэтому среднее арифметическое процентных величин уверенностей, полученных при тестировании каждого примера, с заранее известным результатом, дает нам необходимый процент уверенности.

Из вышесказанного вытекает очень полезный для практики вывод. Изменяя в различных направлениях значения параметров примера и повторяя его тестирование, можно видеть, что и на сколько, нужно изменить, чтобы пример стал принадлежать к требуемому классу. Это может быть полезным для медицинской диагностики и прогнозирования. Предположим, что сеть обучена дифференцировать больных и здоровых людей по набору кли-

нических параметров. Изменяя эти параметры, можно добиться, чтобы пример, определяемый как «больной», стал принадлежать классу «здоровый». Таким образом, станет ясно, какие клинические параметры подлежат изменению для улучшения состояния больного.

С точки зрения классической метрологии погрешности по одной из классификаций разделяются на методические и инструментальные. В классическом определении методических $\Delta_M \lambda_j^*$ и инструментальных $\Delta_{II} \lambda_j^*$ погрешностей лежит представление полной погрешности в виде их суммы: $\Delta \lambda_j^* = \Delta_M \lambda_j^* + \Delta_{II} \lambda_j^*$.

На основании канонического содержательного определения методической погрешности (погрешности метода) как составляющей полной погрешности, происходящей от несовершенства метода измерений, приходим к соотношению:

$$\Delta_M \lambda_j^* = R_m^{II} \dots R_1^{II} \gamma_j - R_m^I \dots R_1^I \gamma_j,$$

где R — характеризует преобразования без учёта инструментальной погрешности. Соответственно получаем:

$$\Delta_{II} \lambda_j^* = R_m \dots R_1 \gamma_j - R_m^{II} \dots R_1^{II} \gamma_j.$$

Разделение погрешностей на методические и инструментальные связано с уровнем и объемом априорной информации, используемой при описании измерительной процедуры и результатов измерения.

Рассмотрим варианты классификации погрешности обучения с точки зрения классической метрологии. С одной стороны, во многих задачах качество обучения оценить сложно, а зачастую и невозможно определить без проведения тестирования. В соответствии с метрологическим определением, с помощью эксперимента находятся инструментальные погрешности. Но с другой стороны, в классических измерениях методические погрешности вызываются: недостатками применяемого метода измерений, несовершенством теории физического явления и неточностью расчетной формулы, используемой для нахождения измеряемой величины.

Очевидно, что НС — весьма специфический инструмент измерений. Неточность классификации определяется: не корректным выбором структуры сети, не каче-

ственным обучением. Поэтому оценить погрешность без эксперимента можно только в случае относительно простых задач с заранее определенными алгоритмами. Авторы статьи считают, что погрешности выбора архитектуры и обучения следует все же относить к методическим погрешностям.

Другой вариант деления погрешностей в метрологии — на статические и динамические погрешности. Погрешности обучения могут иметь различный характер. В задачах распознавания образов это скорее динамические погрешности, они зависят от входных параметров. В других видах измерений, погрешности архитектуры и обучения могут давать и статическую погрешность на определенных наборах входных параметров. Но на других параметрах, погрешность будет уже другой величины, если нейронная сеть хотя бы более или менее правильно подобрана и обучена. Тогда погрешности обучения следует считать динамическими.

Рассмотрим классификацию погрешностей обучения как систематические или случайные. Если не рассматривать инструментальные погрешности, вызванные ошибками при моделировании сети (которые на данном уровне развития микроэлектроники — минимальны и выходят за рамки данной работы), то результат решения одних и тех же примеров будут всегда повторяться. Если в процессе работы НС не происходит дополнительного обучения, то погрешности неоптимальной архитектуры и некачественного обучения будут проявляться на одних и тех же примерах. Т. е. в задачах классификации, те примеры, которые решались верно, будут неизменно достоверными, ошибочные — так и останутся не верными. Следовательно, погрешности обучения — статические. Однако во многих серьезных комплексах происходит постоянное обучение НС в процессе работы. В таком случае результаты измерений будут отличаться даже при одинаковых входных параметрах.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что ИС/НС можно рассматривать с помощью методов классической метрологии. Однако эти системы весьма специфичны и имеют много отличий от классических формализованных измерительных систем.

Литература:

1. Цветков, Э.И. Основы математической метрологии, 2001 г. — 105 с.
2. Царегородцев, В.Г. Определение оптимального размера нейросети обратного распространения через сопоставление средних весов синапсов // Материалы XIV Международной конференции по нейрокибернетике, Ростов-на-Дону, 2005. Т. 2. — с. 60–64.
3. Рабинович, С.Г. Погрешности измерений. -Л.: Энергия, 1978. — 262с.
4. Новоселов, О. Н, Фомин А. Ф. Основы теории и расчета информационно-измерительных систем. -2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1991. — 336 с.
5. Цапенко, М.П. Измерительные информационные системы: структуры и алгоритмы, системотехническое проектирование.: учеб. Пособие для вузов. — 2-е изд., перераб и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1985.-438с.
6. Обучение нейронной сети. Алгоритм обратного распространения ошибок. <http://microtechnics.ru/obuchenie-nejronnoj-seti-algoritm-obratnogo-rasprostraneniya-oshibok/>

Исследование работы сезоннодействующего термостабилизатора грунта

Евдокимов Владимир Сергеевич, младший научный сотрудник;
Расулов Александр Андреевич, магистрант;
Немченко Вадим Юрьевич, магистрант
Омский государственный технический университет

Целью исследования является сохранение пригодного для строительства состояния грунтов в условиях криолитозон. Для поддержания вечной мерзлоты используют термостабилизаторы грунта. Данная работа посвящается исследованиям динамики температурного режима грунта вокруг термостабилизатора в зимнем и летнем режиме эксплуатации для климатической зоны юга Западной Сибири. Экспериментально получены температурные поля грунта вокруг термостабилизатора. Расчетные результаты подтверждены экспериментальными исследованиями. Спроектирована перспективная конструкция комбинированного устройства для заморозки грунта.

Ключевые слова: термостабилизация грунта; температурные поля; сезоннодействующее охлаждающее устройство (СОУ); мерзлый грунт

1. Введение

Опасность деградации мерзлых пород заключается в уменьшении несущей способности грунтов, при повышении температуры и потере их устойчивости при оттаивании. Все это требует разработки и применения новых технических решений, способных компенсировать отрицательное воздействие потепления климата, для существующих, строящихся и проектируемых сооружений.

В настоящее время наиболее эффективным техническим решением, способным компенсировать техногенные воздействия на несущую способность вечномерзлых грунтов, является применения термостабилизаторов (ТС) грунта.

Современное состояние применения ТС в северном строительстве можно характеризовать следующими особенностями:

1. Для замораживания грунтов идет поиск перспективных конструкций парожидкостных и жидкостных коаксиальных ТС, причем предпочтение отдается первым ввиду большей эффективности конструкции и меньшей металлоемкости.

2. Сохранению в грунте отрицательных температур способствует изоляция ледогрунтового массива от летних теплопритоков, а также защита наружных теплообменников (ТО) от солнечной радиации с помощью экранов.

3. Использование ТС в комбинации с емкостями для аккумуляции зимнего холода (так называемые зероторы) способствует продлению активного периода ТС.

4. Недостаточно данных по опыту эксплуатации и расчету новых технических решений ТС, разработанных для специальных условий (изменения режима эксплуатации объекта, глобальное изменение климата и др.).

Общим для всех сезоннодействующих охлаждающих устройств (СОУ) является то, что при работе охлаждающего устройства вокруг его заглубленной части образуется столб мерзлого грунта, диаметр которого со временем увеличивается. Скорость его роста зависит от величины потока тепла, отводимого теплообменником в атмосферу

и потока, поступающего от охлаждаемого (замораживаемого) грунта к СОУ. В периоды выключения СОУ происходят повышение температуры мерзлого массива и даже его частичное оттаивание. [1,2] При исследовании теплового режима СОУ обычно решают следующие задачи:

- задача определения нестационарного температурного поля в окружающем грунте при заданной интенсивности отвода теплоты (прямая задача);

- управление температурным режимом грунта, обеспечивающим стабилизацию температур грунта в заданном объеме (обратная задача).

Для решения этих задач необходима математическая модель, описывающая процессы термодинамической системы: атмосферный воздух — СОУ — грунт. Однако для достоверности использования результатов математического моделирования требуется их корректировка по данным натурных испытаний новых технических решений.

2. Объект исследования

В данной работе была поставленная задача провести экспериментальные исследования СОУ с возможностью зональной заморозки грунта и использованием компрессорно-конденсаторного агрегата [3], конструкция которого была разработана на кафедре «Холодильная компрессорная техника и технология» ОмГТУ и представлена на рис. 4. Зональная заморозка грунта позволяет использовать данный тип СОУ для температурной стабилизации грунта на участках, включающих в себя зоны инфильтрации, где серийные конструкции неэффективны. Введение зоны транспортирования хладагента [3] позволяет сохранить несущую способность грунта для вышеуказанных условий при той же металлоемкости СОУ. Для сравнения результатов эксперимента, в качестве серийного применяемого образца был использован индивидуальный термостабилизатор грунта ТК 32/6М5 А-01.

3. Методы исследования

Экспериментальный стенд для исследования характеристик работы двух ТС (серийного образца и с возможностью зональной заморозки) представлен на рис. 1.

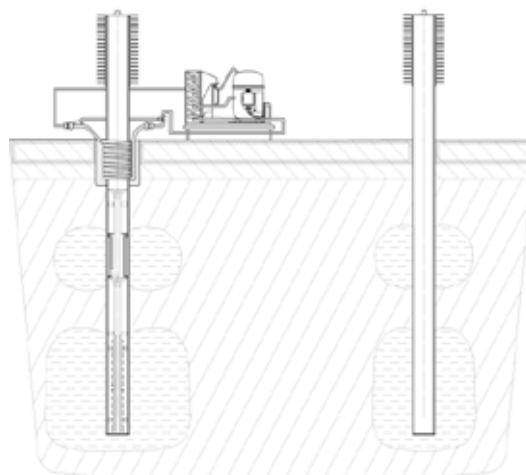


Рис. 1. Схема экспериментального стенда

Изменения температуры в грунтовом массиве и термосае регистрировались путём непосредственных измерений через систему датчиков, расположенных снаружи на корпусе термосаи и на измерительных штангах.

Анализ динамики теплопритоков осуществлялся косвенным методом на основании измерений температур в контрольных точках тепловых потоков.

Радиус заморозки грунта вокруг индивидуального термостабилизатора определяется с целью обоснования рабочего режима компрессорного холодильного агрегата. Кроме того, по результатам этого расчета делается подбор количества ТС.

В качестве исходных данных для решения прямой задачи с помощью математической модели принимаются климатические характеристики района строительства (температура воздуха, скорость ветра, солнечная радиация), начальная температура грунта, его теплофизические параметры, конструктивные характеристики СОУ. Сложность состоит в том, что здесь, по существу, протекают два взаимосвязанных процесса: промерзание (оттаивание) грунта при взаимодействии с охлаждающим устройством и атмосферой (внешняя задача) и теплоперенос в СОУ (внутренняя). Таким образом, необходимо рассматривать задачу как совместную для системы грунт — СОУ — атмосфера. [4]

4. Результаты

Результаты экспериментальных и численных испытаний приведены на рис. 2.

На рис. 3 представлены зависимости радиуса заморозки грунта на глубине 4 метра от времени активного периода работы СОУ. Приведенные зависимости показывают, что время выхода на заданный радиус заморозки (в данном случае $R_z=100\text{см}$) в ТС с зональной заморозкой сокращается на 25–28% ($\Delta T=T_2-T_1$). Это говорит о

более эффективной работе ТС в районе несущей опоры строительных конструкций.

Полученные результаты экспериментальных и численных исследований позволяют сделать следующие выводы:

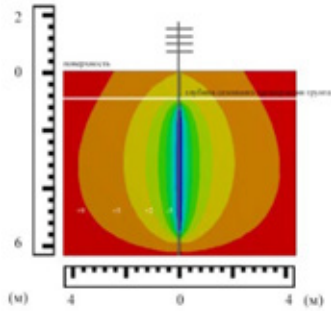
1) Проведены испытания образца СОУ с возможностью зональной заморозки в грунто-климатической зоне Юга Западной Сибири.

2) Изменения изотерм грунта, полученные в расчетной среде ANSYS, хорошо согласуются с характером их изменения при испытании натуральных образцов. Это говорит об адекватности результатов численного моделирования и возможности проведения численного эксперимента в среде ANSYS.

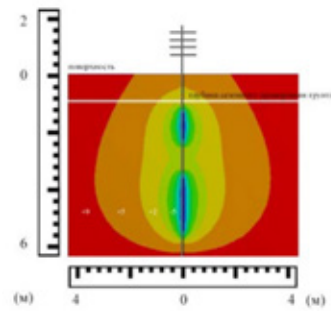
3) Экспериментальные данные и результаты численного эксперимента показывают, что конструкция СОУ с возможностью зональной заморозки грунта позволяет достичь заданного радиуса заморозки в районе несущей опоры строительных конструкций за меньший период времени, чем при использовании серийной модели. При наличии слоя инфильтрации грунта при высоких значениях коэффициента теплоотдачи серийные конструкции СОУ малоэффективны, в то время как конструкция СОУ с зональной заморозкой при той же металлоемкости позволяет достигать и сохранять заданный температурный режим грунта.

5. Заключение

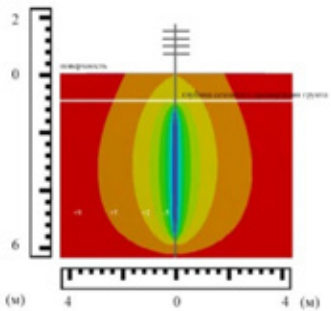
Спроектировано и исследовано устройство заморозки грунта, которое имеет ряд преимуществ, таких как: адаптация устройства для зональной заморозки участков грунта; обеспечение заморозки грунта на протяжении всего срока эксплуатации; повышение скорости заморозки грунта; снижение металлоемкости. Проведены испытания опытного образца.



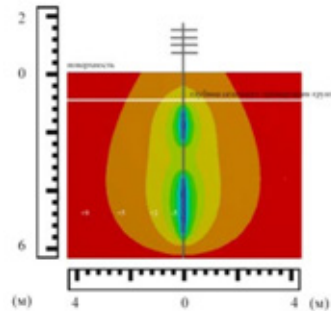
Экспериментальное температурное поле грунта вокруг ТК 32/6М5 А-01 при длительности активного периода 180 суток.



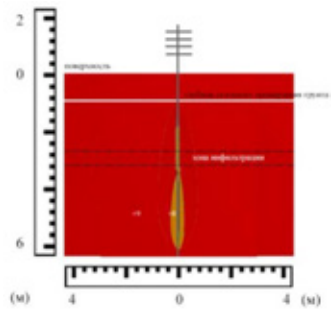
Экспериментальное температурное поле грунта вокруг СОУ с возможностью зональной заморозки при длительности активного периода 180 суток.



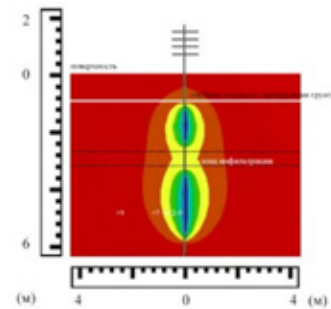
Расчетное температурное поле грунта вокруг ТК 32/6М5 А-01 при длительности активного периода 180 суток, с $gr=52$ Вт/мК в зоне инфильтрации



Расчетное температурное поле грунта вокруг СОУ с возможностью зональной заморозки при длительности активного периода 180 суток, с $gr=52$ Вт/мК в зоне инфильтрации



Расчетное температурное поле грунта вокруг ТК 32/6М5 А-01 при длительности активного периода 180 суток, с $gr=104$ Вт/м2К в зоне инфильтрации



Расчетное температурное поле грунта вокруг СОУ с возможностью зональной заморозки при длительности активного периода 180 суток, с $gr=104$ Вт/м2К в зоне инфильтрации

Рис. 2. Зависимости изотермических слоев грунта по длине ТС

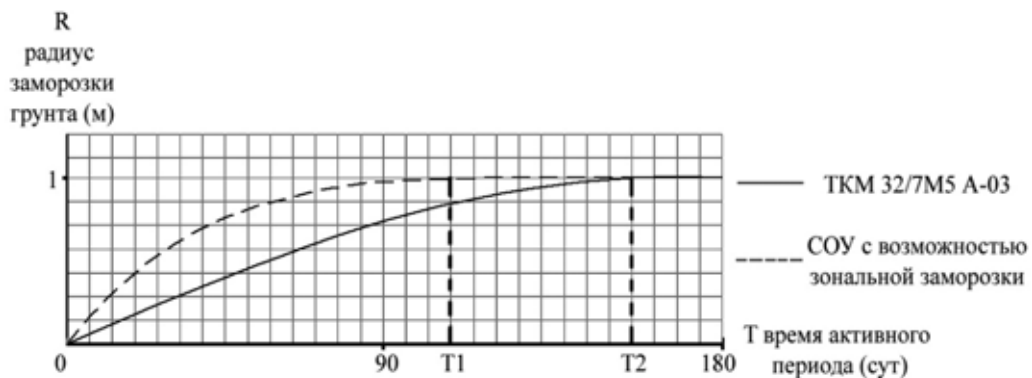


Рис. 3. Экспериментальные зависимости радиуса заморозки грунта от времени работы СОУ

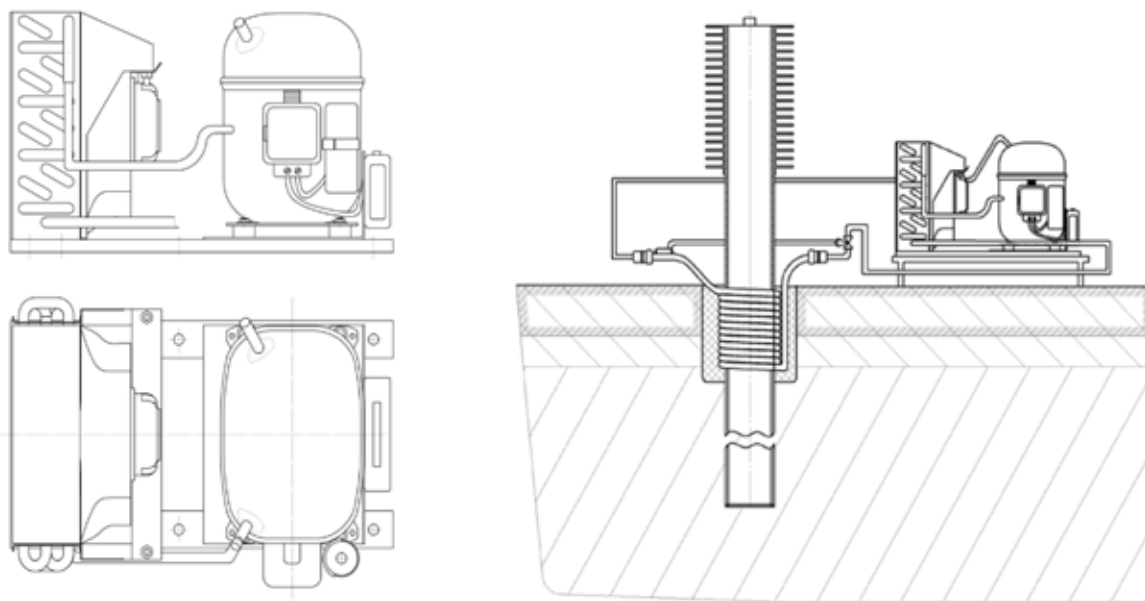


Рис. 4. Общий вид компрессорно-конденсаторного агрегата

Литература:

1. Карнаухов, Н. Н. Механика мерзлых грунтов и принципы строительства нефтегазовых объектов в условиях севера / Н. Н. Карнаухов: — М: Изд. ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. — 432 с.
2. Yang Zhou, Guoqing Zhou. Approximate solution for the temperature field of 1-D soil freezing process in a semi-infinite region. Heat and Mass Transfer Volume 49, Issue 1, pp 75–84 (2013). DOI: 10.1007/s00231–012–1064–0
3. Пат. 108051 U1 RU. Устройство для аккумуляции холода / В. А. Максименко; В. С. Евдокимов; А. М. Костин; А. С. Губанов // — 2011.
4. Улитин, В. В. Метод элементарных объемов при решении нелинейных задач теплопроводности и геокриологии: монография. — Спб.: Изд-во «Парком», 2013. — 170 с

Центробежный фреоновый компрессор для системы кондиционирования

Евдокимов Владимир Сергеевич, младший научный сотрудник;
 Расулов Александр Андреевич, магистрант
 Омский государственный технический университет

В данной статье приводится описание центробежного фреонового компрессора для системы кондиционирования. Рассмотрены достоинства центробежного компрессора по сравнению с винтовыми, роторными и поршневыми компрессорами используемыми в холодильной сфере. Так же описывается принцип работы компрессора, системы охлаждения, энергоэффективность и экспериментальный стенд.

Ключевые слова: центробежный компрессор, система кондиционирования, мягкий пуск, энергоэффективность, шум, охлаждение

В наше время еще не совсем изучены и редко применяются центробежные компрессоры малой производительности. Система кондиционирования — это создание и автоматическое поддержание в обслуживаемом помещении требуемых параметров и качества воздуха независимо от внутренних и внешних воздействий. Центробежные

компрессоры относятся к классу турбокомпрессоров, характеризуются большим холодильным коэффициентом, долговременной надежностью и могут, считаются прекрасным решением для систем кондиционирования

В работе были рассмотрены разные виды компрессоров и за основу была взята разработка Одесского уни-

верситета в области холодильных центробежных компрессоров малой холодопроизводительности. Достоинствами центробежного компрессора по сравнению с винтовыми, роторными и поршневыми компрессорами, используемыми в холодильной сфере, является: 1) компактность 2) отсутствие возвратно-поступательного движения это в свою очередь упрощает эксплуатацию и снижает требования к фундаменту 3) простота конструкции 4) низкий уровень шума 5) отсутствие пульсации газа (нет необходимости в ресивере) 6) возможность непосредственного соединения компрессора с быстроходным двигателем 7) долговечность.

Энергоэффективные турбокомпрессоры, за счет высокой скорости вращения вала (от 15000 до 40000 оборотов в минуту) способные обеспечивать высокую производительность при небольших габаритах и малой массе, стали новым словом в компрессионном оборудовании для холодильной техники. Долгое время использование турбоагрегатов в холодильной технике ограничивалось низкотемпературными установками. Лишь в начале XXI века они были адаптированы к требованиям и рабочему режиму систем кондиционирования.

Высокоэффективные центробежные компрессоры, вал которых раскручивается электродвигателем, оснащенным

возможностью плавного регулирования скорости (инвертором). Сжатие газа осуществляется в одну ступень. Входящий фреон, имеющий низкие температуру и давление, поступает на рабочее колесо, где сжимается до промежуточного давления. Далее он проходит через специальный аппарат, где сжимается и выбрасывается в спиральную улитку. В улитке некоторая часть кинетической энергии превращается в дополнительную потенциальную энергию. На выходе фреон имеет конечное давление и поступает в конденсатор.

Детального описания требует момент запуска компрессора. Дело в том, что раскручивать вал, лежащий под действием силы тяжести на подшипниках, нельзя. Поэтому в компрессоре предусмотрен специальный отсек конденсаторов. При подаче тока конденсаторы заряжаются и накапливают энергию. И только после этого вал начинает медленно раскручиваться инверторным двигателем. Второй особенностью стартового режима является мягкий пуск. Благодаря тем же конденсаторам выпрямитель включается позже, и стартовый ток составляет всего 2 А. Это позволяет защитить электрические и электромагнитные компоненты компрессора, а также избежать негативного влияния на внешнюю сеть. Схематично разница режимов с мягким пуском и без него показана на рис. 1.

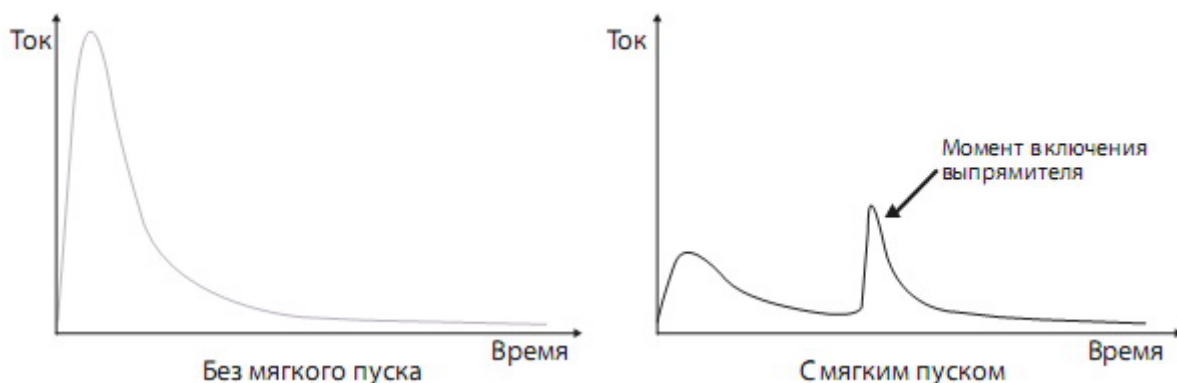


Рис. 1. Пусковой ток в режиме без мягкого пуска заметно выше, чем с мягким пуском

Энергоэффективность

Применение турбокомпрессоров позволяет заметно повысить энергоэффективность холодильного цикла. Во-первых, сам по себе процесс сжатия в турбокомпрессоре проходит с более высоким КПД. Во-вторых, в современных подшипниках малое трение, а значит, на его преодоление не нужно тратить много энергии. В-третьих, габариты и масса компрессора, а следовательно, и его вращающихся элементов невелики, что также приводит к снижению потребляемой мощности.

В конечном итоге, согласно данным, полученным в процессе эксплуатации строительного комплекса в Голливуде (штат Калифорния, США), использование системы кондиционирования с турбокомпрессорами дало возможность

снизить энергозатраты на 24–28%. В результате здание получило наивысшую оценку LEED — системы сертификации «зеленых» зданий.

Энергоэффективность турбокомпрессоров еще более очевидна, когда система кондиционирования работает в режиме неполной нагрузки (а она практически всегда работает в этом режиме). На рис. 2 представлен сравнительный анализ холодильных коэффициентов обычного спирального компрессора и турбокомпрессора, оснащенного инверторным приводом. Так, при нагрузке на 50% холодильный коэффициент турбокомпрессора выше на 75%.

Охлаждение двигателя осуществляется за счет хладагента. На рис. 3 представлена соответствующая схема. Фреон поступает в компрессор и охлаждает как элек-

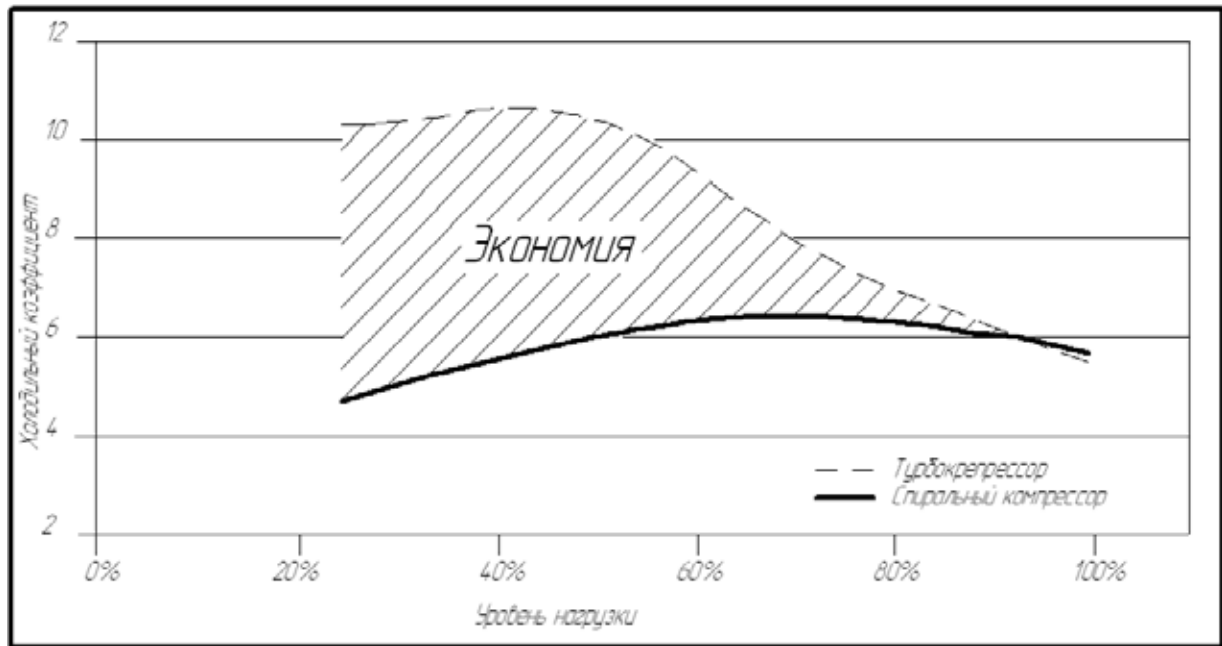


Рис. 2. Сравнение холодильного коэффициента для спирального компрессора и турбокомпрессора в зависимости от тепловой нагрузки

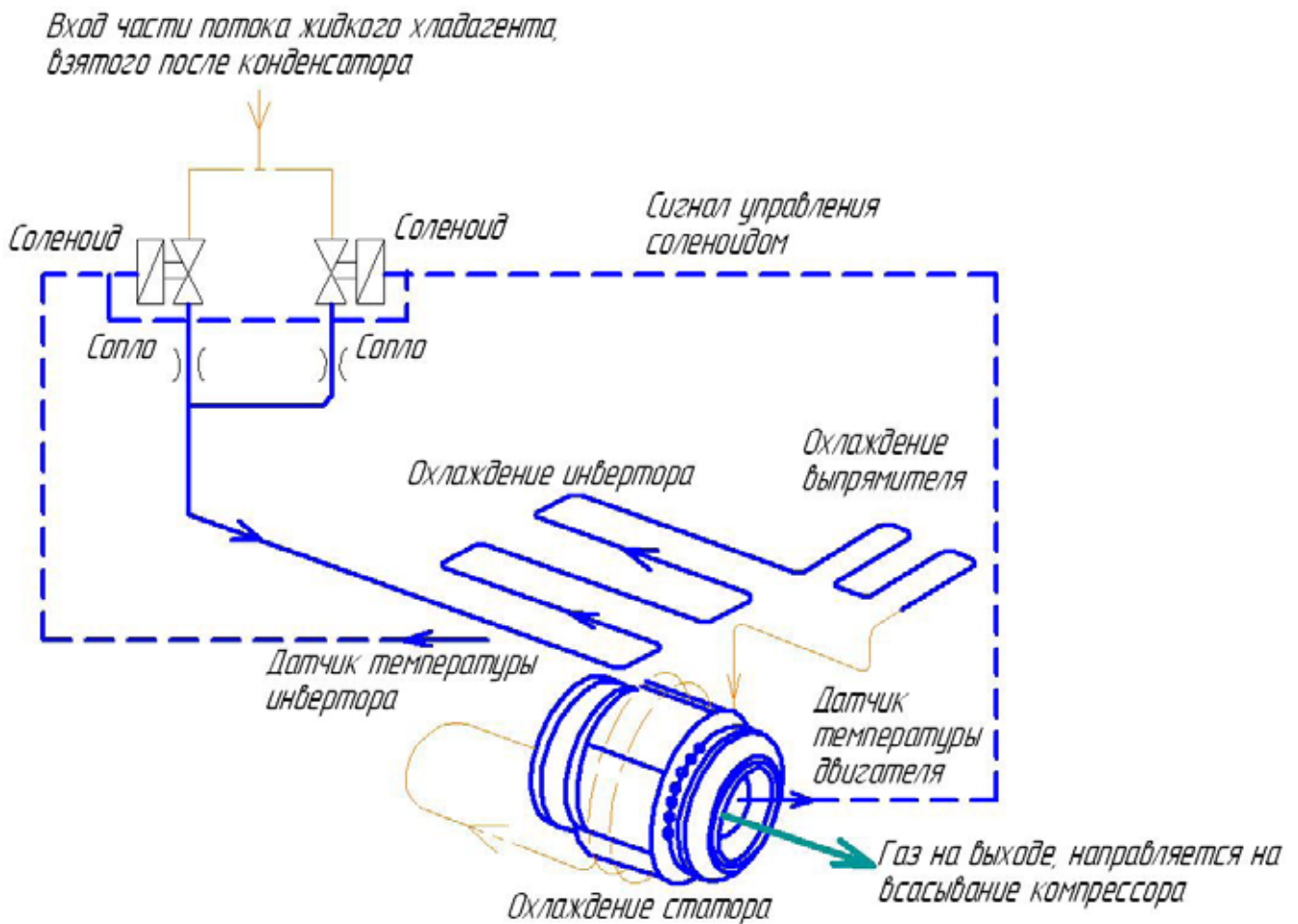


Рис. 3. Схема охлаждения компрессора частью потока хладагента

тронные, так и механические компоненты, обеспечивая более высокую эффективность и безопасность работы.

Хладагент забирается на выходе из конденсатора через два параллельных соленоидных вентиля и поступает в охлаждающие каналы компрессора. Хладагент, проходящий через установленное после вентиля сопло, расширяется и охлаждается подобно тому, как это происходит в ТРВ. Далее, следуя через электродвигатель, преобразователь напряжения, инвертор и другие компоненты, фреон нагревается, испаряется и направляется в секцию всасывания компрессора (рис. 3).

Современные турбокомпрессоры поддерживают возможность контроля их работы посредством интерфейса

RS 485. Специальная программа в режиме онлайн отображает частоту вращения вала, температуру и давление хладагента на входе и выходе из компрессора, потребляемую мощность, уровень загрузки и другие показатели. Данные могут быть представлены как в виде динамических графиков, так и в виде цифровой информации, визуально привязанной к соответствующим точкам на схеме турбокомпрессора.

Для турбокомпрессоров характерно специфическое распределение уровней звукового давления и мощности по октавным полосам частот. Даже на слух ощущается, что шум от турбокомпрессоров более высокочастотный. Это же подтверждается и измерениями (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение шумовых характеристик типовых холодильных машин на базе винтового и турбокомпрессора

	63Гц	125Гц	250Гц	500Гц	1000Гц	2000Гц	4000Гц	8000Гц	LP, дБ
Liebert HPCWS2061, 635 кВт (винтовой)	42	58	68	77	74	70	55	46	78
Uniflair BCWC 0630, 630кВт (турбокомпрессор)	25	43	51	58	63	66	65	60	70

Как видно из таблицы, у традиционных чиллеров уровень звукового давления с ростом октавы нарастает быстрее, достигает максимума при 500 Гц и далее постепенно снижается. У чиллеров с турбокомпрессорами звуковое давление растет медленнее, пик приходится на частоту 2000 Гц причем при 8000 Гц звуковое давление остается заметно более высоким (60 дБ (А) против 46). Следует отметить, что высокочастотный шум проще погасить звукоизоляцией, чем низкочастотный, что обычно и делают при использовании турбокомпрессоров.

Был проведен расчет холодильного цикла на различные холодопроизводительности от 50 кВт до 200 кВт и каждая производительность была посчитана на t_0 от -5°C до 0°C и $t_{\text{кд}}$ от $+20^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$.

Данный расчет позволил определить оптимальные параметры кондиционирования для проектирования фреонового холодильного центробежного компрессора. На кафедре «Холодильная и компрессорная техника и технология» была разработана перспективная конструкция центробежного компрессора.

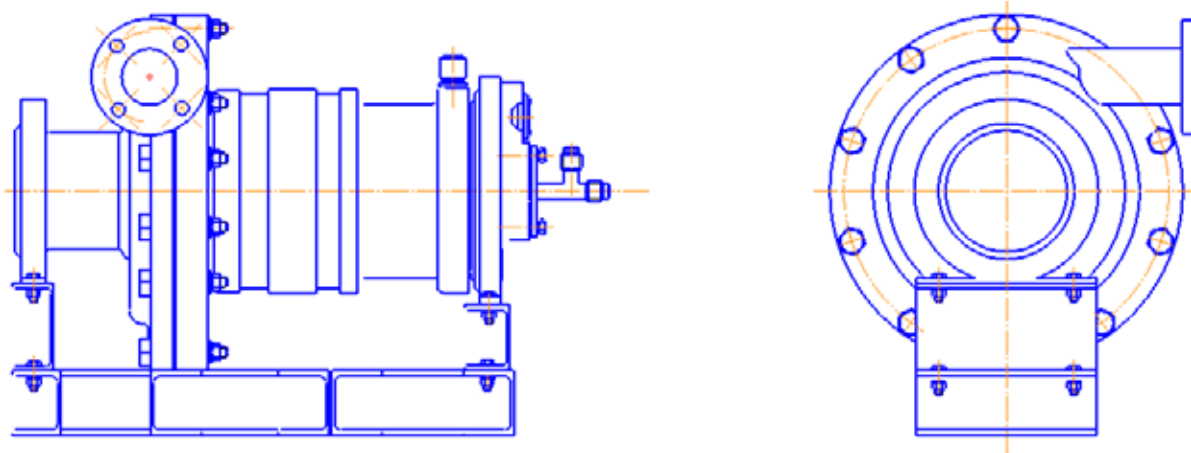


Рис. 4. Общий вид компрессора

Спроектированный центробежный компрессор представляет собой одноступенчатую машину. Рабочие колеса — полуоткрытого типа, представляющие собой

сварную конструкцию, состоящую из диска с цельно фрезерованными лопатками и покрывающего диска; лопатки загнуты вперед с выходными углами $71,3^{\circ}$. На вал ком-

прессора рабочие колеса посажены с натягом при горячей посадке.

Корпус компрессора отлит из чугуна. В верхней части корпуса имеются отверстия для подачи хладагента с маслом, для охлаждения обмоток двигателя и смазки подшипников качения. Все основные детали ротора изготовлены из легированной стали, обеспечивающей требуемые запасы прочности.

Компрессор имеет шпиндельный двигатель; для связи с осью вращения не используются шестерни или ремни — он всегда непосредственно связан с осью вращения. Для достижения высоких оборотов используется частотный преобразователь. Используемый Фреон R134a представляет

собой бесцветный газ, не обладающий токсичными свойствами. Этот хладагент не горюч и не воспламеняется под воздействием высоких температур. Озоноразрушающий потенциал равен нулю. И он наиболее часто используется в системах кондиционирования воздуха с центробежными компрессорами. В компрессоре используются подшипники качения, смазываются они фреоном R134 с примесью масла (2–5% по массе). Используют холодильное синтетическое масло 160PZ фирмы DANFOSS. Обмотка двигателя охлаждается фреоном, при этом расход фреона на охлаждении двигателя и смазку подшипников не превышает 7% от общего количества агента циркулирующего в системе.

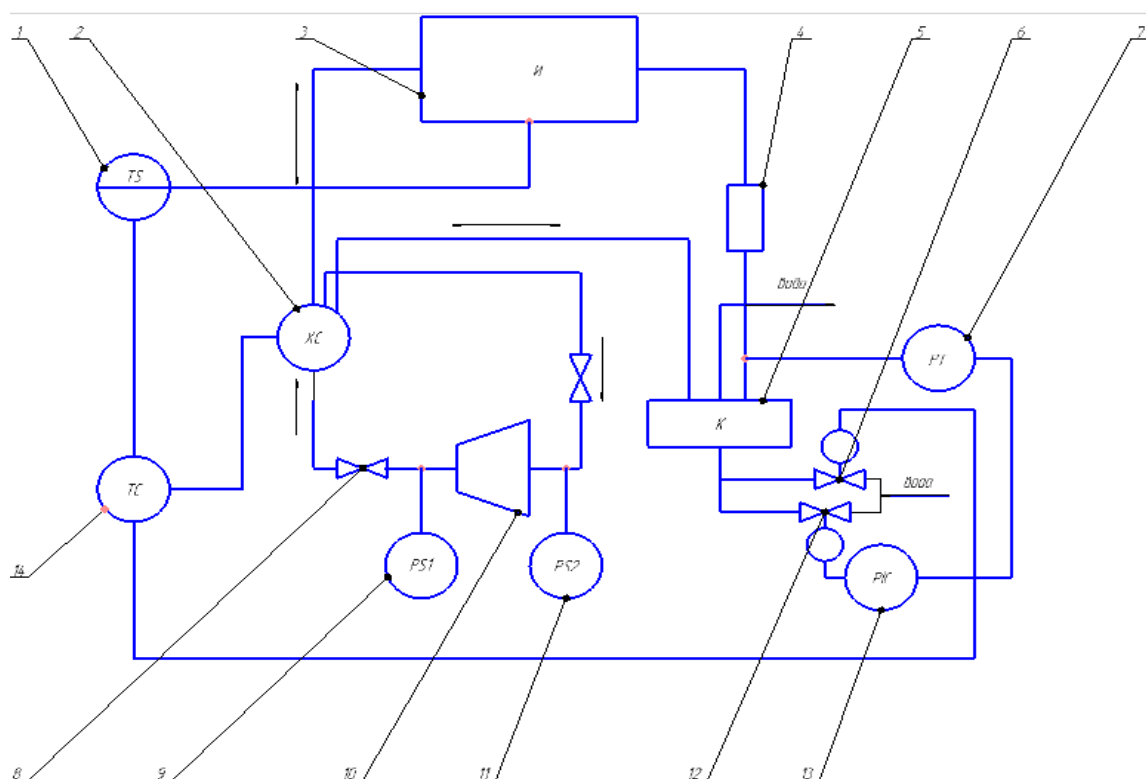


Рис. 5. Схема экспериментального стенда.

Также разработан экспериментальный стенд для проведения испытаний, который включает в себя следующие элементы: 1 — термореле; 2 — автоматический переключатель режимов; 3 — испаритель; 4 — фильтр-осушитель;

5 — конденсатор; 6 — соленоидный вентиль; 7 — дифманометр; 8 — вентиль; 9, 11 — реле давления; 10 — компрессор; 12 — водорегулирующий вентиль; 13 — электроконтактный манометр.

Литература:

1. Ваняшов, А.Д., Кононов С. В Термогазодинамический расчет проточной части охлаждаемых центробежных компрессоров. /Омск, 2004. — 112 с.
2. Ваняшов, А.Д., Кустиков Г.Г. Расчет и конструирование центробежных компрессорных машин. / Омск, 2005. — 208 с.
3. Ваняшов, А.Д., Теория, расчет и конструирование компрессорных машин динамического действия. / Омск, 2007. — 280 с.
4. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин / под ред. И.А. Сакуна. — Л.: Машиностроение, 1987. — 423 с.

Методы верификации программного обеспечения

Егоров Виктор Владимирович, доктор педагогических наук, профессор, проректор;
Томилова Надежда Ивановна, кандидат технических наук, декан;
Амиров Азамат Жанбулатович, доктор PhD, заведующий кафедрой;
Касылкасова Камила Нуралиевна, магистрант
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

В статье идет речь об исследовании и классификации методов верификации программного обеспечения (ПО). Осуществлен обзор имеющихся статических методов верификации, исследованы характеристики методов и осуществлено исследование на обнаружение зависимостей в рамках метода абстрактной интерпретации. В статье показан обзор и классификация динамических методов верификации ПО. Классификация выполнена по ряду главных критериев, таких как: вид метода, уровень автоматизации, уровень функциональной применимости, точность, типы обнаруживаемых ошибок, эффективность, область соответствия метода, время выполнения и способ достижения результата. Выполнен обзор видов тестирования и средств логического вывода и рассмотрены основные особенности методов верификации. Обнаружены недостатки имеющихся способов верификации программ.

Ключевые слова: верификация, статический анализ, динамический анализ, интерпретация, символьное выполнение, проверка модели

Одна из главных проблем при разработке программного обеспечения является верификация программного обеспечения. Средства верификации программного обеспечения создаются специально для подтверждения требованиям заявленного конечного программного продукта, сама цель верификации программного обеспечения является обнаружение ошибок, некорректных свойств и уязвимость программы [1, с. 129–134]. Актуальной проблемой является формирование новой классификации способов верификации программного обеспечения, и дает возможность рассмотреть существующие в настоящее время методы верификации ПО, обнаружить их преимущество и недостатки. Классификация и анализ существующих способов дает создать список требований и рекомендаций для будущего исследования и разработки синтетического метода верификации программного обеспечения, по принципу SMT — решателя.

Современные способы верификации можно поделить на эмпирические (те, которые используют экспертизу), формальные (которые используют математический аппарат верификации ПО) и формальные (которые проверяют работу программу с помощью запуска), уровни автоматизации делятся на ручные, автоматические и автоматизированные.

Одна из главных целей верификации программного обеспечения является проверка созданного программного кода техническому заданию и ее требования функциональности [2, с. 285–288].

Проверки документации и кода программного обеспечения с нормами и стандартам проведение оформлением использует экспертиза, которые установлены в стране, отрасли и организации. Сама экспертиза может быть специализированной и общей.

Понятие верификации программного обеспечения в одной из нотаций [3, с. 272] обозначает символьное вы-

полнение программы или проверку кода на наличие ошибок и уязвимости способов проверки модели.

Широко используется в настоящее время техника символьного выполнения [4–5, с. 68–79, 374], что позволяет проводить моделирование выполнения программы, при этом часть переменных представляются в символьном виде. Символ переменной показывает, что большинство значений входной переменной программы из области ее определения. Каждое символьное выполнение равноценно выполнению ПО, в наборе конкретных текстовых значений переменных, которое сокращает мощность множества изобретаемых тестов. Также самое означает альтернативная семантика исполнения программы — семантика условного выполнения для языка программирования, в котором объекты данных представлены в виде символов. Для работы с символьными значениями для этого семантика показывает пути расширения основных конструкции языков программирования.

Главные этапы верификации программного обеспечения — это тестирование программ на пригодность произвольным качественным характеристикам. Самые важные характеристики ПО перечислены ниже:

1. Корректность (аналогично системе своего назначения);
2. Безопасность системы;
3. Устойчивость системы в случае недетерминированного поведения окружения (например, неправильные входные данные);
4. Эффективность использования ресурсов времени и памяти;
5. Адаптируемость системы к небольшим преобразованиям окружения;
6. Переносимость и совместимость.

Экспертиза является самым популярным методом тестирования программ [2, с. 285–288]. Другими словами,

это анализ ПО, проводимым экспертом, который может быть и разработчиком так же лицом, или группой лиц, привлеченных со стороны, для оценки ПО.

Тестирование программного обеспечения выполняется группой квалифицированных специалистов, но невозможно выполнить автоматически потому, что все этапы выполняются экспертами. При том что этот способ имеет высокую функциональную пригодность и способен решать огромный круг задач тестирование программного обеспечения, при этом может быть применим к любым свойствам ПО на любом этапе тестирования программ. Качество экспертизы зависит от опыта специалистов, выполняющих ее. С помощью метода экспертизы обнаруживают от 50 до 90 % ошибок и уязвимостей ПО [7, с. 560]. Такой метод помогает обнаружить фактически любые виды ошибок и считается одним из лучших способов, но только если экспертизу проводят опытные специалисты. И самым главным преимуществом является то что тестирование возможно проводить на любом этапе разработки проекта. Срок выполнения тестирования зависит от сложности программы и опытности команды специалистов. Из чего следует, что приоритетом этого метода является возможность использовать на любом этапе проекта и быстро устранить ошибки и уязвимости.

Формальные методы верификации — это верификация математической модели программы, а не ее исходный код. Требования к программе определяется в виде спецификации, то есть проверяется требование спецификации на модели программы. [1, с. 129–134]

Если сравнивать с экспертизой, то формальный метод является более выгодным для авторизации процесса верификации и создание моделей программ. Для создание математической модели всегда нужен опытный специалист. Формальные методы наделены отличительной особенностью это высокой функциональной пригодностью и точностью, если только создана адекватная формальная модель.

Изъян формальной верификации — это не всегда возможность создать более адекватную математическую модель, при этом сохранить эффективность работы ее в промышленных проектах. Этот метод можно использовать к тем проверенным участкам, которые можно учесть в формальной модели.

Преимуществом проверки моделей является допустимость автоматизации процесса тестирования и строение модели. Создание формальной модели дает увидеть код программы в виде ряд логических выражений, позволяя наблюдать свойства программы, показанные в виде спецификации.

Статический анализ программы — это исследование выполняется без фактического выполнения программы. В основном исследуется определенная версия исходного кода. Динамический анализ дает анализировать все пути выполнения программы. Используется в том случае, если исследование выполняется с помощью автоматизированных инструментов.

В настоящем мире существуют две самые популярные группы методов статической верификации: это методы де-

дуктивного исследования программ метод проверки модели [11, с. 293–326].

Методы дедуктивного анализа применяется на основании пригодности программы своей спецификации, как правило задаваемый в виде пред и постусловий. На данном уровне прогресс — это инструменты не пригодны для исследования больших программ потому, что требуют ручной аннотации функции и циклов в коде программы [13, с. 452].

Способы проверки модели основываются из кода программы и создают ее математическую модель, обычно в качестве модели используют Крипк [13, с. 452], после этого анализируют эту модель на предмет исполнения установленных условия и ограничений.

Методы статического анализа не зависят от использования компилятора и среды, что дает обнаружить скрытые ошибки, и не понятные поведения программы. С легкостью определяет ошибки в тексте программы, наделенный вставкой и копирования разных частей кода. Статический анализ мало эффективен в обнаружение ошибок, сцепленный с утечкой памяти, и имеет отличительную черту создавать огромное количество ложных срабатываний указывая все подозрительные места в тексте, но современные методы имеют большую точность и полный анализ [14, с. 244].

Верификация методом статического анализа более плодотворна на этапе создания ПО, так как статический анализ пригодный к данному тексту программы и не имеет в виду ее исполнение, это позволяет уменьшить стоимость проекта и увеличить его надежность. Инструменты автоматической верификации на основе статического анализа, используются довольно неограниченно потому, что уместные и нетрудные в выполнении не требуют специальной подготовки программы.

Эти методы, для которых анализ программного обеспечения осуществляются при помощи реального выполнения программы. Если имитационное моделирование реализовывает не сама программа, а программа ее моделирующая, то на вход программы действует последовательность данных, которые имеют возможность создавать недетерминированное поведение, таким способом допускает выявлению уязвимости и ошибки.

Мониторинг — это такой метод, при котором исходит проверка, регистрация и оценка работы ПО [2, с. 285–288]. Протоколируемая информация подчиняется от оценки характеристик системы. Получая данные о работе, при этом используются разные методы инструментированная и это все является мониторинг.

Инструментирование дает возможность следить или установить качественные параметры уровня производительности ПО, и имеет вероятность распознавать ошибки и записывать информацию для наблюдения причины их появления.

Тестирование ПО адресовано на обнаружение тех ситуации в программном коде, в таких где поведение программы становится недетерминированным, не пра-

вильным и не соответствующим спецификации. Как правило, тестирование выполняется в рамках известных, заданных сценариев.

Подготовка тестов выполняется вручную, также можно автоматизировать сам процесс тестирования мониторинга. При отсутствии исходного кода, способы динамического исследования могут разрешить выполнить проверку программы, способом формирования контролируемой среды выполнения программы и дает возможность найти большое количество ошибок и получить точную оценку качества сложной системы. Можно использовать много раз набор текстов и систему мониторинга. Если сравнивать от формальных методов и статического анализа, позволяет найти временные и количественные характеристики программного обеспечения, например, реализация программы в целом и время выполнения ее отдельных участков, и сумма используемых ресурсов. Динамическое исследование кроме стандартных программных ошибок, дает найти те виды вирусов, которые появляются при запуске программы. Динамический анализ дает возможность найти уменьшение объема свободной оперативной памяти и ошибки, которые появляются в многопоточных приложениях, например, таких как «состояние гонки» и виды ошибок, которые часто существуют в конечной реализации ПО, по-другому их называют плавающие ошибки, но их очень сложно найти на этапе конструирования, из-за того, что исчезают или меняют свойства при попытках обнаружения их. Продуктивность методов динамического анализа непосредственно зависит от качества и количества входных данных. Такие способы существуют в тех областях, где в основном критерием программного обеспечения является его время отклика, употребляемые ресурсы надежность. Такие тесты это сервера с базами данных и системы реального времени. Это новая классификация и дает возможность на основе анализа имеющихся методов, создать рекомендации и требования, для реализации нового, синтетического метода верификации программного обеспечения. Синтетический метод осуществляет динамическую верификацию модели ПО, построенной на языке SMT-Lib, по промежуточному представлению кода программы.

Способы экспертизы невозможно автоматизировать, но при этом они имеют большее достоинство благодаря тому, что покрывают большую часть имеющих ошибок программы. Способы формальной верификации имеют отличительную особенность от других сложных процессов создания формальной модели программы, но при этом формальные методы покрывают огромный класс ошибок

Литература:

1. Бурякова, Н. А., Чернов А. В. Классификация частично формализованных и формальных моделей и методов верификации программного обеспечения // Инженерный Вестник Дона. 2014. № 4. 129–134 с.
2. Вельдер, С. С., Шальто А. А. Верификация простых автоматных программ на основе метода Модели тестирования // XV Международная научно-методическая конференция «Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовании и науке»: матер. СПб.: СПбГПУ, 2015. 285–288 с.

и легко автоматизируется. В настоящее время статические методы тестирования программного обеспечения лишены высокого полного тестирования, хотя прежде это было их привилегией, большинство программ употребляют динамический код, который нельзя верифицировать статическим методом. Динамические методы верифицируют только определенный набор трасс выполнения ПО и не гарантируют нужную полноту тестирования программы.

В итоге проведенного анализа и классификации имеющих методов, был создан список требований для нового, синтетического метода верификации.

На первых этапах разработки методы динамического анализа уместно употреблять на случаи если, есть какие-либо действующие элементы ПО. Динамические способы дают определить в программе только те ошибки, которые возникают при запуске программы. Для использования динамических способов верификации программного обеспечения также необходимо дополнительная подготовка, такие как: разработка тестов, создание тестовой системы, которая дает реализовать их.

Для применения динамических методов верификации ПО требуется дополнительная подготовка — создание тестов, разработка тестовой системы, позволяющие их выполнять или системы мониторинга, позволяющей проверить определенное поведение исследуемого ПО. Вероятно, динамическое генерирование тестов, похожее тестирование нуждается в большем времени. Одновременно является более продуктивным и новейшим методом тестирования, который может обнаружить значительное количество уязвимости в коде программы, нежели при применении статических методов тестирования программного обеспечения.

Метод динамического исследования также имеет недочеты, прежде всего недостатком этого метода является огромное количество ошибочных срабатываний. Величина ошибочных срабатываний при использовании новейших инструментов исследования порядочно велико и составляет, от 20 до 30% [15–16, с. 514–518], все-таки динамический анализ — это порядочно эффективный метод для проверки программного обеспечения на присутствие уязвимости.

На основании рекомендованной классификации был образован синтетический метод верификации программного обеспечения на базе SMT — решателя, реализовывается разработка и верификация программы на языке SMT-lib, дающее возможность исправить не малое количество классов ошибок, в свою очередь позволяющее увеличить скорость и производительность анализа кода.

3. Гленфорд Майерс, Том Баджетт, Кори Сандлер. Искусство тестирования программ, 3-е издание — The Art of Software Testing, 3rd Edition. — М.: «Диалектика», 2012. — 272 с. — ISBN 978–5–8459–1796–6.
4. Глухих, М. И., Ицыксон В. М., Цесько В. А. Использование зависимостей для повышения точности статического анализа программ // Моделирование и анализ информационных систем. 2011. № 4. 68–79 с.
5. Гурин, Р.Е. Обзор и анализ инструментов, который осуществляют верификацию бинарного кода программы // Новые информационные технологии в автоматизированных системах: материалы 17-го научно-практического семинара. Вып. 17. М.: ИПМ им. М. В. Келдыша, 2014. 514–518. 421 с.
6. Калбертсон Роберт, Браун Крис, Кобб Гэри. Быстрое тестирование. — М.: «Вильямс», 2002. — 374 с. — ISBN 5–8459–0336-X.
7. Канер Кем, Фолк Джек, Нгуен Енг Кек. Тестирование программного обеспечения. Фундаментальные концепции менеджмента бизнес-приложений. — Киев: ДиаСофт, 2001. — 544 с. — ISBN 9667393879.
8. Карпов, Ю. Г. MODEL CHECKING. Верификация параллельных и распределенных программных систем. СПб.: БХВ-Петербург, 2015. 560 с.
9. Кулямин, В. В. Методы верификации программного обеспечения. 2008. 117 с. // Единое окно доступа к информационным ресурсам: интернет-портал. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/168/56168> (дата обращения 01.09.2015).
10. Лаврищева, Е. М., Петрухин В. А. Методы и средства инженерии программного обеспечения: учебник. М.: МФТИ, 2009. 304 с.
11. Лифшиц, Ю. Верификация программ и темпоральные логики. Лекция № 4 курса «Современные задачи теоретической информатики». СПб., ИТМО, 2005. 3–8 с.
12. Мандрыкин, М. У., Мутилин В. С., Новиков Е. М., Хорошилов А. В. Обзор инструментов статической верификации C программ в применении к драйверам устройств операционной системы Linux // Сборник трудов Института системного программирования РАН. Т. 22. М.: ИСП РАН, 2012. С. 293–294. DOI: 10.15014/ISPRAS-2012–22–17. 345 с.
13. Рудаков, И. В., Гурин Р. Е., Ребриков А. В. Верификация программного обеспечения: обзор методов и характеристик // Национальная ассоциация ученых (НАУ). Ежемесячный журнал. 2014. № 3, ч. 2. 22–26 с.
14. Beyer, V. Status report on software verification (competition summary SV–COMP 2014) // Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems / ed. by E. Abraham, K. Havelund. Springer Berlin Heidelberg, 2014. P. 373–388. DOI: 10.1007/978–3–642–54862–8_25 (Ser. Lecture Notes in Computer Science; vol. 8413.). 377 с.
15. Boehm, V., Basilir V. Top 10 list [software development] // IEEE Computer. 2001. Vol. 34, no. 1. P. 135–137. DOI: 10.1109/2.962984. 136 с.
16. Boywer, R. S., Elspaser B., Levitt K. N. SELECT — a formal system for testing and debugging programs by symbolic execution // Proceedings of the International Conference on Reliable Software, Los Angeles, California, 1985. ACM New York, NY, USA, 1985. P. 234–254. DOI: 10.1145/800027.808445. 244 с.

Расширенный конечный автомат для тестирования мобильных приложений

Кабылова Дина Абдуллаевна, магистрант;

Когай Галина Давыдовна, кандидат технических наук

Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

Ключевые слова: тестирование, мобильное приложение, метод тестирования, расширенный конечный автомат

С каждым годом рынок мобильных приложений постоянно увеличивается: системные и дополнительные утилиты, приложения на базе оповещений. Но к какому бы типу эти приложения не относились, каждое из них должно быть хорошо протестировано. На первый взгляд кажется, что тестирование мобильных приложений достаточно простое, ведь приложение чаще всего состоит лишь из нескольких экранов-страниц. Но вся суть в том, что новые версии мобильного приложения разрабаты-

ются и собираются во много раз чаще, чем веб-приложения или десктоп-приложения, и, как следствие, приемочное тестирование выполняется очень часто. Довольно обыденно становится для тестировщика повторять однотипные действия: установить приложение, запустить, проверить, что все необходимые элементы присутствуют и т. д. Средства для Android-приложений были выбраны темой исследования неслучайно: устройства отличаются большим разнообразием и тестирование необходимо вы-

полнять на каждом из них (устройства могут отличаться версиями операционной системы, разрешением экранов, наличием или отсутствием фронтальной камеры и др.). То есть, если рассматривать iOS-устройства, то в таком случае процесс тестирования немного упрощается, так как произвести проверку необходимо только на некоторых устройствах: iPhone, iPad, iPod для конкретных версий ОС [1].

В контексте тестирования приложений для мобильных устройств (ПМУ) на системном уровне, взаимодействие конечного пользователя и ПМУ можно разбить на следующие типы:

Взаимодействие с элементом UI (пользовательского интерфейса), который не предусматривает ввод данных (детерминированный элемент). В дальнейшем будем называть такой тип — «детерминированное действие» (ДД). Множество различных ДД напрямую зависит от разнообразия типов элементов интерфейса ПМУ и способов действия на них и является конечным числом.

Взаимодействие с элементом UI, который предусматривает ввод данных (поля ввода, формы и др.). В общем случае пользователь может ввести в приложение любой набор данных, это предполагает бесконечное число подобных действий ввода данных. Любое действие, связанное с вводом данных будем обозначать типом «вариационное действие» (ВД).

Определив конечный набор детерминированных действий, и ограничив бесконечный набор вариационных действий конечным набором, можно свести взаимодействие пользователя с ПМУ к детерминированному, конечному набору операций.

Во всех мобильных операционных системах (Android, iOS, Symbian, Blackberry и др.) существует определенный, конечный набор элементов пользовательского интерфейса. Большинство типов элементов одинаково для всех ОС, поэтому можно задать общий для всех операционных систем, конечный набор детерминированных действий. Для каждой конкретной операционной системы данный набор может быть расширен с учетом элементов, не вошедших в пересечение элементов интерфейса всех операционных систем. Такой набор позволяет формально описывать взаимодействия типа «детерминированное действие» в унифицированном виде (в независимости от типа операционной системы). Очевидно, что существует некоторое отображение элементов UI на действия, которые можно совершить с данными элементами. Обозначим его *action* (e_d). Это отображение возвращает набор действий, которые применимы для данного элемента UI e_d , который предполагает конечный, детерминированный набор действий с собой. Введенное отображение будет использовано позднее при определении расширенного конечного автомата для ПМУ.

В общем случае пользователь может ввести в приложение любой набор данных. Для ограничения данного числа наборов предлагается воспользоваться принципом эквивалентного разбиения вводимых данных [2]. В соот-

ветствии с этим принципом необходимо все данные, которые может ввести пользователь в данный набор элементов UI, предполагающих ввод данных разделить на несколько классов. На всех данных из заданного класса эквивалентности приложение ведет себя одинаково. Обозначим $V = \{e_{v1}, e_{v2}, \dots, e_{vl}\}$ — набор всех вариационных элементов UI, которые видит пользователь в текущем состоянии приложения, e_v обозначает вариационный элемент UI, который предполагает ввод данных.

В общем случае число классов эквивалентности конечное число. Рассмотрим пример: допустим, в некотором состоянии приложения существует набор вариационных элементов интерфейса. В зависимости от данных, которые можно ввести получаем следующий набор классов эквивалентности.

Приложений для мобильных устройств разрабатываются с использованием принципа отделения логики работы приложения и представления (пользовательского интерфейса). Особенности данного принципа и рассматриваемая метрика тестирования ПМУ позволяют использовать конечные автоматы для формального описания прототипов приложений для мобильных устройств [3].

При анализе существующих мобильных приложений было выявлено, что количество основных видов приложений — конечное небольшое число (не более 100), но переход в каждый вид может зависеть от вводимых конечным пользователем данных. Возникает проблема «размножения» одинаковых видов при вводе «однотипных» данных. Действительно, допустим в данном виде существует некоторая форма ввода, которая принимает любые строковые значения на вход и после отправки данных «в приложение», происходит переход к следующему виду, в котором отображаются введенные данные. При построении соответствующего конечного автомата (КА) получаем бесконечное число состояний. Размножение числа состояний представлено на рисунке 1.

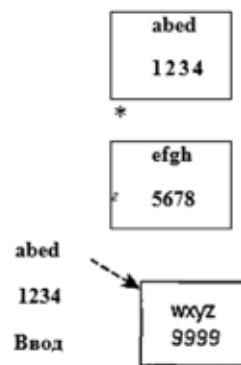


Рис. 1. Размножение состояний конечного аппарата

Решение этой проблемы состоит в разбиении всех вводимых данных на классы эквивалентности, это ограничит число «конечных» состояний. Вторая проблема, которая

возникает при построении КА для ПМУ — зависимость «будущих» переходов от вводимых данных в «текущем» переходе. Например, в случае существования ролевой мо-

дели в приложении, переход к некоторым видам может быть «закрыт» для пользователей одних ролей и открыт для пользователей других ролей (рис. 2):



Рис. 2. Пример условия на переходе конечного автомата

При построении КА такого приложения возникает необходимость «запоминать» под каким пользователем мы вошли в систему и «проверять» запомненное значение при каждой попытке перейти в состояние, требующее определенных прав.

Решение этой проблемы состоит в разбиении всех вводимых данных на классы эквивалентности, это ограничит число «конечных» состояний. Вторая проблема, которая возникает при построении КА для ПМУ — зависимость «будущих» переходов от вводимых данных в «текущем» переходе.

Решение этой проблемы заключается в использовании расширенного конечного автомата для построения прототипа приложения. Такой способ задания КА позволит «запоминать» необходимые данные в виде параметров РКА и проверять значения этих параметров при переходе к «закрытым» страницам, предварительно задав условия на переходах.

«Расширенная конечно-автоматная модель — это усовершенствованная модель конечного автомата. В традиционном конечном автомате переход из состояния в состояние связан с набором входных булевых условий и набором выходных булевых функций. В расширенной модели переход может быть выражен «IF» выражением. Если все условия перехода соблюдены, то происходит переход, переводя автомат в следующее состояние, при этом производятся требуемые операции с данными» [3]. Формально: «расширенный конечный автомат — набор $(S, V, P, s_0, P_0, I, p_1, X, O, p_0, Y, T)$, где:

S — конечное множество состояний автомата;

V — множество, возможно бесконечное, значений внутренних данных автомата;

P — отображение конечного набора $[1..n]$ индексов в W , $P: [1..N] \rightarrow W$; значение P на индексе i называется значением i -ой переменной автомата, которое также обозначается p_i .

s_0 — элемент S , называемый начальным состоянием;

P_0 — отображение $[1..n]$ индексов в W , называемое начальными значениями переменных;

I — конечное множество, элементы которого называются операциями или стимулами, само I называют входным алфавитом автомата;

p_1 — отображение I в неотрицательные числа, определяет число параметров для каждого стимула;

X — множество, возможно бесконечное, значений параметров стимулов;

O — конечное множество, элементы которого называются реакциями, само O называют выходным алфавитом автомата;

p_0 — отображение O в неотрицательные числа, определяет число параметров или данных каждой реакции;

Y — множество, возможно бесконечное, значений данных реакций;

T — множество переходов автомата; каждый переход t включает начальное управляющее состояние s_1 , стимул I , условие перехода g_i (guard condition) — предикат на множестве $V^n \times X^n$, конечное управляющее состояние s_2 , и действие a_i — некоторое отображение $V^n \times X^n$ во множество V^n , определяющее новые значения переменных.

Выполнение расширенного автомата отличается от выполнения обычного тем, что помимо текущего состояния имеются текущие значения переменных, при подаче стимула с набором аргументов охранное условие определяет, может ли быть выполнен данный переход при текущем наборе значений переменных и заданных значениях параметров стимула. Выполняемый переход выбирается не детерминировано из всех, помеченных данным стимулом, начинающихся в данном управляющем состоянии и имеющих выполненное охранное условие. При выполнении некоторого перехода новое управляющее состояние автомата равно конечному управляющему состоянию перехода, новые значения переменных определяются при помощи его действия — новое $p_i = a_i(p_1, \dots, p_n, x_1, \dots, x_{n1})$, значения параметров реакции — по соответствующему отображению в переходе» [4].

Литература:

1. Кабылова, Д. А., Когай Г. Д., Ашимова Д. Е. Метрика тестового покрытия приложений для мобильных устройств: Тезис/Труды Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства — основа реализации Плана нации», Караганда, КарГТУ 2016.
2. Степанченко, И. В. Эквивалентное разбиение. Методы тестирования программного обеспечения: РПК «Политехник», Волгоград 2006.
3. Хатько, Е. Е. Об одном методе тестирования «мобильных» приложений: Труды МФТИ, 2012 г.
4. Кулямин, В. В. Тестирование на основе моделей, <http://panda.ispras.ru>. [В Интернете] <http://panda.ispras.ru/~kuliamin/lectures-mbt/Lecture04.pdf>.

Перспективы развития охлаждения наддувочного воздуха в тепловозостроении

Карасёв Юрий Владимирович, аспирант;
Ивашкин Александр Александрович, аспирант
Омский государственный университет путей сообщения

Авторы статьи рассматривают возможные принципы охлаждения наддувочного воздуха и перспективы развития данного направления.

Ключевые слова: дизель, наддув, воздух

Температура наддувочного воздуха дизеля оказывает большое влияние на его экономичность и надежность в работе. Охлаждение наддувочного воздуха широко применяют для повышения литровой мощности дизелей тепловозов (при сохранении тепловой напряженности деталей на допустимом уровне) или для снижения тепловой напряженности деталей и улучшения топливной экономичности (при неизменной мощности дизеля).

Распространённым и перспективным способом повышения мощности силовых установок тепловозов, является повышение количества воздуха подаваемого в цилиндр, что впоследствии обеспечивает возможность увеличения цикловой подачи топлива и повышения, таким образом мощности двигателя.

Плотность воздушного заряда поступающего в цилиндры двигателя внутреннего сгорания выражается:

$$\rho_K = \frac{p_K \cdot 10^6}{R_B \cdot T_K}, \text{ кг/м}^3 \quad (1)$$

где ρ_K — давление наддува, МПа; T_K — температура воздуха на впуск, К; R_B — универсальная газовая постоянная для воздуха, Дж/(кг · К).

Из выражения (1) следует, что необходимое значение плотности воздушного заряда можно не только воздействуя на величину давления воздуха, но и воздействуя на температуру воздушного заряда, поступающего в цилиндры.

Охлаждение наддувочного воздуха еще было предложено Рудольфом Дизелем, с целью увеличения мощности. Цикл комбинированного двигателя внутреннего сгорания с охлаждением наддувочного воздуха можно представить в виде графиков:

Понижение температуры заряда к началу сжатия в цилиндре ДВС помогает подвести дополнительное количество теплоты при постоянных значениях давления и температуры цикла, увеличить работу цикла и площадь диаграммы.

Термодинамический КПД в таком цикле будет ниже, т. к. происходит дополнительный отвод теплоты Q_2 . Данный факт можно рассмотреть, на примере двух идеализированных циклов с охлаждением наддувочного воздуха и без него при одинаковом количестве подведенной теплоты [3].

В настоящее время существуют различные системы охлаждения наддувочного воздуха, которые можно классифицировать по следующим признакам:

1. По принципу действия:
 - рекуперативные охладители;
 - водо-контактные охладители;
 - испарительные охладители;
 - комбинированные системы;
2. По типу теплоносителя:
 - водяные;
 - воздушные;
3. По способу контакта теплоносителя с наддувочным воздухом:
 - контакт через разделительную стенку;
 - с непосредственным контактом;
4. По количеству ступеней:
 - одноступенчатые;
 - двухступенчатые.

В настоящее время на тепловозах наибольшее распространение имеют системы охлаждения наддувочного воздуха водой. Однако все большее распространение по-

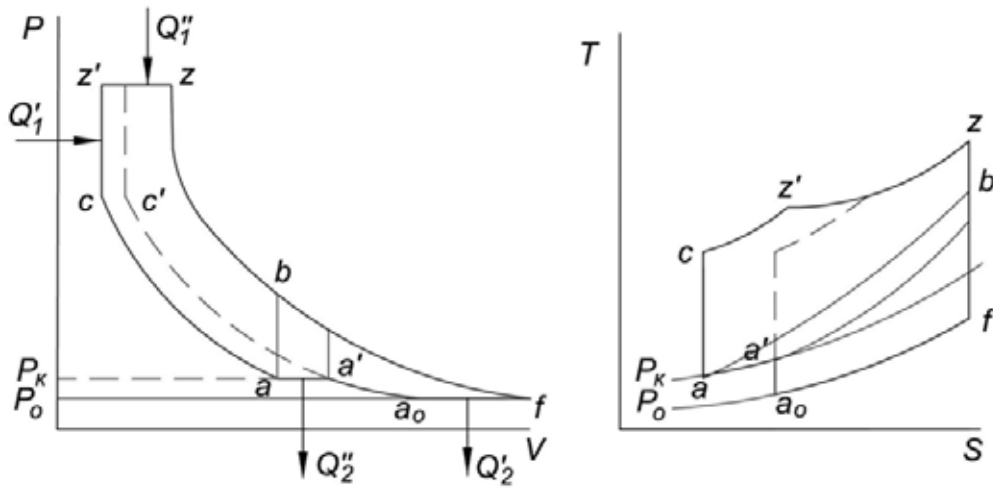


Рис. 1. Цикл комбинированного ДВС с ОХНВ

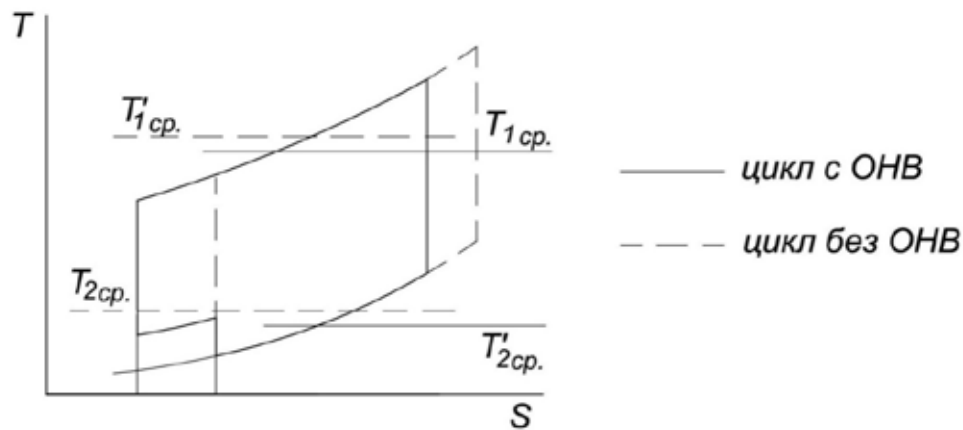


Рис. 2. Идеализированный цикл ДВС с охлаждением наддувочного воздуха и без охлаждения наддувочного воздуха

лучают системы охлаждения наддувочного воздуха атмосферным воздухом. Такие системы имеют ряд преимуществ:

- нет необходимости создания циркуляции промежуточного теплоносителя (охлаждающей воды);
- появляется возможность уменьшения размеров массы, затрат энергии и стоимости системы охлаждения;

— повышается надежность работы системы (исключается попадание воды в цилиндры двигателя и др.).

— появляется возможность регулировать температуру наддувочного воздуха.

Одноступенчатая схема наддува системы воздухообеспечения тепловозных дизелей представлена на рис. 1.

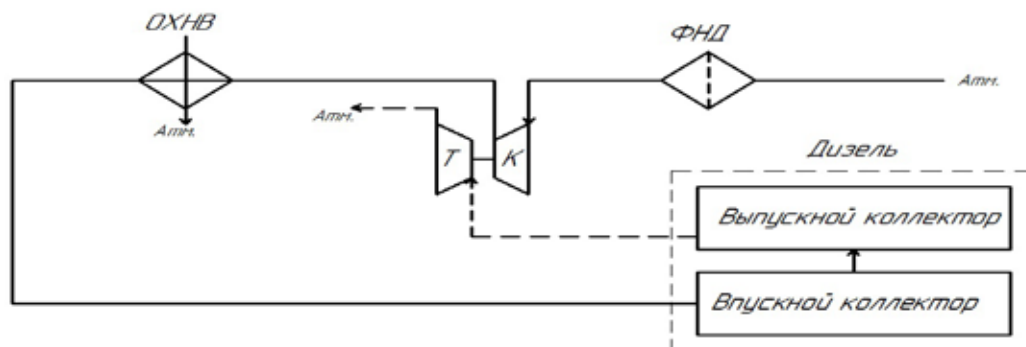


Рис. 3. Одноступенчатая схема наддува тепловозных дизелей

Основными недостатками воздухо-воздушной системы охлаждения являются трудности в подогреве наддувочного воздуха при работе дизелей на малых нагрузках и без нагрузки при эксплуатации тепловозов в холодный период года.

На сегодняшний день, известно применение воздухо-воздушных охладителей на опытных тепловозах (ТЭП75, ТЭП80, ТЭП136), автомобильных и авиационных двигателях. Объясняется это тем, что вода на тепловозе и автомобиле, используемая для охлаждения наддувочного воздуха, имеет сравнительно высокую температуру, так как, в свою очередь, охлаждается атмосферным воздухом.

Замена воды, как охладителя, воздухом несколько упрощает систему воздухообеспечения двигателя. Из системы исключается водяной насос и его привод. Вместо двух охладителей (двигателя и второго для охлаждения воды воздухом) остается только один воздухо-воздушный охладитель. При использовании воздухо-воздушного охладителя наддувочного воздуха, система охлаждения работает в собственном закрытом контуре. Тем самым можно регулировать температуру наддувочного воздуха подаваемого в впускной коллектор для разных режимов работы тепловозных дизелей. Располагаемый температурный напор между охлаждаемым и охлаждающим воз-

духом используется полностью только в одном теплообменнике. Такой охладитель, например, был разработан для двигателя 6ЧН 31,8/33 (2Д50) тепловоза ТЭ-2. Атмосферный воздух, протекающий в охладителе и охлаждающий снаружи плоско трубчатую поверхность теплообмена, подается эжектором, использующим энергию выпускных газов.

Известны и другие попытки применения воздухо-воздушных охладителей. Так, для двигателя типа ДН 20,7/2 X 25,6 (6Д100) была создана установка, состоящая из двух пластинчатых воздухо-воздушных охладителей, размещаемых по бокам приводного компрессора второй ступени наддува. Сжатый в компрессоре воздух поступает в охладители и затем в цилиндры поршневой части. Атмосферный воздух подается в охладители осевым вентилятором.

Несмотря на сравнительную простоту воздухо-воздушных охладителей, они пока мало распространены. Объясняется это, по-видимому, невысокой эффективностью использованных теплообменных поверхностей и слабо изученностью возможных путей их улучшения. Относится это в первую очередь к вопросу применения пластинчатых охлаждающих поверхностей, имеющих больший коэффициент компактности.

Литература:

1. Д. А. Дехович. Агрегаты воздухообеспечения комбинированных двигателей внутреннего сгорания/ Д. А. Дехович, Г. И. Иванов, М. Г. Кругов, П. С. Маргулис, В. Г. Перфилов — М.: Машиностроение, 1973. — 296 с.
2. Смирнов, С. В. Улучшение эксплуатационных показателей автотракторных дизелей путем совершенствования параметров системы наддува: дис. кандидат технических наук. Тверская государственная сельскохозяйственная академия, Тверь, 2007 г.
3. Б. Н. Давыдков, В. Н. Каминский. Системы и агрегаты наддува транспортных двигателей. Москва 2011 г. — 126 с.
4. Эккерт, Б. Осевые и центробежные компрессоры. Применения, теория, расчет. Пер. с нем. Б. С. Флорова и Б. Д. Захарова, М. Машгиз, 1961, 228 с.
5. Малинов, М. С., Куликов Ю. А., Черток Е. Б. Охлаждающее устройство тепловозов. М., Машгиз, 1962 год, 260 с.
6. Маргулис, П. С. Расширение полей возможных режимов комбинированных двигателей. — В кн.: «Проблемы развития комбинированных двигателей внутреннего сгорания». М., «Машиностроение» 1968 г.

Выбор направления трассы скоростной магистрали Омск — Новосибирск

Карасёва Арина Александровна, кандидат технических наук, доцент
Сибирский государственный путей сообщения (г. Новосибирск)

Васильева Маргарита Андреевна, инспектор по охране труда
Западно-Сибирская железная дорога, филиал ОАО «РЖД» (г. Новосибирск)

В статье рассмотрены условия применения и основные технические параметры проектирования скоростных (высокоскоростных) магистралей. Описан порядок определения направления трассы выделенной скоростной магистрали Омск — Новосибирск с использованием спутниковых карт по двум вариантам. Определены некоторые показатели трассы, выбран более рациональный вариант трассы скоростной магистрали.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, скоростные (высокоскоростные) железные дороги, трасса железной дороги

Рано или поздно все развитые страны приходили к решению о строительстве выделенных скоростных и высокоскоростных магистралей (ВСМ), что говорит об актуальности данного вида транспорта в современном мире. До сих пор эксплуатация скоростных и высокоскоростных поездов в России осуществлялась на действующих железнодорожных линиях. За это время был выявлен ряд значительных недостатков: выплески пути после прохода высокоскоростного поезда, отсутствие возможности пропуска пригородных поездов и поездов дальнего следования, большие затраты на ремонт. Поэтому было принято решение о строительстве выделенных линий [1, с. 117].

В перспективы развития скоростного и высокоскоростного сообщений входит направление Омск — Новосибирск. Стратегическими ориентирами для дальнейшего развития высокоскоростного движения могут являться такие направления, как продление магистрали Москва — Екатеринбург на направлении Омск — Новосибирск — Красноярск — Иркутск. На первую очередь строительства предусматривается сооружение выделенных скоростных магистралей с перспективой переустройства их в высокоскоростные [2].

Определен комплекс показателей, которыми должен обладать высокоскоростной железнодорожный транспорт, чтобы быть конкурентоспособным в сравнении с авиацией и автотранспортом:

- маршрутная скорость — от нее зависит время в пути от одного центра города, до другого;
- частота отправок;
- общедоступность;
- комфорт (гигиенические условия и обслуживание);
- надежность;
- безопасность;
- доступность тарифа и его вариативность;
- личная свобода в пути.

Свою эффективность скоростные магистрали доказали при следующих условиях эксплуатации:

- расстояние перевозки 400–800 км;
- скорость движения 160–200 км/ч;
- время в пути 2,5–4 часа.

Новосибирск — крупный промышленный и информационный центр, поэтому строительство скоростных магистралей здесь возможно по нескольким направлениям. Были рассмотрены возможные направления строительства выделенных линий от Новосибирска: Омск, Кемерово, Алтай, Томск, Красноярск.

Проведенные исследования расстояний, пассажиропотоков, времени в пути, стоимости поездки позволили выделить перспективные направления, на которых возможно и целесообразно строительство выделенной магистрали.

Наибольшую привлекательность из всех этих направлений представляют Омск и Красноярск. Это связано с тем, что на направлениях Томск, Кемерово, Алтай большую часть пассажиропотока с железнодорожного транспорта забирает автотранспорт, т. к. расстояния довольно невелики, цены у автотранспорта наиболее привлекательные, частота отправления транспорта высокая.

Омск и Красноярск представляют собой направления, на которых строительство выделенных линий скоростных магистралей является более возможным. Строительство выделенной скоростной линии под пассажирские перевозки позволит разгрузить существующие ветви железных дорог, увеличить пропускную и провозную способность, что положительно скажется на условиях пропуска грузового поездопотока.

Положительными результатами строительства выделенной линии могут стать: сокращение времени в пути, увеличение пропускной способности существующей линии для грузовых перевозок, способствование развитию регионов в партнерстве, повышение статуса Российских железных дорог в мировом сообществе, социальный эффект.

Для прокладки выделенной линии скоростной магистрали необходимо учитывать принципы трассирования ВСМ:

- трасса ВСМ должна укладываться по кратчайшему направлению между конечными пунктами;
- трасса ВСМ у крупных населенных пунктов должна пересекать существующие железные дороги или приближаться к ним для сокращения длины соединительных ветвей;

— пересечения с существующими железными дорогами, магистральными автодорогами, пешеходными переходами, скотопрогонами и путями миграции животных должны проектироваться в разных уровнях;

— для пропуска полевых дорог и прогона скота рекомендуется использовать водопропускные сооружения (малые мосты и трубы) с необходимым увеличением их габаритов;

— соблюдение условий защиты от шума и вибрации.

Проанализированы и выбраны основные технические характеристики новой железнодорожной линии. Значения руководящего уклона при строительстве ВСМ принимаются в диапазоне 12–30‰. По критерию минимальных строительных затрат наиболее выгодным является уклон в 22–24‰ [3, с. 16]. Смежные элементы продольного профиля следует сопрягать вертикальными круговыми кривыми радиусом 40 км и более [3, с. 17]. Размещение отдельных пунктов на трассе определяются требованиями по обеспечению обслуживания пассажиров и работ по текущему содержанию и ремонту объектов инфраструктуры. Для обеспечения потребностей строительства и эксплуатации скоростной магистрали должно предусматриваться строительство соединительных линий, связывающих станции скоростной дороги со станциями действующих железных дорог [4]. Конструкция земляного полотна должна включать в себя двойной защитный слой. Предусматриваются дополнительные мероприятия по укреплению откосов, обочин насыпей, бермы, водоотводных канав. Стоимость строительства выделенных скоростных магистралей, ориентируясь на зарубежные аналоги, составляет 12–30 млн. евро.

Расстояние между Новосибирском и Омском по геодезической линии 638 км, а расстояние между этими городами по существующей железнодорожной трассе — 700 км, так как она проходит по относительно крупным городам Новосибирской и Омской областей: Чулым, Каргат, Убинское, Барабинск, Чаны, Татарск, Карачи. Существующая железнодорожная линия довольно близко подходит к автострате Омск-Новосибирск М51.

С использованием спутниковых карт выполнен первый этап трассирования линии — определение направления. Остановка скоростных поездов на промежуточных пунктах не предусматривается, поэтому трассу необходимо прокладывать по кратчайшему расстоянию, максимально близко к геодезической линии. Рельеф по этому направлению — равнинный. Отклонения линии для обхода высотных препятствий не требуется. Основными препятствиями при прокладке трассы по геодезической линии являются водоемы, а также некоторые населенные пункты. В ходе трассирования разработано два варианта направления линии, отличающихся точками обхода озера Сартлак. В процессе прокладки трассы выбраны территории для строительства пассажирских станций в Омске и Новосибирске, определены точки обхода контурных препятствий (озер, населенных пунктов), места пересечения рек, существующих железных и автодорог, наме-

чены пункты отстоя техники для выполнения работ по текущему содержанию и ремонту объектов инфраструктуры. При выборе места размещения конечных станций принят во внимание зарубежный опыт. За рубежом существуют железнодорожные вокзалы, совмещенные с современными торговыми центрами. Еще в 1997 году в Лейпциге открылся ТЦ Promenade, расположившийся прямо на территории главного городского вокзала. Арендная площадь ТЦ в Кельне, открывшегося в 2000 году и получившего название Colonnaden, составила 11,5 тыс. кв. м. В комплексе разместились 65 магазинов, а также различные рестораны и кафе. Такое решение позволяет привлечь дополнительный пассажиропоток на данный вид транспорта. Для размещения вокзальных комплексов, совмещенных с торговыми центрами, подобрана территории: в Новосибирске — зона вблизи ТРЦ МЕГА, а в Омске — место на окраине города.

Из двух рассмотренных вариантов трассы, выбран вариант с меньшей длиной линии и меньшим количеством обратных кривых. Коэффициент развития выбранного варианта трассы, отношение действительной длины трассы к длине геодезической линии, составит 1,02, что является хорошим результатом. При прокладке трассы ВСМ Омск-Новосибирск определены места пересечения автомобильных дорог, железных дорог, озер и рек. Определено общее количество искусственных сооружений по трассе — 191.

Во всем мире, и в частности в России, пассажирские перевозки железнодорожным транспортом являются убыточными, поэтому расходы на них традиционно берет на себя государство, которое является заказчиком социальных перевозок. Поэтому можно предположить, что строительство таких объектов, как выделенные скоростные магистрали, не будет окупаться. Но отказаться совсем от пассажирских перевозок нельзя, поскольку они имеют важное социальное, экономическое и политическое значение.

Существует целый ряд дополнительных факторов развития скоростного и высокоскоростного движения, не определяющих прямую экономическую выгоду для компании и государства, но играющих важную роль в развитии государства. Экономическими следствиями внедрения ВСМ являются:

- увеличение транспортной доступности районов страны;
- рост мобильности населения;
- увеличение конкурентоспособности транспортной сети России на мировом рынке транспортных услуг;
- появление дополнительных возможностей для привлечения в регионы инвестиций, включая иностранные;
- интеграция регионов тяготения и расширение торгового обмена.

Социальными факторами развития скоростного и высокоскоростного движения являются:

- миграция населения из трудоизбыточных районов страны в районы строительства и эксплуатации новых железных дорог;

— повышение культуры и образованности жителей районов, тяготеющих к новым железным дорогам, за счет расширения возможностей общения;

— увеличение возможностей транспортного передвижения для населения регионов, тяготеющих к новым линиям.

Немаловажен и политический фактор — укрепление социально-территориальной целостности Российской Федерации.

Поэтому строительство выделенных ВСМ положительно скажется не только на развитии железных дорог в стране, но и на развитии страны в целом.

Литература:

1. Анализ мирового опыта развития высокоскоростного железнодорожного транспорта / Карасёва А. А., Васильева М. А. Молодой ученый. 2016. № 6 (110). с. 114–117.
2. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://doc.rzd.ru>
3. Исаков, А. Л., Матвиенко В. С. Проектирование трассы и железнодорожного пути высокоскоростной железнодорожной магистрали: Учеб. пособие. — Новосибирск, 2012. — 116 с.
4. Особенности организации скоростного (высокоскоростного) движения с использованием существующей инфраструктуры / Калидова А. Д. Научные исследования: от теории к практике. 2015. № 5 (6). с. 229–231.

Алгоритм расчета короткого напорного трубопровода средствами MS Excel

Кислякова Елена Васильевна, кандидат педагогических наук, доцент
Смоленский государственный университет

В статье приводится алгоритм расчета короткого напорного трубопровода и его реализация в MS Excel. Задача нахождения диаметра трубопровода, обеспечивающего требуемый расход, решается методом подбора.

Ключевые слова: короткий трубопровод, гидравлические сопротивления, число Рейнольдса, режим движения жидкости

Введение. Одной из основных задач курса гидравлики является расчет короткого напорного трубопровода. Важность задачи обусловлена широким применением коротких трубопроводов, к которым можно отнести сифонные трубопроводы, всасывающие трубы насосов, дюкеры, части трубопроводов внутри зданий и сооружений и пр.

Короткий трубопровод — трубопровод достаточной малой длины, в котором потери напора в местных сопротивлениях составляют более 10% от потерь напора по длине [1, с. 215]. В связи с этим при расчете короткого трубопровода необходимо учитывать как потери напора по длине, так и местные потери напора.

Расчет короткого трубопровода сводится к решению одной из трех задач (рис. 1).

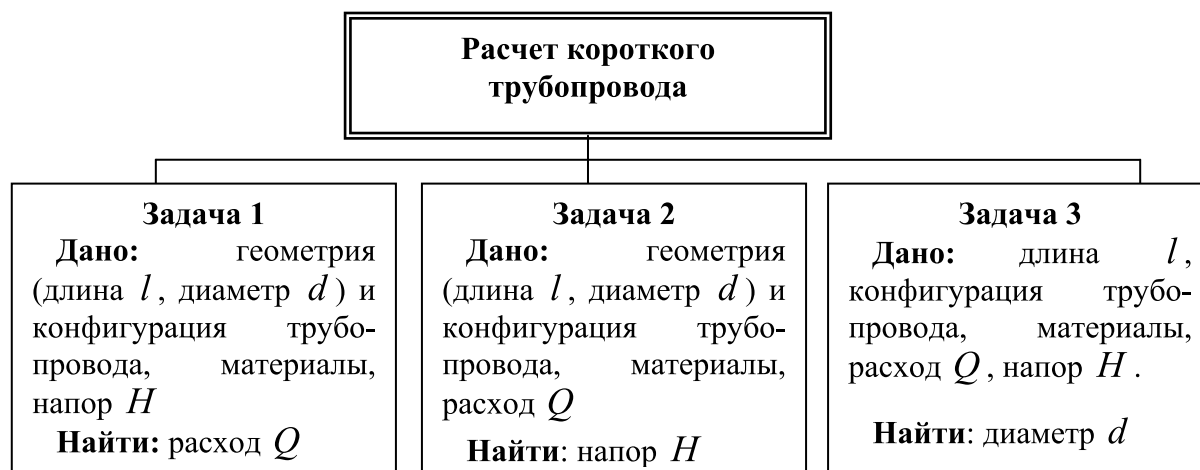


Рис. 1. Типовые задачи на расчет короткого трубопровода

Наибольшие сложности вызывает решение третьей задачи, так как в большинстве случаев определить диаметр короткого трубопровода можно только методом подбора.

Алгоритм расчета диаметра короткого напорного трубопровода методом подбора. Рассмотрим общий алгоритм решения поставленной задачи. Вычисления в соответствии с представленным алгоритмом в ручном режиме являются достаточно затратными по времени. Существенно упростить работу по расчету диаметра трубопровода методом подбора позволяет реализация алгоритма в какой-либо программной среде. При этом самым простым вариантом, не требующим специальных навыков в области программирования, является MS Excel.

Этап 1. Зададим исходные данные, известные по условию задачи. К исходным данным следует отнести (рис. 2): потери напора (перепад уровней жидкости) (H , м); длину трубопровода (l , м); пропускную способность трубопровода (расход) (Q , м); кинематическую вязкость жидкости (ν , м²/с); эквивалентную шероховатость стенок трубопровода (k_{Σ} , м).

	A	B	C	D
1	Исходные данные			
2				
3	Потери напора	H		м
4	Длина трубопровода	l		м
5	Расход	Q		куб.м/с
6	Кинематическая вязкость	ν		кв.м/с
7	Эквивалентная шероховатость	k		м
8				

Рис. 2. Фрагмент листа MS Excel с исходными данными задачи

Этап 2. Зададим произвольным образом диаметр трубопровода d и определим режим движения жидкости.

Вычислим площадь живого сечения ω трубопровода. Для упрощения рассуждений будем считать, что диаметр трубопровода по его длине не меняется, трубопровод имеет круглое сечение, полностью заполненное жидкостью:

$$\omega = \frac{\pi \cdot d^2}{4}. \quad (1)$$

Рассчитаем скорость течения жидкости V в трубопроводе:

$$V = \frac{Q}{\omega}. \quad (2)$$

Определим режим движения жидкости в трубопроводе, для чего вычислим число Рейнольдса:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}. \quad (3)$$

При $Re < 2300$ режим движения жидкости ламинарный, при $Re > 4000$ – турбулентный.

Рассчитаем коэффициент гидравлического трения λ . Если режим движения ламинарный, то коэффициент λ определяют по формуле:

$$\lambda = \frac{64}{Re}. \quad (4)$$

Если режим движения турбулентный, то дополнительно нужно определить область сопротивления. Для этого по материалу, из которого изготовлен трубопровод, и сроку его службы нужно найти эквивалентную шероховатость стенок трубопровода k_{Σ} [2, с. 72].

Если $4000 < Re < 10 \frac{d}{k_{\Sigma}}$, то трубопровод следует отнести к области гладкого сопротивления. В этом случае коэффициент λ может быть рассчитан по формуле Блазиуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}. \quad (5)$$

Если $10 \frac{d}{k_{\Sigma}} < Re < 500 \frac{d}{k_{\Sigma}}$, то область сопротивления является докватратичной и для расчета коэффициента λ используется формула Альтшуля:

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{68}{Re} + \frac{k_{\Sigma}}{d} \right)^{0,25}. \tag{6}$$

Если $Re > 500 \frac{d}{k_{\Sigma}}$, то область сопротивления квадратичная и для нахождения коэффициента λ можно применить формулу Шифринсона:

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{k_{\Sigma}}{d} \right)^{0,25}. \tag{7}$$

	A	B	C	D	E	F
10	Режим движения жидкости в трубопроводе					
11	Диаметр трубопровода	d		м		
12						
13	Площадь живого сечения	w	=ПИ()^2/4	кв.м		
14	Скорость течения жидкости	V	=C5/C13	м/с		
15	Число Рейнольдса	Re	=C14^2/C11/C6			
16	Ламинарный режим	Re<2300		Турбулентный режим	Re>4000	
17		лямбда=	=64/C15			
18					10*d/k	=10*C11/C7
19					500*d/k	=500*C11/C7
20				Re<10*d/k - гладкое сопротивление	лямбда	=0,3164/C15^0,25
21				10*d/k<Re<500*d/k - докватратичное сопротивление	лямбда	=0,11*(68/C15+C7/C11)^0,25
22				Re>500*d/k - квадратичное сопротивление	лямбда	=0,11*(C7/C11)^0,25

Рис. 3. Фрагмент листа MS Excel с расчетом режима движения жидкости и области сопротивления

Этап3. Рассчитаем потери напора в трубопроводе при заданном диаметре. Полные потери напора в трубопроводе состоят из потерь напора по длине и потерь напора в местных сопротивлениях:

$$h_w = h_l + \sum h_r. \tag{8}$$

Потери напора по длине h_l определим по формуле Вейсбаха-Дарси:

$$h_l = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}. \tag{9}$$

Потери напора в местных сопротивлениях h_r вычислим по формуле Вейсбаха:

$$h_r = \xi \cdot \frac{V^2}{2g}, \tag{10}$$

где ξ — коэффициент местного сопротивления, который зависит от вида местного сопротивления и его геометрии.

	A	B	C	D
25	Суммарные потери напора в трубопроводе			
26				
27	Потери напора по длине	hl	=F21^2*C4^2/(C11^2*9,81)	м
28				
29	Коэффициент местного сопротивления	Кси		
30				
31	Потери напора в местном сопротивлении	hr	=C29^2*C14^2/(2*9,8)	м
32				
33	Суммарные потери напора	hw	=C27+C31	м

Рис. 4. Фрагмент листа MS Excel с расчетом суммарных потерь напора

Этап 4. Сравним рассчитанные суммарные потери напора в трубопроводе h_w с потерями напора H , заданными по условию задачи. Если $h_w = H$, то значение диаметра выбрано верно. Если же $h_w \neq H$, то значение диаметра нужно изменить и повторить все вычисления.

Пример решения задачи на расчет короткого напорного трубопровода.

Задача. Трубопровод из стальных новых труб длиной 20 м присоединен к напорному баку, заполненному водой при температуре 20°C. После полного открытия вентиля расход воды в трубопроводе оказался равным 20 л/с, а разность уровней воды в напорном резервуаре и пьезометре составила 2 см. Определите диаметр трубопровода.

Для решения задачи воспользуемся приведенным выше алгоритмом.

Зададим исходные данные. Коэффициент кинематической вязкости воды при $t = 20^\circ C$ приведен по справочнику [2, с. 16], коэффициент эквивалентной шероховатости стальных новых труб — по справочнику [2, с. 72].

	А	В	С	Д
1	Исходные данные			
2				
3	Потери напора	H	0,02	м
4	Длина трубопровода	l	20	м
5	Расход	Q	0,02	куб. м/с
6	Кинематическая вязкость	ν	0,00000101	кв. м/с
7	Эквивалентная шероховатость	k	0,00004	м

Рис. 5. Фрагмент листа MS Excel с исходными данными задачи

Зададим произвольным образом диаметр трубопровода $d = 0,3$ м и определим для указанного диаметра режим движения жидкости.

Так как число Рейнольдса $Re = 84042 > 4000$, то режим движения турбулентный. Далее, используя значение эквивалентной шероховатости, определим область сопротивлений. Так как $75000 < Re < 3750000$, то область сопротивления доквadraticная и для расчета коэффициента гидравлического трения λ следует использовать формулу Альтшуля (6). В итоге расчетов получаем $\lambda = 0,0193$.

	А	В	С	Д
10	Режим движения жидкости в трубопроводе			
11	Диаметр трубопровода	d	0,3	м
12				
13	Площадь живого сечения	w	0,0707	кв. м
14	Скорость течения жидкости	V	0,2829	м/с
15	Число Рейнольдса	Re	84042,2142	
16		Re>4000	турбулентный режим	
17		10*d/k	75000,0000	
18		500*d/k	3750000,0000	
19				
20			10*d/k < Re < 500*d/k - доквadraticное сопротивление	
21		лямбда	0,0193	

Рис. 6. Фрагмент листа MS Excel с расчетом режима движения жидкости и области сопротивления для данной задачи

По формулам (8), (9), (10) рассчитаем потери напора в трубопроводе. В рассматриваемой задаче имеются два местных сопротивления: внезапное сужение потока при переходе из напорного резервуара в трубопровод ($\xi_1 = 0,5$) и вентиль, который полностью открыт ($\xi_2 = 3$).

Из проведенного расчета видно, что суммарные потери напора по длине трубопровода $h_w = 0,0195\text{ м}$ примерно совпадают с потерями напора (разностью уровней воды в резервуаре и пьезометре), заданными по условию задачи $H = 0,02\text{ м}$. Следовательно, диаметр трубопровода выбран верно.

	А	Полужирный	В	С	Д
25	Суммарные потери напора в трубопроводе				
26					
27	Потери напора по длине		hl	0,0052	м
28					
29	Кэффициент местного сопротивления		Kси	3,5	
30					
31	Потери напора в местном сопротивлении		hr	0,0143	м
32					
33	Суммарные потери напора		hw	0,0195	м

Рис. 7. Фрагмент листа MS Excel с расчетом суммарных потерь напора для данной задачи

Однако найденное значение диаметра можно уточнить. Если задать значение диаметра $d = 0,298\text{ м}$, то расчетные суммарные потери напора в трубопроводе составят $h_w = 0,0201\text{ м}$.

Выводы. Представленный в статье алгоритм определения диаметра короткого напорного трубопровода и его реализация в MS Excel предназначены в первую очередь для студентов строительных направлений подготовки, изучающих гидравлику. Реализация алгоритма средствами MS Excel достаточно проста и позволяет наглядно проследить основные этапы расчета трубопровода. Вместе с тем, применение табличного редактора существенно экономит время проведения типовых расчетов.

Литература:

1. Чугаев, Р.Р. Гидравлика: учебник для вузов. — Л.: Энергоиздат, 1982.
2. Вильнер, Я. М. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам / Я. М. Вильнер, Я. Т. Ковалев, Б. Б. Некрасов, под ред. Б. Б. Некрасова. — Минск, 1976.

Достоинства и недостатки современных видов тестирования программного обеспечения

Когай Галина Давыдовна, кандидат технических наук, доцент;
 Амиров Азамат Жанбулатович, доктор PhD, заведующий кафедрой;
 Стародубенко Родион Викторович, магистрант
 Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

Стародубенко Константин Викторович, магистрант
 Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

Тестирование играет жизненно важную роль в разработке качественного программного обеспечения. Тем не менее, во многих компаниях, занимающихся разработкой ПО, процессы тестирования недостаточно организованы, поэтому исполнители вынуждены идти трудным путем, пытаясь добиться желаемых результатов.

Тестирование программного обеспечения — процесс исследования, испытания программного продукта, имеющий две различные цели:

— продемонстрировать разработчикам и заказчикам, что программа соответствует требованиям;

— выявить ситуации, в которых поведение программы является неправильным, нежелательным или не соответствующим спецификации.

Эта статья написана для того, чтобы помочь опытным специалистам по тестированию сделать разумный выбор и повысить эффективность тестирования даже в тех случаях, когда им приходится сталкиваться с неполными или проти-

воречивыми требованиями, а также для начинающих разработчиков, которые хотели быть более компетентными в очередной IT сфере которая является неотъемлемой частью жизненного цикла разработки программного обеспечения, ибо без тестирования никогда не получится реально надежный проект.

Если взять современного разработчика, то спросив у него работает ли он над проектом в плане тестирования, большая часть ответит, «Нет!» или «Когда-то начинал но забросил потому что нет времени» или того хуже — «Нет! Потому что считаю это скучным и не интересным занятием», а на самом деле программист, более-менее участвовавший в проектах, которые динамично развиваются, а не те, которые пишутся один раз, отдаются заказчику и все о них благополучно забывают. Так вот, эти программисты как минимум умеют писать юнит тесты, ибо они ценят себя и свое драгоценное время. Разработчики говорят: «Да эти тесты писать, как минимум в два раза дольше чем код!» за то потом ты сэкономишь в десятки раз больше времени. Так как тебе не придется заново тестировать свой код когда ты поменяешь реализацию какого-то метода или сервиса который затрагивает другой код в десяти местах, ты просто прогонишь написанные тесты и будешь уверен, что всё работает или работает частично. При этом тест подскажет конкретное место сломанного кода. Тебе останется только пойти и исправить. Всё это хорошо, но какие же существуют виды тестирования?

Виды тестирования программного обеспечения

Все виды тестирования программного обеспечения, в зависимости от преследуемых целей, можно условно разделить на следующие группы:

1. Функциональные
2. Нефункциональные
3. Связанные с изменениями

Далее, я постараюсь более подробно рассказать о каждом отдельном виде тестирования, его назначении и использовании при тестировании программного обеспечения.

Функциональные виды тестирования

Функциональные тесты основаны на функциях и особенностях, а также взаимодействии с другими системами, и могут быть представлены на всех уровнях тестирования:

1. Компонентном или модульном;
2. Интеграционном;
3. Системном и приемочном.

Функциональные виды тестирования рассматривают внешнее поведение системы. Далее перечислены одни из самых распространенных видов функциональных тестов:

1. Функциональное тестирование;
2. Тестирование безопасности;
3. Тестирование взаимодействия.

Основное преимущество компонентных или модульных тестов то, что они пишутся для самых маленьких нетривиальных функций. Это позволяет в дальнейшем не только видеть места, где после некоторого рефакторинга могло что-то сломаться, но и принцип работы методов, покрытых

тестами, т. к. данные генерируются отдельно, можно четко проследить какие данные вошли в метод, и какие мы получили на выходе. В идеале даже тот, кто только начал погружаться в код, должен понимать методы, читая тесты, написанные на него.

Недостатки компонентных или модульных тестов — это те случаи, когда нам требуется протестировать модули в связке. Т. е. по отдельности модули могут работать идеально, но как они работают в связке модульные тесты не гарантируют. Тут то нас и выручают интеграционные тесты.

Интеграционное тестирование предназначено для проверки связи между компонентами, а также взаимодействия с различными частями системы (операционной системой, оборудованием либо связи между различными системами).

Уровни интеграционного тестирования:

1. Компонентный интеграционный уровень — проверяется взаимодействие между компонентами системы после проведения компонентного тестирования;
2. Системный интеграционный уровень — проверяется взаимодействие между разными системами после проведения системного тестирования.

Также можно выделить еще один уровень — системный.

Основной задачей системного тестирования является проверка в системе в целом. При этом выявляются дефекты, такие как неверное использование ресурсов системы, непредусмотренные комбинации данных пользовательского уровня, несовместимость с окружением, непредусмотренные сценарии использования, отсутствующая или неверная функциональность, неудобство использования и т. д. Для минимизации рисков, связанных с особенностями поведения в системы в той или иной среде, во время тестирования рекомендуется использовать окружение максимально приближенное к тому, на которое будет установлен продукт после выдачи.

Можно выделить два подхода к системному тестированию:

1. На базе требований

Для каждого требования пишутся тестовые случаи (test cases), проверяющие выполнение данного требования.

2. На базе случаев использования

На основе представления о способах использования продукта создаются случаи использования системы. По конкретному случаю использования можно определить один или более сценариев. На проверку каждого сценария пишутся тест кейсы, которые должны быть протестированы.

Как правило, функциональные тесты пишутся тестерами. У которых стоит задача найти ошибку (по крайней мере своим тестерам мы всегда ставим такую задачу). А значит будет больше проверок на нестандартные данные — что согласитесь, просто великолепно! К тому же, мы можем разделить правами доступов код продукта и тестов, что позволит избежать изменений тестов «чтоб он был зелёный, потому что надо релизиться»

К тому же, функциональными тестами гораздо проще покрывать готовый продукт, чем модульными — т. к. гораздо проще понять, что конкретно должна и не должна делать определённая часть пользовательского интерфейса, чем определить, что должна делать данная функция. И самая большая прелесть — вы можете начать покрывать функциональными тестами только самые важные части продукта — и они будут исправно гарантировать их работоспособность.

Вывод:

Функциональное тестирование рассматривает заранее указанное поведение и основывается на анализе спецификаций функциональности компонента или системы в целом.

Функциональные тесты основываются на функциях, выполняемых системой, и могут проводиться на всех уровнях тестирования (компонентном, интеграционном, системном, приемочном). Как правило, эти функции описываются в требованиях, функциональных спецификациях или в виде случаев использования системы (use cases) [2].

Преимущества функционального тестирования:

1. Имитирует фактическое использование системы;

Недостатки функционального тестирования:

2. Возможность упущения логических ошибок в программном обеспечении;
3. Вероятность избыточного тестирования.

Нефункциональные виды тестирования

Нефункциональное тестирование — написание тестов, необходимых для определения характеристик программного обеспечения, которые могут быть измерены различными величинами. В целом, это тестирование того, «Как» система работает. Далее перечислены основные виды нефункциональных тестов [2]:

Все виды тестирования производительности:

1. Нагрузочное тестирование;
2. Стрессовое тестирование;
3. Тестирование стабильности или надежности;
4. Объемное тестирование;
5. Тестирование установки;

Литература:

1. <http://www.protesting.ru/testing/testtypes.html>
2. http://www.quizful.net/test/software_testing_basics

6. Тестирование удобства пользования;
7. Тестирование на отказ и восстановление;
8. Конфигурационное тестирование.

Вывод:

Основными преимуществами нефункционального тестирования являются числовые показатели, если это тестирование производительности, т. е. вы уже имеете представление о технических показателях, на которые можно опираться, чтобы делать какие-либо дальнейшие улучшения [1].

Либо если это тестирование установки, удобства пользователя, на отказ и восстановление или конфигурационное тестирование, то такие тесты всегда необходимы для более-менее приличного проекта. Скорее всего эти показатели будут затребованы заказчиком [1].

Минусом можно назвать дополнительное время на разработку, либо привлечение дополнительных ресурсов для выполнения этих работ.

Связанные с изменениями виды тестирования

После проведения необходимых изменений, таких как исправление бага либо дефекта, программное обеспечение должно быть пере-тестировано для подтверждения того факта, что проблема была действительно решена. Ниже перечислены виды тестирования, которые необходимо проводить после установки программного обеспечения, для подтверждения работоспособности приложения или правильности осуществленного исправления дефекта:

1. Дымовое тестирование;
2. Регрессионное тестирование;
3. Тестирование сборки;

Санитарное тестирование или проверка согласованности, исправности [1].

В заключение можно сказать что даже в этой методологии можно найти пункты, не соответствующие каким-либо нормам или предпочтениям какого-нибудь менеджера, но рассмотрев основные достоинства и недостатки можно с уверенностью сказать, что эта методология не просто так держится в топе одних из самых популярных методологий и используется современными менеджерами программных проектов.

Экстремальное программирование в современных условиях разработки ПО

Когай Галина Давыдовна, кандидат технических наук, доцент;
Амиров Азамат Жанбулатович, доктор PhD, заведующий кафедрой;
Стародубенко Родион Викторович, магистрант
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

Стародубенко Константин Викторович, магистрант
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

Экстремальное программирование (eXtreme Programming, XP) определяет кодирование как ключевую, основополагающую деятельность при работе над программным проектом. Возможно, что это неправильно! Предположим, что есть такая среда, где разрабатываемый продукт постоянно находится в работоспособном состоянии, и при этом в него постоянно вносятся изменения. Сроки выпуска очередной работоспособной версии сильно сжаты, и по мимо этого над всем этим нависает еще и огромный технический риск [1].

В подобной среде считается искусством способность, грамотно поправить своего соратника, без которого не выжить. Обмен информацией как внутри некоторой команды, так и между несколькими командами, которые часто разделены географически, выполняется при помощи кода. Участники команды читают код для того, чтобы понять устройство новых или модифицированных программных интерфейсов системы. Жизненный цикл и поведение сложных объектов определяются с использованием тестовых случаев, то есть снова при помощи кода. Сообщения о возникающих проблемах сопровождаются тестовыми случаями, демонстрирующими проблему, для этого опять используется код. Наконец, команда постоянно занята улучшением существующего кода, делая его более производительным, более гибким, более понятным.

Экстремальное программирование, часто обозначаемое аббревиатурой «XP» — это упрощенная методика организации производства для небольших и средних по размеру команд разработчиков, занимающихся разработкой программного продукта в условиях неясных или быстро меняющихся требований.

Данная статья предназначена для того, чтобы помочь определить, оправдано ли применение XP в вашей ситуации...

В статье будут описана проблема в процессе управления проектами и способы её решения с помощью экстремального программирования. Возможные риски и то как экстремальное программирование поможет их избежать или снизить. Также в статье будут затронуты экономические аспекты по увеличению прибыли и снижению затрат с использованием экстремального программирования.

Существующие дисциплины разработки программного обеспечения не срабатывают и не дают желаемого экономического эффекта. Эта проблема обладает огромным экономическим и гуманитарным значением. Мы нужда-

емся в новом способе разработки программного обеспечения.

Основная проблема разработки программного обеспечения — это риск.

Вот несколько примеров риска.

1. Смещение графиков — наступает день сдачи работы, и вы вынуждены сообщить заказчику, что разрабатываемая система не будет готова еще в течение шести месяцев;

2. Закрытие проекта — после нескольких смещений графика и переносов даты сдачи проект закрывается, даже не будучи доведен до стадии опробования в рабочих условиях;

3. Система теряет полезность — разработанное программное обеспечение успешно устанавливается в реальной производственной рабочей среде, однако после пары лет использования стоимость внесения в нее изменений и/или количество дефектов увеличиваются настолько, что становится дешевле заменить систему новой разработкой;

4. Количество дефектов и недочетов — программная система устанавливается в реальной производственной рабочей среде, однако количество дефектов и недочетов столь велико, что система не используется;

5. Несоответствие решаемой проблеме — программная система устанавливается в реальной производственной рабочей среде, однако выясняется, что на самом деле она не решает проблему бизнеса, для решения которой она изначально предназначалась;

6. Изменение характера бизнеса — программная система устанавливается в реальной производственной рабочей среде, однако в течение шести последних месяцев проблема, для решения которой предназначалась эта система, потеряла актуальность, а вместо нее бизнес столкнулся с новой, еще более серьезной проблемой;

7. Недостаток возможностей — программная система обладает множеством потенциально интересных возможностей, каждую из которых было очень приятно программировать, однако выясняется, что ни одна из этих возможностей не приносит заказчику достаточно много пользы;

8. Текучка кадров — в течение двух лет работы все хорошие программисты, работавшие над проектом, один за другим возненавидели разрабатываемую программную систему и ушли на другую работу.

Экстремальное программирование — дисциплина разработки программного обеспечения, которая ориентиро-

вана на снижение степени риска на всех уровнях процесса разработки. XP способствует существенному увеличению производительности и улучшению качества разрабатываемых программ, кроме того, это весьма занятая практика, доставляющая всем ее участникам массу удовольствия.

Каким образом XP снижает перечисленные ранее риски?

1. Смещение графика — XP предлагает использовать очень короткие сроки выпуска каждой очередной версии. Предполагается, что каждая очередная готовая к использованию версия системы разрабатывается в течение максимум нескольких месяцев. Таким образом, объем работ в рамках каждой версии ограничен, а значит, если и происходит смещение, оно менее значительное. В рамках каждой версии предусматривается выпуск нескольких итераций запрашиваемых заказчиком возможностей, на разработку каждой из этих итераций уходит от одной до четырех недель. Так обеспечивается гибкая и чуткая обратная связь с заказчиком, благодаря чему он получает представление о текущем ходе работ. В рамках каждой итерации планирование в соответствии с XP осуществляется в терминах нескольких задач, которые необходимо решить для получения очередной итерации. На решение каждой из задач отводится от одного до трех дней. В результате команда может обнаруживать и устранять проблемы даже в процессе итерации. Наконец, XP подразумевает, что возможности с наивысшим приоритетом будут реализованы в первую очередь. Таким образом, любые возможности, которые не удалось реализовать в рамках данной очередной версии программного продукта, обладают меньшим приоритетом;

2. Закрытие проекта — в рамках XP заказчик должен определить наименьший допустимый набор возможностей, которыми должна обладать минимальная работоспособная версия программы, имеющая смысл с точки зрения решения бизнес-задач. Таким образом, программистам потребуется приложить минимальное количество усилий для того, чтобы заказчик понял, нужен ли ему этот проект или нет;

3. Система теряет полезность — в рамках XP создается и поддерживается огромное количество тестов, которые запускаются и перезапускаются после внесения в систему любого изменения (несколько раз на дню), благодаря этому удается тщательно следить за качеством разрабатываемой программы. XP постоянно поддерживает систему в превосходном состоянии. Дефектам просто не дают накапливаться;

4. Количество дефектов и недочетов — в рамках XP разрабатываемая система тестируется как программистами, создающими тесты для каждой отдельной разрабатываемой функции, так и заказчиками, которые создают тесты для каждой отдельной реализованной возможности системы. Несоответствие решаемой проблеме — в рамках XP заказчик является составной частью команды, которая работает над проектом. Спецификация проекта постоянно перерабатывается в течение всего времени ра-

боты над проектом, благодаря этому любые уточнения и открытия, о которых заказчик сообщает команде разработчиков, немедленно находят свое отражение в разрабатываемой программе;

5. Изменение характера бизнеса — в рамках XP цикл работы над очередной версией программы существенно укорачивается. Таким образом, ко времени выхода очередной работоспособной версии программного продукта бизнес не успевает претерпеть существенных изменений. В процессе работы над очередной версией заказчик может попросить отказаться от разработки некоторой функциональности и вместо нее добавить в программный продукт другие, совершенно новые возможности. Команда разработчиков даже не обратит внимания на то, работает ли она над реализацией новых программных механизмов, или осуществляется разработка возможностей, определенных еще несколько лет назад;

6. Недостаток возможностей — в рамках XP осуществляется реализация только наиболее высокоприоритетных задач;

7. Текучка кадров — XP предлагает программистам брать на себя ответственность самостоятельно определять объем работы и время, необходимое для выполнения этой работы. Они получают возможность сравнить свои предварительные оценки с тем, что получилось на самом деле. В рамках XP содержатся правила, определяющие, кто именно имеет право делать предварительные оценки и изменять их. За счет этого существенно снижается вероятность того, что программист окажется в растерянности перед возложенной на него задачей, которую заведомо невозможно решить. XP стимулирует интенсивное общение между членами команды разработчиков, снижая ощущение одиночества, которое может возникнуть в случае, если программист не доволен работой, которую он делает. Наконец, в рамках XP явно определяется модель смены кадров. Новые члены команды постепенно берут на себя все большую и большую ответственность. В процессе этого они пользуются поддержкой друг друга, а также программистов, которые входят в состав команды уже давно.

Мы должны сделать разработку программного обеспечения экономически более выгодной, для этого мы должны тратить деньги медленнее, приносить прибыль быстрее, а также увеличивать продолжительность эффективного использования разрабатываемого нами программного продукта в реальных промышленных условиях. Но прежде всего мы должны обеспечить более широкую свободу для принятия бизнес-решений [1].

Сложив финансовые потоки, которые втекают в проект и вытекают из проекта, мы можем определить, за счет чего создается экономическая выгода, получаемая от проекта. Приняв во внимание коэффициенты прибыли, мы можем вычислить чистый текущий объем финансовых потоков. После этого мы можем уточнить результаты нашего анализа, умножив скорректированный с учетом процентных ставок объем финансовых потоков на вероятность того, что проект выживет [1].

Для создания стратегии максимизации экономической выгоды, связанной с проектом, нам потребуется проанализировать следующие три фактора:

1. Финансовые потоки, втекающие в проект и вытекающие из проекта;
2. Коэффициенты прибыли (процентная ставка);
3. Вероятность того, что проект выживет.

Максимизировать экономическую выгоду можно следующим образом:

1. Мы можем тратить меньше, однако это достаточно сложно, так как изначально каждый обладает примерно одним и тем же набором знаний и инструментов;
2. Мы можем зарабатывать больше, однако это возможно только при наличии сверхсовершенной организации маркетинга и продаж
3. Мы можем тратить средства позже, а получать прибыль раньше, благодаря этому с учетом коэффициентов прибыли нам придется терять меньше за счет процентной ставки на деньгах, которые мы тратим, и получать больше за счет процентной ставки на деньгах, которые мы получаем;
4. Мы можем увеличить вероятность того, что проект выживет. Таким образом мы с большей долей вероятности получим дополнительные выплаты в процессе дальнейшей работы над проектом.

Варианты

Есть еще один взгляд на экономику программного проекта — это набор вариантов, в соответствии с которыми может развиваться этот проект. Управление программным проектом может осуществляться в соответствии с одним из вариантов.

1. Вариант закрыть проект — можно получить какую-либо прибыль даже в случае, если работа над проектом будет прервана. Чем большую выгоду вы получите от проекта, который был завершен, не достигнув изначально планировавшегося состояния, тем лучше;
2. Вариант смены направления — вы можете изменить направление развития проекта. Стратегия управления проектом будет более выгодной в случае, если в процессе работы над проектом заказчики будут обладать возможностью сменить изначально сформулированные ими требования. Чем чаще это может происходить и чем кардинальнее заказчики могут менять свои требования, тем лучше;
3. Вариант отсрочки решения — прежде чем инвестировать средства и ресурсы в том или ином направлении, вы можете подождать до тех пор, пока ситуация сама собой не разрешится и не станет более понятной для вас. Стратегия управления проектом будет более выгодной в случае, если вы будете обладать возможностью подождать с вложением денег, и при этом не потерять полностью возможность инвестирования средств. Чем более длительной может быть отсрочка и чем большее количество денег можно удержать от преждевременного инвестирования, тем лучше;

4. Вариант роста инвестиций — если вы видите, что рынок начинает расти, вы можете оперативно увеличить инвестиции для того, чтобы с выгодой воспользоваться этим. Стратегия управления проектом будет более выгодной в случае, если вы будете обладать возможностью все больше и больше расширять производство за счет увеличения объема инвестиций. Чем быстрее и чем дольше проект может расти, тем лучше. Определение значимости каждого из вариантов — это на две части искусство, на пять частей — математика и на одну часть — старое доброе перетягивание каната.

При этом необходимо учитывать следующие пять факторов:

1. Объем инвестиций, необходимых для реализации того или иного варианта;
2. Цена, в рамках которой вы сможете достигнуть цели, если вы будете действовать в рамках того или иного варианта;
3. Текущая ценность поставленной вами цели;
4. Время, которое потребуется вам для того, чтобы реализовать тот или иной вариант;
5. Неопределенность, с которой вы можете оценить ценность поставленной вами цели.

Из всех этих факторов доминирующим как правило оказывается последний: неопределенность. На основании этого мы можем прийти к некоторым выводам и прогнозам относительно разрабатываемой нами стратегии. Представьте, что мы создали стратегию управления проектом, которая максимизирует полезность проекта на основе анализа вариантов и обеспечивает:

1. Частый возврат точных сведений о текущем состоянии разработки;
2. Множество возможностей в значительной степени изменить набор изначально заданных требований и направление развития проекта;
3. Меньший объем изначальных инвестиций;
4. Возможность при желании увеличить темпы разработки.

Чем большей будет неопределенность, тем полезнее окажется созданная нами стратегия. Это утверждение является справедливым вне зависимости от того, является ли причиной неопределенности технический риск, изменяющиеся условия, в которых функционирует бизнес, или быстро эволюционирующие требования заказчика [1].

В заключение можно сказать что даже в этой методологии можно найти пункты, не соответствующие каким-либо нормам или предпочтениям какого-нибудь менеджера, но рассмотрев основные достоинства и недостатки можно с уверенностью сказать, что эта методология не просто так держится в топе одних из самых популярных методологий и используется современными менеджерами программных проектов.

Литература:

1. Бек Кент — Экстремальное программирование
2. <http://citforum.ru/SE/project/xp/>
3. <http://citforum.ru/SE/project/programing.shtml>

Экономия электроэнергии электропоездов

Колесник Илья Олегович, студент
Рязанский государственный радиотехнический университет

Общее положение

Железнодорожный транспорт России на тягу поездов и эксплуатационные нужды только за 2015 год израсходовал более 60 млрд кВт·ч электроэнергии. Один десятивагонный электропоезд при средней скорости 70–90 км/ч расходует примерно 4 тыс. кВт·ч электроэнергии. Это очень большие цифры, поэтому необходимо внести ряд изменений, направленных на применение эффективных мер, сокращающих энергозатраты.

Электроэнергия в электропоездах расходуется на преодоление сил. Эти силы делятся на внутренние и внешние. Внутренние — силы взаимодействия между отдельными вагонами и локомотивом (головным вагоном), силы парные и равные по величине, совпадающие по линии действия и противоположные по направлению. Внешние — притяжение земли (вес поезда), реакции рельсов, воздействие среды (воздуха) и т. д. Как известно, только под действием внутренних сил центр тяжести поезда не может изменить своего положения, а перемещается он под действием внешних сил. К таковым и относится сила тяги — сила, приложенная к движущимся колёсам поезда в направлении движения и вызывающая его перемещение. [1]

При движении поезда возникают силы, препятствующие его движению, — силы трения, силы взаимодействия между составом и путём, между составом и воздушной средой, а также силы сопротивления движению поезда на уклонах. Суммарная этих сил направлена против направления движения поезда и только на крутых спусках совпадает с ним. Сопротивление резко возрастает с увеличением скорости. [2] Если в прошлом столетии эта скорость была 200 км/ч, то сейчас электропоезда способны развить скорость более 400 км/ч. К примеру, французский скоростной электропоезд TGV ещё в 2007 сумел развить скорость 574,8 км/ч. А значит нужно какими-либо способами преодолеть эти силы.

Общепринятые способы экономии электроэнергии

Одним из важнейших способов уменьшений затрат является обеспечение хорошего технического состояния ме-

ханического и кузовного оборудования электропоездов. Какими бы современными технологии не были, этот фактор всегда будет играть важнейшую роль. Большие потери могут происходить из-за неправильной посадки двигателя, неверного соединения двигателя с тяговым приводом, касания корпуса редуктора и т. д.

Также традиционным способом экономии является рекуперативное торможение. [3] Точнее сказать, при этом методе происходит не экономия электроэнергии, а возвращение её части обратно в сеть. Во время движения поезда с увеличением скорости растёт запас кинетической энергии. А при движении электропоезда под уклон, появляется потенциальная энергия. На участках пути, где приходится применять подтормаживание, чтобы не превысить установленную скорость, используется только часть кинетической и потенциальной энергии, другая часть теряется в тормозах. На поездах с рекуперативным торможением для подтормаживания используют тяговые двигатели в качестве генератора. За счет этого «лишняя» энергия переводится в электрическую и возвращается в сеть. [4]

Еще одним способом экономии является использование тяговых двигателей, рассчитанных на номинальное напряжение 1500 В, а не как его предшественники на 375 В. Новый двигатель оборудован компенсационной обмоткой, что позволило поднять его мощность и использовать в генераторном режиме работы. Это означает, что в электропоездах, используемых этот двигатель, возможна реализация не только последовательного и последовательно-параллельного соединения двигателей, но и введение режима рекуперативного торможения с максимальной скорости до 25–28 км/ч. Всё это позволяет до 20% снизить в эксплуатации расход электроэнергии.

Стив Джобс говорил: «Начинайте с малого...» Поэтому не нужно забывать, что достаточно большая часть электроэнергии расходуется на необходимые нужды пассажиров, такие как освещение и отопление. Снизить эти расходы можно путём замены обычных электрических ламп с пружинящим патроном на энергосберегающие и установки электронных терморегуляторов соответственно. Рассмотрим поподробнее экономию электроэнергии с помощью энергосберегающих ламп.

Экономия электроэнергии с помощью энергосберегающих ламп

Для того чтобы узнать, какие лампы лучше всего использовать в электропоездах, нужно рассмотреть плюсы и минусы каждого.

— Люминесцентные лампы.

Компактная люминесцентная лампочка состоит из стеклянной трубки, спиралеобразно или u-образно изогнутой, или такой же колбы, как и у лампы накаливания, заполненной галогеном и парами ртути. Между цоколем и трубкой размещается стартер, который запускает работу лампочки. Под действием невидимого ультрафиолетового излучения, образующегося при накаливании паров ртути, начинает светиться люминофор — вещество, которое покрывает изнутри стеклянную поверхность.

В пользу экономичности этих лампочек говорит их мощность, которая в 4–5 раз меньше, чем у обычной

лампы накаливания, т. е. потребление электроэнергии будет в 4–5 раз ниже.

Минусами данного вида ламп являются плохие показатели влагоустойчивости и морозостойкости, высокая чувствительность к резким скачкам напряжений, что приводит к их миганию, а также длительное время разогрева.

— Светодиодные лампы.

Вторым видом ламп, которые относятся к энергосберегающим, являются светодиодные лампы.

Светодиодные лампы состоят из:

- Рассеивателя
- Собственно светодиодов
- Платы, на которую они (светодиоды) крепятся
- Радиатора, охлаждающего светодиоды
- Драйвера
- Вентиляционных отверстий, предназначенных для циркуляции воздуха
- Цоколя

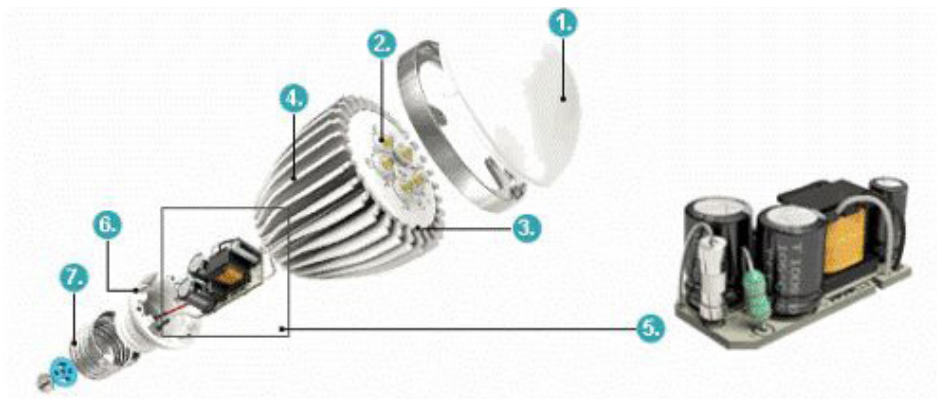


Рис. 1. Составные части светодиодных ламп

Плюсами данного вида ламп являются:

— Наличие у каждого светодиодного источника света стабилизированного источника питания, благодаря чему обеспечивается световой поток без мерцаний и цветовых перепадов

— Возможность иметь весь спектр цветов

— Экономичность по сравнению с люминесцентными лампами в 2–3 раза

— Отсутствие вредных веществ, т. е. безопасная эксплуатация и, соответственно, лёгкая утилизация

— Широкий температурный режим, что очень удобно с нашим климатом

К минусам можно отнести такие показатели, как:

— Большие габариты

— Ухудшение эффективности при сильном перегревании

— Направленный световой поток, т. е. светодиодная лампа светит направленно, в результате чего пространство сбоку и сзади освещается недостаточно хорошо

Электропоезда являются одним из крупнейших потребителей электрической энергии не только в нашей стране, но и во всём мире, поэтому борьба за её экономию — одна из важнейших задач. Использование обоих видов ламп позволит существенно сэкономить электроэнергию. Снижение затрат значительно снизит необходимую мощность электрических станций, которые для выработки электроэнергии используют энергоресурсы природы, а они не бесконечны. Кроме экологического фактора присутствует и экономический, который особенно актуален в наше время.

Литература:

1. Цукало, П. В. Экономия Электроэнергии на электроподвижном составе. — 629.423.072.2004.18. — М.: Транспорт, 1983. — 174 с.
2. Калинин, В. К. Электровозы и электропоезда. — М.: Транспорт, 1991. — 480 с.
3. Фаминский, Г. В. Экономия электроэнергии в электропоездах. — М.: Транспорт, 1970. — 88 с.
4. Яковлев, Д. В. Управление электровозом и его обслуживание. — М.: Транспорт, 1978. 297 с.

Общие сведения о строительстве на зарубежном Крайнем Севере

Кулигина Евгения Сергеевна, старший преподаватель

Технический институт (филиал) Северо-Восточного Федерального университета имени М. К. Аммосова в г. Нерюнгри

Для строительства в условиях Крайнего Севера необходимо знать общие сведения о конструктивных решениях, организационных мероприятиях борьбы с суровой природой Севера в малоосвоенных отдаленных районах, знать каковы перспективы дальнейшего развития северных областей в связи с новейшими исследованиями и изучением Крайнего Севера.

Строительство на зарубежном Крайнем Севере также представляет интерес. В нем можно отметить широкое использование последних достижений техники и ряд интересных решений при освоении новых отдаленных северных районов.

К Крайнему Северу на Американском континенте можно отнести Аляску, северные территории Канады и Гренландию, а в Европе — север Скандинавского полуострова. Все эти области, с точки зрения их современного экономического освоения, количества населения и природных условий, отличаются друг от друга, что естественно, накладывает свой отпечаток на характер строительства.

Аляска — это огромный полуостров, в различных районах которого неодинаковые климатические условия и условия строительства. На южном и юго-западном побережьях климат мягкий, морские порты зимой не замерзают, на склонах гор — богатая растительность с деревьями, достигающими высоты 45 м. Однако и здесь сильно пересеченная местность, сплошь заросшая густой растительностью, торфяные болота и постоянные дожди делают условия строительства нелегкими. К северу земля покрыта снегом и льдом с октября по июль, сила ветра доходит до 40 м/сек, а снегозаносы достигают высоты 30 м. На 80% площади Аляски распространены вечномерзлые грунты.

Высокие темпы строительства на Аляске вызваны не столько условиями ее экономического развития, сколько стратегическими соображениями. Начиная с 1950 г. Благодаря глобальным оборонным планам на ранее совершенно пустынных территориях стали усиленно строиться военные и военно-морские базы, стратегические дороги и аэродромы.

По административному делению канадский Крайний Север отделяется от остальной территории страны параллельно 60° с. ш. Северная часть самая изолированная, малонаселенная и труднодоступная часть суши на всем северном полушарии.

На канадских северных территориях, за исключением небольшой полосы у границы на юго-западе, отмечается сплошное распространение вечномерзлых грунтов, а часть Арктического архипелага покрыта ледниками.

Оживление строительства на канадском Крайнем Севере началось в 50-х годах прошлого столетия, когда там были открыты богатые залежи полезных ископаемых, а

также открыты весьма перспективные нефтяные районы и железорудные месторождения. Однако и здесь, как и на Аляске, оживленная строительная деятельность началась из-за стратегических соображений.

Главными объектами строительства на Севере Канады являются дороги, аэродромы, гидростанции, военные объекты, небольшие населенные пункты и сооружения, связанные с добычей полезных ископаемых.

Лишь узкая прибрежная полоса Гренландии свободна ото льда. Площадь свободных земель оценивается в 0,4 млн. км². Вся остальная часть острова покрыта ледниковой шапкой с толщиной льда более 3 км.

Все населенные места и вся промышленность Гренландии сосредоточены на прибрежной узкой гористой полосе. Это полоса достигает местами 200–250 км и представляет собой плоскогорья высотой 400–600 м, чередующиеся с горными массивами высотой до 2000 м. Восточное побережье образуют покрытые горными ледниками хребты.

С точки зрения строительной техники, в Гренландии представляет большой интерес военно-воздушная и экспериментальная база в Тьюле, расположенная на северо-западе острова. База обосновалась на границе гренландской ледяной корки на площади свыше 250 км². Она является экспериментальной базой для испытания новых конструкций и материалов в особо трудных климатических и природных условиях. Считается также, что уроки в Тьюле могут пригодиться при решении вопросов высадки людей на другие планеты.

С точки зрения строительства на Крайнем Севере, север Скандинавии не представляет особых трудностей. Там нет вечномерзлых грунтов, климат не столь суров, территории хорошо обжиты, имеются хорошие транспортные коммуникации.

Освоение Севера с каждым годом приобретает значение в экономике этих стран. В северных областях содержится значительная часть потенциальных мировых природных ресурсов, в скорейшей разработке которых заинтересованы не только страны-хозяева этих областей, но и другие государства. Так, например, в освоении железорудных и нефтяных месторождений Канады заинтересована не только сама Канада, но и США, Япония и Германия. Большая доля вложений в развитие горнодобывающей промышленности канадского Севера принадлежит другим странам. Но государство принимает на себя основную долю расходов по изучению новых районов, проведению изыскательских и научно-исследовательских работ.

Факторы, которые отличают зарубежное строительство на Крайнем Севере от строительства в других районах, те же, что и в России, а именно:

- суровый климат и короткий строительный сезон;
- наличие в большинстве случаев вечномёрзлых грунтов, которые вызывают много технических проблем в вопросе устойчивости сооружений;
- трудности доставки материалов и механизмов из-за больших расстояний и отсутствия транспортных путей;
- изолированность большинства строительных площадок и связанная с этим проблема рабочей силы и ее расселения.

Поэтому каждую строительную площадку рассматривают и изучают предварительно и всесторонне с точки зрения экономики и организации строительства.

Высокая стоимость содержания людей и короткий строительный сезон заставляют на стройках Крайнего Севера широко использовать детали и целые строительные конструкции заводского изготовления, доставляемые на место работ из обжитых районов. Строительство на Крайнем Севере характерно тем, что оно осуществляется на базе последних достижений науки и техники с применением новейших методов производства работ, с привлечением широких кругов ученых и специалистов-техников. В проектировании городов, промышленных предприятий, энергетических и транспортных сооружений принимает участие, как правило, большое количество исследовательских учреждений, специализированных фирм и отдельных специалистов, выделяемых для этой цели различными правительственными ведомствами. На изыскания и проектирование затрачиваются большие средства. Обычно они превышают в 10 раз расходы на проектирование аналогичных объектов в областях умеренного климата. Характерно строительство и тщательной, продуманной до мельчайшей детали подготовкой. Сроки, отводимые на изыскания, проектирование и разработку плана организации строительства, как правило, превышают сроки производства самих работ. Само строительство осуществляется в поразительно короткие сроки для тяжелых условий Крайнего Севера сроки.

Комплексность строительства — обязательное правило при освоении новых районов. Одновременно, а зачастую и ранее, наряду с промышленными сооружениями сооружаются благоустроенные города и рабочие поселки, пути сообщения и энергетические объекты.

Научно-исследовательские и экспериментальные работы, связанные с проблемами строительных конструкций и организацией строительства в Арктике и на Крайнем Севере, получили широкий размах.

Прогресс техники, и в особенности в транспорте, новый взгляд на экономическое, политическое и социальное значение полярных областей коренным образом изменили характер и саму тематику научных исследований на Крайнем

Севере. Созданы лаборатории, которые ведут работы по следующим направлениям:

- 1) изучение снега льда и вечномёрзлых грунтов, в том числе изучаются снежные заносы и методы снегоборьбы;
- 2) экспериментальные и лабораторные исследования, связанные со строительством на Крайнем Севере, в том числе экспериментируется строительство дорог и аэродромов, испытываются строительные конструкции из снега и льда, изучается разработка мерзлых грунтов и т. п.;
- 3) изучение верхних слоев земной коры в арктических и субарктических районах в связи с особенностями климата и криогенными явлениями, такими, как морозное пучение, изменение свойств грунтов при замерзании и оттаивании и т. д.

Северная тематика становится все более актуальной. Устойчивое развитие, воспроизводство ресурсного потенциала, а не только его использование, — выдвигаются мировым сообществом как первостепенная задача. Это особенно важно для Севера с его хрупкими экосистемами и экстремальными условиями жизни. Достигнуть устойчивого развития можно только, принимая во внимание, что северяне — это личности, обладающие волей, самосознанием, коллективными интересами, способные заботиться о приумножении природных богатств Севера, его природного и культурного многообразия. Каким Север предстанет перед будущими поколениями — зависит от понимания необходимости бережного отношения к этой земле, людям, сопричастности каждого к этой проблеме.

Важно учитывать, что государственное участие в экономике Севера всегда было значительней, чем в других регионах, поскольку только благодаря грамотной государственной северной политике возможна реализация крупных инвестиционных проектов. От того, как будет складываться взаимодействие между корпорациями, ведущими на Севере производственную деятельность, и государством, зависит — насколько успешно будут формироваться самодостаточные региональные хозяйственные системы, гарантирующие повышение качества жизни населения Севера. Здесь необходима координационная роль государства, выработка действенных законодательных норм и правил для участников северных экономических отношений, защищающих интересы северян, дающих им право и возможность чувствовать себя рачительными хозяевами на северной земле. Государство в рыночных условиях перестает быть основным инвестором в развитие Севера, но его роль в перераспределительных отношениях и в социальных процессах становится более важной из-за сложности многосубъектных социально-экономических систем северных регионов. Неоспоримо то, что главным критерием северной политики должно быть качество жизни северян не только сегодня, но и в будущем.

Литература:

1. Витязева, В.А. Шесть «вечных» проблем в освоении Севера / Север в экономике России. Материалы научно-практической конференции. — Сыктывкар. 1998. с. 37–41.

2. Витязева, В. А., Котырло Е. С. Инвестиционная привлекательность Севера — условие развития человеческого капитала — [Электронный ресурс]: <http://koet.syktsu.ru/vestnik/2006/2006-4/7.htm>, своб. — Загл. с экрана
3. Географический энциклопедический словарь. Понятия и термины. / Гл. ред. А. Ф. Трёшников; Ред. кол.: Э. Б. Алаев, П. М. Алампиев, А. Г. Воронов и др. — М.: Советская энциклопедия. 1988.
4. Лиз Дарин С. Самоуправление на Юконе // Материалы международного круглого стола «Коренные малочисленные народы Севера, Сибири и Дальнего Востока и система парламентаризма в РФ: реальность и перспективы», 12–13 марта 2003, Москва. — М, 2003. с. 95–128

Исследование процессов, происходящих во время хранения сывороточно-зернового напитка «Дан-Буурчак»

Кылычбекова Наргиля Курмангалиевна, кандидат технических наук, доцент
Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова (г. Бишкек)

В настоящее время большое внимание необходимо уделять вопросам создания сложно-сырьевых продуктов функционального назначения. К такого рода продуктам можно отнести и безалкогольные напитки. Среди стран Центральной Азии Кыргызская Республика является одним из крупнейших производителей национальных напитков из злаковых культур. Вместе с тем, ежегодный прирост населения, сопровождающийся ростом спроса на напитки из злаковых культур и их экспортом, требуют неуклонного дальнейшего увеличения производства таких напитков с наименьшими затратами. В связи с этим нами была разработана рецептура и технология приготовления сывороточно-зернового напитка «Дан-Буурчак», где основой послужила молочная сыворотка, а в состав растительного наполнителя вошли пророщенные зерна пшеницы и зерновой фасоли. Главным препятствием на пути широкого использования молочной сыворотки является чрезвычайно низкая стабильность этого продукта при хранении, вследствие существенного повышения его кислотности, поэтому нами были изучены процессы, происходящие при хранении готового напитка «Дан-Буурчак».

В первую очередь во время хранения происходит изменение органолептических показателей готового продукта, вследствие чего были проведены соответствующие исследования. За контрольный образец был принят сывороточно-зерновой напиток, приготовленный из непророщенных зерен. Изменение органолептических показателей контрольного (К) и исследуемого (И) образцов напитка в течение 11 суток хранения при температуре 5–6 °С приведено в табл. 1.

Изменение органолептических показателей во время хранения (табл. 1) происходит в обоих образцах напитка, вследствие влияния спиртового и молочнокислого брожения, результатом протекания которых и становится появление кислого и щиплющего привкуса, а также изменение консистенции и появление пенообразования на поверхности.

Показателями, влияющими на хранимоспособность напитка, являются титруемая и активная кислотность, которые продолжают изменяться вследствие протекания молочнокислого брожения. Поэтому целью дальнейшего исследования было изучить динамику изменения этих показателей в процессе хранения сывороточно-зернового напитка.

Результаты измерения титруемой кислотности в процессе хранения сывороточно-зернового напитка приведены на рис. 1.

Данные рис. 1 свидетельствуют о том, что в течение 10 сут в обоих образцах напитка происходит изменение титруемой кислотности. При этом отмечено, что в контрольном образце наблюдается более интенсивный рост кислотности.

Результаты исследования изменения активной кислотности в процессе хранения сывороточно-зернового напитка приведены на рис. 2.

Из рис. 2 следует, что активная кислотность исследуемого и контрольного образцов в начале хранения сдвигается в кислую сторону, но затем значение рН в обоих образцах начинает приближаться к нейтральной среде, причем в исследуемом образце в большей степени, чем в контрольном.

В процессе хранения напитков происходят также количественные изменения микрофлоры. Результаты исследования накопления биомассы в процессе хранения сывороточно-зернового напитка приведены в табл. 2.

Установлено, что в исследуемом образце происходит снижение количества бифидобактерий, в напитке же с добавлением непророщенной фасоли их количество остается неизменным (табл. 2). Возможно, это происходит из-за снижения температуры и кислой среды, что не является оптимальным для дальнейшего развития микроорганизмов.

В результате протекания молочнокислого брожения в напитках создаются оптимальные условия для дальней-

Таблица 1. Изменение органолептических показателей контрольного и исследуемого образцов напитка в процессе хранения

Время хранения, сут.	Образцы							
	Органолептические показатели							
	Внешний вид и консистенция		Цвет		Вкус		Запах	
	К	И	К	И	К	И	К	И
1	густая, непрозрачная жидкость с осадком наполнителя		кремовый		кисло-сладкий	сладко-кислый	чистый, кисло-молочный	
2–5	жидкая	густая						
6	жидкая	густая			кисловатый с щиплющим привкусом	кисло-сладкий вкус с щиплющим привкусом	еле уловимый запах спирта	
7								
8	жидкая, непрозрачная жидкость, наблюдается пенообразование на поверхности		кремовый					
9								
10								
11	пенообразование на поверхности	интенсивное пенообразование на поверхности			кислый	кисловатый	дрожжевой запах	
	дрожжевой привкус							

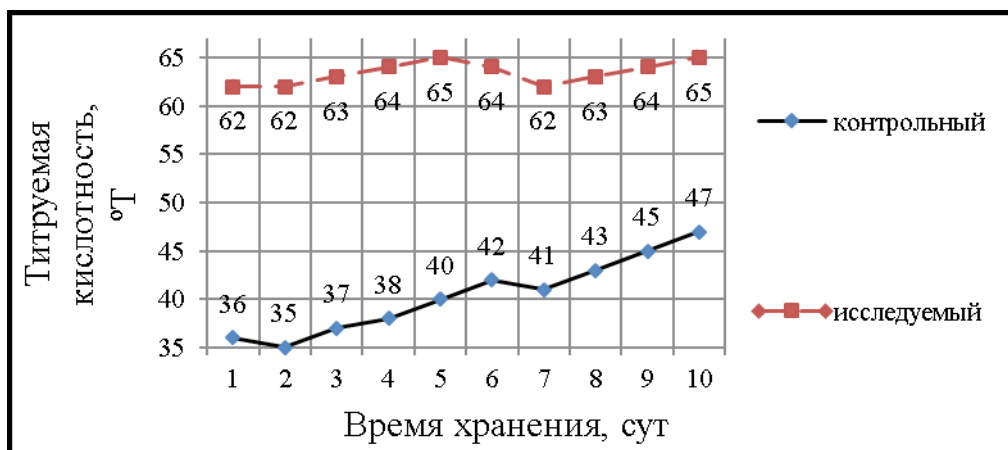


Рис. 1. Динамика кислотонакопления в напитке в процессе хранения

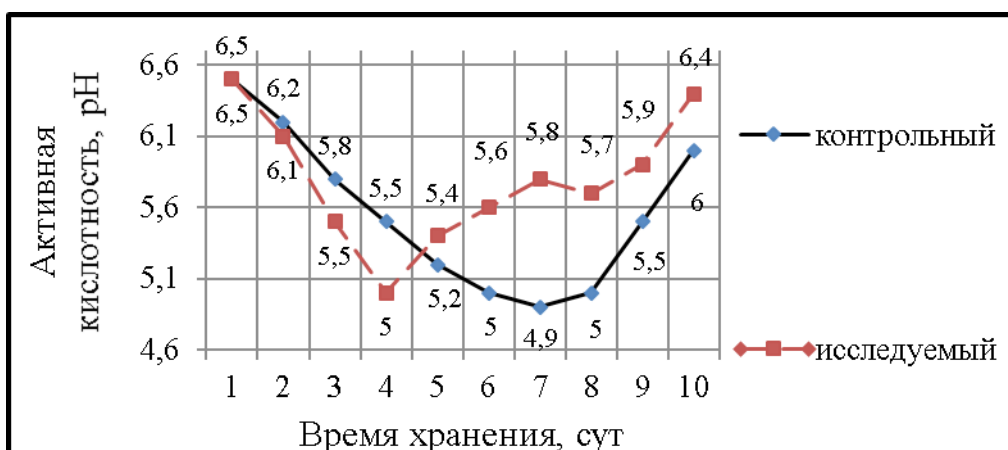


Рис. 2. Динамика изменения активной кислотности сывороточно-зернового напитка в процессе хранения

Таблица 2. Накопление биомассы в сывороточно-зерновом напитке

Образцы	Период времени	
	В готовом продукте	В конце хранения
	Количество бифидобактерий, КОЕ/г, не менее	
Контрольный	$2,5 \times 10^7$	$2,5 \times 10^7$
Исследуемый	$2,8 \times 10^8$	$2,5 \times 10^7$

шего развития спиртового брожения. Кислая среда и наличие молочного сахара – лактозы дает интенсивный рост дрожжей, в результате чего в напитках начинает возрастать содержание этилового спирта и углекислого газа, которые являются конечными продуктами спиртового брожения. В связи с чем исследовано изменение массовой доли этилового спирта и двуокиси углерода в процессе хранения сывороточно-зерновых напитков. Массовую долю этилового спирта определяли пикнометрическим методом по методике, описанной в ГОСТ 6687.7–88 [1]. Результаты проведенных исследований приведены на рис. 3.

Из рис. 3 следует, что накопление этилового спирта

в обоих образцах происходит в течение 3 сут хранения, затем показатель почти не меняется, но при этом в исследуемом образце содержание спирта выше, чем в контрольном на 0,18%, вследствие более интенсивного протекания спиртового брожения за счет внесения СПЗ.

Массовую долю двуокиси углерода определяли при помощи прибора-афрометра по методике, предусмотренной ГОСТ Р 51153–98 [2]. Результаты опытов приведены на рис. 4.

На рис. 4 видно, что точка максимума содержания двуокиси углерода в обоих образцах приходится на 3 сут хранения, значение которого затем почти не меняется. В исследуемом образце брожение протекает интенсивнее,

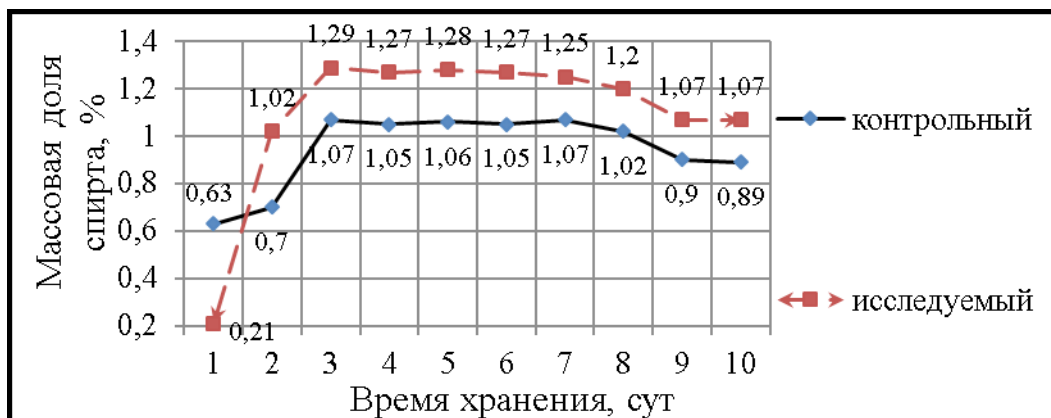


Рис. 3. Накопление этилового спирта в процессе хранения напитков

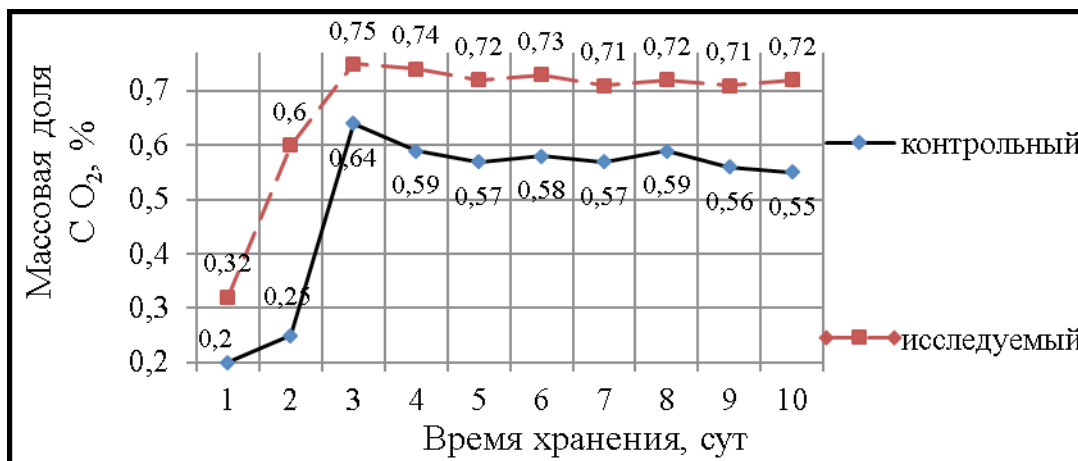


Рис. 4. Накопление CO₂ в процессе хранения напитков

поэтому массовая доля углекислого газа в нем на 0,17% больше, чем в контрольном.

Спиртовое брожение характеризуется двумя показателями — образованием этилового спирта и углекислого газа. Во время хранения сыровоточного напитка происходит интенсивный рост дрожжей, что приводит к интенсивному спиртовому брожению и накоплению его конечных продуктов. Но на 4 и 5 сут хранения уже не наблюдается повышение содержания спирта и углекислого

газа в обоих образцах, что говорит о замедлении роста и размножения дрожжей, вследствие уменьшения количества питательных веществ и накопления спирта.

Основной работы по гигиеническому обоснованию срока годности сыровоточно-зернового напитка «Дан-Буурчак» явились также результаты проведенных микробиологических испытаний в лаборатории испытаний пищевой и сельскохозяйственной продукции БЦИСМ при ЦСМ при МЭ КР. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3. Микробиологические показатели напитка «Дан-Буурчак»

Наименование продукции	Масса продукта (г), в которой не допускаются									
	Количество мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более		Бактерии группы кишечной палочки (колиформы)		S. aureus		Патогенные м/о в т. ч. сальмонеллы		Плесени, КОЕ/г, не более	
	НД	Факт	НД	Факт	НД	Факт	НД	Факт	НД	Факт
Напиток «Дан-Буурчак»	1 × 10 ⁷	1 × 10 ⁵	0,1	не обн.	1,0	не обн.	25	не обн.	50	не обн.

Результаты микробиологических испытаний (табл. 3) показывают, что срок годности исследуемого образца напитка составляет 10 суток.

Приоритетным направлением улучшения качества и повышения пищевой ценности безалкогольных напитков, отвечающим концепциям здорового питания, является использование натуральных добавок с богатым химическим составом. Зернобобовая культура — фасоль, выращиваемая в Таласской области Кыргызской Республики, обладает отличным качеством, но не пользуется достаточным

спросом внутри страны. В связи с ростом объема производства белковых продуктов из молока и, соответственно, получаемой сыворотки, обострилась проблема ее рационального использования. Поэтому практическую значимость и научный интерес представляет использование зернобобового сырья — зерновой фасоли и белково-углеводного сырья — молочной сыворотки в производстве безалкогольных напитков, что позволит расширить ассортимент данного вида продукта и улучшить его пищевую ценность.

Литература:

1. ГОСТ 6687.7–88. Напитки безалкогольные и квасы. Метод определения спирта, — Введ. 1988–30–05. — М.: Госстандарт России, 2007. — 6 с.
2. ГОСТ Р 51153–98. Напитки безалкогольные газированные и напитки из хлебного сырья. Метод определения двуокси углерода, — Введ. 1998–23–03. — М.: Госстандарт России, 1998. — 8 с.

К вопросу о расширении ассортимента функциональных безалкогольных напитков

Кылычбекова Наргиля Курмангалиевна, кандидат технических наук, доцент
Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова (г. Бишкек)

В настоящее время рынок функциональных продуктов является динамично развивающимся и перспективным. Особенно активное развитие получили четыре группы таких продуктов: продукты на растительной, молочной, жировой основе и безалкогольные напитки. Значительный интерес представляет комбинирование рас-

тительных продуктов с другой группой функциональных продуктов — молочными, так как в данном случае вполне оправдано ожидание суммарного действия этих компонентов на организм человека.

Сырье, используемое в качестве наполнителя в сыровоточном напитке, способно обеспечить организм человека

жизненно-важными веществами, поэтому представляет интерес количественное их содержание в разработанном нами продукте. В связи с чем в напитках стандартными методами были определены показатели пищевой ценности, занесенные в табл. 1.

Полученные данные (табл. 1) свидетельствуют о том, что использование зернового сырья в качестве наполнителя в сывороточно-зерновом напитке улучшает пищевую ценность сывороточной подсырной (СП). Массовая доля белка повышается в 1,5 раза; углеводов — в 1,35 раза; жиров — в 4,3 раза и пищевых волокон — на 0,84%. Кроме этого пищевые волокна, содержащиеся в растительном наполнителе, придают сывороточному напитку пребиотические свойства.

Согласно табл. 1 при внесении наполнителя в сыворотку подсырную происходит увеличение содержания белка в полученном продукте, что влечет за собой изменение его аминокислотного состава. Аминокислотный состав сыворотки подсырной и пророщенных зерен пшеницы и фасоли приведен в табл. 2.

О биологической ценности сыворотно-зернового напитка судили по изменению аминокислотного состава (табл. 3).

Из табл. 3 следует, что при внесении наполнителя из смеси пророщенных зерен в сыворотно-зерновой напиток происходит увеличение его биологической ценности на 1,44%, причиной чего является использование пророщенного растительного сырья.

Таблица 1. Пищевая ценность сыворотно-зернового напитка

Наименование показателя	Образцы	
	СП	Исследуемый образец
Массовая доля белка, %	1,0	1,5
Массовая доля углеводов, %	4,5	6,1
Массовая доля жиров, %	0,07	0,3
Массовая доля пищевых волокон, %	-	0,84

Таблица 2. Аминокислотный состав сыворотки подсырной и пророщенного сырья

Наименование аминокислоты	Образцы			
	Идеальный белок	СП [1]	Зерна пророщенной пшеницы [2]	Зерна пророщенной фасоли [2]
	Содержание аминокислоты, мг/1 г белка			
Валин	50	65	36	27
Изолейцин	40	55	29	23
Лейцин	70	88	51	38
Лизин	55	80	25	30
Метионин	35	46	12	6
Треонин	40	61	25	22
Триптофан	10	13	12	6
Фенилаланин	60	60	35	27

Таблица 3. Биологическая ценность сыворотно-зернового напитка

Наименование аминокислоты	СП		Сыворотно-зерновой напиток	
	мг/1г белка	скор, %	мг/1г белка	скор, %
Валин	65	130	63,3	127
Изолейцин	55	137,5	53,5	134
Лейцин	88	125,7	85,8	123
Лизин	80	145,4	77,4	141
Метионин	46	131,4	44,2	126
Треонин	61	152,5	59,1	148
Триптофан	13	130	12,8	128
Фенилаланин	60	100	58,6	98
КРАС, %		31,56		30,12
БЦ, %		68,44		69,88

Кроме этого в исследуемом образце определено содержание витаминов В₂ и С. Определение витамина В₂ проводили на флуорометре по методу, разработанному кафедрой пищевой инженерии Кыргызско-турецкого университета «Манас». Содержание витамина С определено упрощенным методом [3]. Результаты исследований занесены в табл. 4.

Наличие большого количества витаминов в смеси пророщенных зерен и значение рН среды, равное 6,0–6,5, являются оптимальными условиями для роста молочнокислых бактерий и дрожжей, что приводит к интенсификации синтеза указанных витаминов этими микроорганизмами в исследуемом образце [4].

Минеральный состав сыворотки подсырной и исследуемого образца напитка, определенный в центральной лаборатории Госгеолагенства КР, приведен в табл. 5.

Из табл. 5 следует, что в исследуемом образце происходит увеличение содержания некоторых минеральных веществ (Mn, Ni, Cr, Ag) за счет введения наполнителя из смеси пророщенных зерен.

В соответствии с требованиями действующего на территории КР Технического регламента «О безопасности молока и продуктов его переработки», утвержденного постановлением Правительства от 18 февраля 2013 г. № 84, в лаборатории испытаний пищевой и сельскохозяйственной продукции БЦИСМ ЦСМ при МЭ КР определены микробиологические показатели (см. табл. 6) и показатели безопасности сывороточно-зернового напитка «Дан-Буурчак». Результаты испытаний приведены в табл. 6–8.

Результаты исследования (табл. 6–8) показывают, что целевой продукт является безопасным, и может быть рекомендован как продукт функциональной направленности для широких слоев населения.

Создание качественно новых продуктов питания на основе молочного и зернобобового сырья с функциональными свойствами не только расширит ассортимент функциональных продуктов молочной отрасли, но и решит проблему безотходного, комплексного использования сельскохозяйственного сырья в пищевой промышленности.

Таблица 4. Содержание витаминов В₂ и С в СП и исследуемом образце напитка

Витамин	Образцы	
	СП	Исследуемый образец
С, мг/ 100 г	1,05	5,28
В ₂ , мг/ л	2,5	11,2

Таблица 5. Минеральный состав сыворотки подсырной и исследуемого образца напитка

Образец	Содержание некоторых минеральных веществ, мг/л								
	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	Pb	Ag	Zn	P
СП	-	-	0,02	0,12	0,04	-	-	5	0,9
Исследуемый	0,04	0,03	0,1	0,07	0,04	0,001	0,001	0,3	0,4

Таблица 6. Содержание токсичных элементов в напитке

Наименование продукции	Содержание, мг/кг							
	Свинец		Кадмий		Мышьяк		Ртуть	
	НД, не более	Факт, менее	НД, не более	Факт, менее	НД, не более	Факт, менее	НД, не более	Факт, менее
Напиток «Дан-Буурчак»	0,35	0,3	0,07	0,03	0,15	0,1	0,015	0,005

Таблица 7. Содержание хлорорганических пестицидов в напитке

Наименование продукции	Содержание, мг/кг			
	ДДТ (Дихлордифенилтри-хлорэтан) и его метаболиты 4,4 — ДДД; 4,4 — ДДЕ		Сумма изомеров ГХЦГ (гексахлорцикло-гексан), α-, β-, γ- изомеры	
	НД, не более	Факт	НД, не более	Факт
Напиток «Дан-Буурчак»	0,05	ниже предела обнаружения 0,005	0,05	ниже предела обнаружения 0,005

Таблица 8. Содержание микотоксинов в напитке

Наименование продукции	Содержание, мг/кг	
	Афлатоксин В ₁	
	НД, не более	Факт
Напиток «Дан-Буурчак»	0,05	ниже предела обнаружения 0,003

Литература:

1. Кустов, Н. П. Исследование особенностей переработки молочной сыворотки [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Н. П. Кустов. — Кемерово, 2004. — 25 с.
2. Пищевая ценность, химический состав и калорийность // Сайт USDA National Nutrient Database for Standart Reference [Электронный ресурс]: URL: [http:// www. intelmeal. ru](http://www.intelmeal.ru) (14 мая 2014).
3. Инихов, Г. С. Методы анализа молока и молочных продуктов [Текст] / Г. С. Инихов, Н. П. Брио. — М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1971. — 422 с.
4. Скородумова, М. А. Дрожжи молока и молочных продуктов и их производственное значение [Текст] / М. А. Скородумова. — М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1969. — 70 с.

Реализация рекуперативного торможения на тепловозах при использовании гибридного привода

Литвинов Артем Валерьевич, кандидат технических наук, доцент;
 Бернс Павел Александрович, студент;
 Абишов Ербол Гайдарович, студент;
 Родина Дарья Евгеньевна, студент;
 Логинова Екатерина Станиславовна, студент
 Омский государственный университет путей сообщения

Основным направлением повышения энергоэффективности на железнодорожном транспорте, является сокращение потребления топлива подвижным составом. Расходы на топливо в организациях занимающихся пассажирскими и грузоперевозками железнодорожным транспортом, составляют 60 % и более от общих затрат на ТЭР. Одним из основных направлений повышения эффективности перевозок является увеличение веса и скорости движения поездов, ускорение процесса переработки составов на терминале. Это определяет дальнейший рост секционной мощности тепловозов. Однако, основным источником повышенного расхода топлива тепловозами является переходный режим при наборе мощности и ускорении тепловоза.

Три группы мероприятий по направлению повышения энергоэффективности подвижного состава и организации в целом: технические; технологические; организационные. В работе уделено внимание техническим мероприятиям, направленным на повышение экономичности и надежности работы всех узлов и агрегатов тепловозов. Так одним из таких мероприятий является применение «гибридного привода», другим — реализация рекуперативного торможения на тепловозах. Под понятием «гибридный привод» подразумевается использование двух и более различных силовых установок, под рекуперативным торможением понимают вид электрического торможения, при котором не задействована пневматическая система локомотива, при этом тяговые двигатели переходят в генераторный режим, а вырабатываемая ими электрическая энергия может быть полезно использована.

На сегодняшний день выполнен ряд исследований по указанным техническим мероприятиям. Так в области применения рекуперативного торможения, сотрудниками ВНИИЖТа доказано, что при дизельной тяге рекуперация позволит снизить расход топлива на 18–23 %, а с учетом стабилизации режима работы теплового двигателя до 30 % [1].

Применение «гибридного привода» за рубежом реализовано компанией General Motors совместно RailPower Technologies (запатентованы различные схемы и конструкции локомотивов с применением накопителей энергии). Так начиная с 2005 г. компании приступили к серийному производству маневровых тепловозов Green Goat с гибридной силовой установкой и накопителями энергии на основе аккумуляторных батарей. Дизель в Green Goat используется лишь для зарядки блока аккумуляторов (наряду с рекуперацией) и для поддержания оптимального уровня его заряда [2].

В свою очередь, в России создан гибридный маневровый локомотив ТЭМ9Н SinaraHybrid, сочетающий в себе наличие экологичного дизельного двигателя внутреннего сгорания средней мощности и комбинированного накопителя энергии на основе литий-ионных аккумуляторов и суперконденсаторов. По сравнению с предыдущей базовой моделью локомотива ТЭМ9, на 30% снижен расход дизельного топлива и до 55% меньше показатели выбросов отработанных газов в окружающую среду, что соответствует современным зарубежным стандартам по экологии и энергоэффективности [3].

Таким образом, сочетание «гибридного привода» совместно с системой рекуперативного торможения позволит добиться ряда преимуществ, описанных в работе ранее. Функционирование системы реализуется за счет: работы тяговых двигателей в генераторном режиме; получения, хранения и распределения электрической энергии батарей литий-ионных аккумуляторов и обеспечения работы вспомогательных приводов локомотива.

Один из возможных вариантов упрощенной схемы тяговой передачи тепловоза с гибридной системой представлен на рисунке 1.

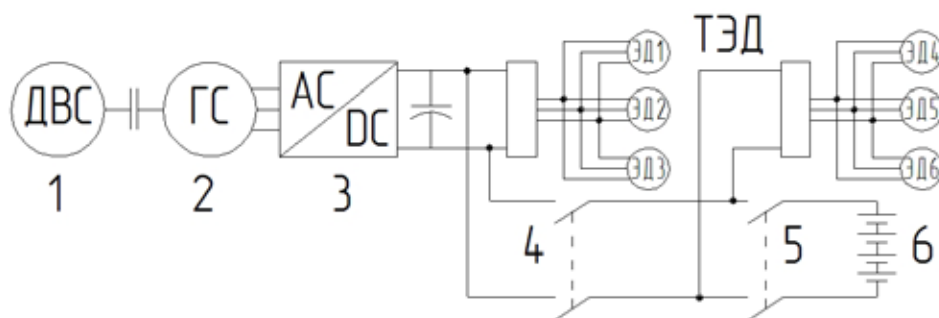


Рис. 1. Схема тяговой передачи тепловоза с гибридной тяговой установкой: 1 — дизель; 2 — синхронный генератор; 3 — выпрямительная установка; 4, 5 — контакторы накопителя энергии; 6 — накопитель энергии (конденсаторная система)

Главным элементом гибридной системы является накопитель энергии 6 на основе электрохимических конденсаторов (рисунок 1). Такие конденсаторы носят название суперконденсаторов, которые обладают огромными преимуществами перед аналогичными аккумуляторами разных видов.

Преимущества суперконденсаторов следующие:

- наибольшая плотность мощности из всех разновидностей аккумуляторов — как объемная, так и весовая;
- ресурс эксплуатации составляет свыше 10 лет (около 100000 циклов заряда/разряда);
- очень быстрый процесс заряда батарей — до 100% емкости от 15 до 40 минут;
- нет необходимости в обслуживании — суперконденсаторы герметичны;
- низкий показатель саморазряда — до 10% в месяц;
- возможность работы при низких температурах без существенного снижения характеристик;
- возможность получения больших пусковых токов.

Для отражения эффективности применения рекуперативного торможения на тепловозах в статье выполнен расчет количества электрической энергии, вырабатываемой тяговыми двигателями при их работе в режиме генератора, для участка обращения «Алтайская — Бийск». При этом рассматривается вариант движения пассажирского состава, во главе которого — тепловоз ТЭП70БС, по указанному участку на основе данных реальной режимной карты.

Протяженность участка «Алтайская — Бийск» составляет 147 км. В соответствии с этим, количество сэкономленной энергии, при поддержании скорости на уклонах составляет сумму экономии на каждом уклоне, рассчитываемую по формуле 1.

$$R_{\text{ст}} = (P + Q_{\text{бр}}) \cdot (i_{\text{рек}} - \omega_0) \cdot 10^{-3} l_{\text{рек}}, \quad (1)$$

где $R_{\text{ст}}$ — механическая работа торможения на спуске, ткм;

$i_{\text{рек}}$ — крутизна спуска, на котором производится рекуперативное торможение, ‰;

ω_0 — основное удельное сопротивление поезда, кг/т;

$l_{\text{рек}}$ — расстояние, на котором производится торможение, км;

$P = 135$ — сцепной вес тепловоза, т;

$Q_{\text{бр}} = 600$ — масса вагонов брутто, т.

При рекуперативном торможении для снижения скорости, что чаще всего имеет место при остановках, возможная энергия рекуперации равна погашаемой энергии поезда и может быть определена по формуле, МДж:

$$R_{\text{тор}} = 3,8 \cdot (P + Q_{\text{бр}}) \cdot (v_{\text{н}}^2 - v_{\text{к}}^2) \cdot 10^{-6}, \tag{2}$$

где $R_{\text{тор}}$ — механическая работа торможения, МДж;

$v_{\text{н}}^2, v_{\text{к}}^2$ — соответственно скорости в начале и конце рекуперативного торможения, км/ч.

Необходимая длина тормозного пути, на котором применяется рекуперация, равная, м:

$$l_{\text{рек}} = \frac{4,17 \cdot (v_{\text{н}}^2 - v_{\text{к}}^2)}{b_{\text{рек}} + \omega_0 \pm i_{\text{рек}}}, \tag{3}$$

где $b_{\text{рек}}$ — удельная тормозная сила рекуперации, кг/т;

Удельная тормозная сила рекуперации, равная, кг/т:

$$b_{\text{рек}} = \frac{B_{\text{рек}}}{P + Q_{\text{бр}}}, \tag{4}$$

где $B_{\text{рек}}$ — механическая работа торможения, МДж;

Величина $B_{\text{рек}}$ принимается в том же интервале скоростей, в котором определяется и потеря кинетической энергии.

Расчетная формула возможной механической работы рекуперации, МДж:

$$R_{\text{кон}} = (P + Q_{\text{бр}}) \cdot (i_{\text{рек}} - \omega_0) \cdot 10^{-3} l_{\text{рек}} + 3,8 \cdot (P + Q_{\text{бр}}) \cdot (v_{\text{н}}^2 - v_{\text{к}}^2) \cdot 10^{-6}, \tag{5}$$

где $R_{\text{кон}}$ — механическая работа торможения, при снижении скорости на спуске, МДж;

ω_0 — основное удельное сопротивление поезда, кг/т;

Используя правила тяговых расчётов в локомотивной тяге находим, необходимы параметры для расчета. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты расчетов

Удельное сопротивление движению локомотива $\omega_{\text{л}}$, Н/кН	Удельное сопротивление движению пассажирских вагонов $\omega_{\text{в}}$, Н/кН	Нагрузка на ось пассажирского вагона, q_0 , т	Общее сопротивление движению поезда ω_0 , Н/кН	Масса пассажирского вагона $m_{\text{в}}$, т	Количество осей пассажирского вагона n_0 , шт
3,15	2,673	15	5,823	60	4

Исходя из данных табл. 1, в расчёт не стоит принимать уклоны менее 5,823‰, так же не приняты уклоны длиной менее 500 м, как незначительные. Фрагмент результатов расчёта по приведенным выше формулам представлен в таблице 2.

Таблица 2. Анализ пути и количество сэкономленной на уклонах энергии рекуперации

Прямое направление (Алтайская — Бийск)			Обратное направление (Бийск — Алтайская)		
Крутизна уклона, ‰	Протяжённость, м	Количество сэкономленной энергии, МДж	Крутизна уклона, ‰	Протяжённость, м	Количество сэкономленной энергии, МДж
-7,5	2500	30,21	-14,3	600	36,66
-8,2	1800	30,84	-6,3	1500	5,15
-8,2	4700	80,52	-6,3	600	2,06
-7,3	1000	10,64	-7,5	1200	14,50

Для подведения итогов анализа профиля пути, вычислим общую протяжённость уклонов, км:

$$L_{\text{ук}} = \sum l_i, \quad (6)$$

где l_i — протяжённость одного уклона.

Рассчитаем среднюю крутизну уклона, ‰:

$$i_{\text{ср}} = \frac{\sum(i_i \cdot l_i)}{L_{\text{ук}}} \quad (7)$$

где i_i — крутизна одного уклона, ‰;

$L_{\text{ук}}$ — общая протяжённость уклонов, м;

l_i — протяжённость одного уклона, м.

Обобщённые итоговые значения анализа профиля пути и расчёта сэкономленной энергии рекуперации во время поддержания скорости на спусках представлены в таблице 3.

Таблица 3. Итоги расчёта профиля пути и количества полученной энергии рекуперации

Направление	Прямое (Алтайская — Бийск)	Обратное (Бийск — Алтайская)
Общая протяжённость уклонов, м	100000	
Протяжённость уклонов, принятых в расчёт, м	24800	39100
Среднее значение уклонов, ‰	1,29	
Среднее значение уклонов, принятых в расчёт, ‰	-11,044	-10,62737
Общее количество сэкономленной энергии, МДж	725,96	1360,13

Согласно режимной карте «Алтайская — Бийск», в пути следования поезд совершает 18 остановок (включая остановку в пункте прибытия), в соответствии с этим, количество сэкономленной энергии, при торможении для осуществления каждой остановки, составляет сумму экономии на при каждой остановке, рассчитываемую по формуле (2):

$$\sum R_{\text{тор}} = 18 \cdot (3,8 \cdot (15 + 600) \cdot (60^2 - 20^2) \cdot 10^{-6}) = 301,644 \text{ МДж.}$$

Общее количество сэкономленной энергии в процессе работы рекуперации является суммой подсчитанных выше составляющих, МДж:

$$\sum R_{\text{рек}} = \sum R_{\text{сп}} + \sum R_{\text{тор}}; \quad (8)$$

Подставив численные значения в формулу (8), получим:

$$\sum R_{\text{рек}} = 2039,166 + 301,644 = 2340,85 \text{ МДж.}$$

Полученная величина сэкономленной энергии в процессе работы системы рекуперации в полной мере отражает высокую энергетическую эффективность, которая может быть получена в результате совместной работы «гибридного привода» и системы рекуперативного торможения. Таким образом, внедрение таких систем на тепловозах является актуальной задачей для транспортной отрасли и для ОАО «РЖД» в частности.

Литература:

1. Лосев, Е. П. Эффективность применения накопителей энергии в силовых установках автономных локомотивов: дис. канд. технических наук. Московский гос. университет путей сообщения, Москва, 2000.
2. Патент US 2002/0174798, Пат. US 2005/0206331
3. Зубихин, А. В., Федоров Е. В., Тарасов А. Н.. Маневровый тепловоз с гибридной силовой установкой SinaraHybrid // Техника железных дорог. 2012. № 2. с. 45–50.

Генератор сигналов произвольной формы на микроконтроллере AVR

Литовченко Алексей Александрович, магистрант;
Ерусалимский Юрий Александрович, аспирант
Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону)

В статье описаны этапы разработки и исследования генератора сигналов произвольной формы для исследовательских целей на МК типа AVR. Проведена разработка принципиальной схемы генератора и программного обеспечения для его работы, изготовлен макет генератора и проведены его экспериментальные исследования.

Ключевые слова: AVR, генерация сигнала

На настоящий момент сложно обнаружить какое-либо оборудование без использования микроконтроллеров (МК), являющихся вычислительной микросхемой, управляющей электронными устройствами. Как известно, типовой МК выполнен на одном кристалле и содержит процессор, периферийные устройства, ОЗУ (оперативное запоминающее устройство) и/или ПЗУ (постоянное запоминающее устройство), в зависимости от применяемого назначения. Другими словами, микроконтроллер можно представить в виде миникомпьютера, способного решать несложные вычислительные задачи.

Разработка структурной схемы

Сигнал формируется микроконтроллером путём выполнения алгоритма, записанного в его ПЗУ. На выходе МК выдаёт двоичный код, который необходимо преобразовать в напряжение. Для выполнения данной задачи применяется цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) с последующим использованием фильтра нижних частот (ФНЧ)

для подавления ступенек на сигнале. Из-за большой частоты, амплитуда сигнала очень маленькая, поэтому для усиления сигнала применяется усилитель. Для выбора формы сигнала, который будет генерировать МК, используется блок управления, так же, как и индикация выбора сигнала для визуализации выбранной формы сигнала. Структурная схема генератора сигналов изображена на рисунке 1.

Выбор элементов принципиальной схемы

Главной частью генератора является МК ATMEGA328P-MU в корпусе MLF-32. Микроконтроллер уже распаян на платформе Arduino, что существенно упрощает монтаж и наладку МК и позволяет уделить больше внимания разработке самого генератора.

Основные параметры МК ATMEGA328P-MU описаны в таблице 1.



Рис. 1. Структурная схема генератора сигналов

Таблица 1. Основные параметры МК ATMEGA328P-MU

ЦПУ: Ядро	AVR
ЦПУ: F, МГц	от 0 до 20
Память: Flash, КБайт	32
Память: RAM, КБайт	2
Память: EEPROM, КБайт	1
I/O (макс.), шт.	23
Таймеры: 8-бит, шт.	2
Таймеры: 16-бит, шт.	1
Таймеры: Каналов ШИМ, шт.	6
Таймеры: RTC	Да
Интерфейсы: UART, шт.	1

Интерфейсы: SPI , шт.	1
Интерфейсы: I²C , шт.	1
Аналоговые входы: Разрядов АЦП , бит	10
Аналоговые входы: Каналов АЦП , шт.	8
Аналоговые входы: Быстродействие АЦП , kSPS	76.9
Аналоговые входы: Аналоговый компаратор , шт.	2
V_{CC} , В	от 1.8 до 5.5
I_{CC} , мА	40
T_к , °С	от -40 до 85

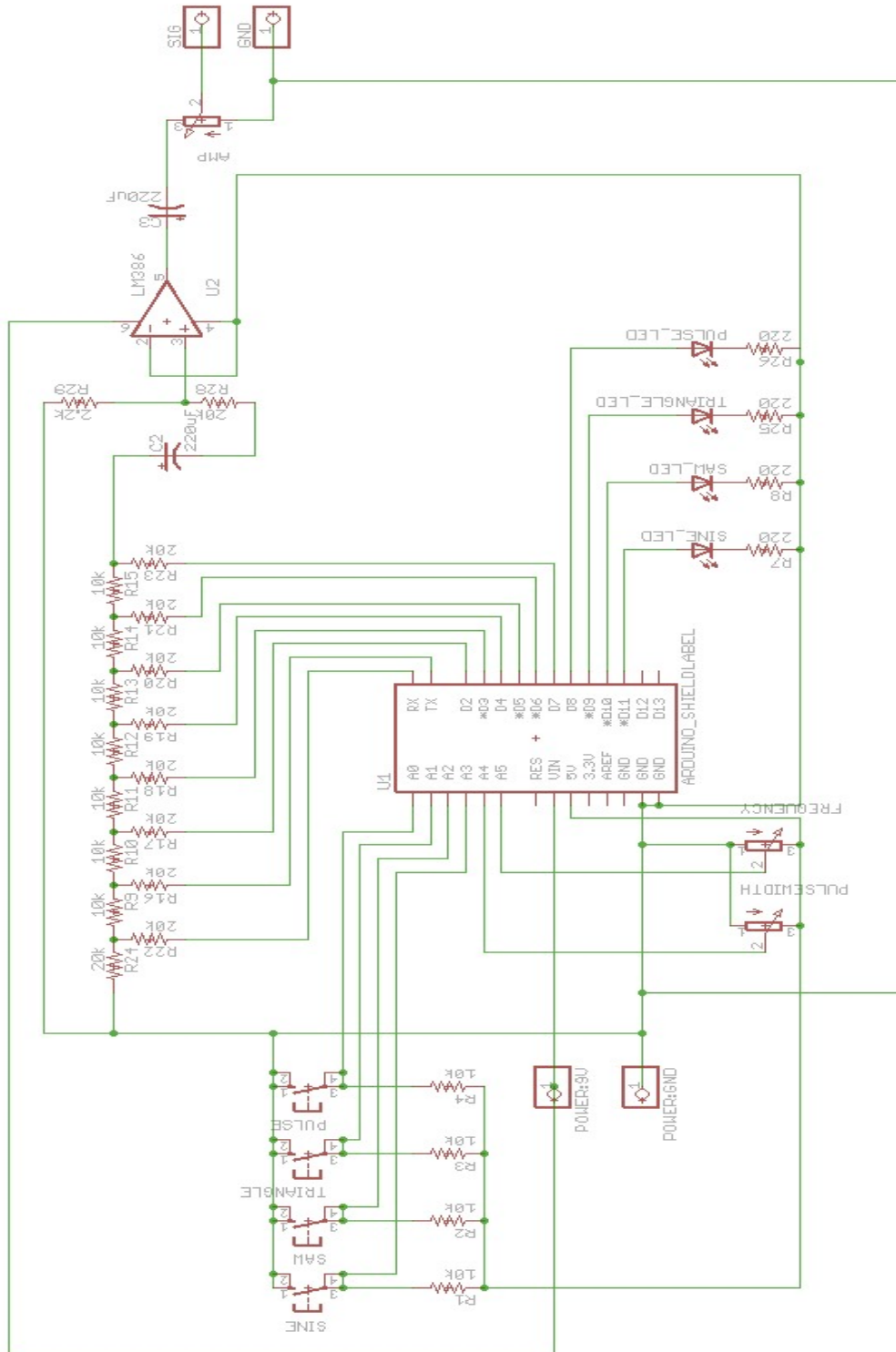


Рис. 2. Электрическая схема генератора

Блок управления состоит из четырёх клавиш выбора и трёх потенциометров. Для выбора сигнала используется соответствующая кнопка. Потенциометры предназначены для регулирования частоты, скважности (ШИМ) и управления усилением, при этом регулировать ШИМ возможно только при генерации прямоугольного сигнала.

Индикация выбора состоит из четырёх светодиодов, причём под каждой кнопкой выбора находится светодиод, сообщающий о выборе генерируемого сигнала.

Цифро-аналоговый преобразователь обеспечивает перевод цифровых данных в соответствующую аналоговую форму. В схеме используется ЦАП взвешивающего типа (делитель Кельвина). Определенному биту двоичного кода ставится в соответствие резистор или

источник тока, который подключается в общую точку суммирования.

Принципиальная электрическая схема генератора представлена на рисунке 2.

Разработка программного обеспечения

Для выполнения инструкций, определяющих, как и в каком порядке работать компонентам, подключённым к микроконтроллеру, реализована программа для данного микроконтроллера на языке программирования Arduino. Окно среды разработки с фрагментом программы показано на рисунке 3.

Исследование генератора

Созданный генератор формирует сигналы прямоугольной, пилообразной, синусоидальной и треугольной формы (рисунки 4–7).

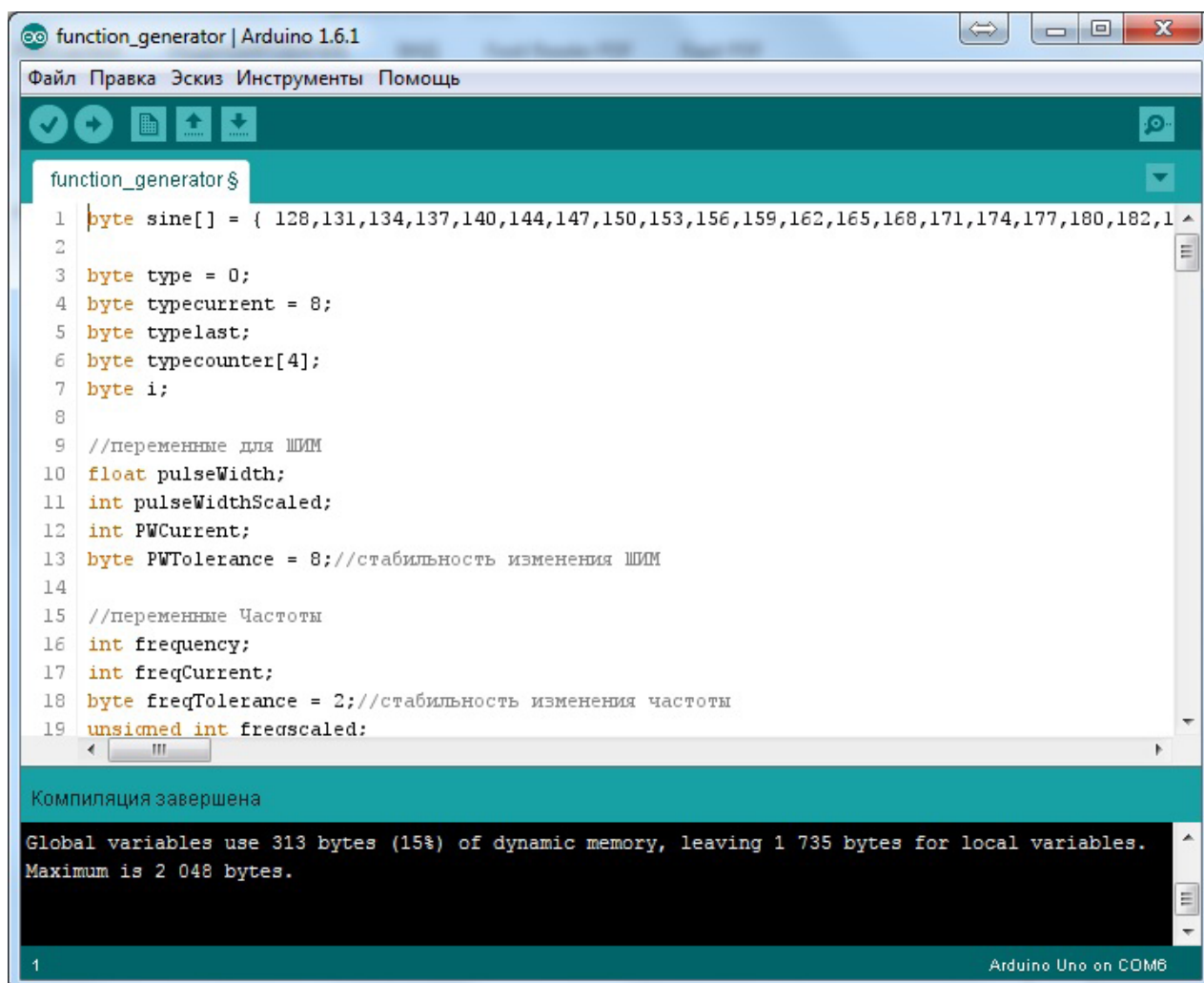


Рис. 3. Окно среды разработки Arduino

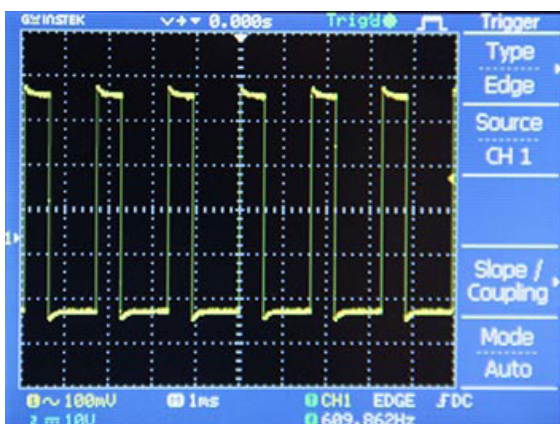


Рис. 4. Сигнал прямоугольной формы

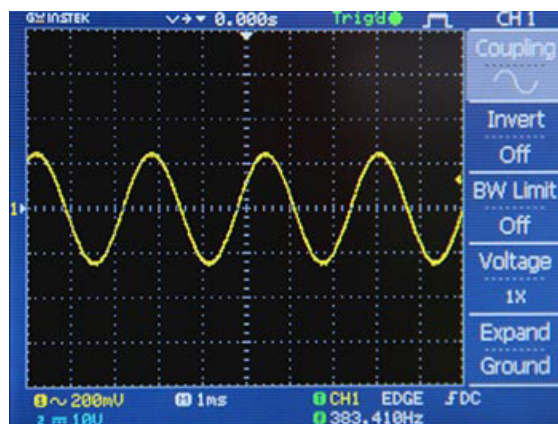


Рис. 6. Сигнал синусоидальной формы

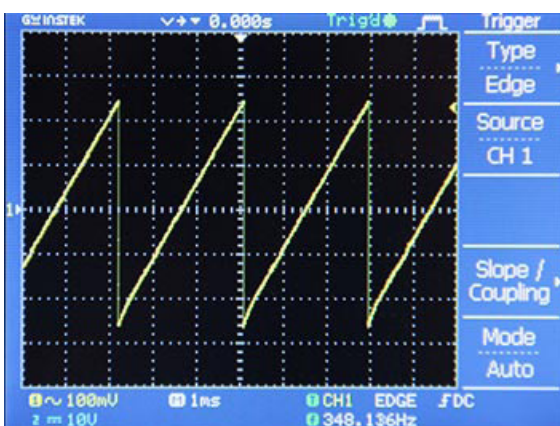


Рис. 5. Сигнал пилообразной формы

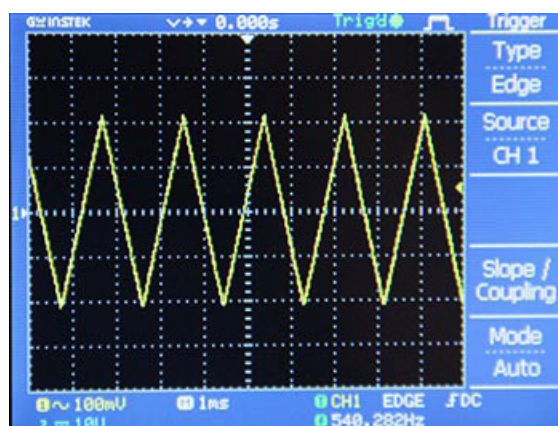


Рис. 7. Сигнал треугольной формы

Литература:

1. Кравченко, А.В. 10 практических устройств AVR-микроконтроллерах. — Книга 2. — СПб.: МК-Экспресс, 2009. — 320 с.
2. Соммер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 256 с.
3. Arduino IDE — установка, настройка и интерфейс. Проверка соединения с платой Arduino // Программирование микроконтроллеров AVR, Atmega, Arduino и др. URL: <http://progmk.ru/> (дата обращения: 14.09.2016).
4. ATmega328P Overview // Atmel Corporation — Microcontrollers, 32-bit, and touch solutions. URL: <http://www.atmel.com/devices/ATMEGA328P.aspx> (дата обращения: 02.09.2016).
5. From Arduino to a Microcontroller on a Breadboard // Arduino. URL: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ArduinoToBreadboard> (дата обращения: 02.09.2016).

Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии на современном рынке электроэнергии

Максимова Анна Михайловна, студент;
Емельянова Дарья Константиновна, студент
Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

Ключевые слова: АСКУЭ, автоматизированная система коммерческого учета, УСПД

Переход на рыночные механизмы функционирования электроэнергетики обусловил кардинальное изменение отношения к организации учета электроэнергии. Электроэнергия стала дорогим товаром. В связи с чем возрос интерес к автоматизированным системам контроля и учета электроэнергии как со стороны энергоснабжающих организаций, так и со стороны потребителей. Любая автоматизированная система учёта электроэнергии состоит из комплекса технических средств нового поколения, который имеет универсальные показатели назначения, что обеспечивает решение проблемы автоматизации учета электрической энергии и мощности различных потребителей.

АСКУЭ — это автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии, иногда так же в литературе можно встретить АИИС КУЭ (автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учёта электроэнергии). АСКУЭ представляет собой комплекс контрольно-измерительной аппаратуры, коммуникаций связи (сетей передачи данных), ЭВМ и программного обеспечения (ПО).

От точности микропроцессорного счетчика зависит успех всей цифровой системы. Можно сказать, что это практически компьютер, который снимает показания на точке учета.

В настоящий момент существует множество видов счетчиков, которые можно условно разделить по трём критериям:

1. по классу точности;
2. по функциональным возможностям;
3. по количеству цифровых входов/выходов и интерфейсов.

По классу точности бывают 0,2S, 0,5S, 1,0. Для коммерческого учета, как правило, применяют обмотки с классами точности 0,5S и 0,2S. Буква «S» обозначает, что трансформатор тока проверяется по пяти точкам от 1% до 120% (1–5–20–100–120) от номинального тока. Обмотки классов точности 1, 0,5, 0,2 проверяются лишь в четырех точках: 5–20–100–120% от номинального тока.

Счетчики так же различают по функциональным возможностям. Почти все цифровые счетчики в своей максимальной конфигурации сегодня могут учитывать по тарифам активную и реактивную энергию и мощность в двух направлениях, фиксировать максимальную мощность нагрузки на заданном интервале времени, хранить

измеренные данные в своей памяти до года, измерять некоторые параметры качества электроэнергии (напряжение, ток, частоту, углы сдвига фаз, провалы напряжения и т. д.).

Наличие цифровых выходов, или интерфейсов счетчика, через которые данные будут передаваться в компьютер. Современные счетчики осуществляют передачу уже готовых данных в киловатт-часах во время установленной с ними связи. Если по каким-то причинам связь не была установлена, то вся информация в течение нескольких месяцев собирается и хранится в памяти счетчика. При передаче данных компьютер обменивается со счетчиком специальными командами, которые подтверждают правильность переданной и принятой информации, поэтому гарантируется точность и сохранность все данных.

Какой цифровой интерфейс будет иметь счетчик, зависит в основном от конфигурации системы и определяется поставщиком на этапе проектирования.

УСПД предназначено не только для сбора данных со счетчиков, но и самостоятельной их обработки и передачи на верхний уровень и используется в более сложных системах. Например, если ставиться задача получать данные со счетчиков не раз в сутки, а каждые 3 минуты для наблюдения за графиком нагрузки. УСПД позволяет системе объединить решение задач как коммерческого, так и технического учета.

В большинстве случаев, к УСПД помимо цифровых счетчиков можно подключить и индукционные счетчики с импульсными выходами, что дает возможность сделать систему более дешёвой и не менять сразу все счетчики электроэнергии. Кроме того, УСПД необходимо при выходе на федеральный оптовый рынок электроэнергии и мощности (ФОРЭМ). В этом случае все данные остаются на уровне предприятия, а энергопоставляемой организации передаются только необходимая информация о потреблении электроэнергии.

Устройство сбора и передачи данных может передавать данные со значительно меньшей скоростью, а это снижает требования к каналам передачи данных. УСПД также упрощает задачу объединения системы АСКУЭ с системой управления предприятием, за счет применения различных протоколов связи. Во многих случаях применение устройства сбора и передачи данных позволяет повысить гибкость системы

Основной же задачей автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии является точное измерение количества потребленной и переданной энергии и мощности, обеспечении возможности хранения этих измерений и доступа к этим данным при производстве расчетов с поставщиком или потребителем. Кроме того, важной составляющей является возможность анализа потребления (передачи) энергии и мощности. Иногда анализ режимов потребления за месяц позволяет обнаружить существенные просчеты в организации работы предприятия с точки зрения потребления электроэнергии.

В настоящее время положение вещей в сфере учета потребления энергоресурсов сохраняет характер рыночных отношений в экономике ЖКХ, способствуя их бесхозяйственному использованию, препятствуя эффективному внедрению энергосберегающих мероприятий.

Повышение эффективности работы энергопоставляющего предприятия требует максимальной оптимизации производства энергии, откуда вытекает необходимость внедрения энергосберегающих технологий, что возможно только при использовании автоматизированной системы контроля и учета энергоресурсов.

В энергетике АСКУЭ — самая точная система измерения. Система создает налаженный коммерческий учет, локализует потери и хищения энергоресурсов, позволяет анализировать работу каждого объекта и, соответственно, планировать действия с максимальной эффективностью. В дополнение — это незаменимый инструмент для разрешения споров между энергоснабжающими организациями и потребителями.

Внедрение АСКУЭ может обеспечить значительную экономию денежных средств по оплате энергоресурсов. Это позволит снять необоснованную экономическую нагрузку со всех групп потребителей и в первую очередь с предприятий бюджетной сферы. АСКУЭ ведет к существенному сокращению потерь, а это дает возможность изыскать ресурсы на дальнейшее развитие.

АСКУЭ позволяет автоматизировать и расчеты с потребителями, организовать комплекс процессов и решений на предприятиях связи, ответственных за сбор информации об использовании телекоммуникационных услуг, их тарификацию, выставление счетов абонентам, обработку платежей, что, как правило, приводит к увеличению сбора платежей с населения. Перспектива интеграции с финансово-расчетными структурами открывает также большие перспективы: есть возможность контролировать платежи и сокращать сроки выставления платежных документов.

АСКУЭ делает порядок расчетов за энергоресурсы прозрачным, как для поставщика, так и для потребителя. Экономический эффект от АСКУЭ по всем технико-экономическим обоснованиям и заключениям экспертов — 10–15%.

Помимо экономического эффекта, внедрение АСКУЭ позволит значительно улучшить деятельность теплоснабжающих предприятий и в инженерно-техническом аспекте. Интегрируя АСКУЭ в производственную деятельность, можно реализовать автоматизированное оперативное диспетчерское управление и контроль, повысить оперативность аварийных служб, используя косвенные расчетные методики и анализ — организовывать планово-предупредительные ремонты и планировать техническое перевооружение предприятия.

Система АСКУЭ позволяет получить полную картину энергопотребления и распределения энергоресурсов, создает инвестиционную привлекательность предприятия и предоставляет возможность решить весь комплекс задач по оптимизации энергоснабжения объектов.

Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии является важным изобретением нашего века, ведь она осуществляет своевременный учет расхода электроэнергии, позволяет производить отслеживание технического состояния и выявление неисправных счетчиков электроэнергии. АСКУЭ сделает нашу жизнь проще!

Литература:

1. Osika, L. K. *Kommercheskii i tekhnicheskii uchet elektricheskoi energii na optovom i roznichnom rynke* [Commercial and technical accounting of electric energy on the wholesale and retail market]. Saint Petersburg: Politekhnik, 2005. 359 p.
2. Grechishchev, V. P., Iakushev P. A. *Realizatsiia pilotnogo proekta «Postroenie kompleksnoi sistemy ucheta na osnove tekhnologii SmartMetering» v Permskom krae* [Implementation of the pilot project «Building complex system of accounting on the basis of technology SmartMetering» in Perm Krai]. sb. nauchn. tr. «Energetika. Innovatsionnye napravleniia venergetike. CALS-tekhnologii v energetike». Perm, 2012, pp. 11–17

Исследование влияния параметров системы АРВ на переходные режимы простой электроэнергетической системы с применением технологии вложения систем

Махмудов Тохир Фархадович, старший преподаватель

Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Беруни (Узбекистан)

В статье проведен анализ влияния настроечных параметров системы автоматического регулирования возбуждения (АРВ) на переходные процессы. С использованием технологии вложения систем получены передаточные функции исследуемой модели электрической системы, ее полюса и нули. Рассмотрено влияние параметров системы АРВ на электромагнитные и электромеханические колебания.

Ключевые слова: электроэнергетическая система, автоматический регулятор возбуждения, технология вложения систем, переходные процессы

Настоящий этап развития энергетики характеризуется наличием соединенных относительно слабыми связями крупных концентрированных энергосистем, в состав которых активно включаются мощности распределенной генерации. Изменение состава генерации и структуры электропотребления приводит к уменьшению постоянных инерции элементов энергосистем, повышая чувствительность параметров режима энергосистемы в целом к небольшим возмущениям. Поэтому в целях повышения управляемости энергосистем внедряется новое оборудование, оснащенное современными быстродействующими устройствами регулирования возбуждения и частоты, в узловых точках электрической системы АРВ снабжаются системными стабилизаторами, применяются устройства FACTS, накопители энергии и др. [1].

Низкочастотные составляющие ($f \approx 0,2 \div 1,5$ Гц) характеризуют колебания ротора синхронной машины и зависящих от них режимных параметров (углов расхождения роторов δ , мощностей, токов статора) электрической системы (ЭС). Относительно высокочастотные ($f > 1,5$ Гц) большие колебания проявляются в системах регулирования возбуждения при практическом отсутствии колебаний ротора и тока возбуждения [2].

Они получили название электромагнитных колебаний, так как обусловлены электромагнитными контурами АРВ.

В результате, помимо полезных эффектов энергосистема приобретает также и некоторые негативные свойства, проявляющиеся, в частности, в возникновении низкочастотных ($0,1 \div 3,0$ Гц) общесистемных колебаний ее режимных параметров. Важность и сложность задачи обеспечения устойчивости энергосистем при возникновении таких колебаний привели к необходимости разработки новых методов ее оценки, основанных на тщательном изучении динамических свойств энергообъединений. В их число входят также методы технологии вложения систем [3], позволяющих глубоко исследовать колебательные свойства ЭЭС, в том числе и при малых колебаниях в них [2].

Как было отмечено выше, динамические свойства энергосистемы характеризуются многочастотностью. Среди них содержатся как локальные, так и охватывающие практически всю энергосистему, общесистемные колебания.

Многочастотность колебаний с существенно различными частотами и коэффициентами затухания определяется наличием динамических элементов с разными постоянными времени. Каждая частотная составляющая проявляется по-разному в различных режимных условиях.

Такое разделение колебаний физически объясняется тем, что обмотка возбуждения имеет большую постоянную времени (~ 4 с), а ротор синхронной машины — значительную механическую инерцию, вследствие чего составляющие колебания высокой частоты практически не проявляются в колебаниях ротора, иными словами, ротор является фильтром высоких частот.

Колебания снижают надежность и эффективность эксплуатации электрических систем и могут привести к системным авариям [2].

Как правило, в сложной электрической системе, учет и регулирование АРВ производится по следующему алгоритму. АРВ всех станций (эквивалентные генераторы) учитываются с постоянными э. д. с. или постоянством напряжений на шинах, а АРВ регулируемой станции учитываются более полно с дифференциальными уравнениями или передаточными функциями. После определения параметров АРВ данной станции, считая их постоянными, переходят к определению параметров других станций. По существу, каждый раз параметры АРВ исследуемой станции определяются по схеме «генератор-шины».

При анализе переходных процессов исследуемой модели электрической системы будем использовать линеаризованные уравнения простейшей ЭС при наличии на синхронном генераторе автоматических регуляторов возбуждения имеют вид [1]:

— уравнение относительного движения ротора синхронной машины:

$$T_j (d^2 \Delta \delta / dt) = - P_d (d \Delta \delta / dt) - \Delta P;$$

– уравнение переходных процессов в обмотке возбуждения:

$$T_{d0}(\Delta E'_q/dt) = \Delta E_{qe} - \Delta E_q;$$

– уравнение в обмотке возбуждения возбудителя:

$$T_e(\Delta E_{qe}/dt) = k_e \Delta e - \Delta E_{qe};$$

– уравнение усилительного элемента:

$$T_y(\Delta e/dt) = k_y \Delta u - \Delta e;$$

– уравнение измерительного элемента:

$$T_{\Pi}(d\Delta u/dt) = k_{\Pi} \Delta u_r - \Delta u;$$

– уравнение, отражающее влияние АРВ:

$$\Delta e = \sum_j (k_{0\Pi j} \Delta \Pi_j + k_{1\Pi j} (d\Delta \Pi_j/dt) + k_{2\Pi j} (d^2 \Delta \Pi_j/dt^2)),$$

(1)

здесь — $T_j, T_{d0}, T_e, T_y, T_{\Pi}$ — постоянные инерции агрегата, постоянные времени соответственно — обмотки возбуждения при разомкнутой обмотке статора, возбудителя, усилительного элемента, преобразовательного и измерительного элементов ($T_{\Pi} = T_{\Pi j}$); $\Delta \delta, \Delta E'_q, \Delta E_q, \Delta E_{qe}, \Delta e, \Delta u, \Delta u_r$ — отклонения — угла нагрузки, переходной э. д. с., э. д. с. холостого хода, э. д. с. на кольцах ротора, на обкладках возбудителя и напряжения на шинах генератора; $\Delta \Pi_j$ — параметры режима, по которым осуществляется регулирование возбуждения генератора; P_d — демпферный коэффициент; $k_{0\Pi j}, k_{1\Pi j}, k_{2\Pi j}$ — коэффициенты усиления по каналам регулирования АРВ соответственно — по отклонению [ед.возб/ед.П], по первой и второй производным [ед.возб.сек/ед.П], [ед.возб.сек²/ед.П].

Расчеты будем проводить для простой электрической системы, схема которой приведена на рис. 1.

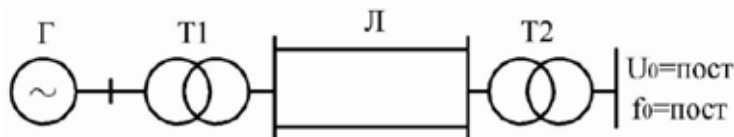


Рис. 1. Схема эквивалентной электрической системы

Система уравнений (1) приводится к виду:

$$(pI_3 - A)x - B\varepsilon = 0,$$

$$y - Cx = 0,$$

$$(pI_3 - \Theta)z - V\Delta U_r = 0,$$

$$\varepsilon - Gz - Ky = 0,$$

(2)

где

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} \Delta \dot{\delta} \\ \Delta \dot{\omega} \\ \Delta \dot{E}'_q \end{bmatrix}, y = \begin{bmatrix} \Delta \omega \\ \Delta E_q \end{bmatrix}, \dot{z} = \begin{bmatrix} \Delta \dot{E}_{qe} \\ \Delta \dot{e} \\ \Delta \dot{u} \end{bmatrix}, \varepsilon = \Delta E_{qe}, A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -k_{10} & -k_{11} & -k_{12} \\ 0 & 0 & -k_4 \end{bmatrix},$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ k_4 \end{bmatrix}, \Theta = \begin{bmatrix} -k_5 & -k_6 & 0 \\ 0 & -k_7 & k_8 \\ 0 & 0 & -k_9 \end{bmatrix}, V = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ k_0 \end{bmatrix}, G = [1 -k_e -k_y],$$

$$K = [k_{0\delta} k_{1\delta} k_{0u}], C = I_3.$$

При этом регуляризирующее уравнение имеет вид:

$$\varepsilon = \Delta E_{qe} = k_e \Delta e + k_y \Delta u + k_{0\delta} \Delta \delta + k_{1\delta} \left(\frac{d(\Delta \delta)}{dt} \right) + k_{0u} \Delta U_r.$$

Здесь k_e, k_y — коэффициенты усиления каналов АРВ.

В системе уравнений (2): A — матрица, определяемая коэффициентами математической модели синхронного генератора, B — матрица входа, Θ, V, G — матрицы АРВ, K — матрица, определяет закон регулирования АРВ, C —

матрица, характеризует выход системы. Необходимо отметить, что матрицы вложения $\bar{\alpha}$, $\bar{\beta}$, C должны быть согласованы с матрицей B [3].

В случае регулируемой системы суммарную передаточную функцию-скалярный образ, можно получить в виде [3]:

$$f_{ij} = \frac{q(p)}{d(p)}, \tag{3}$$

где

$$d(p) = \det \begin{bmatrix} (pI_3 - A + BKC) & -BG \\ CV & (pI_3 - \Theta) \end{bmatrix}, \tag{4}$$

– знаменатель передаточной функции скалярного образа, характеристический определитель системы определяет полюса исследуемой системы и

$$q(p) = \det \begin{bmatrix} (pI_3 - A + B(\bar{\alpha}\bar{\beta} + K)C) & -BG \\ CV & (pI_3 - \Theta) \end{bmatrix}, \tag{5}$$

– числитель передаточной функции скалярного образа, определяет нули исследуемой системы.

В целях интегрированного учета действия по всем каналам АРВ (отклонения угла нагрузки, напряжения на шинах генератора и первая производная по углу), матрицы вложения зададимся в виде:

$$\bar{\alpha} = [1] \text{ и } \bar{\beta} = [1 \ 1 \ 1], \tag{6}$$

тогда формула скалярного образа имеет вид:

$$f_{\Sigma} = \frac{q(p)}{d(p)} = \frac{p^5 q_0 + p^4 q_1 + p^3 q_2 + p^2 q_3 + p q_4 + q_5}{p^6 d_0 + p^5 d_1 + p^4 d_2 + p^3 d_3 + p^2 d_4 + p d_5 + d_6}, \tag{7}$$

где дополнительные обозначения определяются:

$$k_1 = \frac{\omega_0}{T_j} (c_1 + b_1 k_{08}), k_2 = \frac{\omega_0}{T_j} (P_d + b_1 k_{18}), k_3 = \frac{\omega_0}{T_j} b_1 k_{0U}, k_4 = \frac{1}{T_d},$$

$$k_5 = \frac{1}{T_e}, k_6 = \frac{k_e}{T_e}, k_7 = \frac{1}{T_y}, k_8 = \frac{k_y}{T_y}, k_9 = \frac{1}{T_u},$$

$$k_{10} = \frac{c_1 \omega_0}{T_j}, k_{11} = \frac{P_d \omega_0}{T_j}, k_{12} = \frac{b_1 \omega_0}{T_j},$$

$$d_0 = 1, q_0 = A_{10},$$

$$d_1 = A_1 + A_4, \quad q_1 = A_{11} + A_4 A_{10},$$

$$d_2 = A_2 + A_4 + A_1 A_4, \quad q_2 = A_{12} + A_4 A_{11} + A_5 A_{10},$$

$$d_3 = A_3 + A_6 + A_1 A_5 + A_2 A_4, \quad q_3 = A_5 A_{11} + A_4 A_{12} + A_6 A_{10},$$

$$d_4 = A_1 A_6 + A_2 A_5 + A_3 A_4, \quad q_4 = A_6 A_{11} + A_5 A_{12},$$

$$d_5 = A_2 A_4 + A_3 A_5, \quad q_5 = A_6 A_{12},$$

$$d_6 = A_3 A_6,$$

$$A_1 = k_{11} + k_4 (1 + k_{0U}), A_7 = k_{11} + k_4 + k_4 (1 + k_{0U}),$$

$$A_2 = k_4 k_{11} + k_{0U} k_4 (1 + k_{11}) + k_4 - k_4 k_{12} k_{18}, A_8 = k_{10} + k_{11} [k_4 + k_4 (1 + k_{0U})] - k_4 k_{12} (1 + k_{18}),$$

$$A_3 = k_4 k_{10} (1 + k_{0U}) - k_4 k_{12} k_{18}, A_9 = k_{10} [k_4 + k_4 (1 + k_{0U})] - k_4 k_{12} (1 + k_{08}),$$

$$A_4 = k_7 + k_9, A_{10} = A_7 - A_1,$$

$$A_5 = k_5 (k_7 + k_9) + k_7 k_9, A_{11} = A_8 - A_2,$$

$$A_6 = k_5 k_7 k_9, A_{12} = A_9 - A_3.$$

Формула (7) позволяет провести исследования влияния параметров режима и системы регулирования на динамические свойства исследуемой регулируемой электрической системы.

В свете вышеотмеченного проведем исследование динамических свойств исследуемой простой электрической системы на основе формулы (7), для скалярного образа по технологии вложения систем [4]. Проверим, совпадут ли результаты, полученные на основе данной технологии, с известными результатами из теории и практики проектирования и эксплуатации современных АРВ.

Как отмечается в [2], при увеличении нагрузки снижаются частоты электромеханических колебаний параметров режима. На рис. 2 приведены соответствующие характеристики, при нагрузке генератора $\delta_0 = 70^\circ$, в случае, когда каналы регулирования АРВ отключены (далее этот случай будем считать базовым).

Анализ показывает, что при данном режиме полюса системы: -67.7532 ; $-2.0139 \pm 10.9887i$; $-1.3383 \pm 3.5362i$; -0.0282 , а нули системы: $-33.3192 \pm 8.1069i$; 15.2409 ; 0.1695 ; -0.0283 .

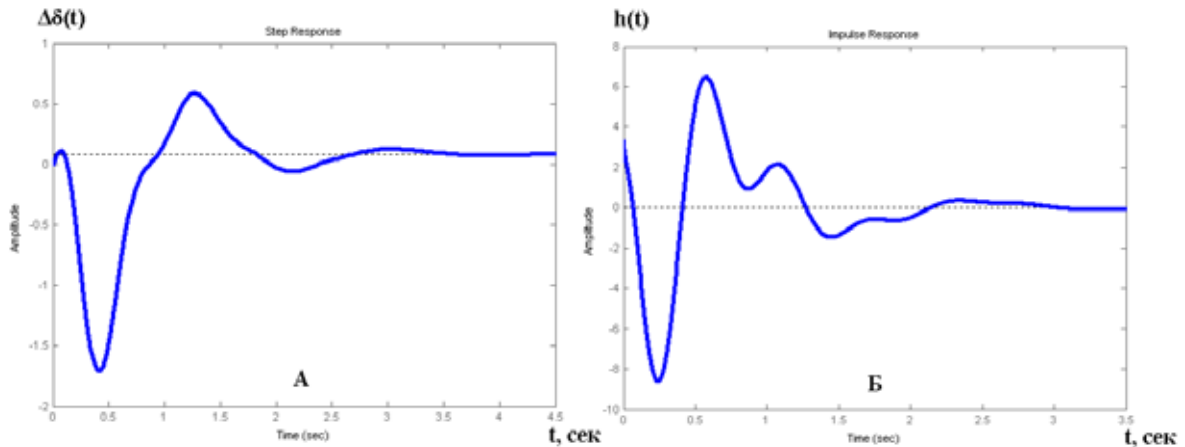


Рис. 2. Переходная (А) и импульсная (Б) характеристики исследуемой системы при параметрах: $\delta_0 = 70^\circ$; $E_{q0} = 3$; $P_d = 0.1$; $T_j = 7$ с.; $T'_d = 0.3$ с.; $T_e = 1$ с.; $T_y = 0.03$ с.; $T_u = 0.03$ с.; $x_1 = 1.5$; $k_e = 1$; $k_y = 1$; $k_u = 1$; $k_{0\delta} = 0$; $k_{1\delta} = 0$; $k_{0u} = 0$

Как видно, колебания происходят как сумма колебаний двух частот определяемая:

$$\gamma_i = 2\pi f, \tag{8}$$

$$(i=1,2), f_1 = \frac{\gamma}{2f} = \frac{3.5362}{6.28} = 0.563 \text{ Гц} \text{ — электромеханические колебания системы, близкие к собственной частоте генератора (0.754 Гц), и вторая составляющая}$$

$f_2 = \frac{\gamma}{2f} = \frac{10.9887}{6.28} = 1.75 \text{ Гц}$ — электромагнитные колебания, определяемые системой АРВ.

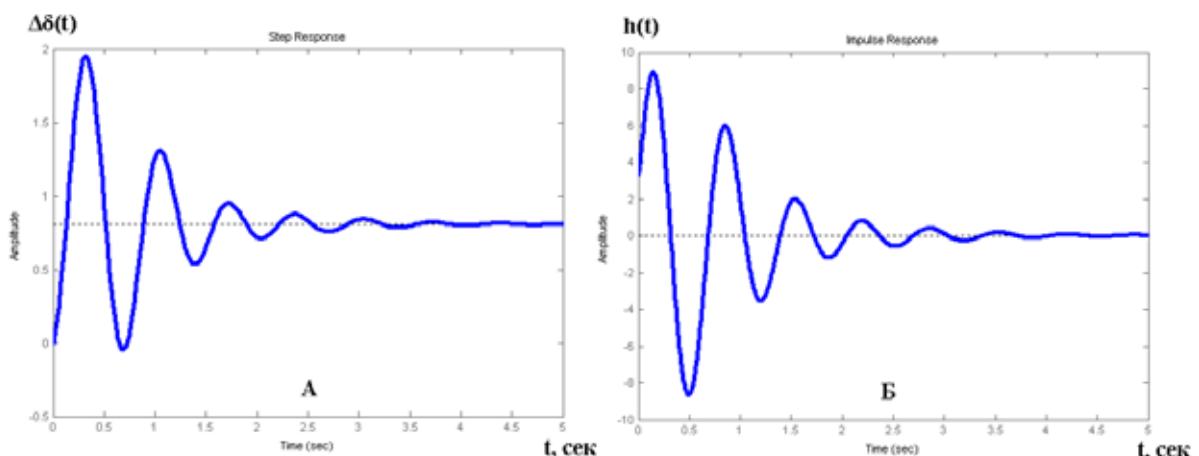


Рис. 3. Переходная (А) и импульсная (Б) характеристики исследуемой системы при тех же параметрах (рис.1), но $\delta_0 = 30^\circ$.

На рис. 3. приведены соответствующие характеристики при уменьшении нагрузки генератора до $\delta_0 = 30^\circ$. При данном режиме полюса системы: -67.7632 ; $-1.2194 \pm 9.4176i$; $-2.1278 \pm 6.7386i$; -0.0283 , а нули системы: $-33.3192 \pm 8.1069i$; $-5.9209 \pm 5.2617i$; -0.0283 . Соответственно, частоты колебаний составляют: $f_1 = 1.07$ Гц и $f_2 = 1.5$ Гц. Частота электромеханических колебаний с уменьшением нагрузки увеличилась.

На рис. 4. приведены соответствующие характеристики при включении всех каналов АРВ. При этом повышаются частоты и электромеханических ($f_1=0.775\text{Гц}$), и электромагнитных колебаний ($f_2=2.877$), по сравнению с базовым вариантом.

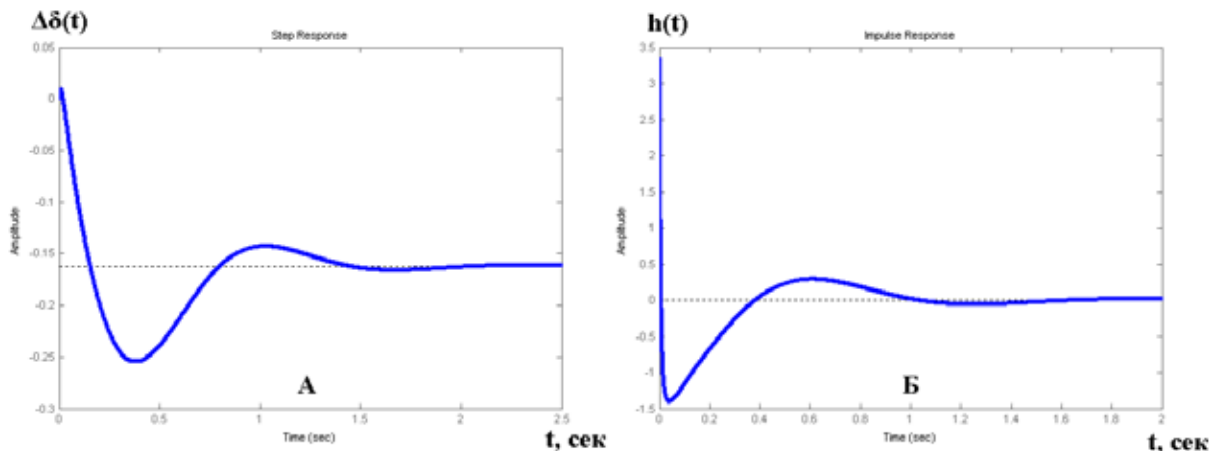


Рис. 4. Переходная (А) и импульсная (Б) характеристики исследуемой системы при тех же параметрах (рис.1), но $k_{0\delta} = 10$ ед.; $k_{1\delta} = 1$ ед.; $k_{0\omega} = 50$.

Переходный процесс при этом затухает почти в два раза быстрее ($\sim 2.5\text{с}$), так как декремент затухания в данном случае больше. Полюса системы: -179.29 ; $-28.49 \pm 18.07i$; $-2.43 \pm 4.87i$; -0.03 , а нули: -69.0364 ; $-33.3192 \pm 8.1069i$; -3.6260 ; -0.0283 .

Правильный (оптимальный) выбор настроечных каналов системы АРВ позволяет значительно увеличить пределы устойчивости ЭЭС, особенно введение каналов по производной угла позволяет снизить амплитуду и время протекания переходных процессов.

Литература:

1. Аллаев, К.Р., Мирзабаев А.М. Матричные методы анализа малых колебаний электрических систем. — Ташкент: «Fan va texnologiya», 2016. — 432 с.
2. Литкенс, И.В., Пуго В.И. Колебательные свойства электрических систем. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 217 с.
3. Буков, В.Н. Вложение систем. Аналитический подход к анализу и синтезу матричных систем. — Калуга: Издательство Н.Ф. Бочкаревой, 2006. — 720 с.
4. Махмудов, Т.Ф. Технология вложения систем как метод анализа сложных систем // Одиннадцатая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2016». — Иваново: ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», 2016. — с. 66–67.

Геотермальное отопление односемейного жилого дома

Ниязов Артур Рашидович, студент;
Чиркин Дмитрий Олегович, студент;
Савельев Олег Вячеславович, студент

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

В данной статье рассмотрена система геотермального отопления, используемая в односемейном жилом доме: её содержание, установка, преимущества и недостатки.

Ключевые слова: геотермальное отопление, инженерные системы, почвенный теплообменник, тепловой насос, энергопассивный дом

На сегодняшний день существует огромное множество способов отопления жилых помещений. Безусловно, самым выгодным из них является отопление с использованием природного газа. Но ввиду сложностей установки, небезопасности оборудования, а также быстрого уменьшения объёмов оставшегося в природе газа (месторождений осталось на 40–60 лет интенсивного использования [1]) эта система отопления прекращает быть идеальной и комфортной.

Также наибольшая часть систем создания микроклимата в помещениях использует не возобновляемые источники энергии, что не соответствует текущему вектору их развития. Данные источники мало того, что конечны в объёмах, но и к тому же вредоносны для экологии. Эта проблема заставляет искать и выдумывать альтернативные источники и способы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в помещениях.

В этой статье будет рассмотрена система геотермального отопления односемейного жилого дома, которая на данный момент является самой эффективной и экономичной из альтернативных систем создания микроклимата.

Несмотря на данные достоинства и ввиду статуса «новинки» данная система пока только получает развитие в нашей стране. Но данный способ сам по себе новым не является, это принцип теплового насоса, имеющегося в каждом холодильнике. Принцип работы данного теплового насоса основан на «цикле Карно» [2]. В качестве источника тепла выступает грунт или вода, а в качестве посредника — вода или антифриз. Посредник циркулирует по жидкостному контуру, который взаимодействует с источником тепла. Система геотермального отопления может быть использована в трёх вариациях: с вертикальным или горизонтальным контуром.

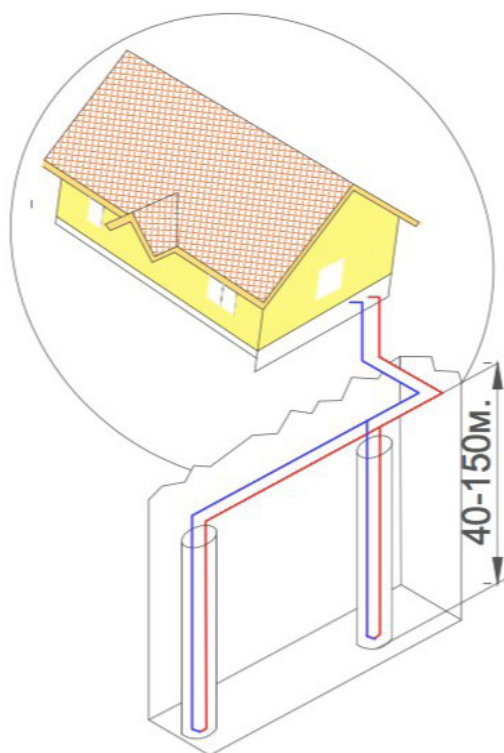


Рис. 1. Пример вертикального залегания труб в системе геотермального отопления

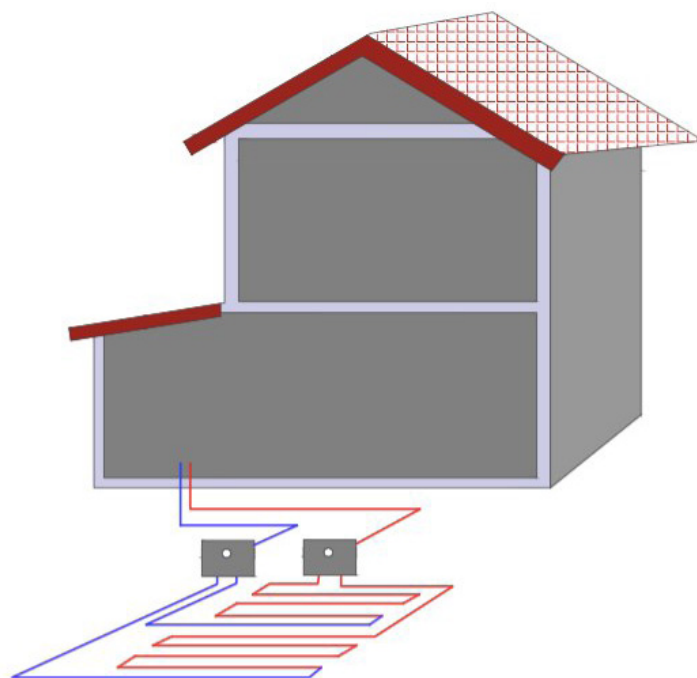


Рис. 2. Пример горизонтального залегания труб в системе геотермального отопления

Первый вариант не требует большой площади, но является самым сложным в исполнении, так как трубы должны быть опущены в скважины от 40 до 150 метров в глубину.

Горизонтальный контур имеет два варианта исполнения. Трубы можно уложить «змейкой» в грунт. Важно, чтобы глубина укладки была ниже глубины промерзания грунта. Данный способ требует большего пространства, чем вертикальный, но при этом не сложен в установке.

Также трубы можно уложить спиралью на дне водоема, при его наличии ближе 100 метров от дома. Данный способ укладки труб является самым экономичным из перечисленных и, пожалуй, самым простым в установке.

Кроме того, существует четвертый тип контура, который получил название «комбинированный». Он является средним между первыми двумя вариантами. В данном случае труба укладывается в грунт не «змейкой», а в виде

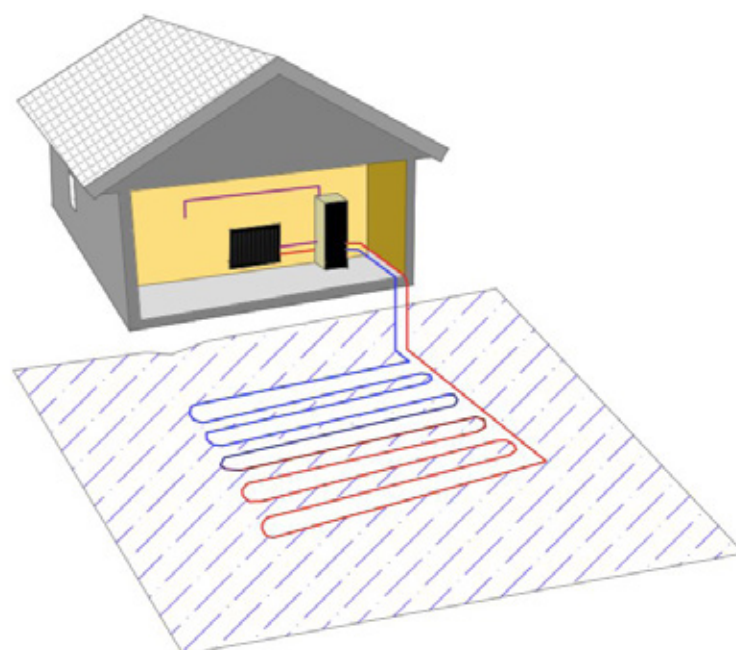


Рис. 3. Пример водоразмещённого залегания труб в системе геотермального отопления

цилиндрической пружины, что позволяет сэкономить на площади почвенного теплообменника [3].

Если сравнить с газовым котлом, то теплоноситель не нуждается в нагреве насосом до большой температуры, потому что отсутствует возникновение конденсата при обратном проходе [4]. Тем самым при низких температурах экономится энергия. Из этого следует, что наилучшим вариантом распределения полученного тепла в помещении является тёплый пол, потому что теплопотери сводятся к минимуму (зависимость от перепада температур не страшна, так как в данном случае перепад будет малым) и воздух, поднимающийся от тёплого пола, не соприкасается со стенами.

Преимущества:

1. Экологически чистый способ отопления для человека и окружающей среды.
2. Грунт «хранит» около 90% солнечной энергии. Зимой также сохраняется довольно большой запас тепла, необходимо лишь передать его в дом с помощью конкретного оборудования (тепловой насос и теплообменник).

Литература:

1. Что такое геотермальное отопление // Геотерм-Комфорт. URL: <http://geotherm-comfort.ru/geoterm/geotermalnoe-otoplenie.html> (дата обращения: 28.10.2016).
2. Васильев, Г. П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной энергии поверхностных слоев Земли // — М.: Издательский дом «Граница», 2003. — с. 176.
3. А. Е. Денисова, А. С. Мазуренко, Ю. К. Тодорцев, В. А. Дубковский. Использование энергии грунта в теплонасосных гелиосистемах энергоснабжения // Энерготехнологии и ресурсосбережение. — 2000. — с. 27–30.
4. Геотермальное отопление дома: принцип работы и устройство. // Строй Советы. URL: <http://stroisovety.org/geotermalnoe-otoplenie-doma/> (дата обращения: 29.10.2016).

3. Возможность установки данного вида энергии повсеместно и малые расходы на её эксплуатацию.

4. Возможно получение дармового тепла, то есть при затратах 1 кВт электроэнергии можно получить в среднем 3, а иногда и 5 кВт тепла.

Недостатки:

1. Довольно высокая стоимость оборудования и его установка (окупаемость около 5 лет).
2. Не возможна работа без электроэнергии.
3. Громоздкость наружного контура.

Несмотря на звание альтернативной системы, геотермальное отопление уже может по праву соперничать с традиционными системами создания микроклимата в помещении. Она работает по довольно простому принципу, не сложна в обслуживании. Появление такой системы — огромный вклад в будущее энергопассивных домов, ведь она эффективна, использует возобновляемый источник энергии и выгодна, даже учитывая её долгую окупаемость.

Эффективность использования трубобетонных и стальных колонн в качестве вертикальных несущих элементов высотных зданий

Нуруллина Асия Дамировна, магистрант;
Кириллова Екатерина Дмитриевна, магистрант;
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Воробьёва Алёна Олеговна, магистрант
Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова

При строительстве высотных зданий все чаще применяются в виде вертикальных несущих конструкций высокопрочные, экономичные и безопасные трубобетонные колонны (ТБК). Они успешно применяются в Великобритании, Италии, Канаде, Китае, США, Франции, Японии и других, экономически развитых странах мира [1].

В настоящее время в США эксплуатируются восемь таких зданий [5]. Самое высокое — 58 — этажное административное здание «Two Union Square» высотой 231 метр в Сиэтле. В Вене интересен опыт возведения башни «Millenium» высотой 202 м. В Китае уже построено более

30 небоскребов в таких городах, как Гуанчжоу, Шинцэн, Тяньцзинь, Чжунцин, Пекин, Куньминь, Фучжоу, Наньань [6]. Наиболее ярким примером можно считать 72-этажное торгово-административное здание SEG Plaza в городе Шинцэн.

В России тоже начинает возрастать интенсивность возведения высотных зданий. Применение ТБК в нашей стране ограничено в связи с отсутствием отечественных норм по их проектированию и расчету. Поэтому наиболее часто в виде вертикальных несущих конструкций используют стальные колонны, обладающие малым весом и простотой монтажа.

Цель статьи — показать эффективность использования трубобетонных и стальных колонн на примере расчета 100 — этажного здания.

Исходные данные для расчета:

Район строительства — г. Челябинск.

Габариты плана: 38,02x33,17 м.

Общая высота здания — 406 м.

Общее количество этажей — 100 эт.

Здание состоит из надземной и подземной частей. В подземной части находится автомобильная парковка высотой 8 м, а надземная часть состоит из блоков (1 блок — 14 этажей, каждый 14 этаж технический):

— 1 этаж 8 м, 2 этаж 6 м — магазины;

— 4 нижних блока — офисные помещения, высотой 4 м (56 этажей);

— 3 верхних блока — жилые помещения, высотой 4 м (42 этажа).

Конструктивная схема здания каркасно-ствольная (рисунк 1).

Колонны расположены по периметру здания с шагом 7,2 м.

В центре расположено железобетонное ядро жесткости, которое является основной несущей конструкцией здания, представляя собой вертикальный пространственный стержень на всю высоту здания, состоящий из двух стволов: внутреннего и внешнего. Размеры в плане внутреннего ствола 10,9x12,5 м, толщина стенки 1м. Размеры в плане внешнего ствола 20x16,8 м, толщина стенки 0,6м. Во внутреннем ядре жесткости расположен лифтовый узел, а во внешнем — лестничная клетка.

Совместность горизонтальных перемещений каркаса и ствола обеспечивают сталежелезобетонные горизонтальные аутригеры, расположенные в технических этажах.

Перекрытия монолитные железобетонные толщиной 0,18 м.

Наружное ограждение представляет собой раздельную конструкцию толщиной 0,5 м:

— наружный слой в виде сборных тонкостенных железобетонных панелей-скорлуп высотой на этаж с вентилируемым воздушным зазором и эффективных несгораемых плитных утеплителей;

— внутренний слой из ячеистых блоков.

Внутренние перегородки толщиной 0,1 м, выполнены из гипсокартона.

Фундамент представляет собой сплошную монолитную железобетонную плиту толщиной 5 м.

Так же для выполнения статического расчета в программном комплексе (ПК) «Лира 9.6» создали конечно —

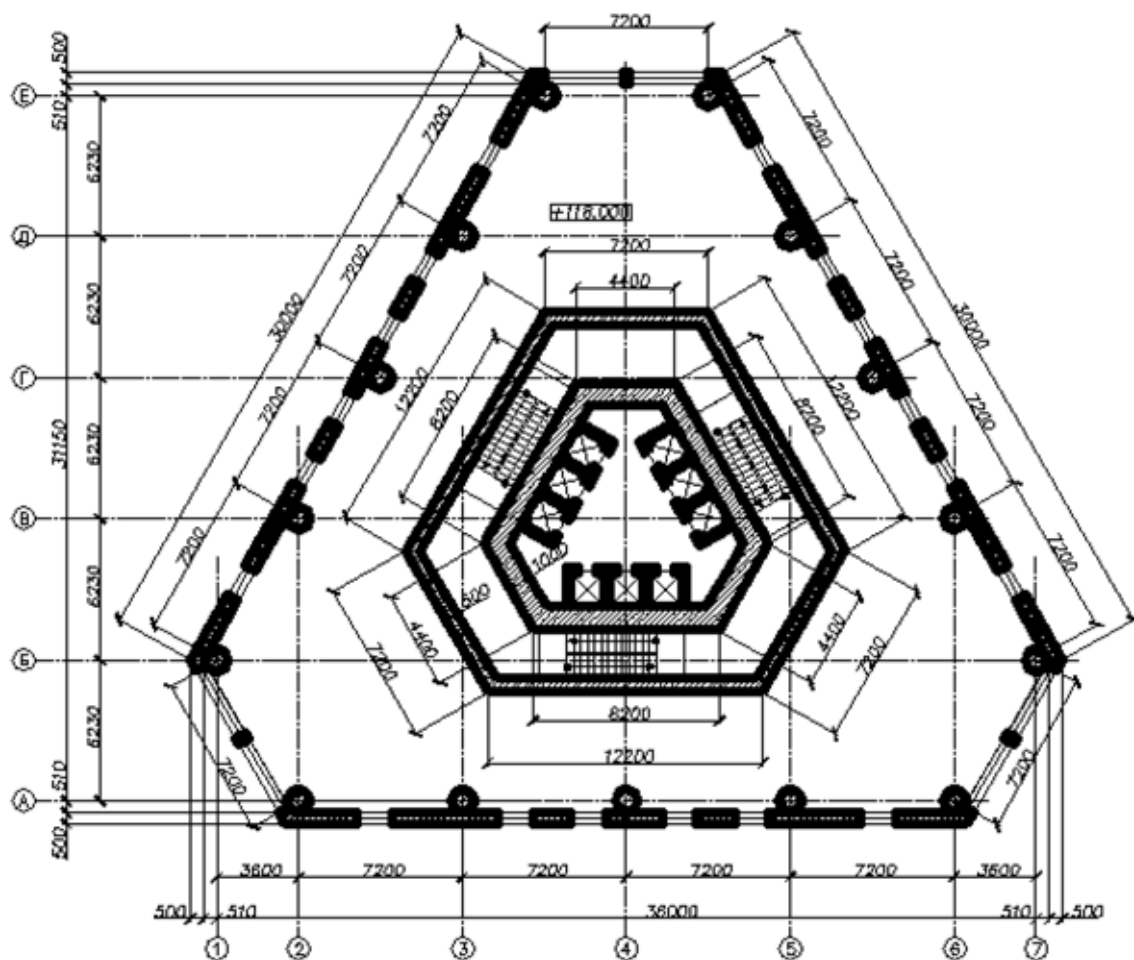


Рис. 1. Конструктивная схема здания

элементную расчетную схему здания. Она включает в себя (рисунок 2):

— фундаментную плиту (рисунок 3), которая моделировалась при помощи универсальных трех- и четырехугольных конечных элементов (КЭ) толстой оболочки (тип КЭ 46 и 47 соответственно). Плита принималась на упругом основании с коэффициентом постели $C_1=1200\text{т/м}^3$. На узлы рассчитываемой фундаментной плиты накладывались связи, запрещающие линейные перемещения по направлению горизонтальных осей X и Y;

— колонны для двух вариантов расчета ТБК и стальные высотой 8, 6 и 4 м (рисунок 4), которые моделировались при помощи универсального пространственного стержневого конечного элемента (тип КЭ 10);

— плиты перекрытия (рисунок 5), которые моделировались при помощи универсальных трех- и четырехугольных конечных элементов оболочки (тип КЭ 42 и 44 соответственно). При таком типе КЭ учитываются не только усилия: M, Q, N, но мембранные;

— ядро жесткости (рисунок 6), которое моделировалось при помощи универсальных трех- и четырехугольных конечных элементов оболочки (тип КЭ 42 и 44 соответственно);

— аутригеры (рисунок 7), которые моделировались при помощи универсального пространственного стержневого конечного элемента (тип КЭ 10).

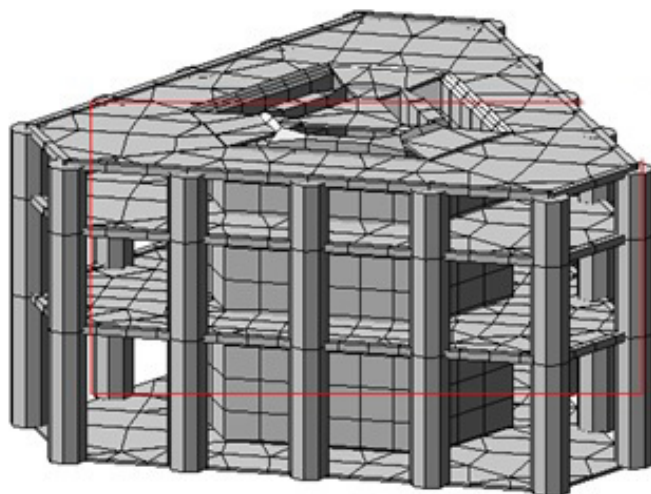


Рис. 2. Расчетная схема здания 1–3 этаж

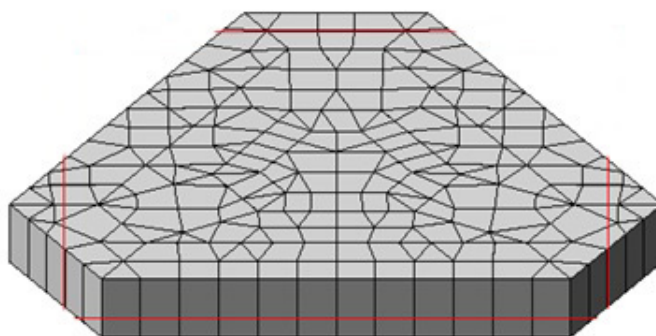


Рис. 3. Плита перекрытия

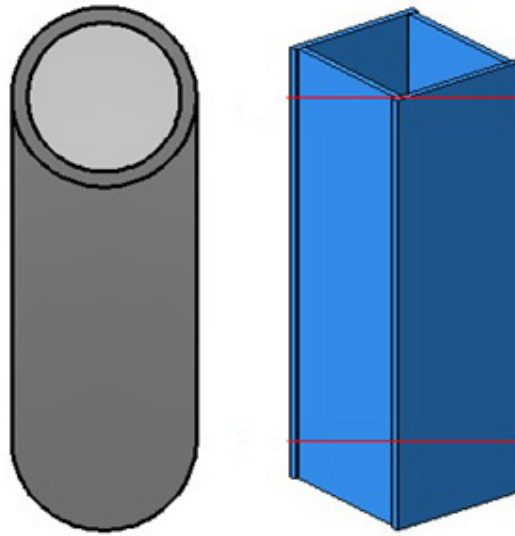


Рис. 4. Трубобетонная и стальная колонны

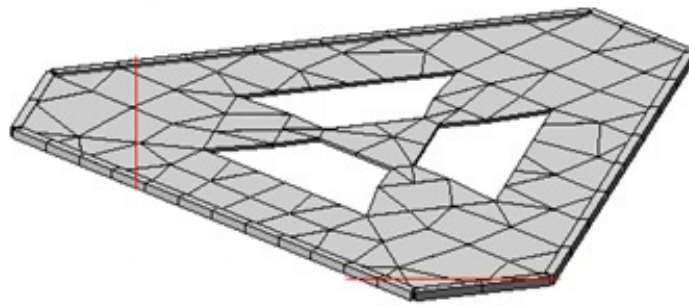


Рис. 5. Плита перекрытия

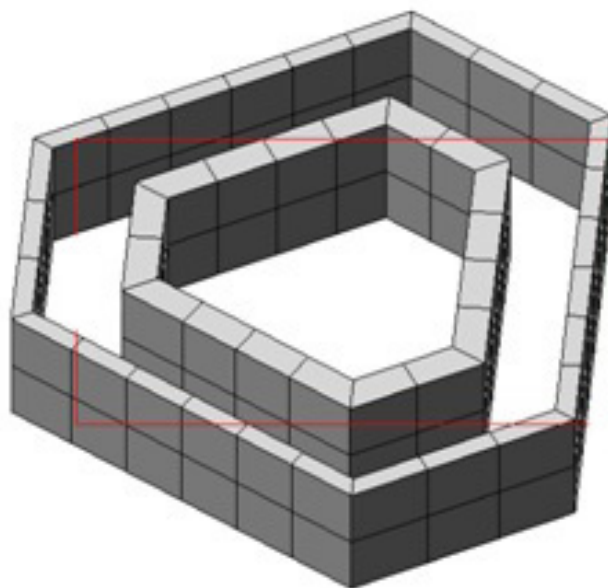


Рис. 6. Фрагмент ядра жесткости в пределах этажа

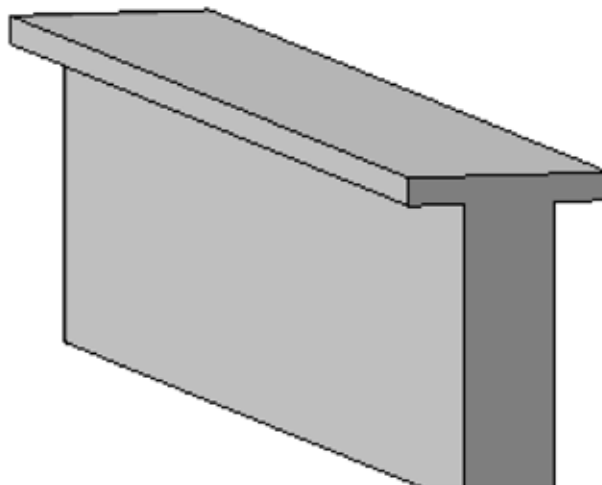


Рис. 7. Аутригер

Далее были предусмотрены виды нагрузки: постоянная нагрузка от собственного веса конструкций, ветровая, пульсационная составляющая от ветра, полезная, временно длительная и снеговая.

Узлы и элементы расчетной схемы нагружают:

- 1-е: постоянная нагрузка — собственный вес [3];
- 2-е: расчетное значение средней составляющей ветровой нагрузки [2]. На рисунках 8—9 показаны эпюры активного и пассивного давлений ветра;
- 3-е: пульсация ветровой нагрузки;

— 4-е: полезная кратковременная нагрузка [4, табл. 8.3 и табл. 8.4]:

- a. квартиры (39 эт.) — 1,8 кПа;
- b. офисы (52 эт.) — 2,0 кПа;
- c. магазины (2 эт.) — 5,0 кПа;
- d. технические этажи (7 эт.) — 10,0 кПа.

— 5-е: временно длительная нагрузка (35% от полезной кратковременной нагрузки);

— 6-е: снеговая нагрузка принята не в соответствии с снеговому району строительства, а с завышенными требованиями как для V снегового района [4, табл. 10.1].

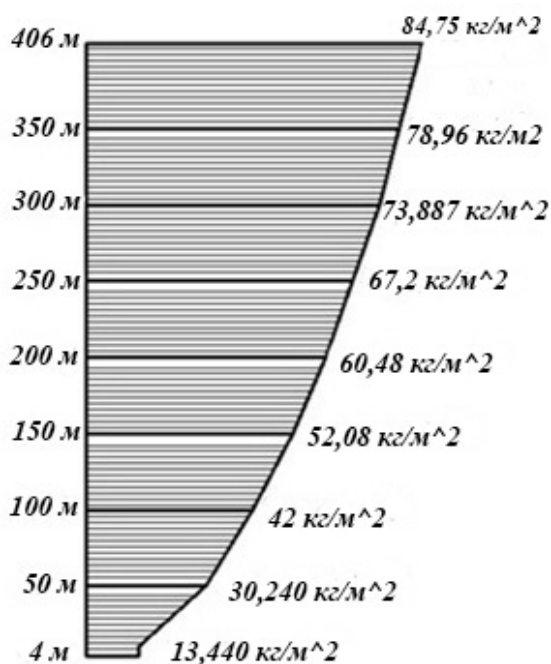


Рис. 8. Эпюра ветровой нагрузки активного давления

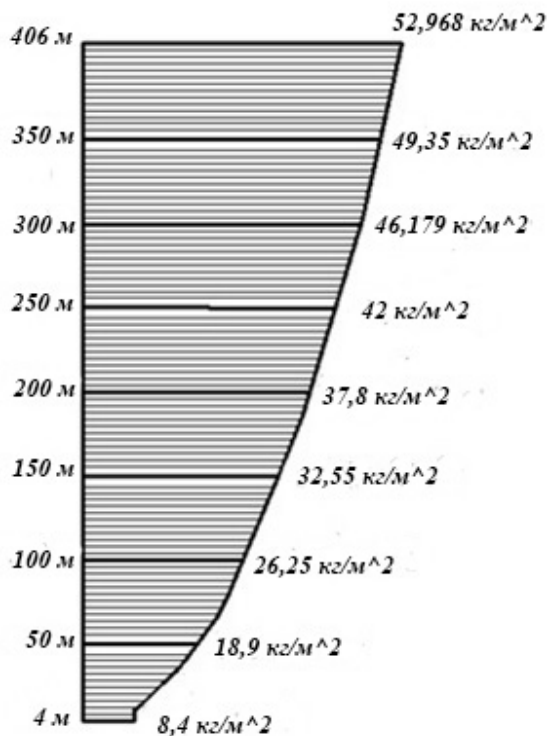


Рис. 9. Эпюра ветровой нагрузки пассивного давления

Для достижения нужной несущей способности ТБК колонн было произведено два расчета: приближенный и основной.

В приближенном расчете, на основе полученных усилий от сбора нагрузок на колонну, подобрали примерное сечение колонны с помощью программы «CFST10.7» (программа итерационного расчета позволяет определять прочность ТБК круглого поперечного сечения с учетом нелинейного характера работы и объемного напряженного состояния бетонного ядра и стальной оболочки). Произвели статический расчет в ПК «Лири 9.6». В результате получили недопустимые горизонтальные перемещения от

ветровой нагрузки (рисунок 10), согласно таблице Е. 4 [4]. Исходя из этого, был выполнен основной расчет, который включал в себя ниже следующее:

- разделение здания по ярусам (1 ярус — 25 этажей) и присвоение каждому ярусу свой тип сечения колонн.
- выполнение ручного расчета 1-ого яруса и расчетов 2, 3 и 4-ого ярусов в программах ПК «Лири 9.6» и «CFST10.7».

Итого, благодаря предпринятым мерам, горизонтальные перемещения от ветровой нагрузки находятся в допустимых границах (рисунок 11). Окончательные сечения колонн на рисунках 12–13.

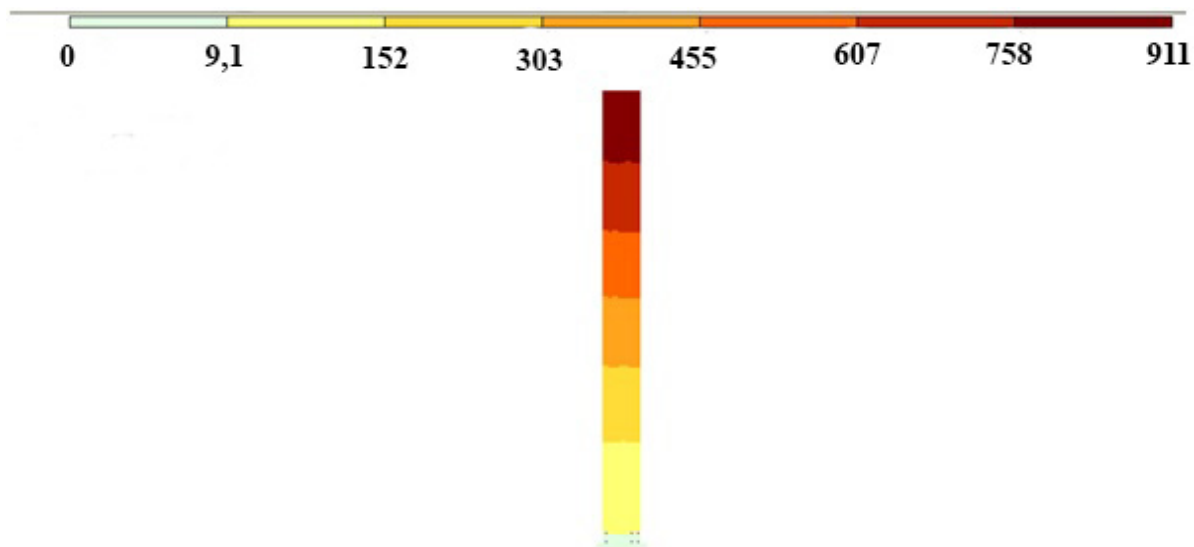


Рис. 10. Мозаика перемещений по оси X от ветровой нагрузки, мм

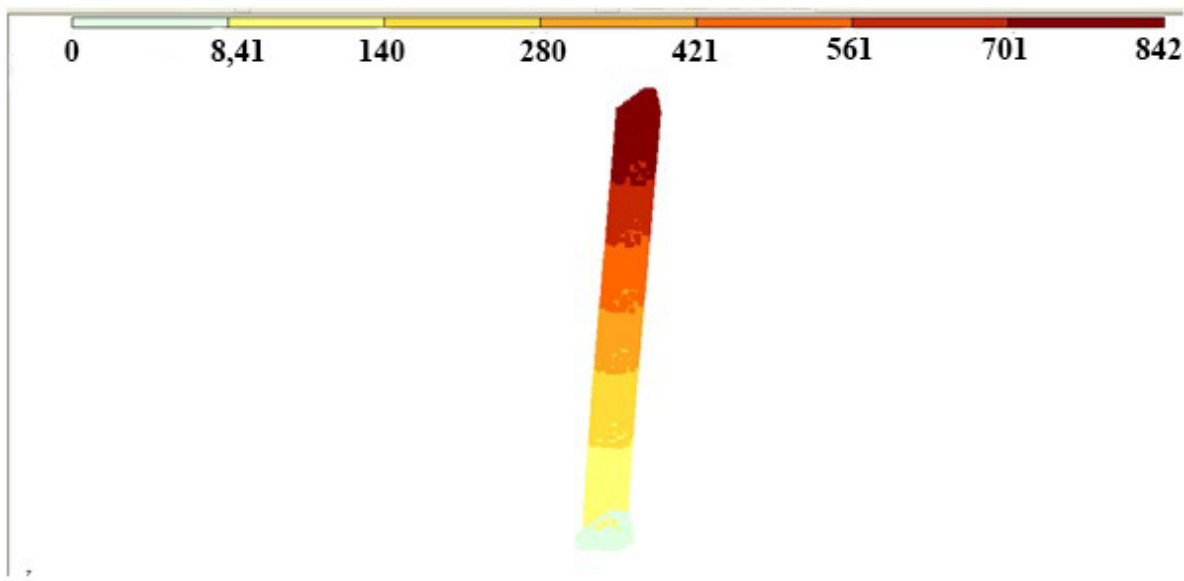


Рис. 11. Мозаика перемещений по оси X от ветровой нагрузки, мм

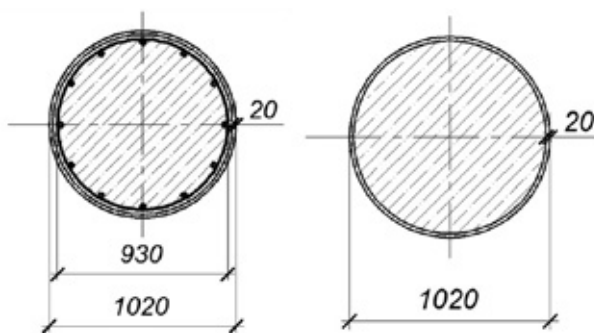


Рис. 12. Сечения ТБК 1-го и 2-го ярусов соответственно

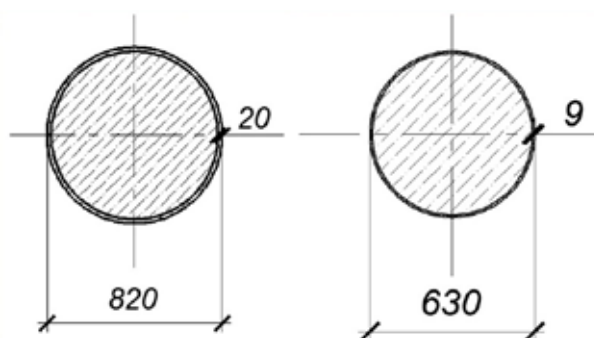


Рис. 13. Сечения ТБК 3-го и 4-го ярусов соответственно

Для достижения нужной несущей способности стальных колонн был произведен статический расчет.

На первом этапе: задали сечение стальной колонны и произвели статический расчет в ПК «Ли́ра 9.6». По результатам этого расчета были подобраны сечения колонн (рисунки 14–15) с помощью «ЛИР-СТК» по ярусам (1 ярус — 25 этажей, как уже ранее упоминалось). Задав

подобранные сечения в ПК «Ли́ра 9.6», мы произвели второй статический расчет. По результатам расчета получили недопустимые горизонтальные перемещения от ветровой нагрузки (рисунок 16), согласно таблице Е. 4 [4]. Исходя из этого, были вынуждены поставить дополнительные связи между колоннами по всему периметру здания с 1-ого по 100-ый этаж, чтоб увели-

чить жесткость конструкции здания (рисунок 17). Связи между колоннами моделировались при помощи универсального пространственного стержневого конечного элемента в виде сечения из двух стальных профилированных

уголков. Далее выполнили третий статический расчет. Из которого видно, что горизонтальные перемещения от ветровой нагрузки находятся в допустимых границах (рисунок 18).

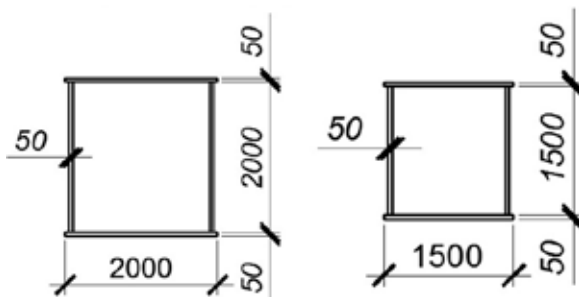


Рис. 14. Сечения стальных колонн 1-го и 2-го ярусов соответственно

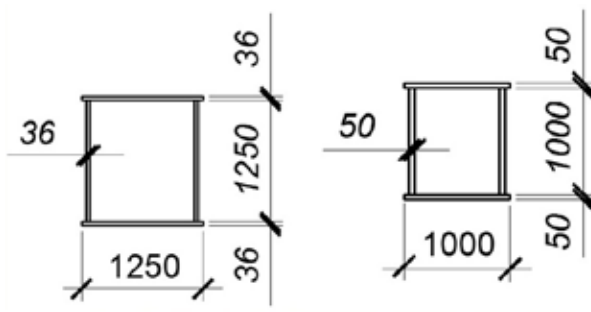


Рис. 15. Сечения стальных колонн 3-го и 4-го ярусов соответственно

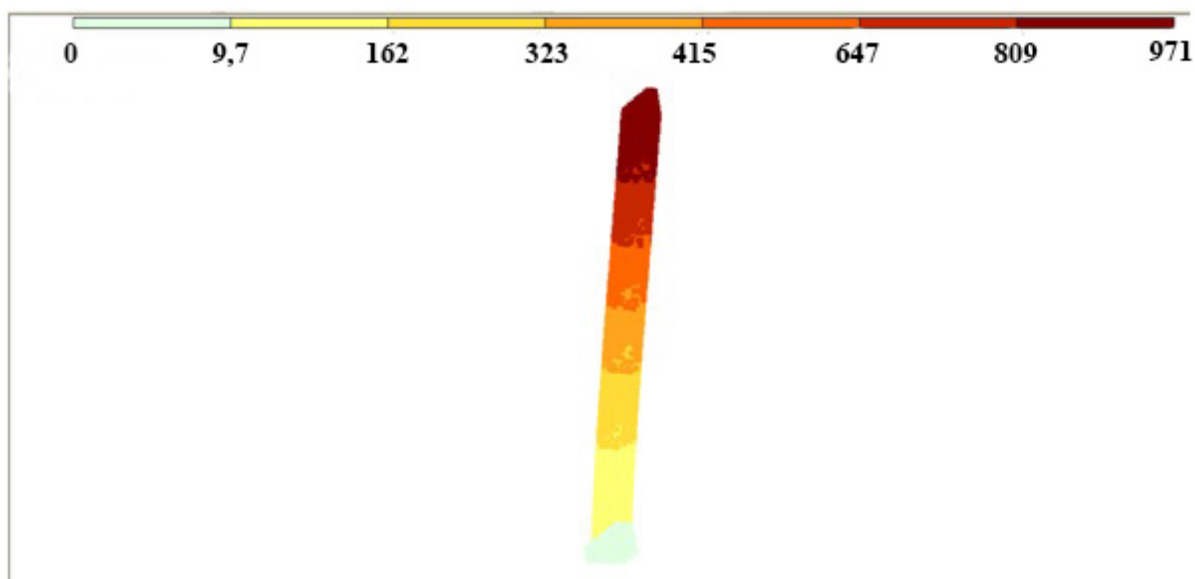


Рис. 16. Мозаика перемещений по оси X от ветровой нагрузки, мм

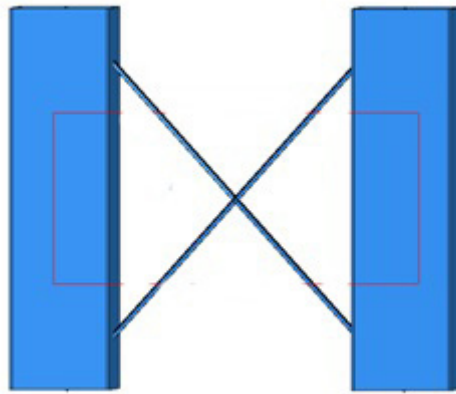


Рис. 17. Связи между колоннами

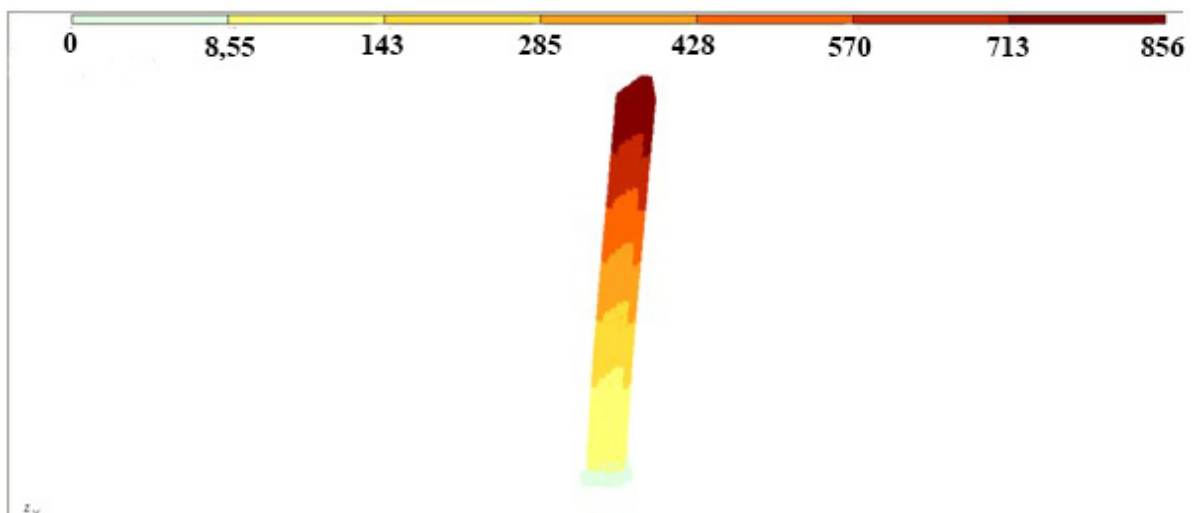


Рис. 18. Мозаика перемещений по оси X от ветровой нагрузки, мм

На основании произведенных расчетов ТБК и стальных колонн сделан вывод об эффективности использования их в высотных зданиях.

ТБК с небольшой гибкостью и малыми эксцентриситетами приложения продольной силы (что характерно для вертикальных несущих элементов, каркасов высотных зданий) обладают исключительно высокой несущей способностью при относительно малых поперечных сечениях, являясь примером удачного сочетания наиболее ценных свойств металла и бетона. Сжатые трубобетонные элементы, имеющие ядро из высокопрочного бетона, имеют пластичный характер разрушения. Кроме того, трубобетонные конструкции обладают гораздо большей огнестойкостью и противокоррозионной стойкостью, чем металлические. Следовательно, трубобетонные конструкции гораздо надежнее в эксплуатации.

Стальные колонны обладают высокой прочностью при небольших размерах поперечных сечений. Монтаж металлических конструкций, как правило, осуществляется бы-

стрее. Но в современном высотном строительстве, применение металла существенно ограничилось после известной катастрофы с небоскребами 11 сентября 2001 года в городе Нью-Йорке [7]. У которых несущие колонны были из металла. Разрушение произошло мгновенно ввиду низкой огнестойкости.

На основании локальных сметных расчетов стоимость ТБК и стальных колонн, графика расхода стали (рисунок 19) можно сделать следующие выводы: сравнение технико-экономических показателей металлических и трубобетонных колонн показывает, что экономия стали при трубобетонном исполнении конструкции по сравнению с металлическими составляет до 66 %, их стоимость уменьшается до 2,6 раз.

Сравнительная характеристика показала, что использование трубобетонных колонн как с конструктивной, так и с экономической точки зрения применять лучше, чем металлические при высотном строительстве зданий.

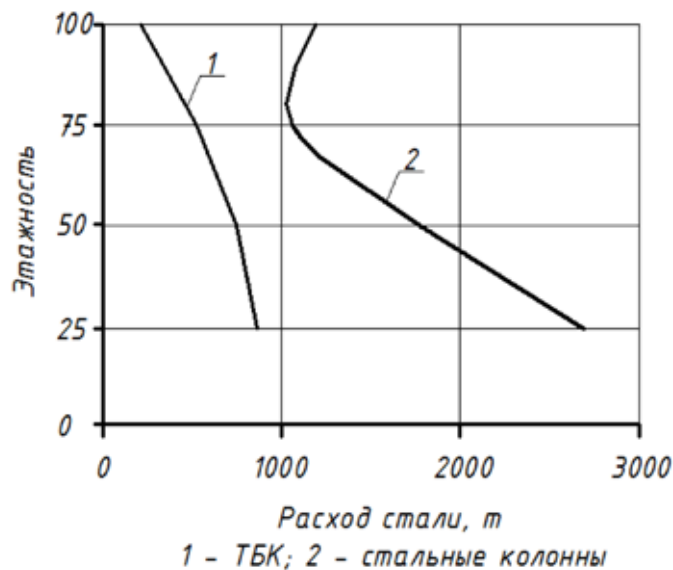


Рис. 19. Зависимость удельной величины расхода стали на секцию от этажности

Литература:

1. Кришан, А.Л., Заикин А.И., Сагадатов А.И. Трубобетонные колонны высотных зданий. Магнитогорск: ООО «МиниТип», 2010. — 196 с.: ил.
2. Кришан, А.Л. Ветровые воздействия: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Проектирование строительных конструкций» для студентов специальности 270800.62 дневной формы обучения. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та. Г.И. Носова, 2014. 7 с.
3. Кришан, А.Л. Общие сведения по нагрузкам на высокое здание. Постоянная нагрузка на перекрытие: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Проектирование строительных конструкций» для студентов специальности 270800.62 дневной формы обучения. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та. Г.И. Носова, 2014. 12 с.
4. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85*. — М., 2011. — 76 с.
5. Трубобетонные колонны высотных зданий из высокопрочного бетона в США // Бетон и железобетон. — 1992. — № 1. — с. 27–30.
6. Цай Шаохуай. Новейший опыт применения трубобетона в КНР // Бетон и железобетон — 2001. — № 3. — с. 20–24.
7. <https://www.youtube.com/watch?v=eJBWluKSWhg>

Пребиотический потенциал фруктово-овощного сырья

Огнева Ольга Александровна, кандидат технических наук, доцент;

Гладкая Ольга Олеговна, магистрант

Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Пребиотический потенциал (свойства) — это проявление продуктом пребиотических свойств.

Пребиотики — это различные водорастворимые пищевые волокна — моно-, олиго- и полисахариды, которые в организме не подвергаются перевариванию пищеварительными ферментами человека и не всасываются

в верхних отделах кишечника, а усваиваются исключительно микрофлорой. Их применяют для усиления роста полезной микрофлоры.

Для определения пребиотических свойств растительных компонентов, их добавляли к молоку и сквашивали пребиотическими заквасками Бифилакт-Д, Би-

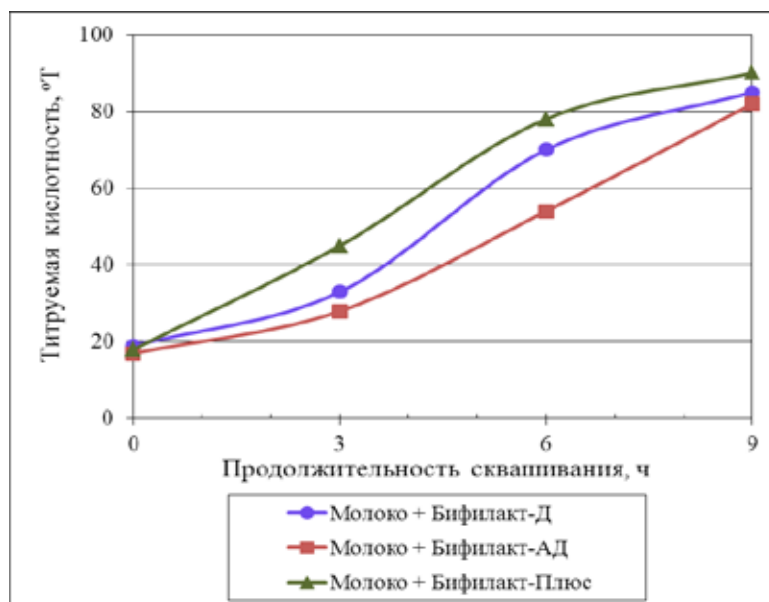


Рис. 1. Зависимость титруемой кислотности молока от продолжительности сквашивания с использованием разных пробиотических заквасок

филакт-АД и Бифилакт-Плюс. Закваску вносили в количестве 5% от общего количества смеси. Молоко, в данном случае, использовано нами в качестве основы питательной среды [3, 4, 6, 7].

Изменение титруемой кислотности в процессе сквашивания молока разными пробиотическими заквасками (Бифилакт-Д, Бифилакт-АД и Бифилакт-Плюс) представлено на рисунке 1.

Установлено, что наибольший эффект достигается при использовании закваски Бифилакт-Плюс. С применением данной закваски выше скорость кислотообразования, то есть быстрее можно получить желаемую (оптимальную) титруемую кислотность — 90-120°Т, которая позволит судить об окончании сквашивания.

Это связано с достижением нормируемого количества пробиотических микроорганизмов: бифидобактерий — не менее 10^6 КОЕ/см³, молочнокислых — не менее 10^7 КОЕ/см³ [1, 5, 7].

С учетом этого в дальнейших исследованиях нами применялась закваска Бифилакт-Плюс.

Для определения пребиотического потенциала выбранных объектов фруктового и овощного сырья, то есть их способности к проявлению данных свойств, нами проведены следующие исследования.

Фруктово-овощное сырье (пюре и сок) в определенном соотношении смешивали с молоком (20% фруктово-овощного сырья, 80% молока), полученную смесь пастеризовали, охлаждали до температуры заквашивания и вносили закваску в количестве 5% [2, 4, 5, 7].

Чтобы определить пребиотические свойства пюреобразных наполнителей исследовали динамику сквашивания молочно-растительных смесей заквасками, содержащими лакто- и бифидобактерии. Сквашивание проводили в течение 9 часов при температуре $(37 \pm 2)^\circ\text{C}$, периодически

(через каждые 3 ч) измеряя pH и титруемую кислотность стандартными методами.

Результаты экспериментальных исследований выбранного овощного сырья представлены на рисунке 2.

Как видно из представленных данных, добавление тыквенного, морковного и свекольного пюре ускоряет процесс сквашивания. В наибольшей степени это выражено для тыквенного и морковного пюре. Так, в контрольном образце через три часа после заквашивания кислотность достигает 45°Т, а в образцах с тыквенным и морковным пюре кислотность образцов — 72°Т и 57°Т соответственно.

Это объясняется не только содержанием в сырье пектиновых веществ (таблица 4), но их степенью этерификации. Степень этерификации для пектиновых веществ тыквы составила 42% против 47 и 49% для морковного и свекольного пюре соответственно.

Ускорение роста лакто- и бифидобактерий при снижении степени этерификации пектинов обусловлено, вероятно, увеличением их комплексобразующей способности к связыванию минеральных веществ.

Изменение титруемой кислотности в процессе сквашивания фруктового пюре с использованием закваски Бифилакт-Плюс представлено на рисунке 3.

Данные рисунка 3 свидетельствуют о том, что добавление айвового и яблочного пюре также интенсифицирует процесс сквашивания. При этом, в течение первых трех часов нарастание кислотности выше, чем при добавлении овощных пюре. Вероятно, это связано с ускорением роста лакто- и бифидобактерий при высоком содержании пектиновых веществ, в сравнении с овощными пюре.

Для определения пребиотических свойств соковых наполнителей нами проведены исследования по изучению динамики сквашивания фруктовых соков (яблочный, вишневый и ананасовый концентрированные соки, сок из

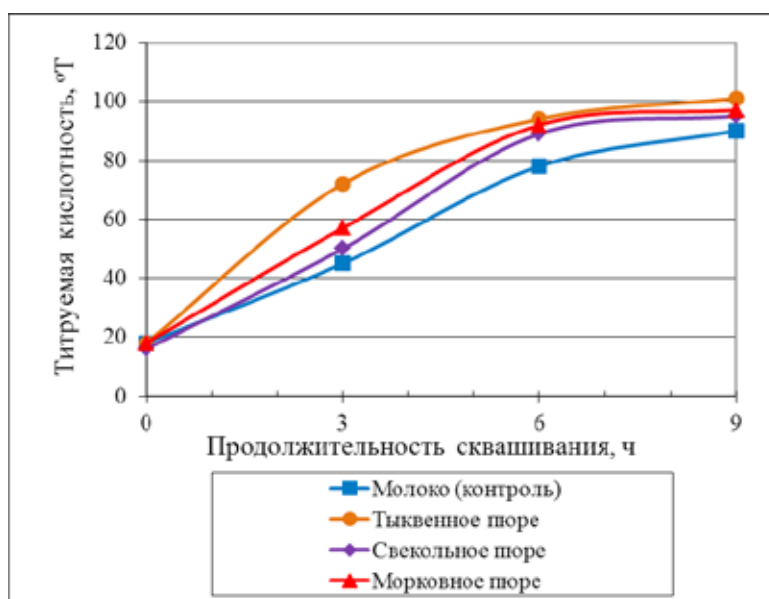


Рис. 2. Зависимость титруемой кислотности овощного пюре от продолжительности сквашивания с использованием закваски Бифилакт-Плюс

айвы) закваской Бифилакт-Плюс. Полученные экспериментальные данные представлены на рисунке 4.

Данные рисунка 4 свидетельствуют о том, что добавление фруктовых соков также интенсифицирует процесс сквашивания, но в меньшей степени, чем в пюре. Вероятно, это связано с меньшим содержанием в соках пектиновых веществ.

В течение первых шести часов происходит ускоренное сквашивание всех экспериментальных образцов в сравнении с контролем, о чем свидетельствует интенсивное нарастание кислотности.

Таким образом, результаты исследования показали, что выбранное нами овощное и фруктовое сырье имеет достаточно хороший пребиотический потенциал.

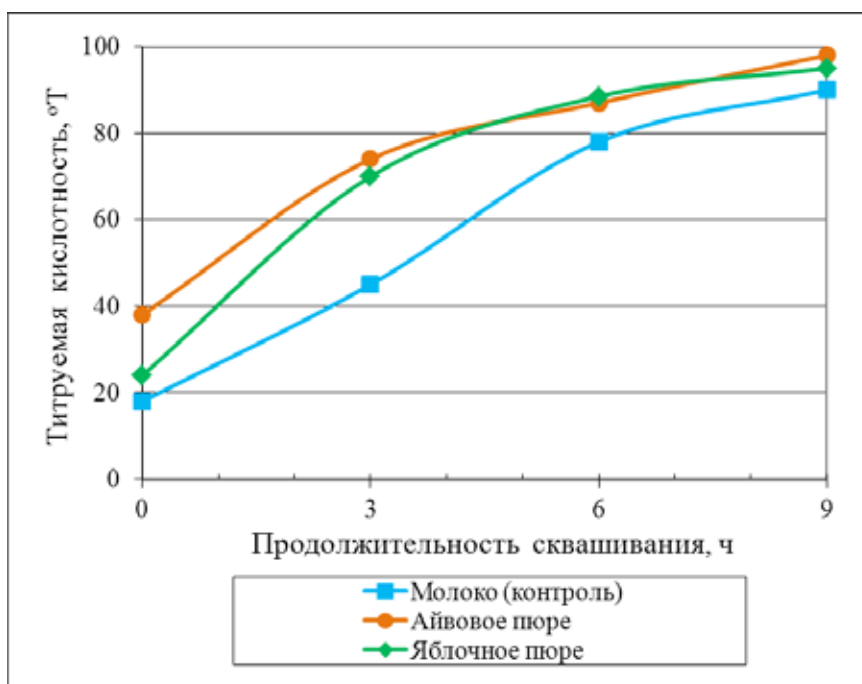


Рис. 3. Зависимость титруемой кислотности фруктового пюре от продолжительности сквашивания с использованием закваски Бифилакт-Плюс

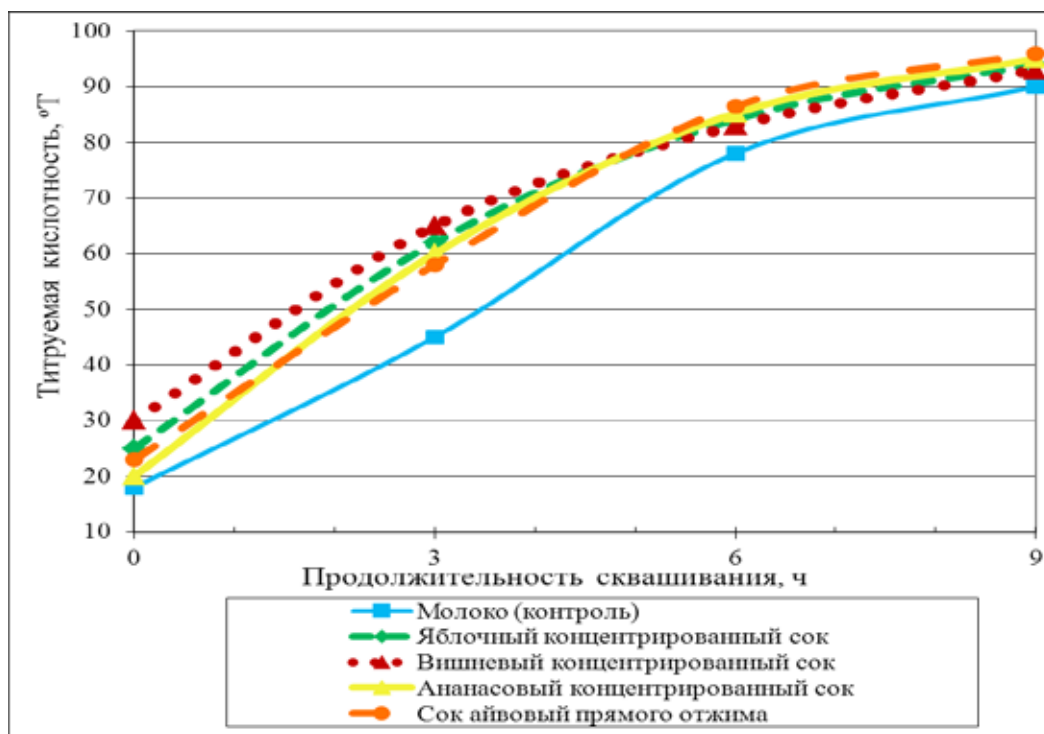


Рис. 4. Зависимость титруемой кислотности фруктовых соков от продолжительности сквашивания с использованием закваски Бифилакт-Плюс

Литература:

1. Воронова, Н. С. Модифицированные белковые изоляты из подсолнечного жмыха / Н. С. Воронова. — Саар-брюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 109 с.
2. Воронова, Н. С. Обогащение мучных кондитерских изделий модифицированным белковым изолятом из подсолнечного жмыха / Н. С. Воронова, Д. В. Овчаров // Молодой ученый. — 2015. № 5–1 (85). — с. 29–32.
3. Воронова, Н. С. Разработка технологии функционального напитка на основе молочной сыворотки с овощными наполнителями / Н. С. Воронова, Д. В. Овчаров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2014. — № 104. — с. 953–969.
4. Огнева, О. А. Влияние плодовых и овощных наполнителей на динамику сквашивания молока пробиотическими культурами / О. А. Огнева, М. А. Кожухова, Т. И. Левченко // Матер. III Межд. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию юбилею ГНУ КНИИХП Россельхозакадемии «Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья». Краснодар, 2013. — с. 136–139.
5. Огнева, О. А. Пектиносодержащие напитки с пробиотическими свойствами / О. А. Огнева, Л. В. Донченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2015. — № 107 (03), 2015 г. — с. 333–341. — IDA [article ID]: 1071503022. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/22.pdf>, 0,563 у. п. л.
6. Огнева, О. А. Исследование функциональной активности фруктового и овощного сырья в качестве компонентов комбинированных продуктов / О. А. Огнева, Л. В. Пономаренко, М. П. Коваленко // Молодой ученый. — 2015. — № 15. — с. 137–140.
7. Огнева, О. А. Разработка рецептур и технологии фруктовых жележных десертов / О. А. Огнева, Е. В. Николаенко // Молодой ученый. — 2015. — № 5–1 (85). — с. 32–35.

Повышение эффективности автоматической системы нивелирования асфальтоукладчика. Разработка имитационной модели процесса ровности в среде MATLAB&Simulink

Прокопьев Андрей Петрович, кандидат технических наук, доцент;
Емельянов Рюрик Тимофеевич, доктор технических наук, профессор;
Трещева Анастасия Игоревна, студент
Сибирский федеральный университет

В статье дан анализ работы асфальтоукладчика. Схема имитационной модели следящей системы выглаживающей плиты укладчика, реализованная в программе MATLAB&Simulink. Приведены результаты исследований.

Ключевые слова: нивелирование, асфальтоукладчик, имитационная модель, сенсор

Технологический процесс строительства асфальтобетонного покрытия выполняется традиционно асфальтоукладчиком и асфальтовыми вибрационными катками. Асфальтоукладчик обеспечивает приемку асфальтобетонной смеси от автосамосвалов или перегрузчика, транспортирует дозированно смесь и распределяет по ширине покрытия, уплотняет, обеспечивая профилирование и ровность покрытия. Современные асфальтоукладчики имеют автоматические следящие системы управления, обеспечивающие важные характеристики дорожного покрытия по ровности и профилированию. Совершенствование систем управления является актуальной научной и практической задачей. Развитию этого направления посвящены многие научные работы [1, 2, и др.]

Цели и задачи. Целью работы является разработка имитационной модели рабочего процесса управления ровностью покрытия асфальтоукладчиком в среде MATLAB & Simulink. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: изучение технологического процесса строительства асфальтобетонных дорожных покрытий и научных работ, посвященных исследованию процессов; рассмотрение принципиальной схемы укладчика в качестве объекта исследования; разработка функциональной и структурной схемы системы управления процессом нивелирования покрытия укладчиком; описание рабочего процесса нивелирования укладчиком, как объекта управления; разработка имитационной модели процесса нивелирования в среде моделирования Simulink.

Теоретические сведения. Асфальтоукладка — завершающий и ответственный этап строительства дорожного полотна. От качества асфальтового покрытия зависит коэффициент сцепления с дорогой и, следовательно, безопасность движения. В связи с этим, при укладке асфальта очень важно выдержать продольный и поперечный уклоны каждой полосы, проектную толщину укладываемого слоя, а так же добиться ровности покрытия. Для достижения этих задач в дорожных работах применяются асфальтоукладочные машины, а вместе с ними системы, позволяющие точно и оперативно позиционировать вы-

глаживающую плиту в необходимом для качественной работы положении.

При перемещении асфальтоукладчика по основанию, готовому для укладки на него дорожного покрытия не жесткого типа, его ходовое оборудование, гусеничное или колесное, произвольно движется в вертикальном направлении (под воздействием микрорельефа основания дороги). Это неуправляемое движение передаётся через основную раму асфальтоукладчика и подвеску выглаживающей вибрационной плиты на рабочее оборудование, вызывая неуправляемое перемещение выглажи вибрационной плиты, что влечет за собой случайное изменение толщины и поперечного уклона дорожного полотна и ухудшение качества покрытия.

К качеству работы асфальтоукладчиков с автоматической системой управления предъявляются очень высокие требования, включающие: обеспечение ровности поверхности укладываемого слоя в продольном направлении, обеспечение постоянства толщины укладываемого слоя, обеспечение постоянства ширины укладываемого слоя, обеспечение постоянства поперечного уклона поверхности, обеспечение проектных высотных отметок по оси покрытия.

Система нивелирования автоматически поддерживает высотную отметку, что позволяет асфальтоукладчикам выравнивать профиль дорожного покрытия. Датчики, «считывающие» текущее положение рабочего органа для сравнения с заданными параметрами могут быть ультразвуковыми, лазерными, а также ориентированными с помощью тахеометра или спутниковой системы. Отсюда и названия автоматизированных систем нивелирования.

Каждая из систем нивелирования имеет свои преимущества и недостатки, поэтому необходимо выбирать подходящий вариант исходя из необходимой точности работы строительной техники и сложности дорожных работ.

Одной из целей использования автоматизированных систем управления является повышение точности работы дорожно-строительной техники, откуда вытекает высокое

качество дорожного полотна и соответствие заданным характеристикам. Использование современных систем нивелировки повышает точность выполнения работ до нескольких миллиметров.

Системы нивелирования для асфальтоукладчика — это оборудование, без которого сложно себе представить не только строительство новых дорог, но и ремонт старых. Любой специалист прекрасно понимает, что для качественного выполнения этих работ необходимо использовать современные и качественные системы управления.

Полностью бесконтактные автоматические системы нивелирования для асфальтоукладчиков, разработанные компанией TOPCON, предназначены для выполнения асфальтирования с автоматическим контролем высоты слоя и поперечного уклона покрытия с точностью до 2 миллиметров по высоте. При подготовке ровной поверхности, поперечного уклона и проектных отметок используются ультразвуковые, лазерные и 3D системы нивелирования.

Единственным недостатком, который влечет за собой использование современных нивелировочных систем, является необходимость повышения квалификации операторов дорожно-строительной техники, ведь использование такого высокотехнологично оборудование предполагает грамотную наладку и эксплуатацию всех элементов системы. Однако такой недостаток в конечном результате станет преимуществом, т. к. квалифицированные и обученные кадры — это залог будущего успеха компании.

Имитационная модель. Схема имитационной модели следящей системы выглаживающей плиты укладчика, реализованная в программе MATLAB&Simulink, показана на рисунке 1.

В состав схемы входят следующие элементы: гидроцилиндр двунаправленного действия, трёхпозиционный гидрораспределитель; гидравлический насос, управляемый гидрозамок, гидравлический датчик давления, элемент «выглаживающая плита асфальтоукладчика», сенсор, который даёт информацию о перемещении и скорости штока гидроцилиндра (датчик обратной связи «Sensor»), элемент «сенсор силы», элемент «гидравлическая жидкость», в данном случае масло «Oil-30W», элемент «вязкое трение», источник силы, пропорциональный сервоклапан гидропривода (электрогидравлический распределитель, преобразующий электрический сигнал в перемещение), возмущающее воздействие «микрорельеф», PS-конвертор, ёмкость для рабочей жидкости, возмущающее воздействие, обусловленное влиянием работы других элементов [3]. Кроме того, в рассмотренную гидравлическую схему входят такие элементы, как сумматор, интегратор, усилитель, блок задания синусоиды, константа и т. п.

Вывод. Полученная имитационная модель рабочего процесса нивелирования покрытия укладчиком позволяет решать исследовательские и оптимизационные задачи. Основные параметры процесса, рассчитываемые программными средствами, перемещение и скорость выглаживающей плиты укладчика.

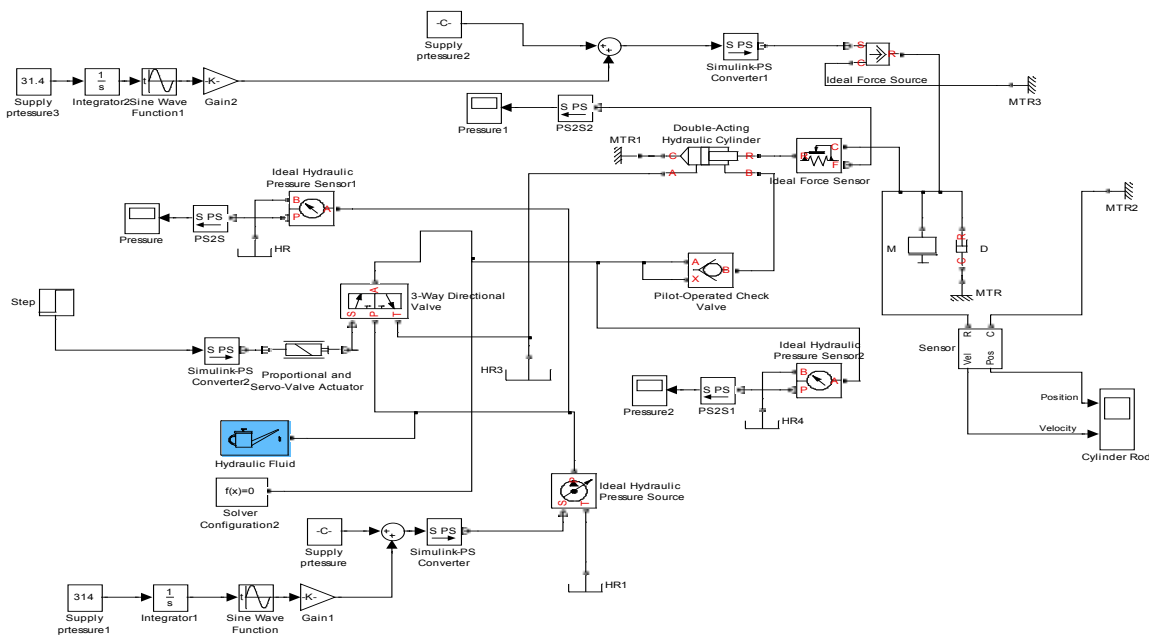


Рис. 1. Имитационная модель системы привода выглаживающей плиты укладчика на языке среды моделирования Simulink

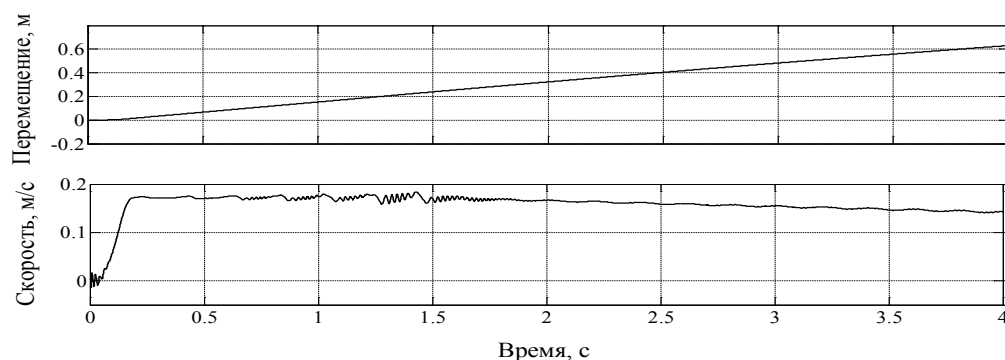


Рис. 2. Результат моделирования

Литература:

1. Щербаков, В. С., Милушенко С. А. Модель рабочего процесса асфальтоукладчика // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2008. № 9. с. 85–88.
2. Прокопьев, А. П. Оптимизация следящей системы автоматического управления / В. И. Иванчура, А. П. Прокопьев // Вестн. Сиб. аэрокосм. ун-та. — 2011. — Вып. 5. — с. 44–49.
3. Прокопьев, А. П. Методы управления технологическими процессами строительства асфальтобетонных покрытий: монография / А. П. Прокопьев, Р. Т. Емельянов, В. И. Иванчура. — 2-е изд., перераб. — Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. — 252 с. ISBN 978–5–7638–2585–5.
4. Демьянов, А. А. Статья: АСФАЛЬТОУКЛАДЧИКИ
5. 2002Марышев, Б. С., к. т. н., СоюздорНИИ Журнал «Строительная техника и технологии», март-апрель 2002Марышев
6. Павел Басинский Публикация АСФАЛЬТОУКЛАДЧИК «Российская газета», 22.07.2008

Функциональный контроль интегральных микросхем

Резниченко Никита Евгеньевич, магистр;
Александров Андрей Андреевич, магистр

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

В статье описываются особенности функционального контроля интегральных микросхем и его основные виды.

Ключевые слова: функциональный контроль, входной набор сигналов, выходной набор сигналов, функциональный тест, алгоритм, интегральная микросхема, эталон.

Keywords: functional control, set the input signal, the output signal set, functional test, algorithm, integrated circuit, reference.

На этапах разработки, производства и при входном контроле интегральных микросхем различного функционального назначения наряду с измерением статических и динамических параметров требуется проведение функционального контроля, обеспечивающего проверку работоспособности интегральной микросхемы в заданных условиях эксплуатации. Ниже приведены некоторые дополнительные сведения о терминологии понятий, связанных с функциональным контролем.

Входной набор сигналов — группа логических сигналов, которые подаются на входные выводы интегральной микросхемы в заданном тактовом интервале [1].

Выходной набор сигналов — группа выходных сигналов, которые появляются на выходных выводах интегральной микросхемы в заданном тактовом интервале [1].

Эталонный набор сигналов — набор выходных сигналов, которые синтезируются эмулятором или появля-

ются на выходах эталонной интегральной микросхемы, аналогичной контролируемой [1].

Элементарный функциональный тест — набор двоичных сигналов, которые необходимы для описания проверки интегральной микросхемы, заключающаяся в подаче на интегральную микросхему входного набора сигналов, формировании эталонного набора выходных сигналов и получении результата логического сравнения эталонного и набора выходных сигналов [1].

Функциональный тест — последовательность выполнения набора элементарных функциональных тестов, обеспечивающие обнаружение неисправностей в работе интегральной микросхемы [1].

Алгоритмический функциональный тест — тест, в котором каждый последующий элементарный тест получен из предыдущего на основе определенных правил (соотношений) [1].

Эффективность функционального контроля во многом зависит от степени значения возможных функциональных отказов для определённого типа интегральной микросхемы, зависящих от дефектов и отклонений параметров технологического процесса на отдельных этапах производства, топологии интегральной микросхемы, изменения условий эксплуатации. Относительно просто обнаружить нефункционирующую схему, которая имеет полный отказ. Значительно труднее обнаружить такие отказы, которые обусловлены изменением характеристик интегральной микросхемы: температуры окружающей среды, напряжения питания, временных соотношений входных сигналов.

При создании функциональных тестов для эффективного контроля интегральной микросхемы необходимо знать ее структуру, область ее работоспособности и возможные функциональные отказы. Неисправность интегральной микросхемы — это состояние интегральной микросхемы, вызванное неисправностями одного или нескольких элементов, при котором она не соответствует хотя бы одному из требований, установленных в технических условиях [2].

В создание методологии функционального контроля интегральной микросхемы почти в равной степени вносят вклад этапы разработки, производства и применения с учетом требований к качеству и надежности возможностей измерительной техники.

Существуют различные направления в проектировании интегральных микросхем, облегчающие их контроль. Использование макроэлементного принципа проектирования, предусматривающего разбивку вычислительного устройства на функциональные блоки с четко определенным назначением и характеристиками, упрощает задачу контроля интегральных микросхем.

Общие задачи, которые должны решаться в процессе функционального контроля можно сформулировать в следующем виде: проверка существования каждого из логических и запоминающих элементов интегральной микросхемы; проверка взаимосвязей между элементами в

процессе работы или исполнении реальной программы; проверка выполнения всех режимов работы интегральной микросхемы, всех команд (или микрокоманд) обработки цифровой информации, в том числе и с произвольными прерываниями.

Этап производства требует обеспечения максимальной производительности при проведении функционального контроля интегральных микросхем и, следовательно, оптимизации функциональных тестов по времени, а также стимулирует разработку нового высокопроизводительного оборудования.

Функциональный контроль интегральных микросхем основан на выполнении функциональных тестов и подаче на входные выходы интегральных микросхем набора сигналов, создании эталонного набора выходных сигналов и логическое сравнение результатов выходных наборов сигналов с эталонным. Контроль функций интегральных микросхем осуществляется в процессе проведения низкочастотного, функционально-параметрического или предельного функционального контроля. Низкочастотный функциональный контроль проводится без контроля статических и динамических параметров интегральных микросхем для первичной оценки функционирования интегральных микросхем на этапах разработки, для контроля интегральных микросхем на пластине и при проведении некоторых видов испытаний интегральных микросхем.

Функциональный контроль в составе устройства показан на рисунке 1, а. Для проведения функционального контроля интегральную микросхему подключают к цифровому устройству, для которого она предназначена, образуя тем самым законченное устройство. Функциональный контроль интегральной микросхемы в составе устройства заключается в проверке правильности функционирования интегральной микросхемы при выполнении прикладных рабочих программ устройства в реальном масштабе времени (на рабочих частотах работы цифровой устройства) или диагностических программ, составленных для цифрового устройства в режимах работы, установленных в технических условиях на цифровое устройство [3]. Ограничение метода связано с применимостью для конкретного потребителя. Метод может применяться для интегральных микросхем, используемых в устройствах с однозначным применением, при массовом производственном или входном контроле, а также на этапах разработки интегральной микросхемы и опытного производства при отработке функциональных тестов.

Функциональный контроль сравнением с эталоном показан на рисунке 1, б. Метод заключается в подаче набора входных сигналов одновременно на проверяемую интегральную микросхему и эталон и сравнении набора выходных сигналов проверяемой интегральной микросхемы и эталона. Как правило, на вход подают сигналы функционального теста, которые получены различными способами. Функциональный контроль этим методом прост, но сложность состоит в выборе эталона. При выборе эта-

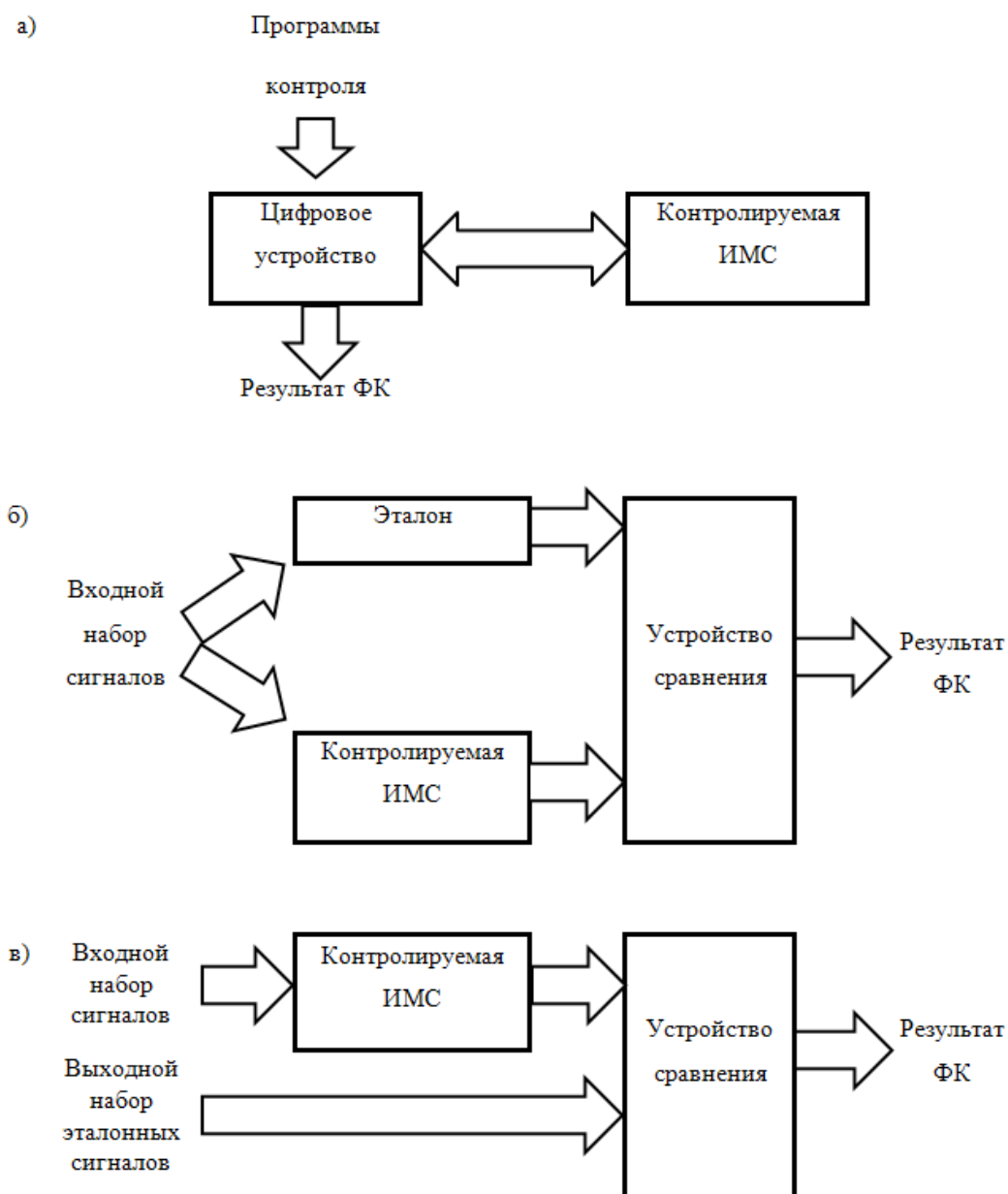


Рис. 1. Структурные схемы функционального контроля интегральной микросхемы в составе устройства (а), сравнение с эталоном (б), с алгоритмической генерацией сигналов (в)

лонной интегральной микросхемы сталкиваются с трудностью ее аттестации на соответствие требованиям технических условий.

Этот метод в основном применяют при массовом производственном или входном контроле, например, для контроля запоминающих устройств, которые имеют большое разнообразие записанных кодов в матрицу ячеек памяти.

Функциональный контроль с алгоритмической генерацией сигналов показан на рисунке 1, в. Метод основан на применении алгоритмических функциональных тестов, в процессе которых вырабатываются входные и выходные

сигналы, связанные определенным алгоритмом. Метод заключается в подаче на входы контролируемой микросхемы входных наборов сигналов алгоритмического функционального теста и сравнении выходных наборов сигналов микросхемы с выходными наборами сигналов алгоритмического функционального теста [3]. Метод наиболее эффективно используется для функционального контроля запоминающих устройств, а также применяется для функционального контроля блоков запоминающих устройств, входящих в микропроцессорные интегральные микросхемы.

Литература:

1. Эйдукас, Д.Ю., Орлов Б.В. Измерение параметров цифровых интегральных микросхем [Текст] / Д.Ю. Эйдукас, Б.В. Орлов. — М.: Радио и связь, 2005. — 362 с.;

2. Готра, З.Ю., Николаев И.М. Контроль качества и надежность микросхем: Учебник для техникумов [Текст] / З.Ю. Готра, И.М. Николаев. — М.: Радио и связь, 2007. — 168 с.;
3. Семенов, Ю.Г. Технология полупроводниковых приборов и изделий микроэлектроники [Текст]: В 10 кн.: Учебное пособие для ПТУ. Кн. 10. Контроль качества / Ю.Г. Семенов. — М.: Высшая школа, 1990. — 111 с.;

Анализ целесообразности строительства асфальтобетонных и цементобетонных автомобильных дорожных покрытий

Савченко Егор Тимофеевич, студент

Максин Михаил Олегович, студент

Кафедра Строительство уникальных зданий и сооружений (Базовая кафедра Дороги, мосты и транспортные тоннели), Инженерно-строительный институт, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В России, как и во всем мире, развитие дорожной сети давно приобрело важное стратегическое значение. Решение «дорожных» проблем несет в себе не только расширение самой сети магистралей посредством автодорожного строительства, но и поиск наиболее эффективных конструкций и материалов для создания дорожного полотна. Современные технологии и способы строительства автомобильных дорог в России основаны на двух альтернативных видах дорожного покрытия — асфальтобетонного и цементобетонного [1,48; 2,34; 3,111; 4,37; 5,73].

К сожалению, по качеству автомобильных дорожных покрытий и по состоянию дорожной сети в целом Россия занимает далеко не лидирующие места в общем рейтинге стран мира. А исходя из того, что состояние транспортных, в том числе и дорожных сетей государства напрямую отражает экономическое состояние страны, несложно понять, что этой проблеме важно уделяться должное внимание со стороны правительства.

Основная часть

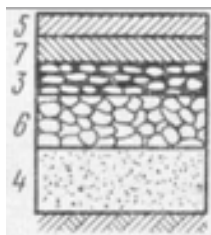


Рис. 1. Схематичный разрез асфальтобетонного покрытия:

- 5 — мелкозернистый асфальтобетон;
- 7 — крупнозернистый асфальтобетон;
- 3 — слой щебня, гравия или грунта;
- 6 — слой щебня;
- 4 — морозозащитный слой из песка

Как уже было сказано ранее, на данный момент в Российской Федерации технологии строительства покрытий автомобильных дорог основаны на использо-

вании двух материалов: асфальтобетона и цементобетона [6,87;7,24;8,141;9,43;10,70].

Асфальтобетон — искусственный строительный материал, полученный в результате уплотнения рационально подобранной и специально приготовленной смеси, перемешанной в нагретом состоянии и состоящей из:

- Минеральных материалов: щебня (либо гравия), песка (природного или дробленного)
- Органического вяжущего материала — битума

На рисунке 1 представлен схематичный разрез асфальтобетонного покрытия на щебеночном основании.

Цементобетон — это рационально подобранный материал, полученный в результате перемешивания, укладки, уплотнения и последующего твердения смеси из щебня, песка, неорганического вяжущего (цемента), воды и добавок.

На рисунке 2 представлен схематичный разрез цементобетонного покрытия.

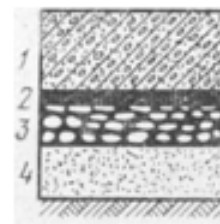


Рис. 2. Схематичный разрез цементобетонного покрытия

- 1 — цементный бетон;
- 2 — выравнивающий слой из песка, обработанного битумом;
- 3 — слой щебня, гравия или грунта, обработанного вяжущим материалом;
- 4 — морозозащитный слой из песка

Широкое распространение асфальтобетонного покрытия обусловлено выбранными методиками строительства дорог 60-ых года прошлого столетия. Причина этому проста: производство битума, который используется для изготовления асфальта, обходилось в то время очень де-

шево. С тех пор битум возрос в цене, поэтому в настоящее время выбор материала покрытия становится не таким уж очевидным и ясным. С асфальтобетоном теперь способен конкурировать как цементобетон, так и ряд других материалов [11,103;12,34;13,1682;14,210;15,110].

На западе число цементобетонных дорог составляет порядка 15–20%, в то время как в России эту технологию применяют только для взлетно-посадочных полос аэродромов, хотя срок эксплуатации данного материала — 20–30 лет, против 5–7 лет (в России — 2–3 года) асфальтобетона.

По данным немецких исследователей за 2004 год, при сравнении одновременно построенных дорог с разными видами покрытий через 23 года эксплуатации ремонта требовали только 5% дорог с цементобетонным покрытием, а с асфальтобетонным покрытием — 85–100%. В США есть участки дорог, которые эксплуатируются без ремонта 72 года, в г. Крайнем (полигон Семипалатинска) — 60 лет. Кроме того, специалистами США разработаны нормы проектирования и технология строительства бетонных дорог на 120 лет без ремонта.

Цементобетонное покрытие устойчиво к деформации (образованию колеиности и волнообразности) благодаря своей более высокой прочности. Это, в свою очередь, способствует более низкому (на 15–20% меньше) расходу топлива транспортными средствами. Этот фактор положителен и с точки зрения защиты окружающей среды от загрязняющих ее отходов автомобилей. Помимо экономии денежных средств, большое значение имеет экономия природных ресурсов, так как асфальт (битум) производится из переработанной нефти, запасы которой быстро иссякают. Бетон же изготавливается из более доступного человеку материала — известняка.

Движение по цементобетонному покрытию во время дождя или снегопада безопаснее, чем по асфальтобетонному. В дождливую погоду неровности и выбоины в асфальте наполняются водой, что создает дополнительную опасность аквапланирования. Зимой вода в выбоинах превращается в лед, что снижает коэффициент сцепления между резиновой покрышкой и дорогой. В то же время на гладком цементобетонном покрытии вода практически не скапливается.

В таблице 1 приведены коэффициенты трения скольжения между резиной, асфальтом и бетоном в сухом и влажном состояниях.

Таблица 1. Коэффициенты трения скольжения

Резина	Сухой асфальт	0,5–0,8
Резина	Влажный асфальт	0,25–0,75
Резина	Сухой бетон	0,6–0,85
Резина	Влажный бетон	0,45–0,75

Изучив табличные значения коэффициентов трения скольжения материалов, можно оценить управляемость автомобиля в разных погодных условиях. Если движение на автомобиле происходит в отсутствие дождя или снега, то покрышка имеет примерно равный коэффициент трения между асфальтом и бетоном. Но в случае изменения погодных условий коэффициент претерпевает значительное изменение, цементобетонное покрытие способно обеспечить более высокое сцепление с покрышкой, что, в свою очередь, снижает вероятность ДТП.

В настоящее время в Российской Федерации, по данным Росавтодора, общая протяжённость автомобильных дорог федерального и регионального значения — 505 тыс. км, из них цементобетонные дороги составляют лишь 1,5% — около 8 тысяч километров. Для сравнения в Германии этот показатель — 31%, в США — 35%, Бельгия — 41% [16,93;17,74].

Современное соотношение стоимости строительства дорог с цементобетонными и асфальтобетонными покрытиями не является стабильным, а постепенно изменяется в пользу цементобетона при увеличении цен на нефтепродукты и снижении уровня инфляции. Стоимость конструкций с покрытиями из цементобетона в настоящее время сопоставима со стоимостью конструкций с асфальтобетонными покрытиями. Так, например, стоимость 1 кв. м покрытия автомобильной дороги I технической категории (МКАД — Кашира) с цементобетонным покрытием составляет 1352,13 руб., а с асфальтобетонным покрытием — 1378,70 руб.

Для перенаправления технологий строительства дорожных покрытий в России есть практически все. Страна еще во времена советской власти создала колоссальное богатство: построены и функционируют сотни заводов по производству бетона и цемента, существуют карьеры песка и щебня практически во всех регионах. Посредством обширного партнерства России с остальными странами мира, можно активно перенимать опыт у других, более развитых в плане дорожного строительства стран.

Выводы

Сравнение характеристик и свойств двух типов дорожного покрытия показывает явную выгоду и целесообразность повсеместного использования цементобетона в дорожном строительстве.

Таким образом, можно прийти к выводу о том, что в России рационально строительство цементобетонных дорожных покрытий со сроком безремонтной эксплуатации намного превышающим срок эксплуатации асфальтобетона. Цементобетонные дорожные покрытия экологически более чистые и безопасные для участников дорожного движения. Кроме того, цементобетон экономичнее асфальтобетона по приведенным затратам на реальную долговечность.

Литература:

1. Войлоков, И. А. Асфальтобетон или цементобетон? // «Еврострой» — № 64, — с. 48–50.
2. Лазарев, Ю. Г. Транспортная инфраструктура (Автомобильные дороги). Монография — LAP LAMBERT, Германия: 2015. 173 с.
3. Ватин, Н. И., Производство работ. Определение продолжительности строительства воднотранспортных сооружений / Н. И. Ватин, Г. Я. Булатов, Т. Ф. Морозова, А. В. Улыбин // Учебное пособие: СПб, СПбПУ, 2013. 116 с.
4. Лазарев, Ю. Г., Новик А. Н., и др., Изыскания и проектирование транспортных сооружений: Учебное пособие / Ю. Г. Лазарев, А. Н. Новик, А. А. Шибко, В. Г. Терентьев, С. А. Сидоров, С. А. Уколов, В. А. Трепалин / СПб.: ВАТТ, 2008. 392 с.
5. Ермошин, Н. А. Эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие военно-автомобильных дорог: Учебник / Н. А. Ермошин, Ю. Г. Лазарев, С. В. Алексеев, В. Г. Лунев, Б. Г. Ашуркин, А. Н. Новик, В. А. Трепалин, Д. Л. Симонов, В. Т. Колесников / СПб: ВАТТ, 2015. 312 с.
6. Лазарев, Ю. Г., Строительство автомобильных дорог и аэродромов: Учебное пособие. / Ю. Г. Лазарев, А. Н. Новик, А. А. Шибко, С. В. Алексеев, Н. В. Ворончихин, А. Т. Змеев, С. А. Уколов, В. А. Трепалин, С. В. Дахин, В. Т. Колесников, Д. Л. Симонов // СПб.: ВАТТ. 2013. 528 с
7. Лазарев, Ю. Г., Собко Г. И. Реконструкция автомобильных дорог: Учебное пособие. СПб. 2013. 93 с.
8. Лазарев, Ю. Г., Обоснование деформационных характеристик укрепленных материалов дорожной одежды на участках построечных дорог. / Ю. Г. Лазарев, П. А. Петухов, Е. Н. Зарецкая / Вестник гражданских инженеров. 2015. № 4 (51). с. 140–146.
9. Лазарев, Ю. Г. Формирование потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог / Ю. Г. Лазарев, Д. Л. Симонов, А. Н. Новик / Техничко-технологические проблемы сервиса. СПб.: 2016. № 1 (35). с. 43–47.
10. Рустенбек, С. Д. Формирование базы данных для тестирования дорожных одежд / С. Д. Рустенбек, Д. Ю. Кириллова, Ю. Г. Лазарев // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2–2. с. 68–72.
11. Лазарев, Ю. Г., Громов В. А. Современные требования к обеспечению потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог // В сборнике: Инновационные технологии в мостостроении и дорожной инфраструктуре. Материалы межвузовской научно-практической конференции. 2014. с. 102–109.
12. Ватин, Н. И., Моделирование набора прочности бетона в программе ELCUT при прогреве монолитных конструкций проводом / Н. И. Ватин, М. О. Дудин, Ю. Г. Барабанщиков // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 2 (54). С. 33–96.
13. Lazarev Yu. G., Research of processes of improving soil properties based on complex ash cement binder / Yu. G. Lazarev, G. Sobko, M. Chakir // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vols. 584–586. Pp. 1681–1686.
14. Lazarev Yu. G., Effectiveness of Soil Reinforcement Based on Complex Ash-Cement Bonder Applied Mechanics and Materials / Yu. G. Lazarev, M. F. Chakir, E. N. Syhareva, Y. A. Ibraeva // Applied Mechanics and Materials. 2015. Vols. 725–726. Pp. 208–213.
15. Лазарев, Ю. Г., Громов В. А., Анализ условий создания предприятий и организаций производственной базы дорожного строительства. Вестник гражданских инженеров. 2014. № 1 (30). с. 109–111.
16. Лазарев, Ю. Г., Сеницына Е. Б. Основы совершенствования транспортной инфраструктуры / Ю. Г. Лазарев, Е. Б. Сеницына // Техничко-технологические проблемы сервиса — СПб: 2013. № 2 (24), с. 92–93.
17. Лазарев, Ю. Г., Сеницына Е. Б. Современное состояние проблемы совершенствования транспортной инфраструктуры / Ю. Г. Лазарев, Е. Б. Сеницына // Техничко-технологические проблемы сервиса. — СПб.: 2013. № 4 (26), с. 71–74.

Влияние зерновых хлопьев на хлебопекарные свойства пшеничной муки

Санжаровская Надежда Сергеевна, кандидат технических наук, доцент
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Исследовано влияние зерновых хлопьев на хлебопекарные свойства пшеничной муки. Показано, что в присутствии исследуемой добавки происходят изменения свойств крахмала, количества и качества клейковины пшеничной муки. Результатом оценки влияние зерновых хлопьев на хлебопекарные свойства муки, стало принятие технологического решения об использовании добавки в количестве 10–30% с целью обеспечения функциональных свойств продукта.

Ключевые слова: пшеничная мука, зерновые хлопья, хлебопекарные свойства, клейковина

В настоящее время, когда поменялся рацион питания современного человека, роль хлеба в питании приобретает особое значение. Это продукт повседневного питания, употребляемый несколько раз в день, поэтому он должен иметь хорошее качество, высокую пищевую ценность, а также стать профилактическим средством, предотвращающим заболевания человека, вызванные неблагоприятной экологической обстановкой [1]. С этой точки зрения перспективно создавать сорта хлеба и хлебобулочных изделий функционального назначения, имеющие профилактические и лечебные свойства благодаря введению в рецептуру функциональных добавок. Такими добавками являются добавки из зерновых продуктов.

Добавки из зерновых продуктов обогащают хлебобулочные изделия пищевыми волокнами. Пищевые (растительные) волокна, образующие клеточные стенки растений, представляют собой комплекс, сформированный из целлюлозы, гемицеллюлоз, пектина и лигнина. Их рекомендуют как обязательную составную часть пищи, которая способствует улучшению механических функций желудочно-кишечного тракта человека, снижает всасывание холестерина, положительно влияет на функционирование прямой кишки. Пищевые волокна обладают способностью связывать воду и желчные кислоты, а также адсорбировать токсичные соединения [2].

Для определения возможности использования хлопьев зерновых культур в технологии производства пшенич-

ного хлеба изучали влияние зерновых добавок на хлебопекарные свойства пшеничной муки.

В качестве объектов исследования использовали муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта (ГОСТ Р 52189–2003) и зерновые хлопья «5 злаков» (ТУ — 9294–021–00941903–2006). Многозерновые хлопья имели следующий состав: пшеничные, овсяные, ржаные, ячменные, гречневые.

Как известно, основными факторами, характеризующими хлебопекарные свойства пшеничной муки, являются сила муки и её газообразующая способность (ГОС) [3].

Силу муки определяет не только содержание в ней клейковины, но и ее качество, от которого в значительной степени зависит способность муки поглощать влагу при замесе, формировать тесто, удерживать диоксид углерода при его образовании. На показатель «сила муки» оказывают влияние такие факторы как: содержание пентозанов; липидов; крахмала, его свойств и состояния; наличие ферментов [4].

Для выяснения влияния зерновых хлопьев на количество и качество клейковины последнюю отмывали по общепринятой методике. Контролем служила клейковина, отмытая из пшеничной муки высшего сорта без внесения добавки, а в опытные образцы вносили хлопья в дозировке от 5 до 30% к массе муки в тесте. Качество клейковины определяли по сопротивлению деформирующей нагрузке сжатия на приборе ИДК-3, таблица 1.

Таблица 1. Влияние зерновых хлопьев на количество и качество клейковины пшеничной муки

Показатель	Контроль	Дозировка зерновых хлопьев, % от массы пшеничной муки			
		5	10	20	30
Массовая доля сырой клейковины, %	29,04	28,16	28,06	26,56	24,16
Качество клейковины, ед. прибора ИДК	64,50	66,30	76,30	79,70	84,90

Установлено, что подсортировка зерновых хлопьев в пшеничную муку, оказывает существенное влияние на качество полученных смесей. По сравнению с контрольным вариантом у смесей снизилось значение массовой доли клейковины. Уменьшение доли клейковинных белков пшеничной муки происходит за счет их замены белковыми

веществами зерновых хлопьев, не способными образовывать связанную структуру, а именно — из-за отсутствия белков глина и глютеина [4].

Особенно сильное влияние оказывало внесение хлопьев в дозировке 30%, клейковина трудно отмывалась, сильно крошилась и легко поддавалась разрыву, трудно

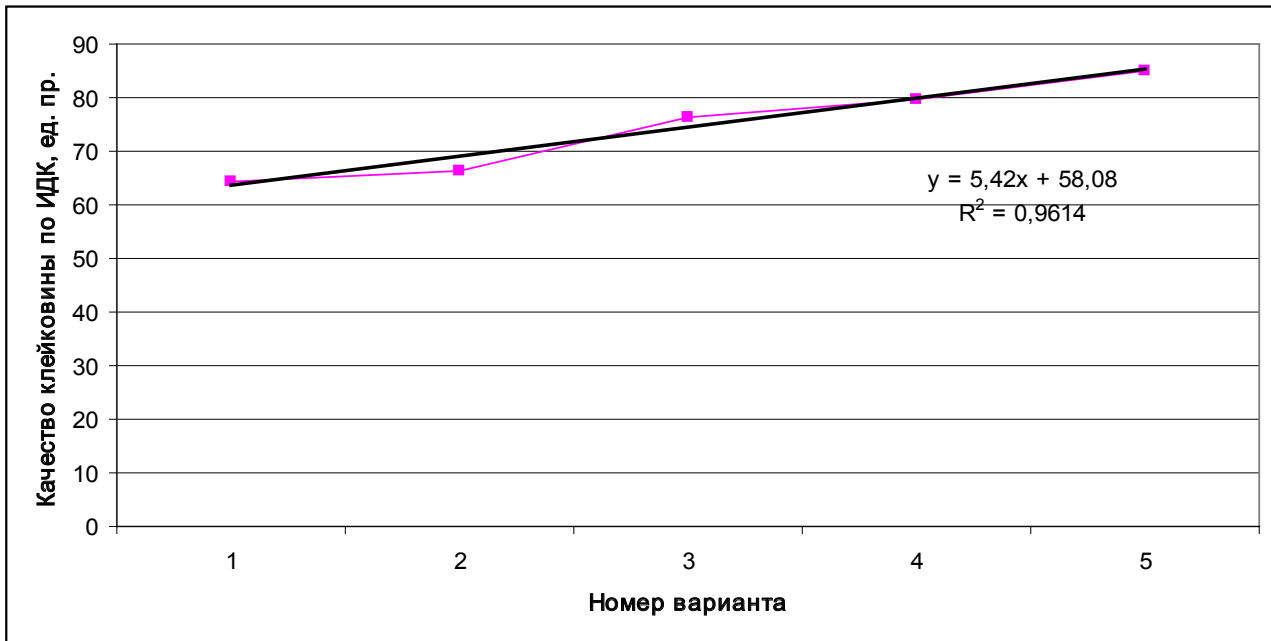


Рис. 1. Зависимость качества клейковины пшеничной муки от дозировки зерновых хлопьев

формировалась в шарик для определения ее качества на приборе ИДК.

Результаты ИДК прибора показали расслабляющее действие зерновой смеси на свойства клейковины, что подтверждается результатами математической обработки экспериментальных данных, рисунок 1.

Для более полного изучения влияния зерновых хлопьев на хлебопекарные свойства пшеничной муки нами были проведены исследования по определению амилолитической активности. Было определено «число падения» клейстеризованной водно-мучной суспензии с добавлением зерновых продуктов в количестве 5–30%. Результаты приведены на рис 2.

С увеличением дозировки зерновых хлопьев в смеси происходило увеличение активности амилолитических ферментов, о чем свидетельствует снижение показателя «число падения», что, несомненно, сказывается на ее хле-

бопекарных свойствах. На наш взгляд, это связано со снижением содержания крахмала в образцах с добавками за счет замены части муки [5, 6].

Комплексным показателем качества муки является её сорт, базирующийся на показателях, регламентированных соответствующей нормативно-технической документацией.

Одним из показателей, характеризующих сорт муки, является её белизна (цвет). Белизна пшеничной муки в основном характеризуется цветом эндосперма зерна, а также цветом и количеством в муке периферийных (отрубистых частиц зерна) [3]. Поэтому дальнейшие исследования были направлены на изучение влияния зерновых хлопьев на показатель белизны муки, рисунок 3.

Анализируя представленные данные можно отметить, что с увеличением дозировки зерновых хлопьев показатель белизны смеси муки существенно снижается.

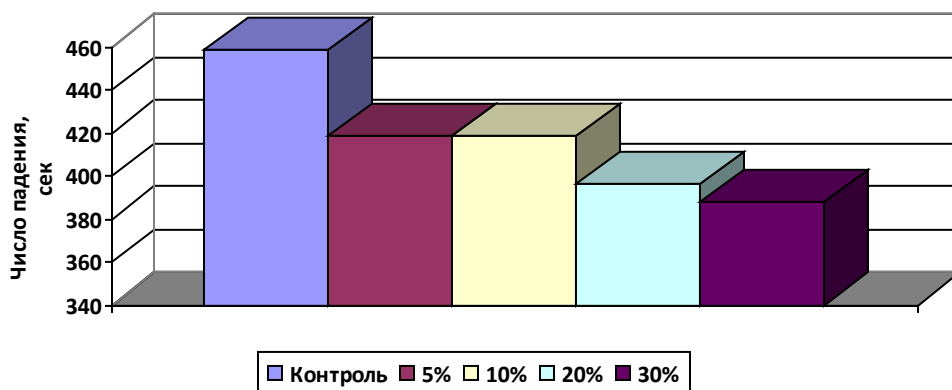


Рис. 2. Влияние зерновых хлопьев на показатель «число падения»

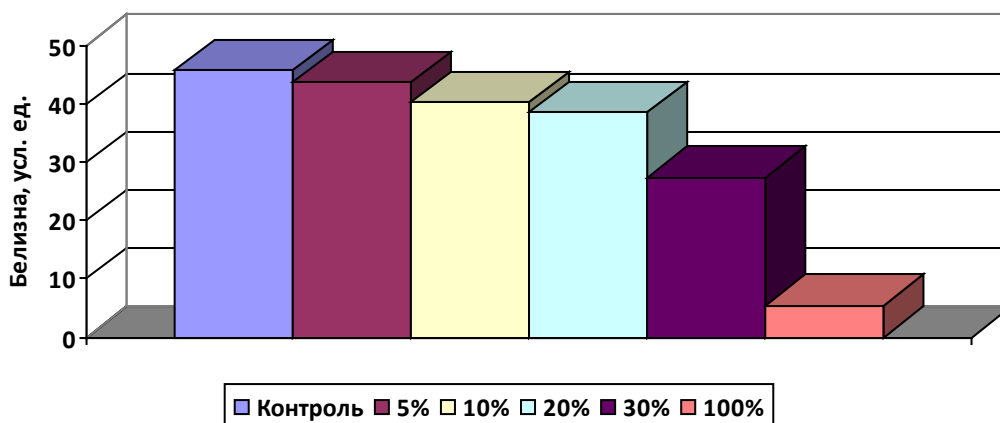


Рис. 3. Влияние зерновых хлопьев на показатель белизны муки

Таким образом, на основании комплексной оценки влияния зерновых хлопьев на хлебопекарные свойства пшеничной муки было принято решение о даль-

нейшем использовании хлопьев в количестве от 10 до 30% к массе муки в технологии производства пшеничного хлеба.

Литература:

1. Сокол, Н.В. Как сделать простой продукт функциональным / Н.В. Сокол, Н.С. Храмова, О.П. Гайдукова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2007. — № 7 (31). с. 96–107. — IDA [article ID]: 0310707008. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/7/pdf/08.pdf>.
2. Сокол, Н.В. Исследование технологических особенностей муки тритикале для производства мучных кондитерских изделий функционального назначения / Н.В. Сокол, С.А. Гриценко, Н.С. Храмова, О.П. Гайдукова, В.Я. Ковтуненко // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2008. — № 10. — С. — 27–29.
3. Цыганова, Т.Б. Технология хлебопекарного производства / Т.Б. Цыганова. — М.: ПрофОбрИздат, 2002. — 432 с.
4. Болдина, А.А. Влияние рисовой мучки на хлебопекарные свойства пшеничной муки / А.А. Болдина, Н.В. Сокол, Н.С. Санжаровская // Техника и технология пищевых производств, 2016. Т. 40. — № 1. — с. 5–10.
5. Касабова, Е.Р. Влияние добавок, содержащих пищевые волокна, на хлебопекарные свойства пшеничной муки / Е.Р. Касабова, О.В. Самохвалова // Научные ведомости. Серия Естественные науки. — 2013. — № 24. — с. 111–116.
6. Иунихина, В.С. Использование крупяных продуктов в хлебопечении / В.С. Иунихина // Хлебопекарное производство. — 2011. — № 4. — с. 58–61.

Разработка рецептур новых видов хлебобулочных изделий с использованием зерновых продуктов

Санжаровская Надежда Сергеевна, кандидат технических наук, доцент
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Исследована возможность использования зерновых хлопьев при производстве пшеничного хлеба повышенной пищевой ценности. Определена оптимальная дозировка зерновых хлопьев в рецептуре пшеничного хлеба с учетом органолептических и физико-химических показателей качества готовых изделий. На основании полученных результатов обоснована и разработана рецептура для производства хлеба «Мультислак» с зерновыми хлопьями, позволяющая получать продукты массового потребления с повышенной пищевой и биологической ценностью, предназначенные для функционального питания.

Ключевые слова: хлеб, зерновые хлопья, качество, пищевая ценность

В современном мире наметилась тенденция увеличения производства и расширения ассортимента пищевых продуктов функционального назначения. Основным технологическим приемом получения продуктов здорового питания на сегодняшний день остается обогащение пищевых продуктов физиологически функциональными пищевыми ингредиентами [1].

Разработка хлебобулочных изделий, отвечающих одному из основных положений теории адекватного питания о необходимости балластных веществ как компонента пищи, может быть реализована включением в их рецептурный состав зерновых продуктов [2].

Целью работы является разработка рецептуры хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности с использованием зерновых продуктов.

На кафедре технологии хранения и переработки растениеводческой продукции Кубанского государственного аграрного университета была изучена возможность использования зерновых хлопьев в рецептуре хлеба из пшеничной муки.

Исследования были направлены на изучение влияния зерновых хлопьев на качество пшеничного хлеба. Эффективность использования добавок оценивали по результатам пробной лабораторной выпечки. В качестве контроля был принят хлеб пшеничный формовой, приготовленный на прессованных дрожжах в соответствии с технологическими инструкциями для хлебопекарного производства. В опытные образцы добавляли зерновые хлопья в дозировке 10, 20, 30 % к массе муки, таблица 1.

Оценка влияния исследуемой добавки в выше указанных дозировках на качество пшеничного хлеба проводилась по органолептическим и физико-химическим показателям. В соответствии со стандартными методиками были определены такие физико-химические показатели качества опытных образцов хлеба, как пористость, формоустойчивость, влажность и объемный выход хлеба [3], таблица 2.

По результатам органолептического анализа установлено, что опытные и контрольные образцы хлеба не имели существенных различий по вкусу, аромату, форме и окраске корок. Хлеб характеризовался правильной формой, золотистым цветом, имел эластичный мякиш с равномерно распределенными порами, приятный вкус и аромат. Однако следует отметить, что при увеличении дозировки зерновых хлопьев до 30 % у изделий появлялся запах крупы. Наилучшими органолептическими показателями качества обладали изделия варианта № 3, с дозировкой 20 % зерновых хлопьев.

Анализ полученных результатов показал, что с увеличением дозировки зерновых хлопьев влажность всех опытных образцов увеличивается в среднем на 3%. Вероятно это связано с тем, что с внесением зерновых продуктов, вносится дополнительное количество нерастворимых волокон, которые благодаря своей структуре обладают способностью связывать свободную влагу, которая более прочно удерживается ими, и при выпечке в изделия остается большее количество связанной влаги [4].

Как показывают результаты исследований, с увеличением дозировки зерновых хлопьев снижались такие пока-

Таблица 1. Рецептуры опытных вариантов

Наименование сырья	Контроль В 1	В 2 (10%)	В 3 (20%)	В 4 (30%)
Зерновые хлопья, кг	—	0,040	0,080	0,120
Мука пшеничная высшего сорта, кг	0,400	0,360	0,320	0,280
Соль, кг	0,006	0,006	0,006	0,006
Дрожжи прессованные, кг	0,004	0,004	0,004	0,004

Таблица 2. Физико-химические показатели хлеба из пшеничной муки с добавлением зерновых хлопьев

Наименование показателя	Контроль	В 2 (10%)	В 3 (20%)	В 4 (30%)
Влажность мякиша, %	40,90	41,20	41,35	42,25
Кислотность мякиша, град	2,50	3,10	3,30	3,60
Пористость мякиша, %	69,00	65,00	62,00	60,00
Формоустойчивость подового хлеба, Н/Д	0,64	0,54	0,50	0,48
Объемный выход, см ³ /100 г муки	340,04	330,05	310,02	270,01
Удельный объем, см ³ /на 100 г хлеба	251,23	208,84	190,58	183,43

затели как удельный объем, пористость и формоустойчивость хлеба.

Для более полной оценки образцов хлеба, полученных в ходе эксперимента, использовали шкалу балловой оценки качества готовых изделий, т. к. балловая оценка дает наглядное представление о качестве готовой продукции [5].

По результатам балловой оценки лучшим признан образец хлеба, полученный без внесения добавок, среди образцов, имеющих в своем составе зерновые хлопья, следует отметить хлебцы с 10%. Однако, учитывая функциональные свойства готовых изделий и показатели качества, рекомендуемая дозировка зерновых хлопьев в рецептуру хлеба должна составлять от 10 до 20%.

На основании проведенных исследований была разработана рецептура нового вида хлеба — «Мультизлак», имеющая в своем составе зерновые хлопья в дозировке 20% к массе муки.

На следующем этапе исследований была определена степень удовлетворения в пищевых веществах при потреблении хлеба «Мультизлак» в соответствии «Нормами физиологической потребности в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ».

В таблице 4 приведено покрытие суточной потребности в компонентах рациона взрослого трудоспособного населения (мужчины, в возрасте от 18 до 29) при потреблении 250 г хлеба «Мультизлак».

Исследования показали, что с 250 г хлеба «Мультизлак» удовлетворяется 40,4% суточной потребности в пищевых волокнах, 27,7% — в растительном белке, 15,19% — в магнии, 17,21% — в фосфоре, 32,5% — в железе, 69,4% — в тиамине. Что в соответствии с ГОСТ Р 52349–2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функционального назначения. Термины и определения» [1] позволяет отнести хлеб «Мультизлак» к функциональным пищевым продуктам.

Таблица 3. Результаты балловой оценки полученных образцов хлеба

Показатель качества хлеба	Контроль	10% зерновых хлопьев	20% зерновых хлопьев	30% зерновых хлопьев
Состояние поверхности	4,0	4,0	3,0	3,0
Окраска корок	4,0	4,0	3,0	3,0
Структурно-механические свойства мякиша	7,5	7,5	7,5	7,5
Аромат мякиша	10,0	10,0	7,5	7,5
Вкус мякиша	7,5	7,5	7,5	5
Разжевываемость мякиша	4,0	4,0	4,0	3
Объем формового хлеба по величине объемного выхода см ³ / на 100 г муки	6,6	6,0	6,0	3,0
Объем хлеба по величине удельного объема см ³ / на 100 г муки	6,6	3,0	3,0	3,0
Формоустойчивость подового хлеба по Н: Д	10,0	10,0	10,0	10,0
Правильность формы	5,0	4,0	4,0	3,0
баллов	65,2	60,0	55,5	48,0

Таблица 4. Покрытие суточной потребности в компонентах рациона взрослого трудоспособного населения (мужчины) при потреблении 250 г хлебобулочных изделий

Компоненты рациона	Суточная потребность	Покрывание потребности			
		Контроль (без добавок)		Хлеб «Мультизлак»	
		г	%	г	%
Белки, г	72	19,79	27,49	19,925	27,7
Жиры, г	81	2,143	3,29	2,725	3,36
Углеводы, г	358	124,6	34,8	119,85	33,48
Пищевые волокна, г	25	6,625	26,5	10,1	40,4
Минералы, мг в т. ч.					
калий	3500	245,25	7,00	285,25	8,15
натрий (не более)	4500	1109,5	24,66	1084	24,09
кальций	800	43,75	5,47	48,75	6,09
железо	10	1,75	17,5	3,25	32,50
магний	400	32,25	8,06	60,75	15,19
фосфор	1200	174,5	14,63	206,5	17,21
Витамины, мг в т. ч.					
В ₁ (тиамин)	1,8	0,275	15,28	1,25	69,4
В ₂ (рибофлавин)	2,1	0,085	4,05	0,25	11,9
РР (ниацин)	20,0	1,15	5,75	1,375	6,88
Энергетическая ценность, ккал	2450	597,5	23,65	584,0	23,84

Литература:

1. Сокол, Н. В. Как сделать простой продукт функциональным / Н. В. Сокол, Н. С. Храмова, О. П. Гайдукова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2007. — № 7 (31). с. 96–107. — IDA [article ID]: 0310707008. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/7/pdf/08.pdf>.
2. Сокол, Н. В. Нетрадиционное сырье в производстве хлеба функционального назначения / Н. В. Сокол, Н. С. Храмова, О. П. Гайдукова // Хлебопечение России. — 2001. — № 1. — с. 16–18.
3. Цыганова, Т. Б. Технология хлебопекарного производства / Т. Б. Цыганова. — М.: ПрофОбрИздат, 2002. — 432 с.
4. Патент № 2308194. Композиция для приготовления теста для хлебобулочных изделий / Л. В. Донченко, Н. В. Сокол, Н. С. Храмова, С. Н. Силко. Оpubл. 10.01.2006.
5. Сокол, Н. В. Использование богатого пектином растительного сырья в хлебопекарном производстве / Н. В. Сокол, Н. С. Храмова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2005. — № 07 (015). с. 94–103. — IDA [article ID]: 0150507007. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/07/pdf/07.pdf>, 0,625 у. п. л.

Влияние пектиновых экстрактов на хлебопекарные свойства пшеничной муки

Санжаровская Надежда Сергеевна, кандидат технических наук, доцент
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Целью исследования явилось изучение влияния пектиновых экстрактов из плодов дикорастущих культур на белково-протеиназный и углеводно-амилазный комплексы пшеничной муки для обоснования их внедрения в производстве хлебобулочных изделий функционального назначения. Показано, что в присутствии исследуемых добавок происходят изменения количества и качества клейковины пшеничной муки. Результатом оценки влияния рисовой муки на хлебопекарные свойства муки, стало принятие технологического решения об использовании ПЭ в количестве 10 и 15% с целью обеспечения функциональных свойств продукта.

Ключевые слова: мука, хлебопекарные свойства, клейковина, пектиновые экстракты

Перспективным направлением в развитии ассортимента хлебобулочных изделий лечебно-профилактического назначения является использование в их производстве натуральных растительных пищевых ингредиентов. Анализ биотехнологического потенциала сырья показал, что в качестве рецептурного компонента хлебобулочных изделий функциональной направленности целесообразно использовать плоды дикорастущих культур и продукты их переработки, а именно пектиновые экстракты (ПЭ) [1].

Для повышения качества хлебобулочных изделий в нашей стране и за рубежом применяют различного рода улучшители, воздействующие на компоненты пшеничного теста и обеспечивающие получение высококачественной продукции [2]. Широкое применение в качестве улучшителей находят поверхностно-активные вещества (ПАВ), позволяющие интенсифицировать процесс производства хлеба, улучшать качество хлебобулочных изделий и сохранять их свежесть. В последнее время в связи с ухудшением хлебопекарных свойств муки и появлением на рынке муки общего назначения по ГОСТ Р 52189–2003 большое внимание уделяется применению анионоактивных ПАВ, укрепляющих клейковину, повышающих ее упругость и эластичность.

Пектин и его производные обладают как свойствами пектиновых веществ, так и свойствами анионоактивных ПАВ, набухаемостью, вязкостью, эмульгирующими свойствами, способностью образовывать гели, повышать водопоглотительную способность [3].

Исследованиями в этой области установлено, что внесение в тесто пектинов влияет на биохимические, коллоидные и микробиологические процессы приготовления теста: повышается начальная кислотность, снижается pH. Процесс брожения в тесте идет более активно, наблюдается укрепление клейковины. Эта способность пектинов предопределяет их использование при переработке слабой муки. Имеются также данные о положительном влиянии пектинов на сохранение свежести готовых изделий [4].

В хлебопекарной промышленности целесообразнее применение не сухого пектина, а полуфабриката — пектинового экстракта (ПЭ).

Целью данной работы является изучение влияния пектиновых экстрактов из плодов дикорастущих культур на хлебопекарные свойства пшеничной муки.

Для проведения исследования использовали ПЭ из плодов боярышника, шиповника и облепихи и муку пшеничную общего назначения М 75–23 (ГОСТ Р 52189–2003), которая имела следующие физико-химические показатели качества: влажность — 14,0%, содержание сырой клейковины — 28,0%, упругость клейковины $N_{ндк}$ — 100 ед. прибора, газообразующая способность — 1112 см³СО₂/100 г.

Как известно, основными факторами, характеризующими хлебопекарные свойства пшеничной муки, являются сила муки и ее газообразующая способность (ГОС) [5].

Силу муки определяет не только содержание в ней клейковины, но и ее качество, от которого в значительной степени зависит способность муки поглощать влагу при замесе, формировать тесто, удерживать диоксид углерода при его образовании. На показатель «сила муки» оказывают влияние такие факторы как: содержание пентозанов; липидов; крахмала, его свойств и состояния; наличие ферментов [6].

Влияние ПЭ на хлебопекарные свойства пшеничной муки оценивали по количеству и качеству клейковины.

Дозировку ПЭ варьировали от 5 до 20% к массе муки. Контролем служила проба без добавления ПЭ, результаты исследований представлены в таблице 1.

С увеличением дозировки экстракта количество клейковины практически не изменялось по сравнению с контролем, и было в пределах ошибки (ГОСТ 27839–88) между двумя параллельными определениями.

Внесение ПЭ приводит к укреплению клейковины, при этом с увеличением дозировки добавки повышаются ее прочностные свойства, о чем свидетельствует снижение показателя деформации сжатия.

По всей вероятности, укрепление клейковины происходит за счет того, что карбоксильные и гидроксильные группы молекул полигалактуроновой кислоты способны независимо друг от друга вступать в реакции с белковыми молекулами, что приводит к возникновению в третичной и четвертичной структурах белковых молекул дополни-

Таблица 1. Влияние пектинового экстракта из плодов дикорастущих культур на количество и качество клейковины пшеничной муки общего назначения М 75–23

Показатели	Контроль	Дозировка ПЭ, % от массы муки			
		5	10	15	20
ПЭ из плодов боярышника					
Количество клейковины, %	28,0	28,4	28,2	28,0	27,2
Качество по ИДК, ед. прибора	100	95	90	80	70
ПЭ из плодов облепихи					
Количество клейковины, %	28,0	28,2	27,8	27,8	27,0
Качество по ИДК, ед. прибора	100	90	85	80	70
ПЭ из плодов шиповника					
Количество клейковины, %	28,0	28,4	28,3	27,4	27,4
Качество по ИДК, ед. прибора	100	100	95	90	80

тельного вида связей, упрочняющих структуру белковой молекулы; в результате которых происходит окисление — SH-групп белков муки с образованием дисульфидных — S-S-мостиков, упрочняющих внутриглобулярную структуру белка, делая ее более плотной и жесткой, а также менее атакуемой протеиназами, тем самым «усиливая» структуру клейковины [4].

Эта способность пектиновых веществ предопределяет их использование при переработке муки с пониженными хлебопекарными свойствами.

Так как известны данные о положительном влиянии сухого товарного пектина на газообразующую способность муки, представляло интерес изучение влияния гидратопектинов на этот показатель (рисунок 1).

Результаты исследования показали, что с увеличением дозировки пектинового экстракта до 10% газообразующая способность муки увеличивается относительно контроля во всех вариантах опыта, а дальнейшее увеличение дозировки приводит к снижению показателя. Однако сле-

дует отметить, что этот показатель во всех случаях выше, чем у контроля.

Положительное влияние пектиновых экстрактов на газообразующую способность муки можно объяснить тем, что в тесте происходит частичная дезагрегация пектина под действием пектолитических ферментов, таких как пектин-эстераза и полигалактуроназа, с образованием моносахаридов, сбраживаемых дрожжевыми клетками. С увеличением дозировки гидратопектинов более 10% происходит повышение кислотности, что приводит к угнетению жизнедеятельности дрожжевых клеток [1].

Регрессионный анализ полученных экспериментальных данных позволил вывести уравнение регрессии, описывающее зависимость газообразующей способности муки от содержания пектиновых веществ в сырье и выхода спиртоосаждаемых пектиновых веществ в гидратопектинах из плодов дикорастущих культур. Полученные в трехмерном пространстве графики, позволяют установить граничные условия действия факторов, рисунок 2.

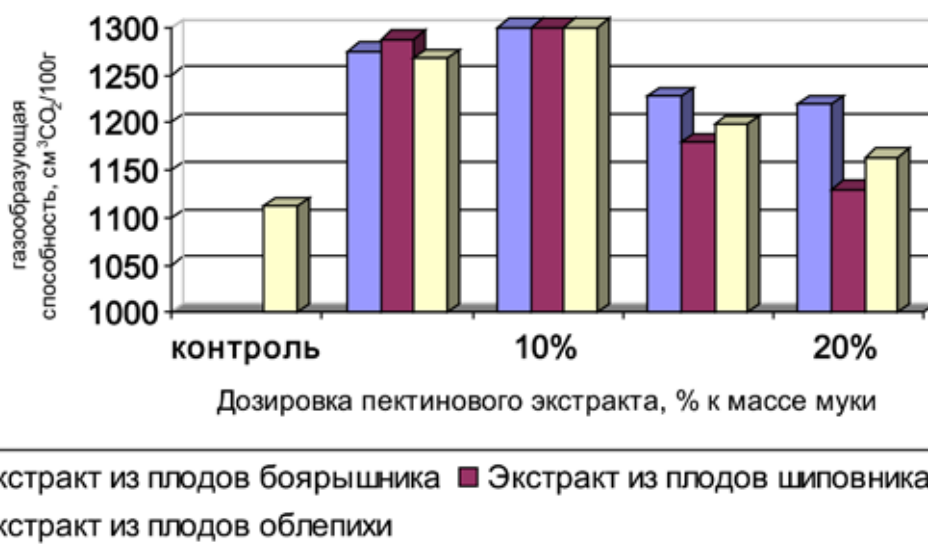


Рис. 1. Влияние дозировки пектинового экстракта из плодов дикорастущих культур на ГОС муки

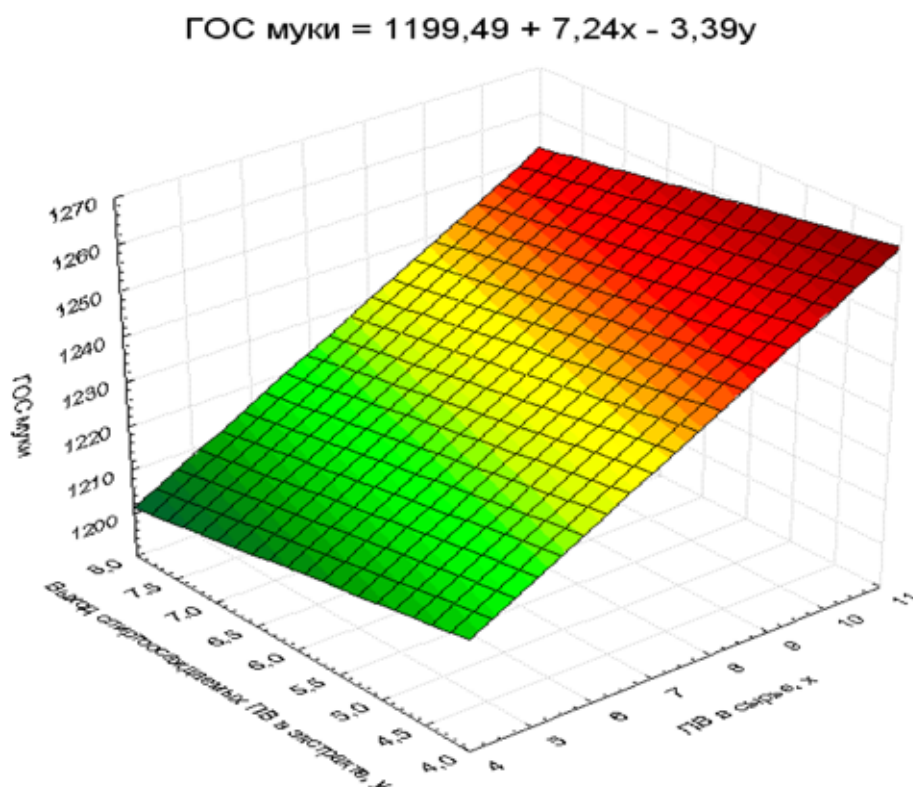


Рис. 2. Зависимость газообразующей способности муки от содержания пектиновых веществ в сырье и выхода спиртоосаждаемых пектиновых веществ в гидратопектинах

Полученные экспериментальные данные по «силе» и газообразующей способности муки позволили принять технологическое решение о целесообразности использо-

вания гидратопектинов в дозировке 10–15% пектинового экстракта к массе муки.

Литература:

1. Донченко, Л.В. Использование гидратопектинов дикорастущего сырья в хлебопечении / Л.В. Донченко, Н.В. Сокол, Н.С. Храмова, О.П. Гайдукова // Хлебопечение России. 2007. — № 1. — с. 14–16.
2. Цыганова, Т.Б. Технология хлебопекарного производства / Т.Б. Цыганова. — М.: ПрофОбрИздат, 2002. — 432 с.
3. Сокол, Н.В. Роль пектиновых веществ в производстве продуктов питания лечебно-профилактического назначения / Н.В. Сокол, Н.С. Храмова, Ю.А. Ракова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2006. — № 01 (017). с. 41–49. — Шифр Информрегистра: 0420600012\0005, IDA [article ID]: 0170601006. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/01/pdf/06.pdf>.
4. Храмова, Н.С. Разработка технологии получения гидратопектинов из плодов дикорастущих культур и их применение в хлебопечении: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Н.С. Храмова. — Краснодар, 2008. — 26 с.
5. Болдина, А.А. Влияние рисовой мучки на хлебопекарные свойства пшеничной муки / А.А. Болдина, Н.В. Сокол, Н.С. Санжаровская // Техника и технология пищевых производств, 2016. Т. 40. — № 1. — с. 5–10.
6. Сокол, Н.В. Исследование технологических особенностей муки тритикале для производства мучных кондитерских изделий функционального назначения / Н.В. Сокол, С.А. Гриценко, Н.С. Храмова, О.П. Гайдукова, В.Я. Ковтуненко // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2008. — № 10. — С. — 27–29.

Экологические аспекты применения пектиновых экстрактов в производстве хлебобулочных изделий

Санжаровская Надежда Сергеевна, кандидат технических наук, доцент;
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Показана возможность и целесообразность использования пектиновых экстрактов, полученных из плодов дикорастущих культур в технологии пшеничного хлеба. Приведены результаты исследования влияния гидратопектинов на качество готовых изделий, а также определена их сорбционная способность.

Ключевые слова: пектин, сорбционная способность, хлеб, качество, пектиновые экстракты

Особую актуальность в современном обществе приобретает проблема качества и безопасности продуктов питания. В сложившихся экологических условиях продукты питания должны обладать не только биологической и пищевой ценностью, но и выполнять профилактические функции. Поэтому расширение ассортимента и увеличение объемов производства функциональных продуктов питания становится чрезвычайно важным для улучшения пищевого статуса населения России. Исследованиями ученых-диетологов установлено, что наиболее эффективным способом решения проблемы оздоровления населения является создание системы здорового питания. Поэтому одной из основных тенденций пищевой промышленности на современном этапе является разработка функциональных продуктов питания, отличающихся безопасностью и наличием профилактических свойств [1].

Как следствие, является приоритетным улучшение структуры питания и повышение пищевой и биологической ценности продуктов наиболее употребляемых всеми группами населения страны. Поэтому наиболее важными направлениями в хлебопекарной промышленности являются такие направления как улучшение качества продукции, внедрение современных способов приготовления теста и разработка экологически безопасных хлебобулочных изделий общего, диетического и лечебно-профилактического назначения.

Исследования, проведенные на кафедре технологии и хранения растениеводческой продукции Кубанского государственного аграрного университета позволили создать технологии и рецептуры производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности, высокого качества и обладающие высокими детоксикационными и радиопротекторными свойствами на основе пектина, что является немаловажным с точки зрения экологии питания.

Пектиновые вещества являются продуктами природного происхождения и совершенно безвредны с точки зрения физиологии питания. Они обладают многими полезными свойствами: нормализуют количество холестерина (много его — выводят из организма, мало — задерживают), повышают устойчивость организма к аллергии, помогают восстановиться слизистой оболочке дыхательных и пищеварительных путей после раздражений и

воспалительных процессов, благотворно влияют на внутриклеточное дыхание тканей и общий обмен веществ [2].

Использование пектина в технологии производства хлебобулочных изделий предусматривает применение их оптимального соотношения, с целью обеспечения высоких качественных показателей в зависимости от хлебопекарных свойств пшеничной муки. Кроме этого, научно доказано, что для выведения из организма человека ионов тяжелых металлов и радионуклидов необходимо увеличить поверхность контакта растворов солей тяжелых металлов и радионуклидов с пектиновыми веществами и максимально увеличить время контакта. Хлебобулочные изделия долго задерживаются в желудке и эвакуируются из него через 3–4 часа, что позволяет увеличить время контакта. Попадая в желудочно-кишечный тракт, пектин, образуя гели. При разбухании масса пектина обезвоживает пищеварительный канал, и, продвигаясь по кишечнику, захватывает токсичные вещества. Деметоксилирование пектина начинается в ободочной кишке и оканчивается в аппендиксе. Освобожденный в процессе деметоксилирования метанол всасывается через стенки ободочной кишки и метаболизируется в муравьиную кислоту, которая выделяется из организма с мочой. Пектин не переваривается до тех пор, пока не попадает в ободочную кишку, дальнейшее его превращение зависит от аутофлоры кишечника (ее состава, функциональной активности), а также от скорости прохождения через этот участок кишечника. Оставшаяся часть деметоксилированного пектина выводится из организма с калом вместе с небольшим количеством соединений галактуроновой кислоты [3].

В процессе усвоения пищи деметоксилирование пектина способствует превращению его в полигалактуроновую кислоту, которая и соединяется, в частности, с тяжелыми металлами и радионуклидами, в результате чего образуются нерастворимые комплексы, не всасывающиеся через слизистую оболочку желудочно-кишечного канала и выделяется из организма вместе с калом. Защитное действие пектинов объясняется также их способностью вместе с другими пищевыми волокнами улучшать перистальтику кишечника; способствуя более быстрому выводу всех токсичных веществ.

Кроме того, попадая в кишечник, пектиновые вещества сдвигают pH среды, в более кислую сторону, оказывая тем

самым, бактерицидное действие на болезнетворные бактерии [4].

Наибольшее лечебно-профилактическое действие пектины проявляют в гидротированном виде, т. е. в виде пектинового экстракта (ПЭ). Пектиновые экстракты имеют более низкую себестоимость производства и позволяют упростить технологический процесс, т. к. исключается стадия растворения пектина, что позволяет судить о целесообразности применения в хлебопекарной промышленности не сухого пектина, а полуфабриката — пектинового экстракта [5].

По результатам проведенных исследований по качеству пектиновых экстрактов из плодов дикорастущих культур и их влиянию на хлебопекарные свойства муки была выбрана схема приготовления теста опарным способом, так как он является наилучшим для производства хлеба с гидратопектинами [5]. Дозирование сырья осуществляют дозирующими устройствами, которые отмеривают и направляют в тестомесильную машину необходимое количество муки, воды, дрожжей, пектинового экстракта. Замес опары осуществляют на тестомесильных машинах до получения однородной массы [6].

После замеса опара подвергается брожению для получения полуфабриката с оптимальными органолептическими и реологическими свойствами. На готовом полуфабрикате замешивают тесто. При замесе теста в опару вносят остальную часть муки, воды и солевой раствор.

Продолжительность замеса теста будет зависеть от хлебопекарных свойств перерабатываемой муки, применяемой технологии и марки тестомесильной машины. Контроль за брожением полуфабриката осуществляют по органолептическим показателям (запах, структура, увеличение в объеме 1,5–2 раза, вкус) и кислотности, которая должна быть на 0,5 град выше кислотности мякиша готового изделия в соответствии с ГОСТом. Продолжительность брожения теста составляет 60 мин., температура теста 28–30°C. Для улучшения свойств теста его подвергают обминке через 30 мин после замеса. Затем тесто разделяют, тестовые заготовки растаивают и выпекают. Показатели качества разработанных видов изделия представлены в таблице 1.

Определение сорбционной способности разработанных сортов хлеба с пектиновыми экстрактами из плодов дикорастущих культур проводили по методике [2], разработанной в НИИ «Биотехпереработка» (рис. 1).

Таким образом, проведенные исследования подтверждают, что разработанные сорта хлеба, имеющие в своем составе пектиновые экстракты, можно рекомендовать как продукты функциональной направленности. Высокая сорбционная способность разработанных изделий дает основания рекомендовать их для введения в рацион питания людей, проживающих в регионах с неблагоприятной экологической обстановкой.

Таблица 1. Физико-химические показатели качества хлеба из пшеничной муки с добавлением пектиновых экстрактов

Показатели качества	Хлеб из пшеничной муки		
	с пектиновым экстрактом из плодов боярышника	с пектиновым экстрактом из плодов шиповника	с пектиновым экстрактом из плодов облепихи
Удельный объем, см ³ / на 100 г хлеба	357,00	344,00	336,00
Формоустойчивость подового хлеба (H/D _{ср})	0,56	0,53	0,48
Пористость, %	77,00	75,00	70,00
Кислотность, град.	3,00	3,30	3,30

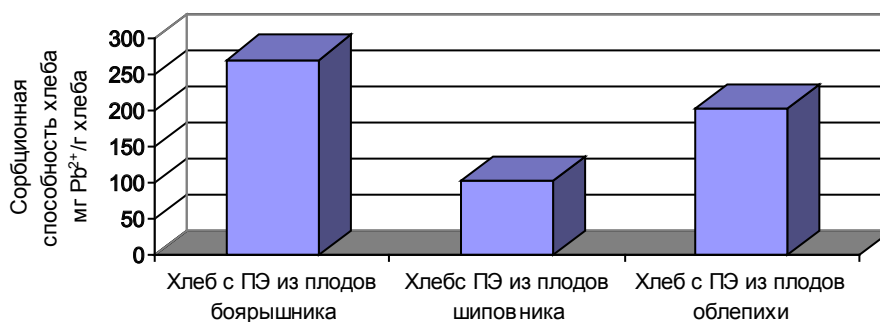


Рис. 1. Сорбционная способность хлеба

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что применение пектиновых экстрактов из плодов дикорастущих культур в качестве пищевых добавок в рецептуре хлебобулочных изделий позволяет ре-

шить не только технологические функции улучшения их качества, но и придает этим изделиям новые профилактические свойства.

Литература:

1. Сокол, Н.В. Роль пектиновых веществ в производстве продуктов питания лечебно-профилактического назначения / Н.В. Сокол, Н.С. Храмова, Ю.А. Ракова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2006. — № 01 (017). с. 41–49. — Шифр Информрегистра: 0420600012\0005, IDA [article ID]: 0170601006. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/01/pdf/06.pdf>.
2. Донченко, Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Л.В. Донченко. — М.: ДеЛи, 2000—253 с.
3. Нелина, В.В. Физико-химические свойства пектиновых веществ. Разработка и совершенствование технологий пектина и пектинопродуктов. — Краснодар: Изд-во КубГАУ, 1996. — 104 с.
4. Ильина, И.А. Научные основы технологии модифицированных пектинов / И.А. Ильина. — Краснодар, 2001. — 310 с.
5. Храмова, Н.С. Разработка технологии получения гидратопектинов из плодов дикорастущих культур и их применение в хлебопечении: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Н.С. Храмова. — Краснодар, 2008. — 26 с.
6. Патент № 2308194. Композиция для приготовления теста для хлебобулочных изделий / Л.В. Донченко, Н.В. Сокол, Н.С. Храмова, С.Н. Силко. Оpubл. 10.01.2006.
7. Патент № 2445618. Способ определения сорбционной способности хлеба, содержащего пектин / Н.В. Сокол, О.П. Храпка, Н.С. Храмова, Л.В. Донченко. Оpubл. 16.11.2010.

Анализ видов предвключенных устройств и способов компоновок насосов при повышенном газосодержании перекачиваемой среды

Стюфляев Семен Семенович, студент;

Юнусова Марал Юнусовна, студент;

Научный руководитель: Ломакин В. О., кандидат технических наук, доцент

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

В статье рассматриваются конструкции предвключенных устройств для скважинных нефтяных насосов и компоновки различных входных модулей. Проводится анализ данных устройств и способов компоновки с точки зрения их работоспособности при различном газосодержании на входе насоса, энергоэффективности и усложнения конструкции насоса. Рассматривается возможность усовершенствования проточных частей устройств методами численного гидромоделирования, что позволит увеличить КПД и более надежную работу насоса.

Ключевые слова: насос нефтяной (*oil pump*), предвключенное устройство (*topping unit*), газосодержание (*gas factor*)

В настоящее время во многих областях промышленности находят широкое применение насосное оборудование, требования к которому постоянно возрастают. Особенно это касается повышения надежности, снижения энергопотребления и обеспечения хороших кавитационных качеств [5, 7].

Известно, что при добыче нефти существует проблема с перекачиванием смеси с повышенным газосодержанием. При достаточно высоком газосодержании на входе насоса параметры насоса, такие как подача и напор, существенно снижаются. При дальнейшем повышении га-

зосодержания работа насоса становится неустойчивой и характеризуется колебаниями его рабочих параметров: подачи, создаваемого давления и потребляемой мощности. Колебания параметров насоса приводят к повышению вибрации агрегата, а следовательно, к низким наработкам. Дальнейшее повышение газосодержания приведет к срыву подачи.

В связи с этим появляется необходимость использования вспомогательных устройств или создание колес, проточная часть которых будет способная работать при повышенном газосодержании без срыва характеристик.

Анализ используемых методов для улучшения работы насоса при повышенном газосодержании

Для повышения эффективности применения лопастного насоса при откачке газожидкостной смеси (ГЖС) с повышенным газосодержанием и для увеличения срывного газосодержания имеются следующие направления:

- применение на входном участке насоса газосепаратора, позволяющего большую часть свободного газа отделять и направлять в затрубное пространство;
- использование предвключенного устройства — диспергатора, предназначенного для диспергации ГЖС и доведения смеси до квазигомогенного состояния, при работе на которой лопастной насос развивает такой же напор, как на однородной жидкости;
- использование т. н. «конического» насоса, т. е. насоса, состоящего из пакета ступеней различных типов, рассчитанных на разные подачи, причем ступени на большие подачи помещены на входных участках насоса, далее по направлению к выходу установлены ступени на меньшие подачи в убывающем порядке их номинальных значений;
- применение входных насосных модулей со ступенями с повышенным допустимым газосодержанием на входе.

Теперь же рассмотрим все эти методы:

1. Газосепараторы

Газосепараторы предназначены для уменьшения объемного содержания свободного газа до допустимого значения для погружного лопастного насоса. Заводами выпускается три типа газосепараторов: гравитационные, вихревые и центробежные [1]. Для отделения газа от жидкости в этих газосепараторах используется плавучесть газовых пузырьков под действием гравитационных или центробежных сил. Гравитационный газосепаратор имеет наименьший коэффициент сепарации, центробежный — наибольший, а вихревой газосепаратор по коэффициенту сепарации занимает промежуточное положение. Наиболее эффективной и широко используемой является конструкция центробежного газосепаратора.

Пример отечественного газосепаратора типа МН-ГСЛ показана на рис. 1. Газосепаратор типа МН-ГСЛ состоит из трубного корпуса 1 с головкой 2, основания 3 с приемной сеткой и вала 4 с расположенным на нем деталями. В головке выполнены две группы перекрестных каналов для газа и жидкости. На валу размещены шнек 5, осевое рабочее колесо 6 с суперкавитирующим профилем лопастей и сепарирующие барабаны 7.

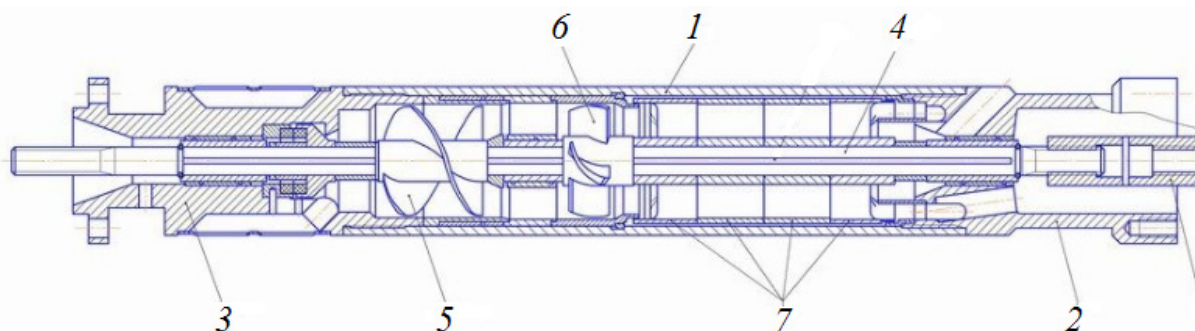


Рис. 1. Схема газосепаратора МН-ГСЛ

В этом газосепараторе необходимый напор ГЖС создается шнеком, сепарация газа из ГЖС — укрупнение пузырьков газа — начинается за лопастями суперкавитирующего осевого колеса, главным образом, за счет больших толщин выходной кромки лопастей колеса (клинового профиля). Сепарация завершается в межлопаточных каналах вращающегося барабана.

Применяемые в настоящее время российские газосепараторы характеризуются следующим:

- максимально возможное газосодержание на входе колеблется в пределах 40–80 %;
- максимально достижимые значения коэффициента сепарации изменяются в пределах 0,35–0,8;
- существенно различаются как надежностью, равноценной с другими узлами установки, так и возможным расчленением из-за износа корпуса.

В последние годы целесообразность и универсальность использования газосепаратора при откачке ГЖС

по результатам промышленной практики не является бесспорным по следующим причинам:

1. Известно, что при применении газосепаратора практически не используется полезная работа при подъеме пластовой жидкости в НКТ, так как большей частью газ направляется в затрубное пространство.
2. Применение газосепаратора может привести к частичному фонтанированию скважины по затрубному пространству, что, в свою очередь, может привести к его перекрытию из-за отложений парафина и к прекращению функционирования сепаратора.
3. Наблюдаются колебания потребляемой насосом с газосепаратором мощности при откачивании ГЖС. Эти колебания могут привести к частым остановкам по недогрузке, повторным запускам, что снижает надежность работы всей установки.
4. Газосепаратор в силу характерных конструктивных признаков (вращение откачиваемой жидкости с содер-

жащимися в них механическими примесями на значительной протяженности) или недостаточной доработки конструкции может стать причиной не только отказа, но и расчленения установки.

2. *Диспергаторы*

Исходя из того, что газосепаратор не является универсальным средством эффективной работы установки электрического центробежного насоса (УЭЦН) в условиях повышенного газосодержания на входе начали применять диспергирующие устройства для откачки ГЖС из скважин.

Авторы первых диспергирующих устройств в РФ выдвинули принципиально важные положения:

- диспергация потока смеси тем выше, чем больше градиент скорости
- диспергирующие устройства должны быть предназначены не только для диспергации ГЖС, но и для диспергации водонефтяной эмульсии.

Пример выпускаемого ООО «Борец» диспергатора, ротор (см. рис. 2) и статор (см. рис. 3) которого по сути являются осевыми рабочими органами показан ниже.

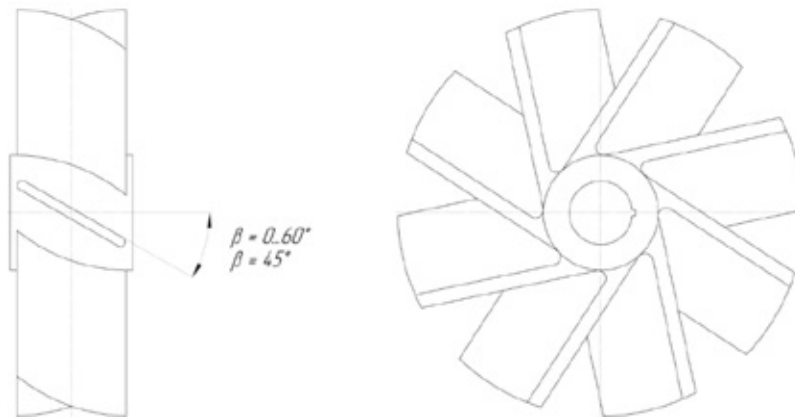


Рис. 2. Схема ротора

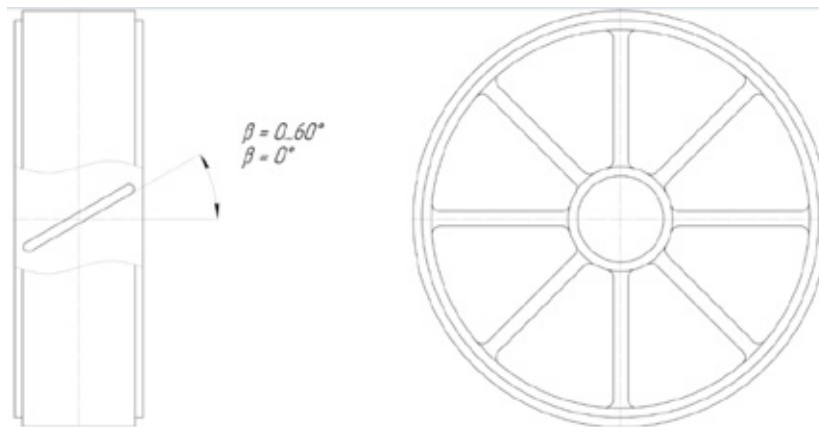


Рис. 3. Схема статора

Зарубежные производители выпускают следующие диспергирующие устройства:

— устройство AGH (Advanced Gas Handling) фирмы REDA

— устройство Gas Master фирмы Centrilift.

Устройство AGH [6] (см. рис. 4) представляет собой пакет ступеней на большую производительность по сравнению с применяемой в насосе ступенью, помещенный в отдельный корпус.

Основой конструкции диспергирующей ступени является конструкция высокопроизводительной ступени с рабочим колесом. Колесо разгружено от осевой силы при помощи выполненного у колеса второго верхнего

уплотнения камеры за ведущим диском 1 колеса. В камере давление с помощью отверстий 2 в диске уравнивается с давлением у входа в колесо. Дополнительно введен второй ряд отверстий 3, позволяющий ограниченному количеству жидкости постоянно циркулировать для уменьшения вероятности образования газовой пробки на входе в колесо. При этом жидкость, циркулирующая через отверстия смешивается с потоком в межлопастных каналах рабочего колеса, что позволяет разбивать газовые пузыри на более мелкие, т. е. диспергировать ГЖС. Более интенсивное диспергирование ГЖС осуществляется за счет существенного несоответствия углов потока и лопастей высокопроизводительной ступени дис-

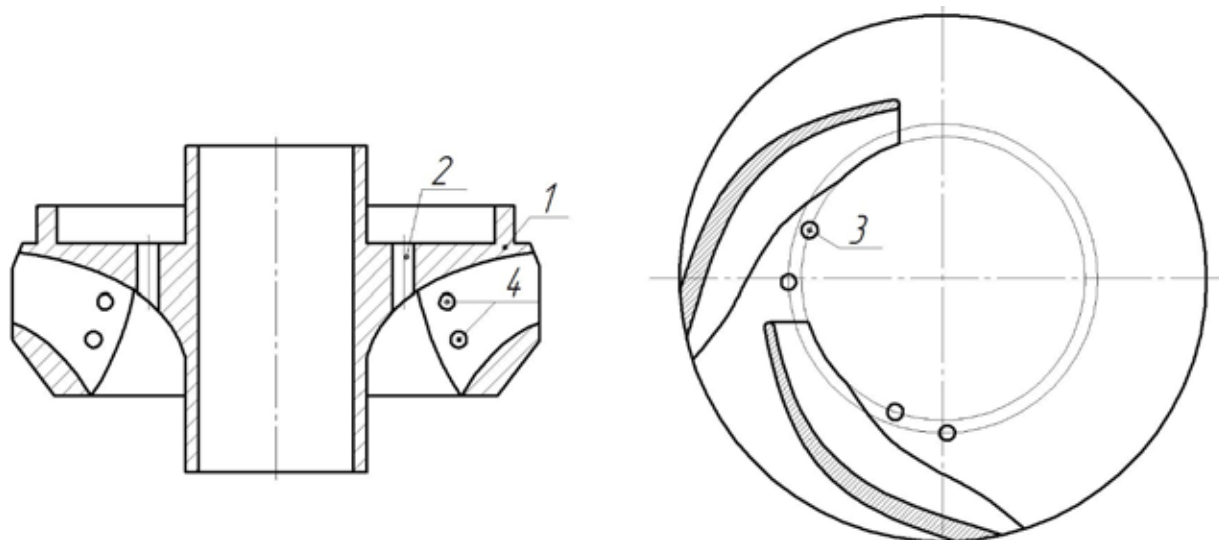


Рис. 4. Схема устройства АГН

пергатора. Этой же цели служат отверстия 4 в лопастях рабочих колес.

Устройство Gas Master фирмы Centrilift (см. рис. 5) представляет собой модуль насоса, состоящий из входного шнека и ступеней диагонального типа.

Устройство предназначено, в первую очередь, для повышения напора ГЖС с целью растворения части свободного газа, а также диспергации оставшегося свободного газа. Устройство имеет в своем составе до 40 ступеней и предназначено для работы при газосодержании до 33 %.

3. Конические насосы

Среди различных путей повышения эффективности ПЛН при откачке ГЖС наиболее простым в реализации и подлежащим расчетному прогнозированию является использование т. н. «конического» насоса.

Проточная часть ступеней такого насоса меняется в соответствии с изменением параметров перекачиваемой газожидкостной среды. Оптимальный «конический» насос должен включать до трех пакетов различных ступеней: ступеней самой большой производительности, далее по потоку помещаются пакеты ступеней промежуточной и меньшей производительности.

Ступени самой большой производительности, устанавливаемые на входе, могут пропускать относительно большие объемы свободного газа, поэтому допустимое газосодержание на входе такого насоса выше, чем у серийных насосов, что в некоторых случаях позволяет отка-

заться от использования газосепаратора. Область применения таких насосов ограничена предельными значениями газосодержания (примерно до 0,4) в откачиваемой ГЖС.

Использование «конического» насоса по сравнению с серийным «цилиндрическим» позволяет получить следующее:

- снижается потребляемая насосом мощность, что приведет к снижению температуры двигателя и кабельной линии, следовательно, снизит перегрев изоляции, а это приведет к повышению надежности;

- используется полезная работа газа при подъеме ГЖС в НКТ по сравнению с использованием газосепаратора, тем самым повышается эффективность;

- повышается ресурс работы насоса за счет того, что обеспечивается работа всех ступеней насоса в пределах их рабочего диапазона объемной подачи;

4. Входные модули со специализированными ступенями.

Известно, что конструкции лопастных ступеней в силу своих особенностей имеют различные значения допустимого газосодержания, при которых ступени стабильно работают без колебаний давления и потребляемой мощности. Используя, эти ступени во входных модулях насосов, можно соответственно повышать допустимое газосодержание на входе основных насосных секций. При этом количество ступеней во входном модуле должно быть выбрано в достаточном количестве, чтобы развива-

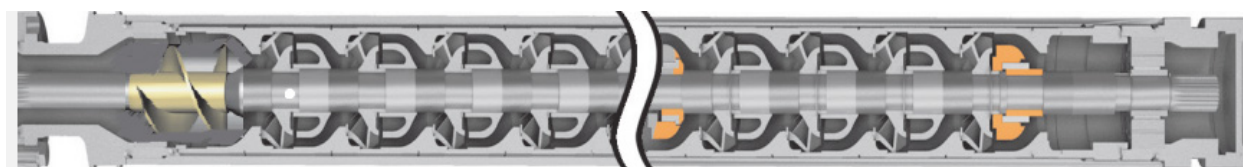


Рис. 5. Схема устройства Gas Master фирмы Centrilift

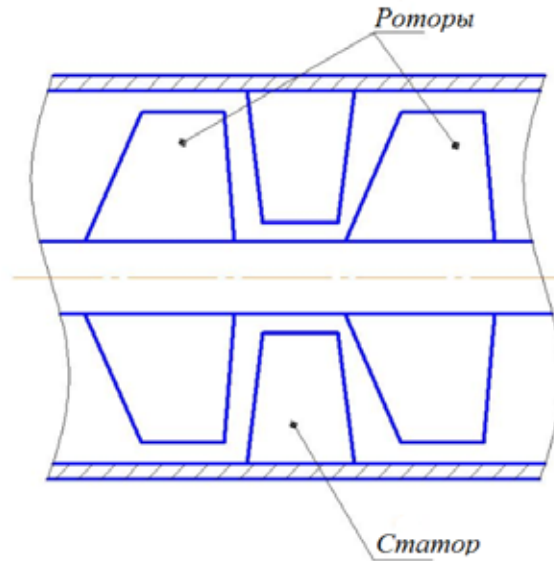


Рис. 6. Схема шнековой ступени с выправляющим аппаратом

емым входным модулем давлением уменьшить объем свободного газа за счет растворения газа в нефти. Схема подобной ступени представлена на рис. 6.

Шнековая ступень, состоящая из рабочего колеса шнека и выправляющего аппарата устанавливается перед основными секциями. Для обозначения шнековой ступени применяются различные термины: спирально-осевая, геликоидная и т. д. Повышенное допустимое газосодержание шнековой ступени объясняется его повышенной кавитационной характеристикой. Можно отметить, что на входе современных центробежных газосепараторов ПЛН, допустимое входное газосодержание которых превышает 70 %, устанавливается шне-

ковое колесо. Однако, шнековые комплексы имеют такие недостатки, как невысокий уровень энергоэффективности, ухудшение кавитационных качеств шнеков при отклонении режима работы насоса от оптимального, резкое ухудшение виброакустических характеристик шнеков в нерасчетных режимах работы [2]. Но эти минусы можно минимизировать, если оптимизировать проточные части путем гидродинамического моделирования в программных пакетах [3, 7]. В настоящее время такие пакеты позволяют даже моделировать многофазные течения, что позволяет увидеть, какие процессы происходят в проточной части [4]. На рис. 7 представлены примеры подобных расчетов.

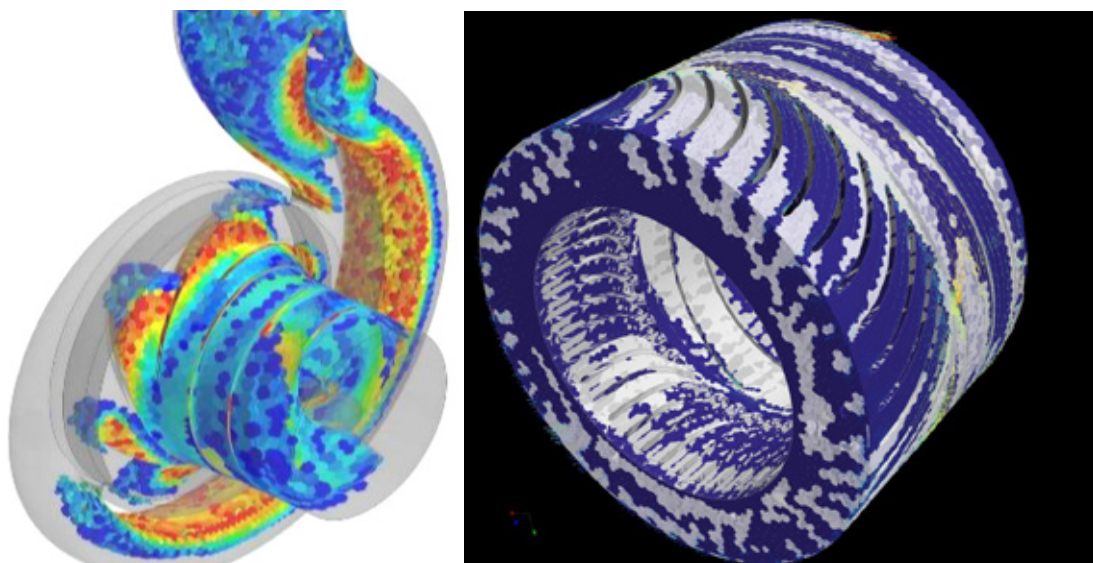


Рис. 7. Пример моделирования двухфазного течения в насосах

Конструкции ступеней лопастных насосов с учетом их особенностей могут работать стабильно без колебаний параметров при разном значении допустимого газосодержания (табл. 1) [1].

Таблица 1. **Применимость конструкций в зависимости от значения газосодержания на входе**

Конструкция лопастной ступени	Допустимое газосодержание в % на входе
Центробежная	25
Диагональная	35
Центробежно-вихревая	35
Центробежно-осевая	40
Шнековая	75

Оценочные области применения погружных лопастных насосов и предвключенных к ним устройств по газосодержанию на входе в насос приведены в таблице 2. Термин «цилиндрический» обозначает использование в насосе од- нотипных ступеней.

Таблица 2. **Зависимость допустимого газосодержания от компоновки насоса при откачке нефтегазовой смеси**

Компоновка насоса	Допустимое газосодержание в % на входе
Серийный цилиндрический центробежный насос	25
Серийный цилиндрический центробежно-вихревой насос	35
Конический центробежный насос	40
Конический центробежно-вихревой насос	45
Цилиндрический центробежный насос с диспергатором	50
Цилиндрический центробежный насос с газосепаратором	65
Цилиндрический центробежный насос с двойным газосепаратором	70

Заключение

1. Из данного анализа видно, что при высоких газосодержаниях неминуемо приходится использовать входные модули, что уменьшает надежность машины и ее энергоэффективность, при этом усложняет конструкцию.

2. Необходимо провести комплексное исследование (в частности, методами гидродинамического моделирования) проточных частей серийных насосов для определения оптимальных геометрических параметров, что позволит использовать их при более высоком газосодержании и повысит их эффективность.

Литература:

1. Агеев, Ш. Р., Григорян Е. Е., Макиенко Г. П. Российские установки лопастных насосов для добычи нефти и их применение. Энциклопедический справочник. Пермь: ООО «Пресс-Мастер», 2007, 645 с.
2. Кнэпп, Р., Дейли Дж., Хеммит Ф. Кавитация: пер. с англ. М.: Мир, 1974. 687 с.
3. Ломакин, В. О., Петров А. И. Верификация результатов расчет в пакете гидродинамического моделирования STAR-CCM+ проточной части центробежного насоса AX 50–32–200 // Известия высших учебных заведений. Машиностроение 2012. Спец. вып. с. 6–9.
4. Ломакин, В. О., Петров А. И., Кулешова М. С. Исследование двухфазного течения в осецентрированном колесе методами гидродинамического моделирования // Наука и Образование. МГТУ им. Н. Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. № 9. с. 45–64. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/725724.html> (дата обращения: 10.10.2016).
5. Ломакин, В. О., Щербачев П. В., Тарасов О. И., Покровский П. А., Семёнов С. Е., Петров А. И. 77–30569/354657 Создание параметризованных 3D-моделей проточной части центробежных насосов // Наука и образование. МГТУ им. Н. Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 4. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/354657.html> (дата обращения: 10.10.2016).
6. Патент США № 5628616, F 04 D 29/22, 1997 г.

7. Петров, А. И., Ломакин В. О. Численное моделирование проточных частей макетов насосов и верификация результатов моделирования путем сравнения экспериментально полученных величин с расчетными // Наука и образование. МГТУ им. Н. Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 5. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/356070.html> (дата обращения: 10.10.2016).

Натурное определение действующих напряжений в стальных элементах строительных конструкций

Тошин Дмитрий Сергеевич, кандидат технических наук, заведующий кафедрой
Тольяттинский государственный университет

В статье предложен метод натурного определения напряжений в стальных элементах нагруженных строительных конструкций. Метод базируется на линейной зависимости «напряжение-деформация», характерной для разгрузки стали. При отборе образца материала из конструкции по измеренным восстанавливаемым относительным деформациям можно установить величину напряжений, действующих в рассматриваемом сечении элемента. В работе приводятся обоснования применения режущего инструмента для выполнения работ по отделению фрагмента конструкции и тензометрического метода определения деформаций в образце. Оценены недостатки предлагаемого подхода, проанализирована область возможного применения метода натурного определения действующих напряжений.

Ключевые слова: тензометрический датчик, образец, разгрузка, определение деформаций, напряжения, напряженно-деформированное состояние, линейная зависимость, конструкция

При строительстве зданий и сооружений должны соблюдаться принципы оптимального проектирования [1], а принимаемые технические решения обеспечивать одновременно надежность и экономичность объекта. Особое внимание заслуживает технико-экономическое обоснование планируемых работ по реконструкции, детальная проработка которого в значительной степени определяет реализуемость проекта. В таких условиях поиск экономичных решений, гарантирующих конструктивную безопасность здания или сооружения, является актуальной задачей, направленной на обеспечение длительной безаварийной эксплуатации объекта.

Одним из важнейших вопросов, возникающих при обосновании реконструкции, особенно при планировании увеличения проектных нагрузок, является установление величины действующих напряжений в материалах строительных элементов и оценка необходимости дальнейшего усиления. Определение уровня нагружения конструкций выполняется преимущественно поверочным расчетом с введением значений нагрузок и физико-механических параметров материалов, полученных в результате детального (инструментального) обследования [2] и (или) установленных по требованиям действующих норм проектирования. При этом следует учитывать, что фактические значения напряжений в конструкциях зависят от многих факторов, среди которых могут быть выделены следующие:

— наличие механических дефектов и повреждений, включая отклонения от геометрических размеров, нарушение прямолинейности, местные деформации, трещины и т. д.;

— неоднородность прочностных и деформативных свойств материала (наиболее характерно для бетона);

— реологические свойства использованных материалов и степень их проявления;

— история нагружения, включая характер и уровень предшествующих нагрузок;

— проявление и накопление неупругих деформаций в материале;

— наличие коррозии, учет которой особенно затруднителен при ее неоднородном распределении по элементам;

— имевшие место усиления, особенно в случае проведения работ при неустановленных усилиях;

— возможные изменения расчетной схемы конструкции при эксплуатации.

Нормы проектирования предопределяют необходимость учета всех факторов, влияющих на напряженно-деформированное состояние элементов, однако в каждом конкретном случае данная задача настолько индивидуальна, что необходимы различные допущения и упрощения, неизбежно влияющие на результат аналитического определения уровня напряжений в материалах конструкций. При действии нескольких факторов расчет может носить только ориентировочный характер, примерно определяющий уровень нагружения конструкции. Для получения более точного результата определения напряжений предлагается применить экспериментальный вариант оценки с использованием известных методов измерения деформаций. Рассмотрим его на примере стальных элементов строительных конструкций (непосредственно металлические конструкции, арматура железобетонных элементов и др.).

В основу предлагаемого метода определения действующих напряжений положена закономерность линейного деформирования металла при разгрузке с различных уровней напряжения. Данную зависимость можно использовать при отборе образца металла из элемента при изменении относительных деформаций в пределах отделяемого участка. С этой целью на фрагмент исследуемого элемента наклеивается тензометрический датчик сопротивления, который подключается к тензометрической станции с возможностью численной оценки результатов измерения в текущем режиме и графической визуализацией считываемых данных на экране монитора. Рекомендуется наклеивать одновременно несколько датчиков. Поскольку при исследовании металлических элементов могут быть использованы малогабаритные датчики, например с базой 5 мм, то данная рекомендация не накладывает дополнительных сложностей при реализации. Даже в случае отбора образца небольших размеров должна быть учтена возможность наклеивания тензодатчиков с двух сторон отделяемого фрагмента.

Тензометрический метод определения деформаций при разгрузке выбран в силу особенностей крепления тензодатчика, который устанавливается на клею и в меньшей степени подвержен влиянию вибрационных воздействий при отборе образца. Использование альтернативных механических приборов измерения деформаций зачастую не отвечают требованию надежного крепления (что относится, например, к тензомеру Гугенбергера) или требует установку вспомогательных элементов (например, под индикатор часового типа).

Отбор образца материала от конструкции желательнее производить режущим инструментом, не оказывающим или минимально оказывающим влияние на температуру металла и его нагрев. При отделении участка от элемента устраняются имеющиеся связи с действующей нагрузкой, приложенной к конструкции, происходит полная разгрузка материала до напряжений $\sigma=0$. При условии работы металла в диапазоне напряжений, не превышающих физического (или условного) предела текучести, тензометрические датчики фиксируют относительную деформацию, отличную по знаку, но равную по величине тем значениям, которые имеются в конструкции. Линейная зависимость, характерная для разгрузки стального элемента, математически записывается известным образом:

$$\sigma = \Delta \varepsilon \cdot E, \quad (1)$$

где $\Delta \varepsilon$ — измеренные с помощью тензометрической системы восстанавливаемые деформации металла при

полной разгрузке; σ — искомые значения напряжений в конструкции; E — модуль упругости стали.

В целом при планировании данного исследования рекомендуется назначать такие размеры образцов, отбираемых из конструкции, которые одновременно позволили бы провести испытания с определением физико-механических параметров металла исследуемого элемента в соответствии с действующим стандартом. В этом случае определенные по формуле (1) напряжения можно сравнить с установленным физическим (или условным) пределом текучести, сопоставить прочностные параметры с проектными данными и, таким образом, произвести комплексную прочностную и деформативную оценку технического состояния конструкции с прогнозированием дальнейшей работы, в том числе при увеличении нагрузок. При получении данных, свидетельствующих о равенстве действующих напряжений физическому (или условному) пределу текучести, следует констатировать достижение предельного состояния конструкцией и, как следствие, ее аварийное состояние [2].

Предлагаемый метод натурной оценки деформации и напряжений в стальных элементах, безусловно, имеет некоторые недостатки. Во-первых, при отборе образцов материала из конструкции производится ослабление в исследуемом сечении и формируется определенная концентрация напряжений. Наиболее критично нарушение сплошности сказывается на работе тонкостенных конструкций из гнутого профиля. Данный фактор необходимо учитывать предварительным поверочным расчетом с ориентировочной оценкой напряжений в конструкции, а после ослабления восстанавливать ее целостности. Во-вторых, метод является достаточно трудоемким и требовательным к квалификации исполнителей. Однако при решении ответственных задач применение данного метода может быть технически и экономически обоснованным.

Таким образом, применение натурального метода определения действующих напряжений в стальных элементах позволяет получить сведения о действительном напряженно-деформированном состоянии в рассматриваемом сечении. Данные могут быть использованы для оценки технического состояния зданий, сооружений и их конструкций; при выполнении расчета элементов, усиленных под нагрузкой [3]; при проверке теоретически принятой в расчет статической схемы работы конструкции по контролируемому распределению усилий и т. д.

Литература:

1. Панфилов, Д. А., Карнилов Д. А., Романчиков В. В. Оценка влияния жесткости на армирование монолитных железобетонных конструкций каркасных зданий // Научное обозрение. — 2016. — № 14. — с. 81–84.
2. ГОСТ 31937–2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
3. Тошин, Д. С. Применение диаграммного метода в расчетах усиливаемых конструкций // Научное обозрение. — 2016. — № 1. — с. 85–89.

Подогрев и вероятная температура нефтепродуктов в резервуарах при хранении

Тульская Светлана Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент;

Чуйкин Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент;

Петров Сергей Андреевич, студент

Воронежский государственный технический университет

На нефтебазах подогрев нефтепродуктов в резервуарах позволяет решить сложную задачу, связанную с операциями слива и налива продукта. Нефть и нефтепродукты при понижении температуры воздуха становятся более вязкими и транспортирование их без подогрева становится невозможным [2].

Чтобы определить требуемую поверхность нагрева подогревателей и необходимое количество теплоты, для подогрева нефтепродукта, надо знать оптимальную начальную и конечную температуру этих продуктов.

Оптимальная начальная температура нефтепродуктов при подогреве — температура, которая поступает на нефтебазу или температура в конце срока хранения перед выдачей из резервуара. Температура, определяется с некоторой степенью вероятности и называется вероятной температурой нефтепродукта.

Оптимальная конечная температура нефтепродуктов определяется в зависимости от времени подогрева, от места расположения и для каких целей она подогревается. Температура подогрева должна быть такой, при которой осуществление сливноналивных операций на определенное расстояние в заданные сроки слива обеспечивало перекачку и всасывание нефтепродукта насосами.

Вероятную температуру рассчитывают, только в случае охлаждения. Охлаждения возникает во время транспортировки нефтепродукта на нефтебазу сухопутным и водным транспортном. При определении вероятной температуры хранения, необходимо установить температурный перепад между начальной и конечной температурой поступления в резервуар. Температурный перепад зависит от интенсивности охлаждения за время хранения или время пути доставки.

Факторы, влияющие на интенсивность охлаждения:

- способ транспортировки;
- температура налива;
- температура окружающей среды;
- температура воды, при осуществлении водной транспортировки;
- коэффициент теплопередачи;
- времени охлаждения;
- количество нефтепродукта;
- физические свойства нефтепродукта;
- габаритные размеры резервуара, автоцистерны, баржи и т. д.

1. Температура подогрева нефтепродуктов в резервуарах. Для подогрева применяют различные конструкции подогревателей:

- 1) Трубчатые паровые подогреватели. Подогреватели имеют два типа: змеевиковые и секционные;
- 2) Электронагревательные кабели и ленты;
- 3) Электронагревательные резервуарные блоки;
- 4) Подогрев с использованием теплового насоса и солнечной энергии;
- 5) Циркуляционные системы подогрева.

Трубчатые паровые подогреватели состоят из конструкции тонкостенных сварных труб, которые уложены на днище резервуара змейкой или в виде отдельных секций. Теплоносителем является пар, который проходит по системе труб и отдает свою теплоту нефтепродукту, не соприкасаясь с ним. Преимущество змеевикового подогревателя состоит в том, что разогревает все виды нефтепродуктов в резервуарах.

Секционный подогреватель состоит из отдельных стандартных элементов, который имеет четыре параллельные трубы, концы которых сварены в коллекторы диаметром 108 мм и длиной 450 мм. Каждая секция между собой соединяются при помощи муфт.

В качестве электрических подогревателей применяют гибкие кабели и ленты. Конструкция нагревательного элемента выполняется в виде зигзагообразной ленты, уложенной на вертикальной стенке резервуара и закрепленной уголками по всему периметру. Для увеличения эффективности нагрева применяют тепловую изоляцию.

Для резервуаров, которые предназначены для налива вязких нефтепродуктов в автоцистерны, железнодорожные цистерны, предусматривают дополнительные устройства, равным суточной или односменной реализации нефтепродукта, с местным парциальным подогревом в камерах. Процесс подогрева можно разделить на два этапа:

- предварительный;
- эксплуатационный.

В предварительном этапе температура нефтепродукта должна быть такой, чтобы подвижность всей массы обеспечила подтекания к приемораздаточной трубе. В эксплуатационном этапе нагревают до необходимой температуры лишь то количество нефтепродукта, которое необходимо откачать. Предварительный подогрев осуществляется общими подогревателями, а эксплуатационный подогрев — местными подогревателями, расположенными у приемо-раздаточных патрубков резервуара.

Самым мощным местным подогревателем является подогреватель секционный коробчатой конструкции. Состоит подогреватель из трех параллельных ветвей, каждая ветвь имеет четыре параллельных секции, которые расположены на различной высоте внутри кожуха. Коэффициент полезного действия таких подогревателей равен 100 %.

Нефтяные базы, работающие в теплый период и имеющие потребителей теплоты только горячего водоснабжения, могут предусматривать автономные установки горячего водоснабжения, которые работают за счет использования солнечной энергии.

В современных солнечных коллекторах солнечная энергия преобразуется в тепловую, где температура теплоносителя может достигнуть 110 °С и выше. В настоящее время солнечную энергию преобразуют в низкопотенциальную тепловую, которая и необходима для работы тепловых насосов.

Парокомпрессорные установки — комплексные системы подогрева с использованием теплового насоса и солнечной энергии. В качестве теплоносителя, используют масла с малой вязкостью, высокой температурой вспышки и низкой температурой застывания. Достоинство установки: не потребуется сливать теплоноситель из солнечных коллекторов в зимний период, что сокращает эксплуатационные затраты.

Тепловой насос позволяет расширить продолжительность периода эксплуатации солнечных коллекторов, используя полученную от них теплоту окружающей среды в ночное время. Применение тепловых насосов с использованием низкопотенциального источника теплоты с температурой выше 10 °С позволяет экономить до 15–20 % топлива, затрачиваемого на подогрев вязких нефтепродуктов.

Оптимальная конечная температура подогрева нефтепродукта определяется условиями операций:

1. Температура подогрева при эксплуатации слива или налива должна обеспечить всасывание насосами нефтепродукта в заданные сроки на заданные расстояния.
2. Если продукт подогревается для хранения, то оптимальная конечная температура подогрева определяется из условия быстрого оседания отстаиваемых частиц.

Минимальная температура подогрева $T_{nod.min}$ при сливе нефтепродукта из железнодорожных цистерн, нефтеналивных судов или резервуаров производится с помощью насосов и зависит от их всасывающей способности и может быть найдена по формуле

$$T_{nod.min} = T + \frac{1}{u \cdot m} \ln \left[\beta \frac{Q^{2-m} \cdot \nu^m \cdot l}{d^{2-m}} \cdot \frac{\Delta_r}{H_{ec} - \Delta Z} \right], \quad (1)$$

где u — коэффициент крутизны вискограммы; m, β — характеристики режима движения; Q — подача насоса; ν — известная вязкость нефтепродукта при температуре T ; l, d — длина и внутренний диаметр трубопровода; Δ_r — поправка, учитывающая неизменность потока ($\Delta_r = 1 \dots 1,05$ при турбулентном режиме, $\Delta_r = 1,4 \dots 1,6$ при ламинарном режиме); H_{ec} — всасывающая способность насоса; ΔZ — разность геодезических отметок приемного патрубка емкости и насосной.

2. Вероятная температура хранения нефтепродуктов. Начальная температура нефтепродукта в резервуаре перед подогревом зависит от множество факторов:

- времени хранения;
- температуры окружающей среды;
- конструкции;
- габаритных размеров резервуара и т. д.

Учесть все факторы, от которых зависит температура нефтепродукта и определить точно температуру нефтепродукта в конце периода хранения практически невозможно, поэтому ее определяют с некоторой степенью вероятности и называют ее вероятной температурой [1, 3]. Вероятная температура нефтепродукта в конце периода хранения рассчитывается по формуле

$$T_b = T_o + (T_{зал} - T_o) \cdot \exp \left(- \frac{k_m \cdot F \cdot \tau}{G \cdot c_p} \right), \quad (2)$$

где T_g — вероятная температура нефтепродукта в конце периода хранения, °С; T_o — температура окружающей среды, °С; $T_{зал}$ — температура нефтепродукта, с которой он был залит в емкость, °С; k_m — коэффициент теплопередачи от нефтепродукта в окружающую среду, Вт/(м²·град); F — полная поверхность охлаждения емкости, м²; τ — время хранения нефтепродукта, сут; G — масса нефтепродукта, т; c_p — удельная массовая теплоемкость нефтепродукта, Дж/(кг·К).

Средняя за время хранения температура нефтепродукта в емкости

$$T_{cp} = T_o + \frac{(T_{зал} - T_o) \cdot G \cdot c_p}{k_m \cdot F \cdot \tau} \left[1 - \exp\left(-\frac{k_m \cdot F \cdot \tau}{G \cdot c_p}\right) \right]. \quad (3)$$

Вывод. Подогрев нефтепродуктов происходит за счет передачи теплоты от теплоносителя к нагреваемой жидкости через разделяющую стенку подогревателя. Если подогрев нефтепродукта отсутствует, это приводит к неполному сливу или наливу продукта, ухудшению качества вновь загруженного продукта, уменьшению грузоподъемности при транспортировке, увеличению сроков обработки эксплуатации. Таким образом, для тепловых расчетов при хранении и отпуске вязких нефтепродуктов необходимо знать начальную и конечную температуру, время хранения, температуру окружающей среды, конструкцию и габаритные размеры резервуаров. Как правило, учесть все факторы, от которых зависит температура нефтепродуктов в резервуаре, практически невозможно, поэтому ее определяют с некоторой степенью вероятности.

Литература:

1. Мартыненко, Г.Н. Температурный режим хранения нефтепродуктов в резервуарах / Г.Н. Мартыненко, С.Г. Тульская // Воронежский ГАСУ. — Воронеж, 2015. — 54 с.
2. Лапшин, А.А. Конструирование и расчет вертикальных цилиндрических резервуаров низкого давления: учебное пособие / А.А. Лапшин, А.И. Колесов, М.А. Агеева; Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т. — Н. Новгород, НН-ГАСУ, 2009. — 122 с.
3. Тугунов, П.И. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: учебник для вузов / П.И. Тугунов, В.Ф. Новоселов, А.А. Коршак, А.М. Шаммазов — Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2002. — 658 с.

Алгоритм расчета переходных процессов стабилизированного источника питания на базе однофазного последовательного автономного инвертора тока при частотном регулировании

Умаров Шухрат Бадриддинович, кандидат технических наук, доцент;

Абдуллабеков Ислонбек Аълобекович, ассистент

Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Беруни (Узбекистан)

Ключевые слова: алгоритм, операторная схема замещения, преобразователь, источник питания, математическая модель, инвертор

Данный алгоритм, структурная схема которого представлена на рис 1, разработан с учетом длительности существования и очередности следования операторных схем замещения (ОСЗ) эквивалентных структурам схемы, участвующих в переходном процессе. Расчет по алгоритму реализуется на основе формул для мгновенных значений токов и напряжений трех типов ОСЗ: III-1, III-2, III-3. Разработка алгоритма производится в три этапа: так, процессы пуска отнесены к первому этапу; установление номинального значения выходного напряжения при неизменном входном напряжении составляют второй этап, а к третьему этапу переходного процесса отнесены процессы от момента изменения величины входного напряжения и до установления (стабилизации) номинального значения выходного напряжения или тока.

Расчет первого этапа осуществляется блоками с № 1 по № 6. По блоку № 1 расчет ведется по формулам ОСЗ типа III-1 при нулевых начальных значениях токов на индуктивностях и напряжений на емкостях ($i_L(0) = 0, u_C(0) = U_c$). Затем расчет ведется по формулам ОСЗ типа III-2 по блоку № 3. При этом необходимо учесть следующие начальные условия: $i_1(0) = i_3(0) = i_4(0) = I_d, i_2(0) = 0, u_c(0) = U_c$.

где I_d, U_c — значения входного тока и напряжения на емкости в конце работы предыдущей ОСЗ типа Ш-1.

Цикл по блоку № 3 ведется до уменьшения входного тока до нуля. Проверка выполнения этого условия осуществляется блоком № 4. Далее расчет до окончания рассматриваемого интервала тактирования ведется по формулам ОСЗ типа Ш-3 по блоку № 5 с учетом следующих начальных условий: $i_5(0) = I_d$, где I_d — значение тока нагрузки в конце работы предыдущей ОСЗ типа Ш-2.

Длительность первого этапа принята равной длительности первого интервала тактирования, т. е. в один полупериод. Момент окончания этапа проверяется блоком № 6.

Расчет второго этапа, который начинается с момента подачи импульсов системы управления на другую пару силовых тиристоров, т. е. с момента переключения схемы и длится до достижения номинального значения выходного напряжения при неизменном входном напряжении, осуществляется блоками с № 7 по № 14.

В начале интервала тактирования расчет ведется по формулам ОСЗ типа Ш-2 по блоку № 7 с учетом следующих начальных условий:

$$i_1(0) = 0, i_2(0) = i_3(0) = i_4(0) = -I_d, u_c(0) = U_c,$$

где I_d — значение тока нагрузки i_5 в конце работы предыдущей ОСЗ типа Ш-3;

U_c — значение напряжения на емкости в конце работы ОСЗ типа Ш-2, т. е. в момент перехода от ОСЗ типа Ш-2 к ОСЗ типа Ш-3 при уменьшении входного тока до нуля.

Цикл по блоку № 7 ведется до момента, когда входной ток i_1 станет равным току нагрузки i_4 . проверка этого условия осуществляется блоком № 8. После выполнения этого условия расчет ведется по формулам ОСЗ типа Ш-1 блоку № 9 со следующими начальными условиями: $i_1(0) = i_4(0) = -I_d, u_c(0) = U_c$,

где I_d и U_c — значения входного тока и напряжения на емкости в конце работы предыдущей ОСЗ типа Ш-2.

Цикл по блоку № 9 ведется до уменьшения значения напряжения U_{mn} до нуля. Выполнение данного условия проверяется блоком № 10. Далее расчет ведется по формулам ОСЗ типа Ш-2 по блоку № 11 с учетом следующих начальных условий:

$$i_2(0) = 0, i_1(0) = i_3(0) = i_4(0) = I_d, u_c(0) = U_c,$$

где I_d и U_c — значения входного тока и напряжения на емкости в конце работы предыдущей ОСЗ типа Ш-1.

Цикл по блоку № 11 ведется до уменьшения входного тока до нуля. Проверка данного условия осуществляется блоком № 12. После этого расчет рассматриваемого интервала тактирования ведется по формулам ОСЗ типа Ш-3 по блоку № 13 с учетом следующих начальных условий: $i_5(0) = -I_d$, где I_d — значения тока нагрузки в конце работы предыдущей ОСЗ типа Ш-2. Цикл по блоку № 13 ведется до конца рассматриваемого интервала тактирования, т. е. до подачи импульсов СУ на другую пару силовых тиристоров. Выполнение этого условия проверяется блоком № 14. затем начинается расчет следующего интервала тактирования, который ведется в той же последовательности, что и предыдущий интервал тактирования. Расчет второго этапа по вышеописанной последовательности ведется до достижения номинального значения выходного напряжения, т. е. до установившегося режима при неизменном входном напряжении. Выполнение этого условия проверяется блоком № 15 в конце каждого интервала тактирования второго этапа.

Расчет третьего этапа переходного процесса начинается с момента изменения величины входного напряжения и продолжается до установления (стабилизации) номинального значения выходного напряжения. Стабилизация величины выходного напряжения осуществляется за счет изменения частоты подачи импульсов СУ на силовые тиристоры. Расчет третьего этапа с новыми значениями входного напряжения и частоты (для их введения в блок-схеме предусмотрен блок № 16) ведется в той же последовательности чередования ОСЗ типов Ш-1, Ш-2, Ш-3 как и второй этап.

Таким образом, в описании переходного процесса участвуют три структуры силовой схемы с соответствующими им ОСЗ. Далее для каждой операторной схемы получены формулы вычисления искомых токов и напряжений.

Схема типа: Ш-1.

Для ОСЗ типа Ш-1 примем следующие начальные условия: $t = 0; i_1(0) = I_{d1}; u_c(0) = -U_{c1}$.

Решая составленные на основании законов Кирхгофа уравнения относительно искомых токов и напряжений, получим их изображения в виде:

$$i_1(p) = \frac{N_1(p)}{M_1(p)}; \quad u_c(p) = \frac{N_1}{pCM_1(p)} - \frac{U_{c1}}{p};$$

$$U_{mn}(p) = (pL_d + r_3) \frac{N_1(p)}{M_1(p)} + \frac{(E_1 - pL_d I_{d1})}{p}; \quad U_n(p) = \frac{E_{\Pi}}{p} + r_{\Pi} i_1(p);$$

Полиномы, входящие в выражения, имеют следующий вид:

$$N_1(p) = E_d - E_{\pi} + U_{c1} + pL_2I_{d1};$$

$$M_1(p) = p^2L_2 + pr_2 + 1/C.$$

Полином $M_1(p) = 0$ имеет следующие корни: $p_{1,2} = -\delta_1 \pm j\Omega_1$

Тогда оригиналы токов и напряжений будут иметь следующий вид:

$$U_c(t) = E_d - E_{\pi} + K_3A_1 + K_4B_1;$$

$$i_1(t) = K_1A_1 + K_2B_1;$$

$$U_{mn}(t) = E_{\pi} + K_1A_2 + K_2B_2.$$

$$U_{\pi}(t) = E_{\pi} + r_a i_1(t).$$

Схема типа III-2.

Для ОСЗ типа III-2 примем следующие начальные условия:

$$t = 0; i_1(0) = I_{d2}; i_2(0) = 0; i_3(0) = I_{d2}; i_{\pi}(0) = I_{d2}; U_c(0) = -U_{c2}.$$

Решая составленные на основании законов Кирхгофа уравнения относительно искомым токов и напряжений, получим их изображения в виде:

$$i_1(p) = \frac{N_2(p)}{M_2(p)}; \quad i_4(p) = \frac{(-E_{\pi} + pL_d I'_{d2})}{(pL_d + r_3)};$$

$$i_2(p) = \frac{[i_4(p) - i_1(p)]}{2}; \quad U_c(p) = \frac{N_2}{pCM_2(p)} - \frac{U_{c2}}{p};$$

$$U_{mn}(p) = r_d i_2(p); \quad U_{\pi}(p) = \frac{E_{\pi}}{p} + r_a i_4(p).$$

Полиномы, входящие в выражение имеют следующий вид:

$$N_2(p) = E_d + U_{c2} + pL_1I_{d2};$$

$$M_2(p) = p^2L_1 + pr_4 + 1/C.$$

Схема типа III-3.

Для ОСЗ, в при $t=0$ выражение $i_5(t)$ имеет следующий вид:

$$i_5(t) = \frac{E_{\pi}[\exp(-\delta_3 t) - 1]}{r_3 + I_{d3} \exp(-\delta_3 t)}, \quad \delta_3 = \frac{r_3}{L_d};$$

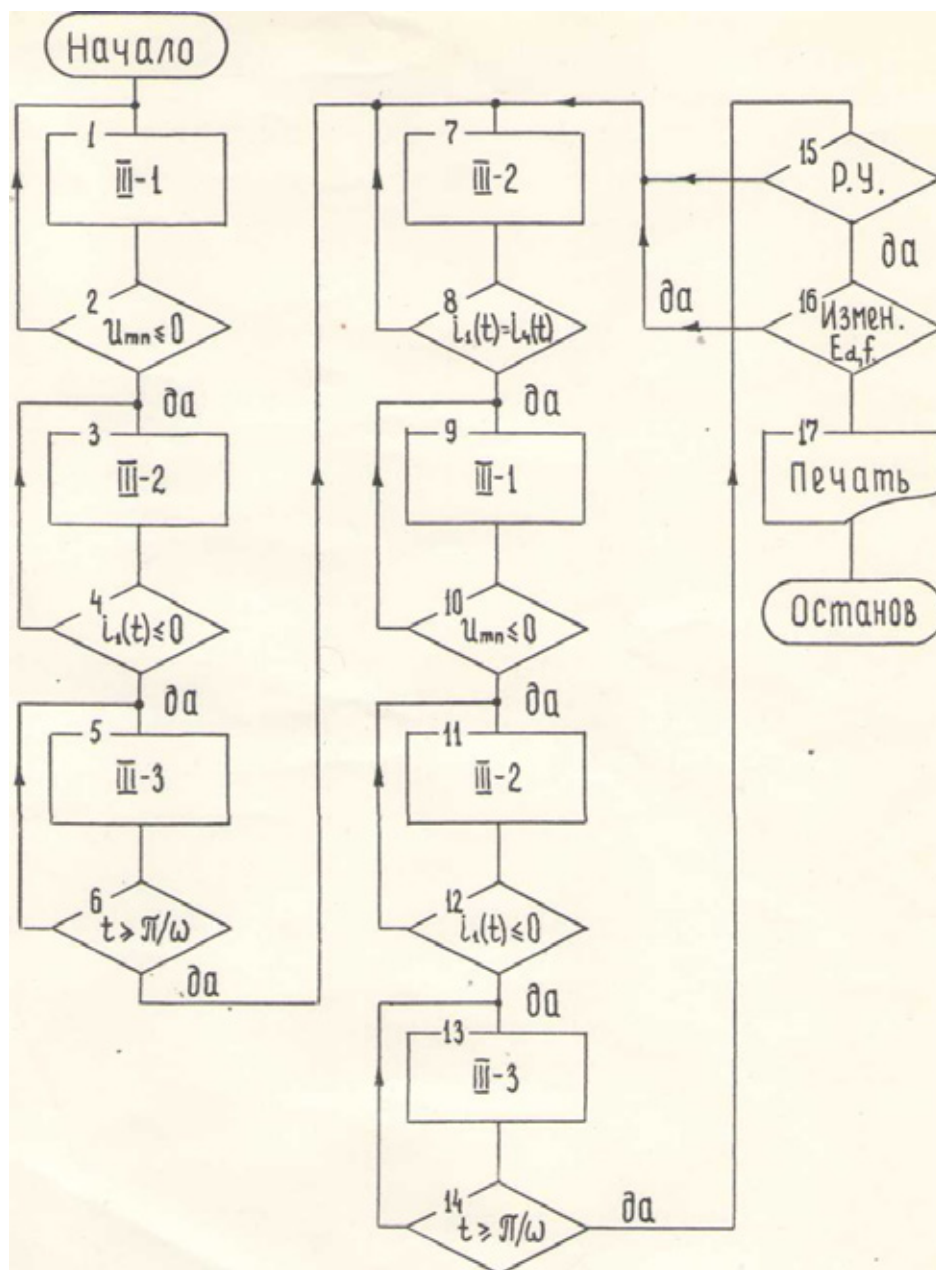


Рис. 1. Структурная схема алгоритма расчета переходных процессов в стабилизированного источника питания на базе последовательного АИТ при частотном регулировании

На основании полученных аналитических выражений и вышеописанного алгоритма была получена математическая модель СИП, с помощью которой был произведен расчет переходных процессов, временные диаграммы искомых токов и напряжений представленных на рис. 2.

Резюмируя вышесказанное можно сказать, что предлагаемый алгоритм расчета переходных процессов стабилизированных источников питания на базе однофазных последовательных автономных инверторов тока с частотным регулированием позволяет сократить размеры модели, обеспечивает сокращение требуемого времени и объема, а получение решения в общем виде в форме пописочной записи аналитических рекуррентных соотношений обеспечивает наглядность, точность и формализованность при осуществлении программной реализации.

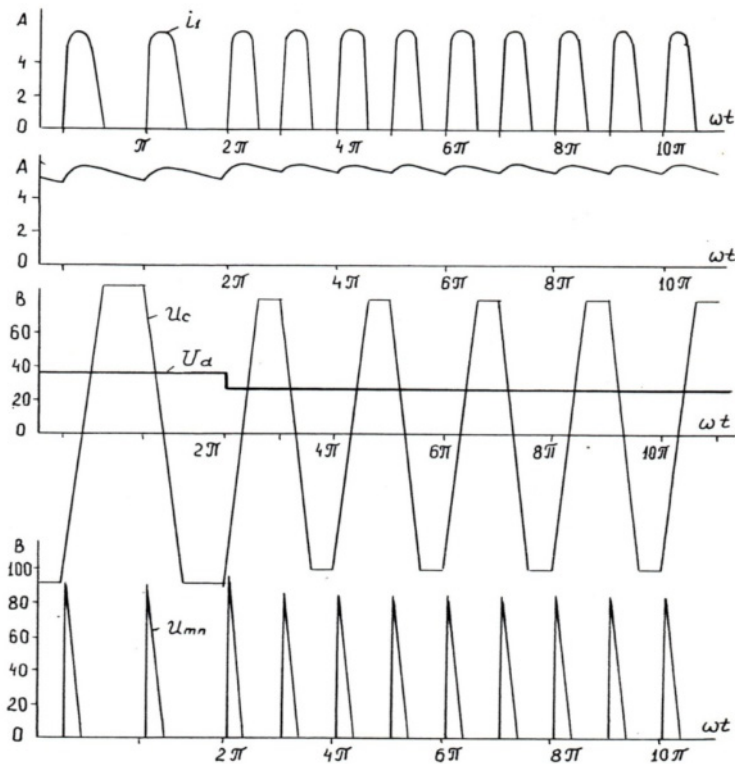


Рис. 2. Временные диаграммы токов и напряжений стабилизированного источника питания на базе последовательного АИТ с частотным регулированием при уменьшении входного напряжения

Литература:

1. Миралиев, М. Р., Умаров Ш. Б. Расчет переходных процессов в стабилизированных источниках питания на базе однофазного последовательного инверторов тока // В журнале: Техника yulduzlari. Ташкент: TDTU, 2014. № 1, с. 48–52.

Методы и перспективы борьбы с сероводородом на нефтяных месторождениях

Чурикова Лариса Алексеевна, кандидат технических наук, доцент;

Уарисов Даурен Дидарович, магистрант

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана (г. Уральск)

В статье приведен анализ методов очистки газа от сероводорода на промысле, предложен процесс абсорбционной очистки углеводородных газов от сернистых соединений с использованием вихревых аппаратов в качестве абсорберов, позволяющих снизить металлоемкость технологического оборудования, использовать поглотительный раствор с низкой концентрацией щелочи и оптимизировать температурные режимы окисления.

Ключевые слова: *очистка, сероводород, абсорбционные методы, промышленные технологии, кавитационно-вихревой режим, массообмен*

Одной из актуальных проблем при добыче сероводородсодержащих нефтей является проблема повышения эффективности эксплуатации и экологической

безопасности нефтепромысловых систем, включающих в себя продуктивные пласты, скважины и наземное оборудование.

В создавшихся условиях развития рыночных отношений наблюдается тенденция к применению малогабаритных автоматизированных установок в блочно-агрегатном исполнении, что диктуется экономией энергетического потенциала. Использование вихревого эффекта при совершенствовании существующих систем нефтесбора и промышленной подготовки нефтяного газа, разработке новых, энергосберегающих технологий становится все более актуальной проблемой.

Расширение области применения и повышения эффективности вихревых устройств одна из проблем энерго- и ресурсосберегающих технологий и защиты окружающей среды от вредных промышленных газовых выбросов.

Интенсификация производств нефтегазовой отрасли характеризуется увеличением выпуска конечного продукта, которая достигается как за счет роста скоростей химических реакций, температуры и давления (параметров

технологического процесса), так и за счет разработки и применения принципиально новых аппаратов, технологий и воздействий на ход технологических процессов. Поэтому современные технологические процессы должны быть непрерывными и протекать с большими скоростями при условии обеспечения эффективности и комплексного использования сырья и энергии.

Актуальным с точки зрения исключения возможности загрязнения окружающей среды является необходимость повышения эффективности процессов очистки скважинной продукции от сероводорода за счет уменьшения рабочего времени на получение единицы продукции и снижения материальных и энергетических затрат при улучшении качества продукции.

Все процессы очистки газа от сероводорода можно классифицировать на абсорбционные, адсорбционные и окислительные (рис. 1).



Рис. 1. Классификация методов очистки газа от сероводорода

В основе абсорбционных методов лежит массообмен, осуществляемый через поверхность раздела газ-жидкость [1, 2]. Хемосорбционные процессы основаны на химическом взаимодействии H_2S и CO_2 с активной частью абсорбента. Процессы физической абсорбции основаны на извлечении кислых компонентов и происходят за счет их растворимости в органических поглотителях. Комбинированные процессы в основе используют одновременно химические и физические поглотители.

В адсорбционных процессах очистки газа удаление вредных примесей из газового потока происходит в результате концентрирования их на поверхности твердого материала, обладающего большой удельной поверхностью [2, 3].

Окислительные методы основаны на химических реакциях, в которых сера изменяет свою валентность. Окислительные процессы проходят в необратимом превращении поглощенного сероводорода в серу.

Анализ мировой практики, накопленной в области очистки природных газов, показывает, что основными процессами для обработки больших потоков газа являются абсорбционные с использованием химических и физических абсорбентов и их комбинации.

Процессы очистки газа физическими абсорбентами имеют ряд преимуществ относительно процессов, основанных на применении растворов этаноламинов. Они состоят в том, что физические абсорбенты позволяют извлечь из газа одновременно с H_2S и CO_2 сероорганические

примеси — меркаптаны, сероокись углерода, сероуглерод, а в ряде случаев и осушить газ. Кроме того, затраты энергии на регенерацию абсорбентов значительно ниже, вследствие непрочности соединений абсорбент/примесь. Ограничением их широкого применения (помимо стоимости) является повышенная растворимость углеводородных компонентов газа в абсорбенте, что особенно критично при очистке жирного газа. В качестве физических абсорбентов для очистки газов применяются различные классы соединений: алифатические спирты, эфиры гликолей, гетероциклические соединения и др.

Принятая классификация достаточно условна, так как разработаны технологические процессы, в которых основные методы (абсорбция, адсорбция и окисление) применяют в различных сочетаниях. Например: процесс очистки газа от сероводорода растворами на основе гидрокиси железа, это комбинация абсорбционного процесса, поскольку сероводород из газовой фазы переходит в жидкость.

При обработке значительных объемов газа и извлечении больших количеств сероводорода технологические процессы обязательно должны обеспечивать непрерывную или периодическую регенерацию применяемого поглотителя. Без регенерации поглотителя технология очистки газов от сероводорода становится неэкономичной.

В практике поглотители регенерируют различными методами, среди которых чаще всего применяют тепловую обработку, отдувку инертными газами и водяным паром, снижением давления в системе регенерации, проведения процесса под вакуумом, окисление сульфидов до элементарной серы [2, 3] и др.

Практика показывает, что в технологических схемах очистки газов от сероводорода основные затраты на эксплуатацию установок приходится на проведение процесса регенерации. Капитальные затраты в сооружении установок очистки газов от сероводорода резко увеличиваются за счет строительства узлов регенерации сорбентов, что вызвано необходимостью сооружения многочисленных вспомогательных сооружений (котельные, теплообменное оборудование, компрессорные и насосные станции и т. д.).

Таким образом, классификация процессов очистки газов от сероводорода только по свойствам применяемого поглотителя без учета процесса регенерации не дает полной характеристики применяемой технологии.

Сероводород, и особенно в сочетании с углекислым газом, является агрессивным компонентом попутного нефтяного газа, снижает его товарное качество и превращает в агрессивный коррозионно-опасный продукт, непригодный для практического использования в качестве энергоносителя. При этом основной технологией извлечения сероводорода из попутного нефтяного газа является абсорбция.

Для очистки попутного нефтяного газа от сероводорода и углекислого газа применяют жидкостные процессы (абсорбция), процессы адсорбционной очистки, прямого окисления [3], а также электродуговые методы с по-

лучением водорода и серы, и метод мембранного разделения [4]. Способ очистки газа выбирают с учетом таких факторов, как состав сырьевого газа, область применения товарного газа, наличие определенного качества сорбента. При этом основным фактором, определяющим способ и технологическую схему очистки газа, является концентрация сероводорода, углекислого газа и сероорганических соединений.

При абсорбции процесс поглощения газа протекает через поверхность соприкосновения фаз. Поэтому в абсорберах требуется создать развитую поверхность контакта жидкости с газом. По способу создания этой поверхности абсорбционные аппараты можно разделить на поверхностные (к этой группе можно отнести барботажные) и распыливающие. Исследуя конструкции этих абсорберов, можно заключить, что поверхностные и распыливающие абсорберы являются крупногабаритными (высота аппаратов, диаметр которых — от 1,5 до 3 м, достигает 30 м) и металлоемкими [5].

В настоящее время для интенсификации массообмена применяют высокоэффективный способ взаимодействия фаз в контактных устройствах, реализуемый за счет различных завихрителей газа.

Технология подготовки газа не должна допускать загрязнения окружающей среды токсичными сернистыми соединениями. Большинство промышленных установок выбрасывают в атмосферу эти соединения, чаще всего в виде оксидов серы.

Учитывая недостатки применяемого абсорбционного оборудования для очистки природного нефтяного газа от H_2S и CO_2 , перспективным представляется использование прямоточно-вихревых аппаратов, обладающих небольшими габаритами для создания требуемой межфазной поверхности (главным образом за счет высокой пропускной способности и скорости газа, достигающей 30 м/с), а также низким гидравлическим сопротивлением. Опыт применения вихревых аппаратов имеется в химической промышленности.

Применение волновых воздействий позволяет повысить эффективность массообмена в химико-технологических процессах и создавать компактные аппараты на их основе. Причем энергия потока, для этих аппаратов, бывает достаточной для создания эффективного кавитационно-вихревого режима (рис. 2).

Полученные результаты позволили разработать новые конструкции кавитационно-вихревых аппаратов для процессов абсорбции и регенерации поглотительных растворов (Патент РФ № 2171705) [6].

На основе разработанных конструкции предложен процесс абсорбционной очистки углеводородных газов от сернистых соединений с двух стадийным блоком регенерацией отработанных водно-щелочных стоков позволило:

- снизить металлоемкость технологического оборудования;
- использовать поглотительный раствор с низкой концентрацией щелочи (2–4% масс.), наименьший размер

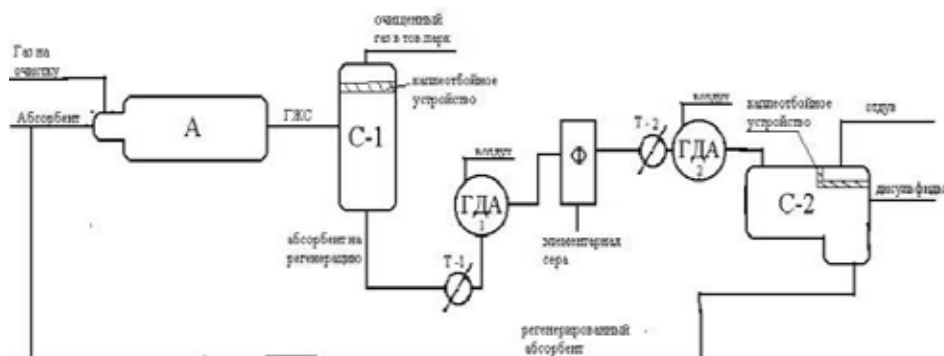


Рис. 2. Схема очистки газов с блоком регенерации отработанного поглотительного раствора с использованием кавитационно-вихревых аппаратов: А — абсорбер; С-1 — сепаратор; ГДА — гидродинамический аппарат; С-2 гравитационный сепаратор; Ф — фильтр; Т-1, Т-2 — теплообменные аппараты

капель абсорбента (2–4 мм) достигается при скорости истечения жидкости через сопло кавитационно-вихревого абсорбера (КВА) равной 10–15 м/с.

— оптимизировать температурные режимы окисления, сероводорода до элементарной серы и меркаптанов до дисульфидов, — 40–50оС и 80–95оС, соответственно.

На Жанажольском месторождении применяют поверхностные, барботажные и распыливающие абсорберы, обеспечивающие высокую производительность по поглощаемому газу и позволяют достигать высоких значений

величины межфазной поверхности, но имеют большие габариты, высокую металлоемкость и стоимость.

Анализируя промышленные технологии очистки нефти и газа от сероводорода можно сделать вывод, что в последние годы наметился определенный прогресс в разработке и внедрении таких технологий. Одним из эффективных методов удаления сероводорода из нефтяного газа является метод очистки его от сероводорода в системе промышленной подготовки с использованием вихревых аппаратов в качестве абсорберов.

Литература:

1. Афанасьев, А. И. Энергосберегающая технология очистки газа / А. И. Афанасьев и [др.] // Повышение эффективности процессов переработки газа и газового конденсата: Сборник научных трудов. М.: ВНИИГАЗ, 1995. — Ч. 1. — С. 19–26.
2. Бекиров, Т. М. Технология обработки газа и конденсата / Т. М. Бекиров, Г. А. Ланчаков. — М.: Недра, 1999. — 596 с.
3. Шаймарданов, В. Х. Разработка высокоэффективной технологии очистки нефти от газа. / В. Х. Шаймарданов, Е. П. Масленников, У. Е. Усанов // Роснефть. — 2007. — № 4. — с. 59–61.
4. Сафин, Р. Р. Направления подготовки сернистых нефтей, газоконденсатов и продуктов их переработки к транспортировке и хранению / Р. Р. Сафин, Ф. Р. Исмагилов // Экология промышленного производства. — 2004. — № 2. — с. 35–39
5. Росляков, А. Д. Анализ технологий очистки углеводородного сырья от сернистых соединений / А. Д. Росляков, В. В. Бурлий // Экология и промышленность России. — 2010. — № 2. — с. 42–45.
6. Патент 2171705 Российская Федерация, МПК В 01 D 53/18. Способ очистки газа и устройство для его осуществления / Ф. Ш. Хафизов, Н. Ф. Хафизов, А. Ш. Хайбрахманов, А. В. Белоусов, М. А. Аликин; опубл. 10.08.2001.

Оптимизация процесса проектирования центробежной ступени для газотурбинного двигателя авиационного применения

Шалаяев Денис Валерьевич, студент

Высшая школа системного инжиниринга Московского физико-технического института

Целью данной статьи является обозначение иерархической структуры работ проектирования центробежной ступени с четко обозначенными точками входа/выхода информации, что особенно важно при согласовании работы различных отделов центра проектирования (КБ). Отлаженный процесс проектирования может критически сказаться на сроках проектирования как центробежного компрессора, так и двигателя в целом.

Ключевые слова: центробежный компрессор, импеллер, крыльчатка, авиационный двигатель, газотурбинная установка, центр проектирования

Одной из основных тенденций в развитии современных газотурбинных установок авиационного применения, является повышение степени повышения давления для увеличения работы цикла двигателя. При этом, как и для всех компонентов авиационной техники, к ним предъявляются повышенные требования к массо-габаритным характеристикам.

Снижение массо-габаритных характеристик лопаточных машин, при условии сохранения необходимых для рабочего цикла параметров, достигается путем увеличения скоростей рабочего тела в тракте турбомшины и увеличением работы, подводимой к рабочему телу в одной ступени турбомшины, при этих условиях становится возможным уменьшить количество ступеней. Таким образом, не только улучшаются массо-габаритные характеристики турбомшины, но и уменьшается стоимость её изготовления пропорционально количеству ступеней. При этом в маршевых авиационных двигателях большой тяги ($P > 30-40$ кН) это приводит к совершенствованию осевых ступеней, на двигателях меньшей размерности возникает альтернатива — установка центробежной ступени. Центробежную ступень в малоразмерных двигателях устанавливают либо как замыкающую в составе осецентрированного компрессора (ТРДД, ТВаД), либо в составе двухступенчатого центробежного компрессора (ТВаД, ВСУ), на двигателях малой тяги (мощности) компрессор может состоять из одной центробежной ступени.

До середины 70-х годов прошлого века, КПД центробежных ступеней был относительно низким, по сравнению с каскадом осевых, однако затем КПД центробежных ступеней авиационного применения за десять лет вырос на 5%..6% [1]. Сейчас, достижимый КПД центробежных ступеней еще выше за счет применения современных средств проектирования. Таким образом, в настоящее время КПД центробежных ступеней приближается к осевым в случае их применения на МГТД и перестал быть сдерживающим фактором, и они получают всё более широкое применение.

Условно ЦБК авиационного применения можно разделить на два класса — входные ступени и замыкающие

ступени. Входные ступени характеризуются большими значениями коэффициента расхода, для таких ступеней большую часть потерь составляют, так называемые «потери кривизны» (curvature losses), обусловленные инерциальными силами и большими градиентами давления, возникающими на поверхностях сложной формы (поверхности тракта, лопаток). Замыкающие ступени характеризуются умеренными значениями коэффициента расхода, но небольшой высотой тракта на выходе из колеса, а соответственно, большим влиянием радиального зазора и интенсивностью вторичных течений, сказывающихся на эффективности рабочего колеса.

Принимая во внимание тенденцию к постоянному увеличению энергетической нагрузки ступени, можно сказать, что одна из основных проблем стоящая перед проектировщиком центробежных ступеней — большие окружные скорости по выходу из крыльчатки и, соответственно, большие скорости потока на выходе из рабочего колеса, что приводит к сверхзвуковым скоростям на входе в лопаточный диффузор. Кроме того, большая нагруженность компрессора (высокие давления, температуры, окружные скорости) предъявляет высокие требования к конструкции с точки зрения прочности и ресурса. Потребность в высоких окружных скоростях на выходе из рабочего колеса, вкпе с требованием минимизации массо-габаритных характеристик выливается в рост частоты вращения вала, что, зачастую, приводит к росту относительных скоростей на входе до сверхзвуковых значений. Особенно актуально это для входных ступеней, где скорости в периферийном сечении рабочего колеса на входе могут достигать значений $M \geq 1,5$. Сверхзвуковые скорости на входе порождают скачки уплотнения (ударные волны) на входе в крыльчатку, которые, при неудачном профилировании, помимо потерь напора и уменьшения КПД, могут спровоцировать отрыв потока на спинке лопатки, сильно снизив диапазон её работы. Это вынуждает проектировщика применять специальное профилирование входного участка, для создания системы скачков уплотнения и минимизации волновых потерь в них. В результате такого профилирования крыльчатки имеют

большую протяженность в осевом направлении и тонкие лопатки на входном участке. Однако, при высоких требованиях к компактности приходится искать компромисс между эффективностью крыльчатки и её компактностью, что требует совместной работы конструкторского отдела и отдела газодинамики. Тонкие входные кромки, также, приводят к проблемам с прочностью, в особенности с частотной отстройкой таких лопаток, которая может потребовать множества итераций — это обуславливает как можно более ранний доступ отдела прочности к модели лопатки.

При газодинамическом проектировании обоих типов ступеней, двухмерные методы проектирования теряют свою актуальность по вышеуказанным причинам (интенсивное перемешивание струек тока, сверхзвуковые скорости, интенсивные вторичные течения). Все эти явления в двухмерной постановке задачи учитываются с помощью эмпирических поправок на потери энергии, но локализовать их не в состоянии (за исключением некоторых in-house кодов, не доступных широкому кругу пользователей). Поэтому, в нижеследующем процессе отсутствует этап проектирования в двухмерной постановке. К тому же, в настоящее время вычислительные мощности позволяют провести расчет рабочего колеса компрессора в CFD постановке в расчетной точке в пределах 5–10 минут, а напорной ветки в течение часа. При этом, как показывает практика, критическим временем становится время на анализ результатов и выработку проектных решений, а не машинное время счета.

Резюмируя вышесказанное, отметим особенности при проектировании центробежного компрессора (ЦБК) авиационного применения:

- сложное течение в проточной части, поддающееся корректному анализу только в CFD постановке, желательно, чтобы CFD был верифицирован по ЦБК схожей размерности и быстроходности;

- необходимость прочностной оценки ЦБК на как можно более раннем этапе проектирования, так как прочностная доводка (в частности динамическая) может занять длительное время;

- совместную работу всех проектных отделов для достижения минимальных массогабаритных характеристик, при достижении требуемых параметров.

Исходя из этих тезисов, предлагается следующая схема работы над проектированием ЦБК (рисунок 1).

На flow-chart»e приведена последовательность основных работ и точки ввода/вывода информации смежным отделам, при работе ЦП над проектированием ЦБК. Красным на схеме выделены блоки работ, относящиеся не к ЦБК, а к двигателю в целом. Направление сверху вниз, с некоторыми оговорками, можно рассматривать как шкалу времени.

Стоит отметить важность единой индексации вариантов исполнения элементов проточной части, при обмене информацией между отделами, особенно на финальных стадиях проекта. В ходе оптимизации кон-

струкции, могут образоваться десятки вариантов сочетания элементов проточной части. Крайне важно, чтобы все участники процесса, работали над актуальными версиями моделей.

Также важно организовывать базу знаний компании, в которую будут заноситься все варианты конструкции, прошедшие полную цепочку проектирования. Даже в рамках одного проекта таких вариантов может образоваться несколько, необходимо, чтобы полученный опыт не был потерян. Крайне желательно, чтобы помимо результатов выполненной работы, в комментариях к отчетам присутствовали выявленные специфичные проблемы и пути их решения (т. н. lessons learned), а также недостатки конструкции и предложения по её усовершенствованию. Для конструкторской документации (КД) такая база знаний достаточно давно отработана и применяется в PLM системах. Для расчетных задач, формально, такая возможность тоже присутствует, но на практике применяется с большими ограничениями — как правило, в PLM хранятся только отчеты по проектам, в лучшем случае — расчетные модели, то есть, по сути, используется как общедоступное хранилище. Разработчиками PLM систем декларируется увязка расчетных моделей с конструкторскими и КД, но на практике это затруднительно, вследствие избыточной подробности конструкторских моделей для расчетных целей и других нюансов. При развитии представленной концепции проектирования, одной из важнейших задач является разработка структуры такой базы данных и способы её представления пользователю.

На практике, хорошо зарекомендовала себя цепочка проектирования на основе решений, предлагаемых в ANSYS Workbench, предоставляющая прямые интерфейсы обмена данных между одномерной задачей, инструментами профилирования, сеточными генераторами и расчетными пакетами. Обмен с CAD системами обеспечивается, в этом случае, через общепринятые форматы (IGES, Parasolid). Однако принципиального значения в предлагаемой схеме взаимодействия, используемые инструменты не имеют.

Основным достоинством работы по предлагаемой схеме, является параллельная работа всех отделов ЦП над проектированием. Отдел прочности получает облик лопатки в 3D представлении на самой ранней стадии проекта (на следующий день после получения ТЗ), оценивает напряженное состояние элементов ЦБК и выдает рекомендации по его улучшению по мере необходимости. Одновременно с отделом прочности, конструктор может приступить к компоновке узла, получив габаритные размеры проточной части. В это время отдел газодинамики проектирует проточную часть ЦБК для достижения параметров, указанных в ТЗ, корректируя элементы в соответствии с поступающими, от смежных отделов, рекомендациями.

Следует отметить необходимость опыта проектирования, либо наличие прототипа, при начальном профилировании крыльчатки и выходной системы.

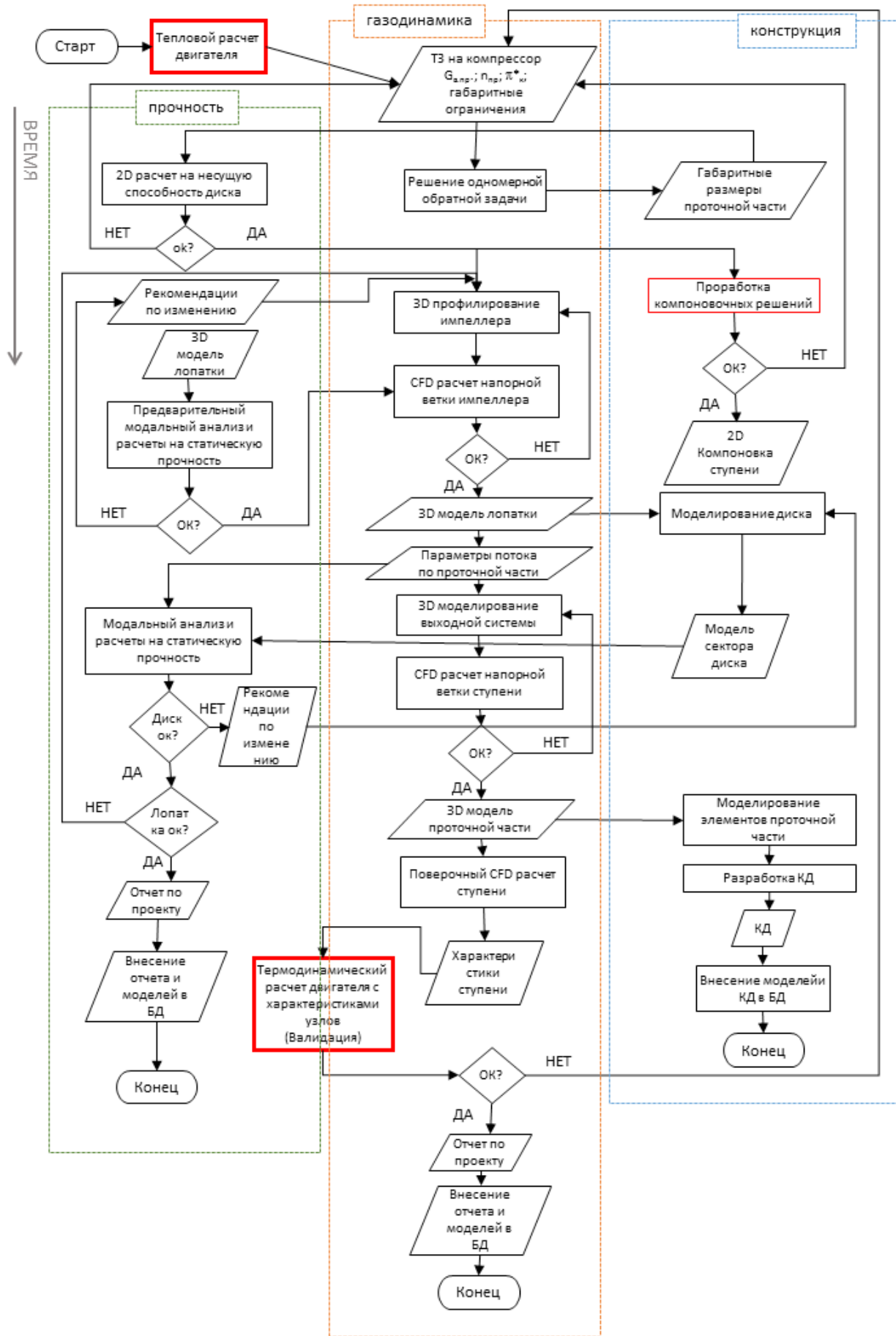


Рис. 1. Flow Chart процесса проектирования центробежной ступени

Предлагаемая схема работы ЦП, призвана:
— существенно сократить время проектирования ЦБК, а, следовательно, и стоимость, за счет параллельной работы отделов;
— исключить ошибки проектирования в виде работы с

разными моделями, чреватые большой потерей ресурсов (человеческих, временных);
— обеспечить наполняемость базы знаний компании, для сокращения времени проектирования и принятия решений в будущем.

Литература:

1. Кампсти, Н. «Аэродинамика компрессоров»: пер. с англ. — М.: Мир, 2000. — 688 с., ил.
2. «Научный вклад в создание авиационных двигателей». В двух книгах. Колл. Авторы; под общей научной редакцией В. А. Скибина и В. И. Солони́на. — М.: Машиностроение, 2000.
3. Aungier Ronald H. Centrifugal compressors: a strategy for aerodynamic design and analysis. — New York: ASME Press, 2000.

Молодой ученый

Международный научный журнал
Выходит два раза в месяц

№ 21 (125) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Абдрасилов Т. К.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Жураев Х. О.
Игнатова М. А.
Калдыбай К. К.
Кенесов А. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Курпаяниди К. И.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матвиенко Е. В.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Паридинова Б. Ж.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенцов А. Э.
Сенюшкин Н. С.
Титова Е. И.
Ткаченко И. Г.

Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Ахмеденов К. М. (Казахстан)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игисинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Курпаяниди К. И. (Узбекистан)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.

Ответственные редакторы: Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В., Майер О. В.

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.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 26.11.2016. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25