The background of the cover is a nighttime photograph of an industrial or construction site. Several tall, white smokestacks with red tops are visible, emitting a faint glow. In the foreground and middle ground, there are various buildings, some with lit windows, and several yellow construction cranes. The sky is a deep blue, suggesting dusk or dawn. The overall scene is a mix of urban and industrial architecture.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

**Материалы X Национальной конференции
с международным участием**

САРАТОВ - 2020

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА**

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА,
ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ**

Материалы X Национальной
конференции с международным участием

САРАТОВ

2020

УДК 69:62:71:72:33

ББК 38:85.11

Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы X Национальной конференции с международным участием / Под ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2020. – 250 с.

ISBN 978-5-9999-3344-7

В сборнике содержатся материалы X Национальной конференции с международным участием, проведенной 23-24 апреля 2020 года кафедрой «Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, г. Саратов. Включенные в сборник материалы исследований ученых, аспирантов и соискателей посвящены проблемам и перспективам развития в области строительства, совершенствованию машин, оборудования, материалов и технологий в строительстве, реконструкции и ремонте зданий и сооружений, экспертизы и управления недвижимостью, водо-, тепло-, газоснабжения и энергосбережения, энергобезопасности, организации градостроительства и архитектуры, энерго- и ресурсосберегающих технологий и производства строительных материалов.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, проф. **Ф.К. Абдразаков**,
канд. техн. наук, доц. **Т.В. Федюнина**

УДК 69:62:71:72:332

ББК 38:85.11

ISBN 978-5-9999-3344-7

© ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2020

УДК 330(075)

Ф.К. Абдразаков, И.Н. Попов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия.

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ РАБОТЫ КАФЕДРЫ «СТРОИТЕЛЬСТВО, ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ» ЗА 2019 ГОД

Аннотация. В данной статье приведены основные отчетные материалы по научно-исследовательской и учебно-методической работе кафедры «Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение» за 2019 год и планах реализации научно-инновационного потенциала.

Ключевые слова: строительство, теплогазоснабжение, энергообеспечение, научно-исследовательская, учебно-методическая работа, научно-инновационная деятельность, научные разработки, технологические решения, инновационные материалы, ресурсо- и энергосбережение.

Кафедра продолжает успешно осуществлять реализацию образовательных программ по двум направлениям подготовки и двум уровням: «бакалавриат» 08.03.01 Строительство, 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника; «магистратура» 08.04.01 Строительство, 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». В настоящий момент все образовательные программы, реализуемые кафедрой, имеют государственную аккредитацию.

С начала 2019/2020 учебного года кафедрой проделана огромная работа, подготовлены необходимые документы для успешно прохождения государственной аккредитации по направлениям подготовки: «Строительство» и «Теплоэнергетика и теплотехника».

В соответствии с приказом Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки № 328 от 18.03.2020 г. ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» успешно прошел государственную аккредитацию и в очередной раз подтвердил свой высокий уровень в образовании и науке. Профессорско-преподавательский состав кафедры в прошедшем году внес большой вклад в обеспечении учебно-методической литературой закрепленные за кафедрой направлений и профилей.

Организация учебного процесса на кафедре тесно пересекается с научно-исследовательской и инновационной деятельностью. Создана научно-творческая среда, организовались малые научные коллективы, в которых профессорско-преподавательский состав кафедры разрабатывает и воплощает свои проекты. Под руководством научно-педагогических работников ведутся разработки инновационных проектов, а также самостоятельное изготовление моделей и прототипов. В эту работу вовлекаются обучающиеся бакалавриата и магистратуры, которые принимают самое активное участие как в расчетно-проектной, производственной, так и в творческой деятельности.

В 2019 г. сотрудники кафедры приняли участие в ряде крупных межрегиональных и международных научных конференций, выставок и

семинаров. Проекты и разработки представлены в различных конкурсных программах, являются соискателями грантов. Основные результаты НИР реализовываются в следующих проектах:

1. «Гелиосушильная установка для энергосберегающей сушки», является обладателем Диплома и Бронзовой медали 21-ой Российской агропромышленной выставки «Золотая осень» за победу в конкурсе «За успешное внедрение инноваций в сельское хозяйство», в номинации «Инновационные разработки в области переработки и хранения сельскохозяйственной продукции»;



Рисунок 1 – Диплом и медаль «Золотая Осень»

2. «Проведение исследований по управлению комплексом инновационных технологических решений с целью повышения эффективности оросительных систем», является соискателем гранта РФФИ;

3. «Разработка автоматической ресурсосберегающей экологичной системы обеспечения благоприятных условий для роста и развития растений в закрытом грунте», является соискателем гранта РФФИ;

4. «Повышение эффективности мелиоративных систем на основе применения инновационных материалов», является соискателем гранта РФН;

5. «Разработка комплекса энергосберегающих элементов технологии выращивания овощных культур в условиях высокотехнологичных культивационных сооружений», участник конкурса НИР Минсельхоза РФ.

Как результат многолетней научно-исследовательской работы по разработке комплекса инновационных технологических решений с целью повышения эффективности мелиоративных систем в 2019 году опубликована монография профессора Абдразакова Ф.К. «Ресурсосберегающие технологии и машины для интенсификации мелиоративного производства».

Все результаты научно-исследовательской работы профессорско-преподавательского состава кафедры ежегодно публикуются в научных журналах и сборниках трудов. В 2019 году кафедрой опубликовано 87 научных статей, объемом 16 п.л., в т.ч. в центральной печати и изданиях рекомендованных ВАК издано 9 статей объемом 4,8 п.л.; в ведущих

международных журналах индексируемых в базе данных Web of Science – 5 статей объемом 1,4 п.л.

В апреле 2019 года прошла, организованная кафедрой IX Национальная научно-практическая конференции с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения». По её результатам издан сборник 100 научных статей объемом 19,125 п.л.

Студенческая наука и творчество также демонстрирует различные достижения. В деятельности 5 научно-исследовательских кружков состоит 52 активных участников. Результатами их работы стали более 90 докладов на конференциях различного уровня, более 30 опубликованных статей, участие в 3 конкурсах и полученные ими 5 дипломов.

Обучающиеся принимали активное участие в подготовке научных и творческих проектов. Среди них можно выделить следующие:

1. Научная работа «Гелиосушильная установка для сельскохозяйственного сырья (на примере фруктовых и овощных культур)» победительница 1-го этапа Всероссийского конкурса научно-инновационных работ среди студентов, аспирантов и молодых ученых университета (Диплом за 2-е местов номинации «Студенческая наука»);

2. Научная работа «Гелиосушильная установка для сельскохозяйственного сырья (на примере фруктовых и овощных культур)» победительница 1-го этапа Всероссийского конкурса научно-инновационных работ среди студентов, аспирантов и молодых ученых университета (Диплом за 3-е местов номинации «Студенческая наука»);

3. Прототип гелиосушильной установки для энергосберегающей сушки, включенный в состав проекта, представленного на 21-ой Российской агропромышленной выставке «Золотая осень»;

4. Творческая работа «Энергосбережение в системах центрального теплоснабжения», победительница конкурса «Лайфхаки: энергоэффективные советы и решения» в рамках городского фестиваля энергоэффективных решений (Дипломы за победу в конкурсе).

Востребованность научно-инновационной деятельности кафедры «Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение» по направлениям АПК, теплогазоснабжения, энергообеспечения и природопользования подкреплена хозяйственной деятельностью по коммерциализации научных разработок и прикладным исследованиям.

Научно-педагогическими работниками кафедры в 2019 году выполнено НИР по 12 хозяйственным договорам в объеме 978 тыс. рублей, в том числе 380 тыс. рублей выполнено НИЛ кафедры «Технологии и машины мелиоративного комплекса». Средняя доля освоенных средств на 1 штатную единицу преподавателя составляет 83,4 тыс. рублей.

Одним из важнейших направлений работы кафедры является апробация научных разработок в структурных подразделениях университета и внедрении результатов в производство.

Преподаватели кафедры входят в рабочую группу по совершенствованию производственной базы УНПК «Агроцентр». В соответствии с концепцией развития Саратовского ГАУ на период с 2020 по 2024 годы сотрудники кафедры примут участие в создании демонстрационно-выставочного центра на базе структурного подразделения УНПК «Агроцентр».

С начала 2020 года уже ведется работа по разработке проектов теплоснабжения тепличного комплекса, а также использования нетрадиционной и возобновляемой энергии (НиВЭ).

Кафедрой разработан пакет предложений по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в системах энергообеспечения УНПК «Агроцентр», в рамках которого выполнена оценка капитальных конструкций зимних теплиц и систем теплоснабжения тепличных блоков, намечены первоочередные мероприятия.

На базе тепличного комплекса УНПК «Агроцентр» разрабатываются следующие проекты:

- проект децентрализованного теплоснабжения тепличного комплекса от блочной газовой котельной с внедрением технологий погодного регулирования и обеспечения микроклимата в теплицах;

- проект децентрализованного энергоснабжения демонстрационно-выставочной теплицы с оранжереей с использованием модуля когенерационных газопоршневых установок;

- проект водоочистки и водоподготовки с разработкой и внедрением технологических схем водозабора из открытого водоема для технологических и питьевых нужд с использованием технологий нано-фильтрации и современных методов обеззараживания;

- проект использования возобновляемых источников энергии для энергосбережения в системах электроснабжения и теплоснабжения тепличного комплекса.

На 2020 год намечена реализация пилотных проектов демонстрационных источников возобновляемой энергетики, которые будут выполнять роль опытно-исследовательских источников НиВЭ:

- пилотный проект автономной мини котельной с использованием возобновляемого биотоплива – топливных гранул (пеллет);

- пилотный проект гибридной электростанция на основе солнечных фотоэлектрических панелей и ветрогенератором, с разработкой компоновочного решения использования возобновляемых источников энергии в тепличном хозяйстве;

По курируемым проектам уже разработаны обоснования, описания, эскизы схем, сметы оборудования и материалов.

Планируемые к реализации проекты позволят выполнять исследования по потенциалу внедрения источников НиВЭ в условиях региона, разрабатывать модели их применения для внедрения в производство и обеспечить учебный процесс действующими установками источников НиВЭ для ряда инженерных направлений подготовки.

УДК 69.003

Ф.К. Абдразаков, А.В. Поваров

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ НАРУЖНЫХ СТЕН

Аннотация. Показано влияние воздухопроницаемости наружных стен многоквартирных домов вторичного жилищного фонда г. Саратова на эффективность работы их системы естественной вентиляции.

Ключевые слова: система естественной вентиляции, инфильтрация и эксфильтрация воздуха, давление воздуха, воздухопроницаемость ограждающих конструкций.

Вторичный жилищный фонд г. Саратова представлен значительным количеством многоквартирных домов, построенных в период с 1987 по 1995 года 20 века. Воздухообмен в данных многоквартирных жилых домах с естественной вентиляцией происходит под действием гравитационного и ветрового давления [1, 3]. Неконтролируемое давление воздуха на поверхность стен снаружи и внутри жилого дома вызывает инфильтрацию и эксфильтрацию воздуха, превышающую производительность систем центрального отопления и естественной вентиляции. Эксфильтрация внутреннего воздуха помещений дома приводит к выносу влаги (конденсации водяного пара) и потерям тепловой энергии в отопительный период года.

При низком давлении (разрежении) внутри помещений квартир влажный воздух проникает сквозь стены дома, и конденсация влаги происходит во внутренних стенах и потолках, примыкающих к наружным стенам. Воздухопроницаемость связана с пористостью силикатного кирпича стен дома, наличием трещин в каменной кладке и присутствием различных отверстий. Стоит отметить, что воздухопроницаемость влияет на перенос тепла, водяного пара, дыма, запахов и пыли как из внешней, среды так и между помещениями в самом жилом доме [2, 3].

При инфильтрации холодного воздуха входящий в стену и выходящий тепловые потоки не равны друг другу, и именно эта разница затрачивается на нагрев холодного фильтрующегося воздуха. В нижней части здания холодный воздух через щели, не плотности и поры в ограждающих конструкциях проникает внутрь здания (приток - инфильтрация), в верхней части выходит из здания (вытяжка - эксфильтрация) (рис. 1). Между этими зонами расположена нейтральная зона – условная горизонтальная плоскость, для которой разность давлений и фильтрация отсутствуют [2, 3].

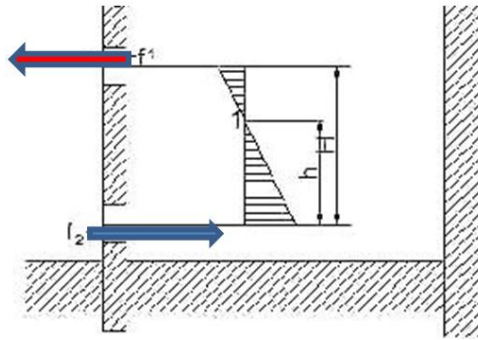


Рисунок 1 - Схема процессов фильтрации воздуха жилого дома:

f_1 – эксфильтрация воздуха; f_2 – инфильтрация воздуха; 1 – нейтральная плоскость

На основании представленной эпюры тепловой напор можно определить как разность плотностей холодного наружного и теплого внутреннего воздуха [3]:

$$\Delta p_{\text{тн}} = h(\gamma_n - \gamma_e), \quad (1)$$

где h – расстояние по вертикали от нейтральной поверхности, м; γ_n – удельный вес наружного воздуха, Н/м³; t_n - расчетная температура наружного воздуха, °С; γ_e – удельный вес внутреннего воздуха, Н/м³.

Таким образом, в летний период года при одинаковых температурах внутреннего и наружного воздуха и при перпендикулярном направлении ветра одной из стен дома (рис. 2, а, б) через данную стену осуществляется инфильтрация воздуха, а через остальные стены и крышу – эксфильтрация воздуха (рис. 2, в). Если ветер направлен под углом – давление обращено на две стены, а эксфильтрация происходит через две других стены и крышу [1, 3, 4].

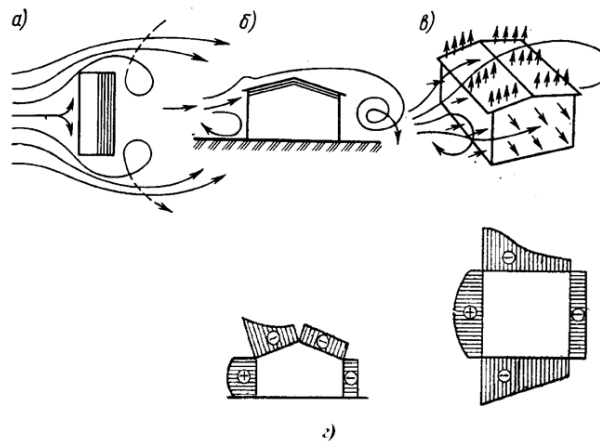


Рисунок 2 - Перпендикулярное воздействие ветра на одну из стен жилого дома:

а, б – направление и завихрение воздушных струй; в – инфильтрация и эксфильтрация воздуха в здании; г – эпюры распределения давлений

Основное количество воздуха, поступающего в помещения жилого дома в ходе инфильтрации, проходит через не плотности оконных проемов, м³/ч [3, 4]:

$$Q_{\text{инф.}} = V_e \cdot F_{\text{ок.}} \cdot (p_{\text{н.с.}} - p_{\text{в.н.}}), \quad (2)$$

где V_e – объем воздуха, проходящий через 1 м² площади окна в течение часа, м³/ч; $F_{\text{ок.}}$ – площадь окон с наветренной стороны дома, м²; $p_{\text{н.с.}}$ – давление воздуха с наветренной стороны дома, Па; $p_{\text{в.н.}}$ - давление воздуха внутри помещений дома, Па.

Необходимое количество тепла для нагрева инфильтрующегося воздуха в жилом доме с естественной системой вентиляции определяется по выражению [3]:

$$Q_{т.инф} = 0,28 \cdot \Sigma G_{инф} \cdot c \cdot (t_в - t_н) \cdot k, \quad (3)$$

$\Sigma G_{инф}$ – расход инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции дома, кг/ч; c – удельная теплоемкость воздуха, 1 кДж/кг·°С; $t_в$ – температура внутреннего воздуха, °С; $t_н$ – температура наружного воздуха, °С; k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях.

Для оценки охлаждающего воздействия инфильтрации в зависимости от температуры наружного воздуха $t_н$ и скорости ветра используется метод «эффективных температур» [1, 3], согласно которому направление и скорость ветра оказывают более сильное воздействие на распределение воздушных потоков в системе вентиляции и расходы инфильтрации, чем температура наружного воздуха (таблица 1).

Таблица 1 – Метод «эффективных температур»

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха $t_н$, °С				
	-7	-15	-21	-29	-41
0-1	-7	-15	-21	-29	-41
4-5	-9	-18	-25	-34	-47
12-13	-24	-37	-47	-61	-81

На основании анализа данного метода можно увидеть, что возрастание скорости ветра не сказывается на расходе воздуха, удаляемого из квартир заветренного фасада жилого дома. Однако при неплотных входных дверях квартир приток воздуха в них уменьшается через окна и увеличивается через двери.

Давление внутри жилого дома должно быть слабо отрицательным в отопительный период и избыточным в период охлаждения. Для устранения воздействия гравитационного давления и распространения дыма и огня внутри дома служит горизонтальное разделение этажей и изоляция лифтовых шахт [1, 3].

Разность давлений воздуха Δp на наружной и внутренней поверхностях заполнения оконного проема на уровне пола первого надземного этажа жилого многоквартирного дома определяется по формуле, Па [3]:

$$\Delta p = 0,55 H_{\delta} \cdot (\gamma_n - \gamma_v) + 0,03 \gamma_n \cdot v^2, \quad (4)$$

где H_{δ} – высота дома от уровня пола первого этажа до верха вытяжной вентиляционной шахты, м; v – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь (установленная при стандартной высоте 10 м), м/с.

Данное явление объясняется тем, что при понижении температуры наружного воздуха возрастает доля гравитационной составляющей в разности давления снаружи и внутри жилого дома, что приводит к увеличению расходов инфильтрации через окна на всех этажах здания. При чем, наиболее существенно данное увеличение сказывается на нижних этажах жилого дома.

Исследования многоквартирного жилого дома в г. Саратове (год постройки - 1988) показали, что класс воздухопроницаемости оказался «нормальная»,

поэтому для управляющей компании были разработаны рекомендации по частичному снижению воздухопроницаемости ограждающих конструкций.

Список использованной литературы:

1. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Исследования эффективности работы системы естественной вентиляции многоквартирного дома / Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. - Том 4. № 7. С. 49-56.
2. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Обследование технического состояния многоквартирного жилого дома с целью повышения эффективности системы вентиляции / Проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы VIII Национальной конференции с международным участием / Под ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов: изд. центр «Наука», 2018. С. 8-12.
3. Кривошеин А.Д. Обеспечение регулируемого притока в зданиях: проблемы и решения // АВОК. 2018. № 4. С. 32-38.
4. Мальцев А.В., Сорокин Д.С. Энергосбережение в многоэтажных жилых зданиях при инфильтрации воздуха через наружную стену // Новый университет. 2015. № 3-4 (37-38). С. 87-90.
5. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Современные методы обследования технического состояния здания // Тенденции развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: мат-лы междунар. научно-практ. конф. – 2016. С.21-25
6. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Энергосбережение – основной фактор развития жилищно-коммунального хозяйства / Недвижимость: экономика и управление. – 2009. №3-4. С.8-10

УДК 69.003

Ф.К. Абдразаков, А.В. Поваров

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ Г. САРАТОВА

Аннотация: Представлены результаты исследований работы системы естественной вентиляции многоквартирного жилого дома серии 114-85 в условиях г. Саратова и даны рекомендации по улучшению параметров микроклимата помещений квартир.

Ключевые слова: система естественной вентиляции, параметры микроклимата, вентиляционный канал, воздушный поток, приточное устройство.

Эффективная работа системы естественной вентиляции зависит от высоты жилого дома, планировки имеющихся квартир, их связи с лестнично-лифтовым узлом, размеров и воздухопроницаемости окон и входных дверей. Поскольку г. Саратов находится в III климатической зоне (подрайон III В) [1, 2], то согласно проекту строительства домов серии 114-85 одно- и двухкомнатные квартиры (расположенные на одной стороне секции) проветриваются через лестничную клетку или другие проветриваемые помещения. Вытяжная вентиляция жилых помещений квартир осуществляется через вытяжные каналы кухонь и санузлов.

В 3-х и 4-х комнатных квартирах предусмотрено сквозное и угловое проветривание помещений [1].

Исследования эффективности работы системы вентиляции квартир жилого дома серии 114-85, расположенного в г. Саратове, проводились в сентябре – октябре 2018 г. при температуре наружного воздуха не ниже 15 °С, в холодный период года измерения показателей микроклимата проводились при температуре наружного воздуха не выше минус 5 °С при наличии облачности [1, 2]. Оценка эффективности системы естественной вентиляции проводилась при разности температур внутреннего и наружного воздуха 13 °С и выше ($t_{в.}=20$ °С, $t_{н.}=5$ °С).

Вентиляционные индивидуальные каналы исследуемого дома серии 114-85 имеют сечение 140x140 мм и расположены во внутренних кирпичных стенах с непосредственным выходом на крышу. Каждый вертикальный вентиляционный канал квартир имеет два ствола, по одному осуществляется транзит воздуха из кухни, по другому – из санузла и ванной комнаты.

В процессе исследований измеряемыми параметрами являлись: температура наружного воздуха; скорость и направление ветра; температура внутреннего воздуха в помещениях; относительная влажность внутреннего воздуха; размеры вытяжных решеток, вытяжных каналов; скорость движения воздуха на отдельных участках системы вентиляции.

Оценка воздухообмена квартир жилого дома проводилась для двух режимов работы системы естественной вентиляции [1, 3, 4]:

1 - при проектном режиме эксплуатации: при закрытых окнах, закрытых входной и межкомнатных дверях, выключенных вытяжных вентиляторах, кухонных вытяжек;

2 - в режиме проветривания через оконные блоки при открытии створок, закрытых входной и межкомнатных дверях, выключенных вентиляторах (при их наличии). В одной из комнат приоткрывалась створка окна на 5 – 8 см и открывались двери между этой комнатой и кухней или санузлом.

Замеры при различных режимах эксплуатации позволили сравнить величины измеренного воздухообмена квартир с нормативными требованиями, определить эффективность работы отдельных элементов системы вентиляции и выявить имеющиеся нарушения.

Нарушения проявлялись в виде появления обратной тяги в системе вентиляции квартир с 4 по 10 этажи (опрокидывание - перетекание воздуха из нижних этажей в верхние). Помимо проблем с вентиляцией наблюдалось снижение температуры внутреннего воздуха квартир в отопительный период года. Все вредные выделения собираются в квартирах расположенных на 9 - 10 этажах дома. Данные квартиры нуждаются в улучшении воздушной среды и микроклимата, поскольку лестничные клетки и шахты лифтов являются каналами, по которым воздух мощным потоком устремляется вверх, попадая в квартиры через не плотности входных дверей.

Последние этажи дома страдают не от обратной тяги, а от ослабленной, поскольку воздух, попадая в вентиляционный канал, проходит около 0,6 м по вертикальному каналу и не успевает набрать необходимые силу и скорость,

поэтому воздухообмен в верхних квартирах сильно снижается. Причиной является недостаточная высота вентиляционной трубы на крыше дома.

С помощью метода неразрушающего контроля было проведено исследование вертикальных вентиляционных каналов со стороны крышных козырьков на кровле дома и вентиляционных каналов кухонь квартир разных подъездов дома (рис. 1, а). Исследование показало наличие выступов раствора, неровностей в каменной кладке каналов, а также их загрязнение, что влияет на создание существенного сопротивления движению воздуха и приводит к снижению производительности системы вентиляции. В санузле одной из квартир отсутствие тяги объяснилось не рабочим состоянием вентиляционного канала – он оказался заблокированным посередине своей длины (рис. 1, б).



а

б

Рисунок 1. Вентиляционные каналы квартир дома:

а – рабочий вентиляционный канал кухни; б – нерабочий вентиляционный канал санузла

Для устранения описанных негативных явлений необходимо провести механическую очистку системы вентиляции и установить технические устройства, способные повысить тягу в вентиляционных каналах. Одним из таких способов может являться наращивание оголовков труб вентиляционных каналов трубами того же диаметра и выводом их на дополнительную высоту 1 м. Поднимающийся снизу поток воздуха из вентиляционных каналов нижних этажей будет подхватывать и увлекать за собой удаляемый воздух из труб верхних этажей дома.

Определение наличия воздушных потоков в вентиляционных каналах и параметров микроклимата ряда помещений жилого дома проводилось с помощью измерителя параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП - М». Замеры проводились в помещениях квартир на 4, 7 и 9 этажах, а также на кровле дома. Для точности измерений было принято 9 точек по периметру вытяжного вентиляционного канала сечением 140x140 мм. Полученные результаты замеров представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты замеров в вытяжных вентиляционных каналах внутри стен дома

№ замера	Скорость воздуха, м/с			Относительная влажность, %			Температура воздуха, °С		
	Этаж дома			Этаж дома			Этаж дома		
	4	7	9	4	7	9	4	7	9
1	0,12	0,15	0,22	41,5	43,1	53,2	24,7	22,1	22,0
2	0,31	0,42	0,51	36,5	40,2	48,7	23,1	21,4	19,4
3	0,07	0,12	0,05	36	38,7	45,5	22,5	20,5	18,7

4	0,11	0,21	0,17	45,8	51,2	62,7	24,1	23,7	21,5
5	0,5	0,56	0,67	40,7	44,3	51,3	21,5	20,8	19,2
6	0,87	1,1	1,0	50,2	55,3	61,8	25,6	24,8	22,5
7	1,1	1,25	1,32	50,4	56,1	57,2	22,7	21,2	20,1
8	0,35	0,55	0,67	37,2	43,2	48,3	23,4	22,5	22,0
9	0,91	1,11	1,03	37,8	45,1	48,1	25,2	23,8	21,3

Результаты проведенных исследований говорят о повышенной герметичности окон и дверей квартир, которая приводит к опрокидыванию движения воздуха в вытяжных каналах (обратная тяга), перемещению его из верхних этажей дома в нижние и невозможности его равномерного распределения по вертикали дома. Располагаемое давление в квартирах верхних этажей может достигнуть отрицательных значений, что может блокировать работу системы вентиляции. С целью устранения выявленных недостатков в работе системы вентиляции необходимо применение специальных приточных устройств, регулирующих приток наружного воздуха в помещения квартир и обеспечивающих требуемые параметры микроклимата.

Список использованной литературы:

1. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Исследования эффективности работы системы естественной вентиляции многоквартирного дома // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. Том 4. № 7. С. 49-56.
2. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Обследование технического состояния многоквартирного жилого дома с целью повышения эффективности системы вентиляции // Проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы VIII Национальной конференции с международным участием. Под ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов: изд. центр «Наука», 2018. С. 8-12.
3. Бродач М.М. Вентиляция и сертификация – основы экологической безопасности жилища// АВОК. 2017. № 1. С. 58-62.
4. Кривошеин А.Д. Обеспечение регулируемого притока в зданиях: проблемы и решения // АВОК. 2018. № 4. С. 32-38.
5. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Современные методы обследования технического состояния здания // Тенденции развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: мат-лы междунар. научно-практ. конф. – 2016. С.21-25
6. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Энергосбережение – основной фактор развития жилищно-коммунального хозяйства / Недвижимость: экономика и управление. – 2009. №3-4. С.8-10

УДК 699.8

Ф.К. Абдразаков, А.В. Поваров

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО МОНТАЖУ ОПТИМАЛЬНОЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

Аннотация. Показано отсутствие класса энергоэффективности большого количества многоквартирных домов вторичного жилищного фонда крупных городов Саратовской области. Предложена технология производства строительно-монтажных работ по устройству эффективной системы теплоизоляции «мокрого» типа с гибкими элементами крепления основания к наружным стенам домов.

Ключевые слова: класс энергоэффективности здания, теплоизоляция «мокрого» типа, технология монтажных работ.

Значительная часть каменных многоквартирных домов вторичного жилищного фонда, расположенного в таких городах Саратовской области, как Саратов и Энгельс, не имеет присвоенного класса энергоэффективности по причине отсутствия оборудования индивидуального теплового пункта с автоматическим погодным регулированием, приборов индивидуального учета потребляемых энергоресурсов, светодиодного освещения мест общего пользования дома (рис. 1), что не соответствует предъявляемым требованиям [1].



Рисунок 1 - Оборудование индивидуального теплового пункта многоквартирного жилого дома с отсутствием системы автоматического регулирования

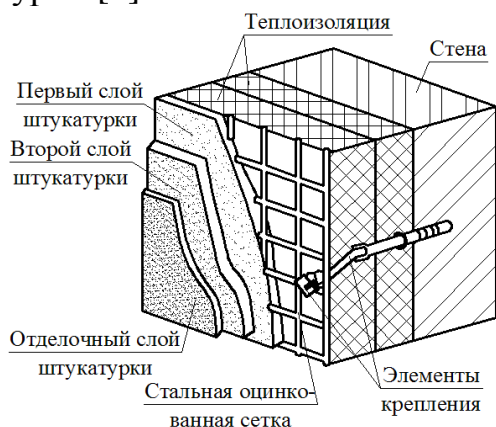
Проведенные исследования показали, что в отопительный период года в данных домах происходят большие теплопотери и снижение температуры внутренней поверхности стен и внутреннего воздуха в ряде квартир, в результате чего стены отсыревают, на них образуется плесень, а также происходит разрушение каменной кладки [2, 3]. В значительно большей степени от переохлаждения страдают торцевые стены домов, покрытые только слоем штукатурки. По этой причине собственники ряда квартир были вынуждены прибегнуть к устройству наружной «точечной» теплоизоляции «мокрого» типа с жестким закреплением основания, где в качестве теплоизоляционного материала используется пенопласт, являющийся самым дешевым теплоизолятором [2, 3, 6].

По результатам проведенных замеров многочисленных поврежденных участков теплоизоляции «мокрого» типа толщина защитного слоя штукатурки составила всего от 1 до 2 мм (рис. 2). Данный тонкий слой легко подвергается механическому воздействию, очень чувствителен к повышенной влажности и начинает разрушаться примерно через 3 года эксплуатации. Разрушение окрашенного защитного штукатурного слоя приводит к воздействию влаги и ультрафиолета на утеплитель пенопласт, при этом он становится более пористым и быстро разрушается, приводя в негодность всю систему теплоизоляции [4, 5].



Рисунок 2 - Повреждения защитного тонкого слоя штукатурки системы теплоизоляции «мокрого» типа

Помимо рассмотренной системы теплоизоляции «мокрого» типа существует более эффективная современная система с гибкими элементами крепления основания (рис. 3), в которой плиты теплоизоляционного материала крепятся к наружной стене с помощью шарнирных крепежных элементов, за счет чего исключается передача осадочных деформаций на отделочный слой штукатурки [5].



Дюбель с маятниковым элементом

Рисунок 3 - Схема системы теплоизоляции с подвижными элементами крепления плит утеплителя

Технология производства строительно-монтажных работ по установке системы теплоизоляции «мокрого» типа с подвижными элементами крепления состоит из следующих этапов [5]:

- 1 - крепление неподвижной части кронштейнов к стене с помощью дюбелей (рис. 3);
- 2 – крепление снизу-вверх плит утеплителя пенополистерола марки ПСБ-С-25 на подвижную часть кронштейнов;
- 3 - фиксация плит утеплителя стальными шпильками после укладки на него стальной армировочной сетки;
- 4 – нанесение слоев штукатурки, после затвердевания которой прорезаются горизонтальные и вертикальные деформационные швы шириной 6 мм с шагом по длине стены не более 15 м. От угла фасада дома крайний вертикальный шов должен быть не ближе 0,15 м;
- 5 - заделка горизонтальных швов силиконовой мастикой.

Экономическую эффективность применения предлагаемых мероприятий можно оценить на примере одного многоквартирного дома, расположенного в г. Саратове.

Передаваемая через наружные каменные стены дома средняя за отопительный период тепловая мощность составляет, Вт [3]:

$$Q_{cp.m.} = (t_g - t_{cp.n}) \frac{F}{R}, \quad (1)$$

где F – площадь теплоизолируемых стен дома, м².

Общая площадь теплоизолируемых стен определена на примере одного подъезда девятиэтажного жилого дома за вычетом оконных проемов, балконов и лоджий: $F=676$ м².

Термическое сопротивление для не утепленной стены дома из силикатного кирпича составляет $R_{cp.} = 0,82$ м² °С/Вт.

Передаваемая через наружные неутепленные каменные стены подъезда дома средняя за отопительный период тепловая мощность составляет, Вт:

$$Q_{cp.m.1} = (21 - (-3,5)) \frac{676}{0,82} = 20197$$

Нормативное термическое сопротивление каменной стены $R_o^{норм} = 3,02$ м²°С/Вт, поэтому передаваемая через наружные теплоизолированные каменные стены подъезда дома средняя за отопительный период тепловая мощность составила, Вт:

$$Q_{cp.m.2} = (21 - (-3,5)) \frac{676}{3,02} = 5484$$

В результате проведения мероприятий по эффективной теплоизоляции экономия тепловой энергии одним подъездом дома за отопительный период составляет, Гкал/год [3, 4]:

$$\Delta Q = 0,86 \cdot 10^{-3} (Q_{cp.1} - Q_{cp.2}) \cdot n \cdot n_{ч}, \quad (2)$$

где $n_{ч}$ – время работы системы отопления в течение суток, ч/сут.

$$\Delta Q = 0,86 \cdot 10^{-3} (20,2 - 5,48) \cdot 188 \cdot 24 = 57,12 \text{ Гкал/год}$$

Годовая экономия от энергосберегающих мероприятий, руб./год:

$$\Delta C = \Delta Q \cdot T_{m.э.}, \quad (3)$$

где $T_{m.э.}$ - тариф на тепловую энергию, руб./Гкал. Тариф на тепловую энергию от филиала «Саратовский» ПАО «Т Плюс» для г. Саратов с 1 января 2020 г. составляет 1909,72 руб./Гкал.

С учетом тарифа на тепловую энергию годовая экономия от энергосберегающих мероприятий составляет, руб./год:

$$\Delta C = 57,12 \cdot 1909,72 = 109083$$

Срок окупаемости капитальных вложений в систему теплоизоляции наружных стен дома составляет, лет:

$$T_{кв.} = K_{вл.} / \Delta C, \quad (4)$$

где $K_{вл.}$ – капитальные вложения, руб.

$$T_{кв.} = 831708 / 109083 = 7,6 \text{ года}$$

Предлагаемая система теплоизоляции «мокрого» типа с гибкими элементами крепления утеплителя позволит повысить энергоэффективность многоквартирных домов вторичного жилищного фонда и сократить затраты на тепловую энергию. Соблюдение предлагаемой технологии работ по монтажу системы теплоизоляции способствует увеличению срока ее эксплуатации до 10 лет без проведения капитального ремонта.

Список использованной литературы:

1. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 6 июня 2016 г. № 399/пр «Об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».
2. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Современные методы обследования технического состояния зданий // Тенденции развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Под редакцией Ф.К. Абдразакова (17-18 ноября 2016 г.), Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2016. С. 21-25.
3. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Исследования причин переувлажнения утепленных фасадов многоквартирных домов г. Саратова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 3. С. 39-45.
4. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Совершенствование технологии фасадной теплоизоляции многоквартирных домов // Актуальные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы VII очной Международной научно-практической конференции. Под. ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2018. С. 18-21.
5. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Эффективная система наружной теплоизоляции каменных многоквартирных домов // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы IX Национальной конференции с международным участием. Под ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2019. С. 13-16.
6. Береговой А.М., Дерина М.А. Вопросы повышения энергоэффективности зданий в стадии проектирования и восстановления [электронный ресурс] // Современные научные исследования и инновации. 2015. №5. Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2015/05/54441> (дата обращения 15.03.2020).
7. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Энергосбережение – основной фактор развития жилищно-коммунального хозяйства / Недвижимость: экономика и управление. – 2009. №3-4. С.8-10

УДК 69

Ф.К. Абдразаков

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ВВЕДЕНИЕ В ПРОФЕССИЮ «ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ»

Аннотация. Обоснована необходимость квалифицированных кадров направления ТГС. Рассмотрены задачи дисциплины ТГС. Представлены методические принципы специальности ТГС при обучении студентов.

Ключевые слова: системы теплогазоснабжения, строительство, проектирование.

Гарантии человеческого благополучия и комфортного существования обеспечиваются за счет правильной эксплуатации и проектной составляющей инженерных систем. Инженеры-строители, обучающиеся, и выпускающиеся по специальности ТГС решают эти задачи.

Выпускники, получившие соответствующую квалификацию, работают в организациях, выполняющие строительные и обслуживающие работы по

реконструкции внешних тепловых и газовых сетей, внутренних систем отопления, газоснабжения, а также теплогенерирующих установок. Специалисты данной направленности будут необходимы и важны [1-4]:

- в проектных учреждениях отраслевого характера, при решении задач, связанных с проектированием и конструированием различных объектов;
- в научных учреждениях при выполнении научных исследований, направленных на получение новых теоретических и практических знаний.

Студенты будут получать необходимые знания и опыт для решения теоретических и практических задач. Профессия ТГС включает в себя следующие области знаний [1-4]:

- Проектирование систем теплогазоснабжения;
- Строительство систем теплогазоснабжения;
- Эксплуатация систем теплогазоснабжения.

Каждая область знаний включает в себя постановку и решение следующих задач.

Задачи проектирования систем ТГС:

- разработка ТЭО проектов правильного использования;
- прогнозирование, изучение и разработка тепловых балансов;
- проектирование сетей теплогазоснабжения, систем отопления и газоснабжения;
- проектирование установок теплогенерации и теплоутилизации;
- разработка энергосберегающих проектов.

Задачи строительства систем ТГС:

- проверка правильности чертежей;
- организация и управление строительным процессом;
- обеспечение качества строительных работ;
- выполнение инструментальных наблюдений по всем видам работ;
- разработка проектов организации и выполнения монтажных работ;
- обеспечение безопасности строительного процесса.

Задачи эксплуатации систем ТГС:

- обеспечение стабильной и эффективной работы систем ТГС;
- использование и внедрение современных технологий;
- настройка системы ТГС для конечного пользователя;
- эксплуатация установок.

Организация учебных занятий основывается на системе методических принципов, к которым можно отнести:

1. принцип профессиональной направленности;
2. принцип последовательности и непрерывности;
3. принцип личностного-ориентированного подхода к обучению;
4. принцип доступности;
5. принцип преемственности.

Специальность ТГС считается приоритетной и полезной в современном обществе, так как отрасль строительства развивалась, развивается и будет развиваться постоянно. Строительство любого объекта предполагает участие

кадров, способных рассчитать, построить и запустить в эксплуатацию тот или иной объект, отвечающих требованиям ГОСТ.

Список использованной литературы:

1. Кирюшатов, А.И. Теплотехника: курс лекций для студентов специальностей 311300, 311400, 311500, 230100 / А.И. Кирюшатов. – Саратов: Сарат. гос. агр. ун-т. им. Н.И. Вавилова, 2001. – 196с.
2. Свистунов, В.М. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства: Учебник для вузов. – 2-е изд. / В.М. Свистунов, Н.К. Пушняков. – СПб.: Политехника, 2007. – 423 с.: ил.
3. Тихомиров, К. В. Теплотехника, теплогасоснабжение и вентиляция: Учеб. для вузов. – 4-е изд. перераб. и доп. / К. В. Тихомиров, Э.С. Сергеенко. – М.: Стройиздат, 1991. – 480 с.: ил.
4. Гусев, В.М. Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Учебник для вузов / В.М. Гусев, В.П. Попов, В.А. Потрошков, под. ред. В.М. Гусева. – Л.: Стройиздат Ленингр. отделение, 1984 . – 343 с.:ил.

УДК 69

Ф.К. Абдразаков

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. Строительный процесс включает в себя определенный набор методов исследования, применение которых имеет индивидуальный и системный подход к каждому объекту исследования. Квалифицированный специалист должен на высоком уровне знать и уметь применить методы решения научно технических задач в строительстве. Представленные в статье методы являются универсальными и направлены на решение конкретных задач в строительстве.

Ключевые слова: строительство, научно-технические задачи, творческие задачи, строительный процесс.

Введение. Данная дисциплина является неотъемлемой частью будущих специалистов, так как теоретические и практические навыки, приобретенные обучающимися, будут являться фундаментальной базой для решения научно-технических задач (НТЗ) на производстве или научных исследованиях. Строительный процесс включает в себя множество научно-технических задач, особенно данная тема актуальна при проектировании зданий и сооружений различного назначения. Использование компьютерного аппарата и возможности современного моделирования помогают более эффективно решать НТЗ.

Целью статьи является приведение основных методов решения научно-технических задач в строительстве.

Объектом исследования является строительный процесс.

Предмет исследования – методы решения научно-технических задач.

Основная часть. Специалисты в данной сфере имеют огромную ценность для общества и инфраструктурного развития территории любого масштаба. Повышение уровня квалифицированных кадров принимающих участие в строительном процессе повышает качество проводимых работ, а так же решает вопросы безопасности, возникающие или которые могут возникнуть при проведении тех или иных работ.

Существуют универсальные методы научного исследования для решения технических задач (см. рисунок 1) [1,2]:

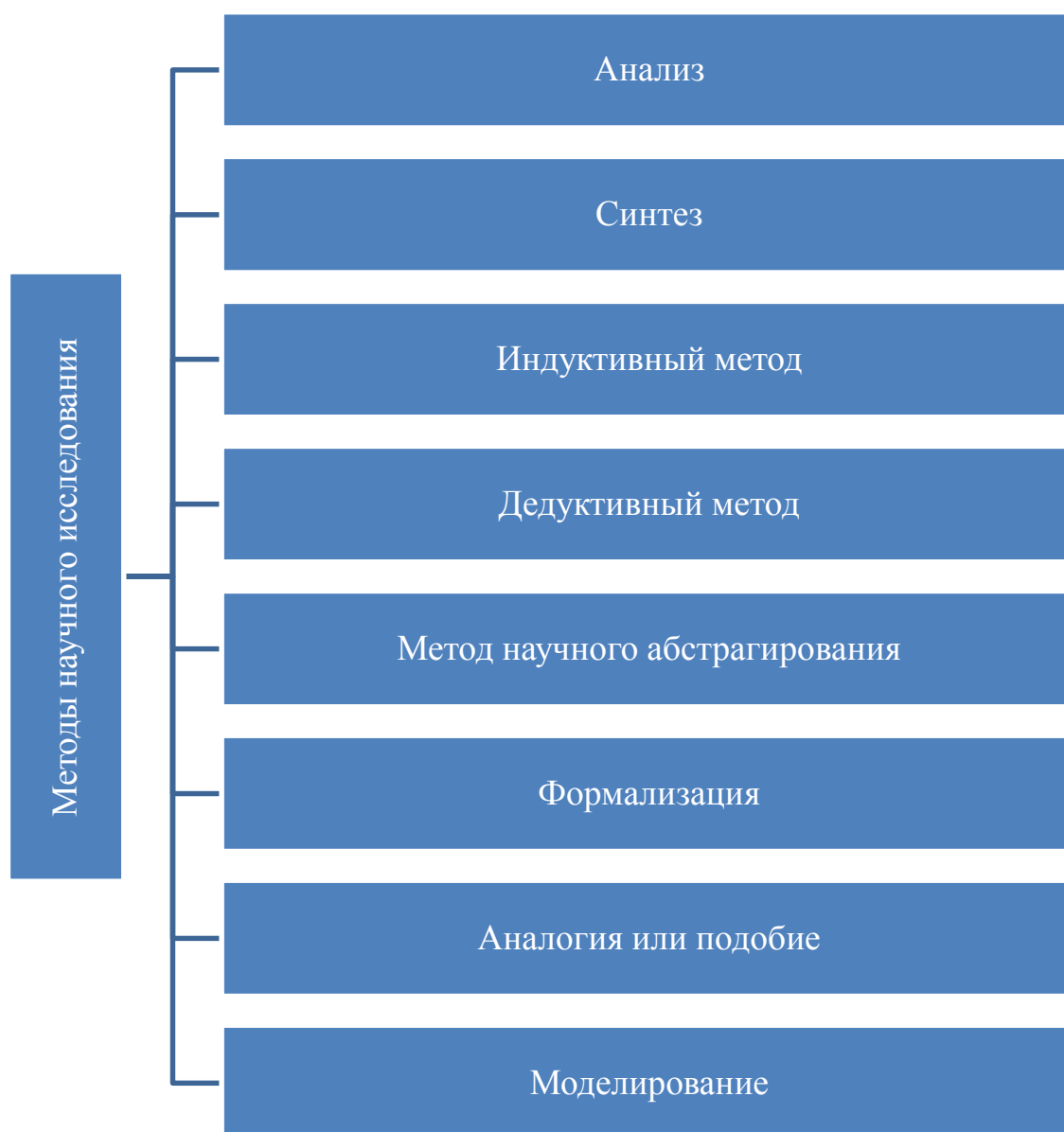


Рисунок 1 – Методы решения научно-технических задач в строительстве

Каждый метод является уникальным, не смотря на его универсальность, рассмотрим каждый метод более детально.

Анализ является методом научного познания. Исследуемый объект разделяется на более мелкие части или выделяются самые значимые части объекта для более детального изучения;

Синтез является методом научного познания объекта исследования целого объекта или его свойств;

Индуктивный метод исследования предполагает вывод о связях и свойствах неизвестных объектов на основе единичных наблюдений;

Дедуктивный метод исследования предполагает вывод частных положений из общих правил, положений и законов;

Метод научного абстрагирования, при котором необходимо сосредоточить внимание на основных элементах, связях и свойствах объекта, не останавливаясь на частных и второстепенных элементах и связях;

Метод формализации подразумевает описание исследуемого объекта математическими формулами и терминами;

Метод аналогии и подобия предполагает выводы о сходстве или подобии на основе аналогичных свойств и признаков объекта;

Моделирование – метод научного исследования проводится на основе спроектированной модели объекта.

Все описанные методы имеют индивидуальный характер применения, так как эффективный метод при исследовании одного объекта будет совершенно бесполезен относительно другого. Однако, получаемый результат о неэффективности какого-то ни было метода применительно к определённому объекту исследования будет полезным знанием.

Методы решения научно-технических задач также можно разделить на следующие группы (см. рисунок 2) [1,2].

Каждая группа может включать в себя определённый набор рассмотренных ранее методов решения научно-технических задач.



Рисунок 2 – Группы методов решения научно-технических задач

Решение той или иной задачи подразумевает наличие информационной составляющей об объекте исследования, например, чем меньше информации на начальном этапе, тем больше необходимости в интуиции относительно исследуемого объекта, соответственно, чем больше начальной информации, тем больше задействована рассудочная часть.

Заключение. Наличие постоянных задач и вопросов в строительном процессе имеет высокую значимость для его развития, так как с появлением эффективного научно-технического решения, соответственно также появятся вопросы и новые задачи для улучшения. Таким образом, нами были описаны основные методы решения научно-технических задач в строительстве.

Список использованной литературы:

1. Катков Д.С. Методы решения научно-технических задач в строительстве: краткий курс лекций для магистрантов 2 курса направления подготовки 08.04.01 Строительство / Сост.: Д.С. Катков // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2017. – 24 с.

2. Байрамуков, С.Х. Методы решения научно-технических задач в строительстве: практикум по дисциплине «Методы решения научно-технических задач в строительстве» для обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 Строительство /С.Х. Байрамуков. - Черкесск: БИЦ СКГА, 2019. – 32 с.

УДК 697.34/075.8

С.Н. Авдеев, М.В. Гаврилов, В.Н. Дорофеев, М.Н. Медведев

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, г. Владимир, Россия

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ
КОНСТРУКЦИИ В НЕПРОХОДНОМ КАНАЛЕ**

Аннотация. В плане совершенствования территориальных систем теплоснабжения путем повышения теплотехнической эффективности теплоизоляционных конструкций на тепловых сетях выполнен тепловой расчет на примере подземной прокладки трубопроводов в непроходном канале с использованием программы Mathcad по типовым методикам расчета.

Проведен сравнительный анализ результатов теплового расчета с точки зрения их достоверности. Выявлено влияние ряда расчетных величин на тепловые потери через теплоизоляционную систему в непроходном канале реальной тепловой сети. Создана расчетная основа для совершенствования конструкции и режимов работы тепловых сетей.

Ключевые слов: Теплоизоляционная конструкция, тепловые сети, непроходной канал, тепловые потери, параметры теплоносителей, плотность теплового потока

Теплоизоляционная конструкция на тепловых сетях должна обеспечивать нормативный уровень тепловых потерь оборудованием и трубопроводами, безопасную для человека температуру их наружных поверхностей, требуемые параметры теплоносителей при эксплуатации и при этом не выходить за пределы экономической целесообразности [1,2].

Механическая защита труб при монтаже под землей может быть обеспечена путем устройства каналов, а тепловая защита – путем применения тепловой изоляции, нанесенной непосредственно на наружную поверхность трубопроводов. Изоляция труб и прокладка их в каналах увеличивают первоначальную стоимость теплотрассы, но быстро окупаются при эксплуатации за счет повышения эксплуатационной надежности и уменьшения тепловых потерь.

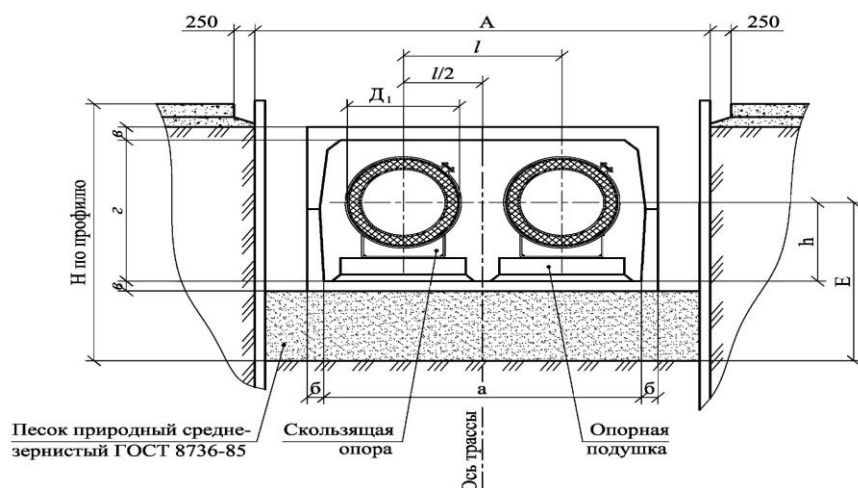


Рисунок 1 – Конструкция непроходного канала (попереч-

На рисунке 1 показан поперечный разрез конструкции непроходного канала.

Непроходные каналы имеют наибольшее распространение среди других видов канальной прокладки; в них трубопровод защищен от колебания давления в грунте и находится на специальных подвижных и не подвижных опорах, обеспечивающих его свободное тепловое расширение. Внутри канала устраивают дренаж. Для обеспечения оттока воды лотки укладываются с уклоном не менее 0,002. Вода из нижних точек лотков удаляется самотеком в систему дренажа или из специальных приемков при помощи насоса откачивается в канализацию. Кроме продольного уклона лотков, перекрытия также должны иметь поперечный уклон порядка 1-2 % для отвода паводковой или атмосферной влаги. При высоком уровне грунтовых вод наружную поверхность стенок, перекрытия и дна канала покрывают гидроизоляцией.

Целью проектирования тепловой изоляции на тепловых сетях является определение толщины теплоизоляционного слоя по нормируемой плотности теплового потока [1,4]. Для оценки теплотехнической эффективности теплоизоляционных конструкций (и применяемых в её составе теплоизоляционных материалов) и рассмотрения вопроса об оптимизации толщины теплоизоляционного слоя выполняют расчет тепловых потерь по сумме термических сопротивлений слоёв конструкции [1,3-5].

Для оценки эффективности теплоизоляционной конструкции (ТИК) в непроходном канале объектом исследования выбрана двухтрубная тепловая сеть одного из районов города Муром Владимирской области (от ЦТП ул. Осипенко,5). Тепловая сеть состоит из 25 участков магистрали и распределительных ответвлений (по ним приведены результаты расчета) и 29 абонентских участков.

Данная теплосеть работает при температурном графике отпуска тепла 95/70 °С, температурах наружного воздуха: расчетной на отопление $t_{н}^{ро} = -30^{\circ}\text{C}$, средней годовой $t_{н}^{сп.г} = 3,9^{\circ}\text{C}$; длительность отопительного периода равна 5112 ч/год

Анализ тепловой эффективности ТИК в непроходном канале проведен по результатам теплового расчета (ТР) теплотерь через изоляционную

конструкцию, выполненного в программе Mathcad двумя типовыми методами: нормируемых плотностей тепловых потоков(МНТ) и термических сопротивлений(МТС)

Тепловой расчет изоляционной конструкции при двухтрубной подземной прокладке в непроходном канале проводят с целью определения:

-либо тепловых потерь трубопроводов с заданной конструкцией тепловой изоляции (метод МТС);

- либо по заданным значениям нормируемых тепловых потерь соответствующих толщин тех или иных изоляционных слоёв, выполняемых из материалов с известной теплопроводностью (метод МНТ).

Исходными данными в задачах теплового расчета тепловых сетей являются:

- температура теплоносителя на входе в участок теплопровода ,на протяжении которого вид прокладки, диаметр труб и характеристики теплоизоляционной конструкции – толщина, коэффициент теплопроводности остаются неизменными;

- температура окружающей среды, воспринимающей тепловые потоки от конструкций тепловых сетей. При подземной прокладке труб в непроходном канале такой окружающей средой является массив грунта, в котором заложены эти конструкции.

Если несколько теплопроводов (в частности, два- подающий и обратный) проложены в общем канале, то тепловой поток (тепловые потери) от каждого поступают в канал, а затем общий тепловой поток отводится через стенки канала и грунт в наружную среду.

При расчете тепловых потерь теплопроводов, проложенных в каналах, учитывают следующие термические сопротивления: теплопроводности изоляции $R_{и}$, теплоотдачи от изоляции к воздуху канала $R_{н}$, теплоотдачи от воздуха канала к его стенке $R_{вк}$, теплопроводности стенок канала $R_{к}$ и грунта $R_{гр}$ ($м^2 \cdot К$)/Вт.

Алгоритм теплового расчета теплоизоляционной конструкции (ТИК) в непроходном канале включает следующие этапы вычислений (без приведения расчетных формул) [1,3,5,7]:

А. По методу нормативных плотностей тепловых потоков (норм тепловых потерь - МНТ):

- выбор нормируемых значений теплотерь; в частности, применены их значения из документа:

«Нормы тепловых потерь (плотности теплового потока) водяными теплопроводами (в ВТС при прокладке в непроходных каналах), спроектированными в период с 1990 по 1998 г, приложение №2, таблица 2.1» [4]. В СНиП по тепловой изоляции трубопроводов [1] нормируемые значения плотностей теплового потока (при всех видах прокладки) по периодам строительства зданий не приводятся ,а при прокладке в непроходном канале указаны не корректно (с точки зрения значений среднегодовых температур теплоносителя и привязки их к температурным графикам отпуска тепла). Принятые в статье по [4] нормы тепловых потерь представляются более

обоснованными, хотя по значениям больше, чем в [1] в 1,4-1,6 раза. Это несоответствие норм тепловых потерь в двух источниках информации [1,4] может быть оценено в проведенных расчетах.

- обоснование расчетных температур теплоносителей, окружающей среды и их теплофизических характеристик (коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи и других);

- определение нормируемой линейной плотности теплового потока q_l , Вт/м;

- определение сопротивления теплопередаче на один метр длины ТИК, $(\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт})$; в обозначениях [4] : R_{tot} ;

- определение сопротивления теплоотдаче на наружной поверхности теплоизоляции K_{tot} и на внутренней поверхности канала R_{kan} , $(\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт})$;

- определение термического сопротивления слоя теплоизоляции $R_{\text{iz}} = r_{\text{tot}} - K_{\text{tot}} - R_{\text{kan}}$;

- определение параметра $B = D_{\text{iz}}/D_n = e^{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{iz}} \cdot R_{\text{iz}}}$;

- определение толщины тепловой изоляции $\delta_{\text{iz}} = D_n \cdot (B-1)/2$, мм;

где D_{iz} , D_n – диаметр наружной изоляции и трубы, мм

λ_{iz} – коэффициент теплопроводности изоляции, Вт/(м·К).

Б. По методу термических сопротивлений (МТС):

- выбор температур теплоносителей и окружающей среды (грунта);

- определение температуры воздуха в канале, °С;

- определение сопротивлений теплопередаче подающего и обратного трубопроводов, а также канала (как сумм соответствующих сопротивлений на пути распространения теплового потока);

- определение расчетных удельных тепловых потерь (для сравнения по трем типовым формулам), Вт/м;

- определение абсолютных теплотерь, кВт.

Расчеты проводят по участкам тепловой сети (в соответствии с расчетной схемой); затем результаты суммируют по длине сети, за единицу времени (ч), за отчетный период времени (месяц, квартал, год)

В статье приведены результаты расчетов по обоим методам (МНТ и МТС), которые представлены в виде таблиц и рисунков; в необходимых случаях с оформлением результатов в виде графиков (по расчетным точкам) и выражениям регрессии (аналитический вид).

Следует отметить, что в иллюстрационных материалах (таблицах и графиках) сохранены обозначения величин, удобные для работы в среде mathcad, но несоответствующие типовым; в этих случаях даны указания по их приведению к общепринятым обозначениям.

Для расчета в МНТ приняты температура окружающей среды $t_{\text{окр}}=0$ °С, ее табличное значение 5 °С; коэффициент пересчета с табличных значений норм теплотерь на фактические $K_{\text{прс}}=1,12$; средняя температура теплоносителя по двум трубам $t_{\text{т}} = 43$ °С.

В примененном методе расчета МНТ приняты коэффициенты теплопроводности изоляции $\lambda_{\text{из}}=0,044+0,00031 \cdot 43=0,057$ Вт/(м·К).

Коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности изоляции (при высокой степени излучения покровного слоя) $\alpha_{iz}=11$ Вт/(м²·К).

При расчете по методу МТС приняты следующие теплофизические характеристики величин: коэффициенты теплопроводности изоляции, стенок канала, грунта $\lambda_{iz}=0.057$; $\lambda_{кан} = 1,3$; $\lambda_{гр}=1,7$ Вт/(м·К). Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{tot}=11$ Вт/(м²·К). Глубина заложения трубопровода в грунте $H_{гр}=1,15$ м. Температуры теплоносителей в подающем $t_{п}= 48,83$ и обратном $t_{о}=39,15$ °С и окружающей среды $t_{окр}=0$ °С.

В таблице 1 приведены геометрические размеры (мм) ТИК в непроходном канале. В частности, в ней указаны условные диаметры труб (строки 1 и 5); эквивалентные диаметры поперечного сечения непроходного канала: по внутренним (строки 2 и 6) и наружным (строки 3 и 7) размерам; предельные значения толщины изоляции (строки 4 и 8). Вертикальные графы соответствуют номерам участков сети: №1-№12 (для строк 1-4) и № 13 - №24 (для строк 5-8).

Таблица 1 – Геометрические размеры теплоизоляционной конструкции в непроходном канале

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	315	315	315	359	207	207	207	207	150	125	100	82
2	1.23×10^3	1.23×10^3	1.23×10^3	1.23×10^3	919	919	919	919	919	919	706	706
3	1.457×10^3	1.457×10^3	1.457×10^3	1.457×10^3	1.089×10^3	1.089×10^3	1.089×10^3	1.089×10^3	1.089×10^3	1.089×10^3	1.089×10^3	864
4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	90	90
5	82	82	263	263	263	263	207	125	125	100	100	150
6	706	706	1.23×10^3	1.23×10^3	1.23×10^3	1.23×10^3	919	919	919	706	706	919
7	864	864	1.457×10^3	1.457×10^3	1.457×10^3	1.457×10^3	1.089×10^3	1.089×10^3	1.089×10^3	864	864	1.089×10^3
8	90	90	100	100	100	100	100	90	90	90	90	100

В таблице 2 приведены нормируемые значения плотностей тепловых потоков (теплопотерь) в зависимости от условного диаметра труб, мм (по участкам сети №1-24- гр.0) и при различных значениях температуры теплоносителя: в подающем трубопроводе 65 (гр.2) и 90 °С (гр. 3), в обратном трубопроводе 50 °С (гр.4); при температурах в подающем трубопроводе 46,83 °С – гр.5 (при среднегодовой наружной температуре 3,9 °С и температурном графике 95/70 °С), в обратном трубопроводе 39,15 °С – гр.6 (при наружной температуре 3,9 °С), в обратном трубопроводе при среднем значении $(39,15 + 50)/2$ – гр.7, при суммарном значении в подающем и обратном трубопроводах (при коэффициенте усреднения $K_{уср}=1,133$ и коэффициенте потерь через опоры $v=1,2$)- гр. 8 и средние значения от потерь в подающем и обратном трубопроводах – гр.9.

Таблица 2 – Нормируемые значения плотностей тепловых потоков (теплопотерь) в зависимости от условного диаметра трубопроводов и температуры теплоносителя при прокладке в непроходном канале

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	315	50	70	30.5	35.44	23.881	27.191	85.15	42.575	13	82	25	36	16.5	16.992	12.919	14.71	43.101	21.55
2	315	50	70	30.5	35.44	23.881	27.191	85.15	42.575	14	82	25	36	16.5	16.992	12.919	14.71	43.101	21.55
3	315	50	70	30.5	35.44	23.881	27.191	85.15	42.575	15	263	45	64	27.5	31.168	21.532	24.516	75.706	37.853
4	359	55	75	33.5	40.44	26.23	29.865	95.584	47.792	16	263	45	64	27.5	31.168	21.532	24.516	75.706	37.853
5	207	39	54	24.5	28.08	19.183	21.842	67.872	33.936	17	263	45	64	27.5	31.168	21.532	24.516	75.706	37.853
6	207	39	54	24.5	28.08	19.183	21.842	67.872	33.936	18	263	45	64	27.5	31.168	21.532	24.516	75.706	37.853
7	207	39	54	24.5	28.08	19.183	21.842	67.872	33.936	19	207	39	54	24.5	28.08	19.183	21.842	67.872	33.936
8	207	39	54	24.5	28.08	19.183	21.842	67.872	33.936	20	125	31	42	19.5	22.992	15.268	17.384	54.894	27.447
9	150	32	44	20.5	23.264	16.051	18.276	56.476	28.238	21	125	31	42	19.5	22.992	15.268	17.384	54.894	27.447
10	125	31	42	19.5	22.992	15.268	17.384	54.894	27.447	22	100	28	41	18	18.536	14.094	16.047	47.018	23.509
11	100	28	41	18	18.536	14.094	16.047	47.018	23.509	23	100	28	41	18	18.536	14.094	16.047	47.018	23.509
12	82	25	36	16.5	16.992	12.919	14.71	43.101	21.55	24	150	32	44	20.5	23.264	16.051	18.276	56.476	28.238

Таблица 3 – Результаты ТР тепловой изоляции сети ЦТП Осипенко по нормируемым теплопотерям при подземной прокладке двух теплопроводов в непроходном канале (сложные ответвления №1-№6)

"Ветвь"	"Длина"	"Диам.усл."	"Диам.наруж"	"Диам.ТИЗ"	"Толщ.ТИЗ"	"Толщ.пред"	"Доля ТИЗ"	"Плот.тепл.пот.норм"	"Теплопот.норм"	"Сопр.теппопер"	"Сопр.ТИЗ"	"Парам"
"Обозн"	"LOspN"	"DOspN"	"DOspNn"	"DizOsp"	"DlitzOsp"	"TolzN"	"DoLDit"	"qsNOsp"	"QsNOsp"	"Ktot"	"Ktot"	"B"
"Размер"	"м"	"мм"	"мм"	"мм"	"мм"	"мм"	"%"	"Вт/м"	"КВт"	"м ² °С/Вт"	"м ² С/Вт"	"б/р"
"1"	"2"	"3"	"4"	"5"	"6"	"7"	"8"	"9"	"10"	"11"	"12"	"13"
"Уч.№1"	4	315	325	377.482	26.241	100	26.241	85.15	0.341	0.505	0.089	1.161
"Уч.№2"	20	315	325	377.482	26.241	100	26.241	85.15	1.703	0.505	0.089	1.161
"Уч.№3"	100	315	325	377.482	26.241	100	26.241	85.15	8.515	0.505	0.089	1.161
"Уч.№4"	130	359	377	431.179	27.09	100	27.09	95.584	12.426	0.45	0.077	1.144
"Уч.№5"	100	207	219	262.308	21.654	100	21.654	67.872	6.787	0.633	0.132	1.198
"Уч.№6"	13	207	219	262.308	21.654	100	21.654	67.872	0.882	0.633	0.132	1.198
"Уч.№7"	90	207	219	262.308	21.654	100	21.654	67.872	6.108	0.633	0.132	1.198
"Уч.№8"	155	207	219	262.308	21.654	100	21.654	67.872	10.52	0.633	0.132	1.198
"Уч.№9"	90	150	159	195.861	18.431	100	18.431	56.476	5.083	0.761	0.182	1.232
"Уч.№10"	105	125	133	163.03	15.015	90	16.683	54.894	5.764	0.783	0.218	1.226
"Уч.№11"	126	100	108	136.293	14.146	90	15.718	47.018	5.924	0.914	0.268	1.262
"Уч.№12"	10	82	89	113.367	12.183	90	13.537	43.101	0.431	0.997	0.325	1.274
"Уч.№13"	16	82	89	113.367	12.183	90	13.537	43.101	0.69	0.997	0.325	1.274
"Уч.№14"	17	82	89	113.367	12.183	90	13.537	43.101	0.733	0.997	0.325	1.274
"Уч.№15"	38	263	273	322.381	24.691	100	24.691	75.706	2.877	0.568	0.106	1.181
"Уч.№16"	100	263	273	322.381	24.691	100	24.691	75.706	7.571	0.568	0.106	1.181
"Уч.№17"	5	263	273	322.381	24.691	100	24.691	75.706	0.379	0.568	0.106	1.181
"Уч.№18"	100	263	273	322.381	24.691	100	24.691	75.706	7.571	0.568	0.106	1.181
"Уч.№19"	46	207	219	262.308	21.654	100	21.654	67.872	3.122	0.633	0.132	1.198
"Уч.№20"	75	125	133	163.03	15.015	90	16.683	54.894	4.117	0.783	0.218	1.226
"Уч.№21"	25	125	133	163.03	15.015	90	16.683	54.894	1.372	0.783	0.218	1.226
"Уч.№22"	75	100	108	136.293	14.146	90	15.718	47.018	3.526	0.914	0.268	1.262
"Уч.№23"	25	100	108	136.293	14.146	90	15.718	47.018	1.175	0.914	0.268	1.262
"Уч.№24"	25	150	159	195.861	18.431	100	18.431	56.476	1.412	0.761	0.182	1.232
"Уч.№25"	85	125	133	163.03	15.015	90	16.683	54.894	4.666	0.783	0.218	1.226

В таблице 3 приведены результаты ТР тепловой изоляции сети (на участках № 1-12 и № 13-25 – гр.1) по методу МНТ при подземной прокладке двух трубопроводов в непроходном канале (по методике [1,5]). В таблице по вертикальным графам расположены геометрические размеры конструкции (длина – гр.2, диаметры условный – гр. 3 и наружный – гр.4 труб и поверхности изоляции – гр.5, предельные её значения – гр.7 и ее доля от предела – гр.8);

расчетные величины: плотности теплового потока (гр.9), теплопотери в двух трубах (гр.10), сопротивление ТИК r_{tot} (гр.11), сопротивление теплоотдаче на наружной поверхности теплоизоляции K_{tot} (гр. 12), параметр В (гр.13); расчетная толщина изоляции δ_{iz} (гр. 6) при D_{iz} (гр.5).

В таблице 4 приведены результаты теплового расчёта (ТР) тепловой сети методом МТС (при толщине теплоизоляции 50 % от предельного значения).

Таблица 4 – Результаты ТР тепловой изоляции сети сложного ответвления сети ЦТП Осипенко по термическим сопротивлениям при подземной прокладке двух теплопроводов в непроходном канале ($K_{из}=50\%$) (Уч. №1-№25)

"Вел"	"Дл."	"Дусл."	"Днар"	"Сопр.п.тр"	"Сопр.о.тр"	"Сопр.кан"	"Т/пот.п.уд"	"Т/пот.о.уд"	"Т/пот.2тр.уд"	"Т/пот.2тр"	"Дтп"	"Дтп1"	"Гра"
"Обс"	"LON"	"DON"	"DONп"	"RNOp"	"RNOo"	"RNko"	"qNOp"	"qNOo"	"qNONps"	"QNONps"	"DoI01"	"DoIqnp"	"ншы"
"Размер"	"м"	"мм"	"мм"	"м2С/Вт"	"м2С/Вт"	"м2С/Вт"	"Вт/м"	"Вт/м"	"Вт/м"	"КВт"	"Дол.ед."	"%"	"участ"
"1"	"2"	"3"	"4"	"5"	"6"	"7"	"8"	"9"	"10"	"11"	"12"	"13"	"14"
"Уч.№1"	4	315	325	0.813	0.813	0.152	45.328	33.425	78.752	0.315	1.081	92.486	"ЦО-У0"
"Уч.№2"	20	315	325	0.813	0.813	0.152	45.328	33.425	78.752	1.575	1.081	92.486	"У0-У1"
"Уч.№3"	100	315	325	0.813	0.813	0.152	45.328	33.425	78.752	7.875	1.081	92.486	"У1-ТК1"
"Уч.№4"	130	359	377	0.714	0.714	0.152	49.985	36.43	86.415	11.234	1.106	90.407	"ТК1-ТК2"
"Уч.№5"	100	207	219	1.135	1.135	0.187	33.396	24.871	58.267	5.827	1.165	85.849	"ТК2-ТК3"
"Уч.№6"	13	207	219	1.135	1.135	0.187	33.396	24.871	58.267	0.757	1.165	85.849	"ТК3-ТК4"
"Уч.№7"	90	207	219	1.135	1.135	0.187	33.396	24.871	58.267	5.244	1.165	85.849	"ТК2-ТК13"
"Уч.№8"	155	207	219	1.135	1.135	0.187	33.396	24.871	58.267	9.031	1.165	85.849	"ТК13-ТК14"
"Уч.№9"	90	150	159	1.467	1.467	0.187	27.187	20.589	47.776	4.3	1.182	84.596	"ТК14-ТК15"
"Уч.№10"	105	125	133	1.565	1.565	0.187	25.769	19.585	45.355	4.762	1.21	82.622	"ТК15-У2"
"Уч.№11"	126	100	108	1.83	1.83	0.222	21.985	16.695	38.68	4.874	1.216	82.267	"У2-ТК18"
"Уч.№12"	10	82	89	2.103	2.103	0.222	19.571	14.967	34.539	0.345	1.248	80.135	"ТК18-У3"
"Уч.№13"	16	82	89	2.103	2.103	0.222	19.571	14.967	34.539	0.553	1.248	80.135	"У3-У4"
"Уч.№13"	16	82	89	2.103	2.103	0.222	19.571	14.967	34.539	0.553	1.248	80.135	"У3-У4"
"Уч.№14"	17	82	89	2.103	2.103	0.222	19.571	14.967	34.539	0.587	1.248	80.135	"У4-У5"
"Уч.№15"	38	263	273	0.945	0.945	0.152	40.36	30.111	70.472	2.678	1.074	93.086	"ТК3-ТК5"
"Уч.№16"	100	263	273	0.945	0.945	0.152	40.36	30.111	70.472	7.047	1.074	93.086	"ТК5-ТК6"
"Уч.№17"	5	263	273	0.945	0.945	0.152	40.36	30.111	70.472	0.352	1.074	93.086	"ТК6-ТК7"
"Уч.№18"	100	263	273	0.945	0.945	0.152	40.36	30.111	70.472	7.047	1.074	93.086	"ТК7-ТК8"
"Уч.№19"	46	207	219	1.135	1.135	0.187	33.396	24.871	58.267	2.68	1.165	85.849	"ТК8-ТК9"
"Уч.№20"	75	125	133	1.565	1.565	0.187	25.769	19.585	45.355	3.402	1.21	82.622	"ТК9-ТК11"
"Уч.№21"	25	125	133	1.565	1.565	0.187	25.769	19.585	45.355	1.134	1.21	82.622	"ТК11-ТК12"
"Уч.№22"	75	100	108	1.83	1.83	0.222	21.985	16.695	38.68	2.901	1.216	82.267	"ТК9-ТК10"
"Уч.№23"	25	100	108	1.83	1.83	0.222	21.985	16.695	38.68	0.967	1.216	82.267	"ТК14-ТК17"
"Уч.№24"	25	150	159	1.467	1.467	0.187	27.187	20.589	47.776	1.194	1.182	84.596	"ТУ15-ТК16"
"Уч.№25"	85	125	133	1.565	1.565	0.187	25.769	19.585	45.355	3.855	1.21	82.622	"ТК16-ТК1.1"

В строках указаны номера (графа 1) и границы (гр. 14) расчетных участков (согласно расчетной схеме сети – не приведена). В вертикальных столбцах (графах-«гр.») указаны геометрические размеры конструкции – гр.2-4 (длина, условный и наружный диаметр труб участков); расчетные величины ТР – гр.5-7 (сопротивление теплопередаче подающего и обратного трубопроводов, которые имеют одинаковые значения, а также канала); 8-10 (удельные тепловые потери подающего, обратного трубопроводов и их суммы); 11(теплопотери двух трубопроводов); 12 – 13 (доли теплопотерь).

В таблице 5 аналогично приведены результаты ТР по методу МТС ТИК в непроходном канале (при $K_{из}=25\%$ от предельного значения).

Таблица 5 – Результаты ТР тепловой изоляции сети сложного ответвления сети ЦТП Осипенко по термическим сопротивлениям при подземной прокладке двух теплопроводов в непроходном канале ($K_{из}=0,25$) (Уч. №1-№25)

"Вел"	"Дл."	"Дусл."	"Днар"	"Сопр.п.тр"	"Сопр.о.тр"	"Сопр.кан"	"Т/пот.п.уд"	"Т/пот.о.уд"	"Т/пот.2тр.уд"	"Т/пот.2тр"	"Дтп"	"Дтп1"	"Гра."
"Обс"	"LON"	"DON"	"DONn"	"RNOp"	"RNOo"	"RNOk"	"qNOp"	"qNOo"	"qNONps"	"qNONps"	"DoIO1"	"Dolqnp"	"нпцы"
"Размер"	"м"	"мм"	"мм"	"м2С/Вт"	"м2С/Вт"	"м2С/Вт"	"Вт/м"	"Вт/м"	"Вт/м"	"КВт"	"Доп.ед."	"%"	"участ"
"1"	"2"	"3"	"4"	"5"	"6"	"7"	"8"	"9"	"10"	"11"	"12"	"13"	"14"
"Уч.№1"	4	315	325	0.475	0.475	0.152	66.694	46.301	112.996	0.452	0.754	132.701	"ЦО-У0"
"Уч.№2"	20	315	325	0.475	0.475	0.152	66.694	46.301	112.996	2.26	0.754	132.701	"У0-У1"
"Уч.№3"	100	315	325	0.475	0.475	0.152	66.694	46.301	112.996	11.3	0.754	132.701	"У1-ТК1"
"Уч.№4"	130	359	377	0.414	0.414	0.152	72.996	49.598	122.594	15.937	0.78	128.257	"ТК1-ТК2"
"Уч.№5"	100	207	219	0.679	0.679	0.187	48.894	34.634	83.528	8.353	0.813	123.067	"ТК2-ТК3"
"Уч.№6"	13	207	219	0.679	0.679	0.187	48.894	34.634	83.528	1.086	0.813	123.067	"ТК3-ТК4"
"Уч.№7"	90	207	219	0.679	0.679	0.187	48.894	34.634	83.528	7.518	0.813	123.067	"ТК2-ТК13"
"Уч.№8"	155	207	219	0.679	0.679	0.187	48.894	34.634	83.528	12.947	0.813	123.067	"ТК13-ТК14"
"Уч.№9"	90	150	159	0.898	0.898	0.187	39.96	29.18	69.14	6.223	0.817	122.424	"ТК14-ТК15"
"Уч.№10"	105	125	133	0.972	0.972	0.187	37.646	27.688	65.334	6.86	0.84	119.018	"ТК15-У2"
"Уч.№11"	126	100	108	1.157	1.157	0.222	31.654	23.285	54.939	6.922	0.856	116.847	"У2-ТК18"
"Уч.№12"	10	82	89	1.353	1.353	0.222	28.053	20.896	48.949	0.489	0.881	113.568	"ТК18-У3"
"Уч.№13"	16	82	89	1.353	1.353	0.222	28.053	20.896	48.949	0.783	0.881	113.568	"У3-У4"
"Уч.№14"	17	82	89	1.353	1.353	0.222	28.053	20.896	48.949	0.832	0.881	113.568	"У4-У5"
"Уч.№15"	38	263	273	0.557	0.557	0.152	59.802	42.416	102.219	3.884	0.741	135.02	"ТК3-ТК5"
"Уч.№16"	100	263	273	0.557	0.557	0.152	59.802	42.416	102.219	10.222	0.741	135.02	"ТК5-ТК6"
"Уч.№17"	5	263	273	0.557	0.557	0.152	59.802	42.416	102.219	0.511	0.741	135.02	"ТК6-ТК7"
"Уч.№18"	100	263	273	0.557	0.557	0.152	59.802	42.416	102.219	10.222	0.741	135.02	"ТК7-ТК8"
"Уч.№19"	46	207	219	0.679	0.679	0.187	48.894	34.634	83.528	3.842	0.813	123.067	"ТК8-ТК9"
"Уч.№20"	75	125	133	0.972	0.972	0.187	37.646	27.688	65.334	4.9	0.84	119.018	"ТК9-ТК11"
"Уч.№21"	25	125	133	0.972	0.972	0.187	37.646	27.688	65.334	1.633	0.84	119.018	"ТК11-ТК12"
"Уч.№22"	75	100	108	1.157	1.157	0.222	31.654	23.285	54.939	4.12	0.856	116.847	"ТК9-ТК10"
"Уч.№23"	25	100	108	1.157	1.157	0.222	31.654	23.285	54.939	1.373	0.856	116.847	"ТК14-ТК17"
"Уч.№24"	25	150	159	0.898	0.898	0.187	39.96	29.18	69.14	1.729	0.817	122.424	"ТУ15-ТК16"
"Уч.№25"	85	125	133	0.972	0.972	0.187	37.646	27.688	65.334	5.553	0.84	119.018	"ТК16-ТК11"

В таблицах 4 (при $K_{из}=50\%$) и 5 (при $K_{из}=25\%$) при расчете по МТС значения толщины изоляции приняты равными соответственно (в диапазоне номеров участков) 45-50 мм и 22,5-25 мм, а при расчете по МНТ они равны 12,2-27,1 мм, то есть соответствуют на некоторых участках значениям при 25 % толщины изоляции.

В таблице 6 приведены расчетные значения удельных тепловых потерь на участках двухтрубной тепловой сети (№1-12 и № 13-24 – гр.0) через ТИК в непроходном канале, полученные по методу МТС при толщине теплоизоляции соответственно 100, 90, 75, 50 (гр. 2-5); 37,5; 25; 15; 0 (гр. 7-10) % от предельного значения и методом МНТ (гр.6). Значения удельных тепловых потерь возрастают при уменьшении толщины теплоизоляции (от гр.2 до гр. 10). Удельные тепловые потери, найденные по МНТ (гр.6), находятся между значениями по МТС при толщине теплоизоляции 50 и 37,5 %.

Таблица 6 – Удельные тепловые потери на участках двухтрубной тепловой сети через теплоизоляционную конструкцию при прокладке трубопроводов в непроходном канале

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	315	52.025	55.493	62.004	78.752	85.15	92.314	112.996	139.489	223.853	13	82	24.273	25.576	28.04	34.539	43.101	40.037	48.949	61.513	114.25
2	315	52.025	55.493	62.004	78.752	85.15	92.314	112.996	139.489	223.853	14	82	24.273	25.576	28.04	34.539	43.101	40.037	48.949	61.513	114.25
3	315	52.025	55.493	62.004	78.752	85.15	92.314	112.996	139.489	223.853	15	263	46.507	49.582	55.38	70.472	75.706	82.896	102.219	127.677	214.588
4	359	57.27	61.095	68.242	86.415	95.584	100.901	122.594	149.69	231.077	16	263	46.507	49.582	55.38	70.472	75.706	82.896	102.219	127.677	214.588
5	207	39.178	41.632	46.255	58.267	67.872	68.15	83.528	103.829	173.633	17	263	46.507	49.582	55.38	70.472	75.706	82.896	102.219	127.677	214.588
6	207	39.178	41.632	46.255	58.267	67.872	68.15	83.528	103.829	173.633	18	263	46.507	49.582	55.38	70.472	75.706	82.896	102.219	127.677	214.588
7	207	39.178	41.632	46.255	58.267	67.872	68.15	83.528	103.829	173.633	19	207	39.178	41.632	46.255	58.267	67.872	68.15	83.528	103.829	173.633
8	207	39.178	41.632	46.255	58.267	67.872	68.15	83.528	103.829	173.633	20	125	30.934	32.764	36.227	45.355	54.894	53.033	65.334	82.316	148.569
9	150	32.379	34.33	38.026	47.776	56.476	55.984	69.14	87.302	158.07	21	125	30.934	32.764	36.227	45.355	54.894	53.033	65.334	82.316	148.569
10	125	30.934	32.764	36.227	45.355	54.894	53.033	65.334	82.316	148.569	22	100	26.909	28.408	31.24	38.68	47.018	44.928	54.939	68.788	123.422
11	100	26.909	28.408	31.24	38.68	47.018	44.928	54.939	68.788	123.422	23	100	26.909	28.408	31.24	38.68	47.018	44.928	54.939	68.788	123.422
12	82	24.273	25.576	28.04	34.539	43.101	40.037	48.949	61.513	114.25	24	150	32.379	34.33	38.026	47.776	56.476	55.984	69.14	87.302	158.07

В таблице 7 приведены значения толщин теплоизоляции (мм) на участках №1-24.

Таблица 7 – Толщины теплоизоляции на участках №1-№24 ТИК в непроходном канале при значениях $K_{из} = 25, 37.5, 50\%$ (при расчете МТС) и $K_{из}$ (при расчете МНТ)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	45	45	45
2	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	33.75	33.75	33.75
3	26.241	26.241	26.241	27.09	21.654	21.654	21.654	21.654	18.431	15.015	14.146	12.183
4	25	25	25	25	25	25	25	25	25	22.5	22.5	22.5
0	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	45	45	50	50	50	50	50	45	45	45	45	50
2	33.75	33.75	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	33.75	33.75	33.75	33.75	37.5
3	12.183	12.183	24.691	24.691	24.691	24.691	21.654	15.015	15.015	14.146	14.146	18.431
4	22.5	22.5	25	25	25	25	25	22.5	22.5	22.5	22.5	25

Строка 0 ТИК при трех значениях $K_{из} = 25; 37.5; 50\%$ (соответственно строки 4,2,1) от предела (при расчете по МТС) и $K_{из}$ - строка 3 (при расчете по МНТ). Видно, что расчетная толщина теплоизоляции по методу МНТ (строка 3) расположена между аналогичными значениями толщины изоляции (25 и 37,5%), ближе к 25%.

На рисунке 2 представлен характер изменения (по номерам участков №1-№25) геометрических величин:

а – длина, условный и наружный диаметры труб и наружной поверхности изоляции (мм);

б – толщина теплоизоляции- расчетная (верхнее), предельная (среднее) и их доля (нижнее обозначение).

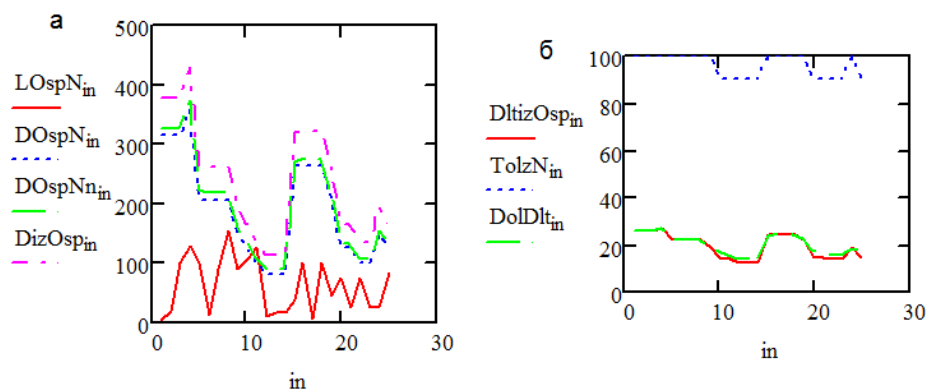


Рисунок 2 – Характер изменения величин ТР сложных ответвлений по номерам участков (при нормируемом методе расчета): а – длин и диаметров труб (условного, наружного, по изоляции); б – толщины изоляции (расчетной и предельной) и доли расчетного её значения от предельного

На рисунке 3 показан характер изменения:

а – нормированных удельных и абсолютных теплотерь, Вт/м, кВт;

б – сопротивлений теплопередаче конструкции (верхнее), теплоотдаче на наружной поверхности изоляции (среднее) и параметр В (нижнее обозначение на оси ординат).

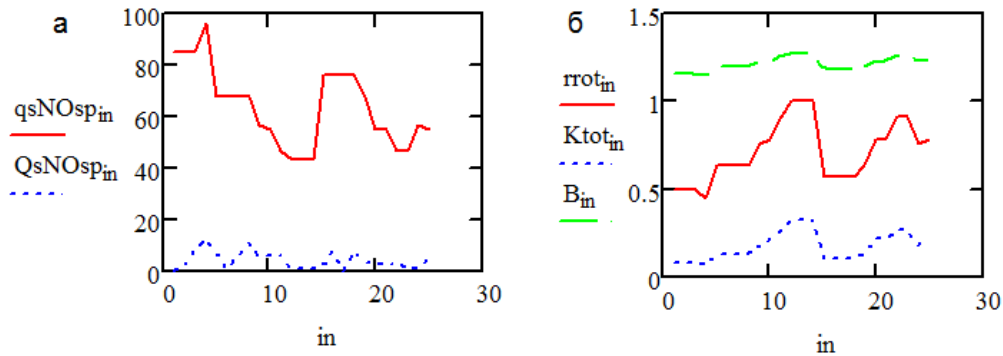


Рисунок 3 – Характер изменения тепловых величин при расчете сложных ответвлений: а – нормируемых теплотерь (удельных – Вт/м, и абсолютных - кВт); б – сопротивлений теплопередаче конструкции и теплоотдаче на поверхности изоляции ((м²·°С)/Вт) (при расчете по нормируемым теплотерям)

На рис. 4 показаны зависимости (по расчетным точкам) удельных тепловых потерь (Вт/м) через ТИК в непроходном канале при 8-и значениях толщины теплоизоляции (0; 15; 25; 37,5; 50; 75; 90; 100 % от предела) по МНТ и одно значение по МНП: от условного диаметра труб (а) и от нормативных теплотерь (б).

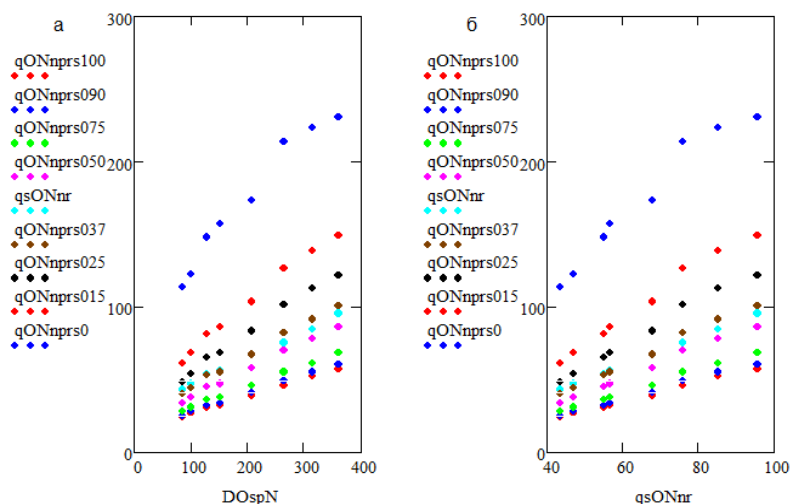


Рисунок 4 – Зависимости удельных тепловых потерь (Вт/м) через теплоизоляцию 2-ух трубной сети в непроходном канале при толщине изоляции 0-100% от предельного значения (обозначено снизу вверх) и расчете по методу термических сопротивлений, а также по нормируемым тепловым потокам – НТП (одно значение nr) от условного диаметра труб, мм (а) и тепловых потерь (Вт/м) при методе НТП (б)

На рисунке 5 показаны зависимости (по расчетным точкам и выражениям регрессии) удельных теплотерь через ТИК в непроходном канале при толщине теплоизоляции 37,5 и 50% (по методу МТС) и по МНТ (одно значение): а- от условного диаметра труб; б- от удельных нормативных теплотерь через теплоизоляцию. Выражения линейной регрессии (их коэффициенты –а и в) приведены в таблице 8.

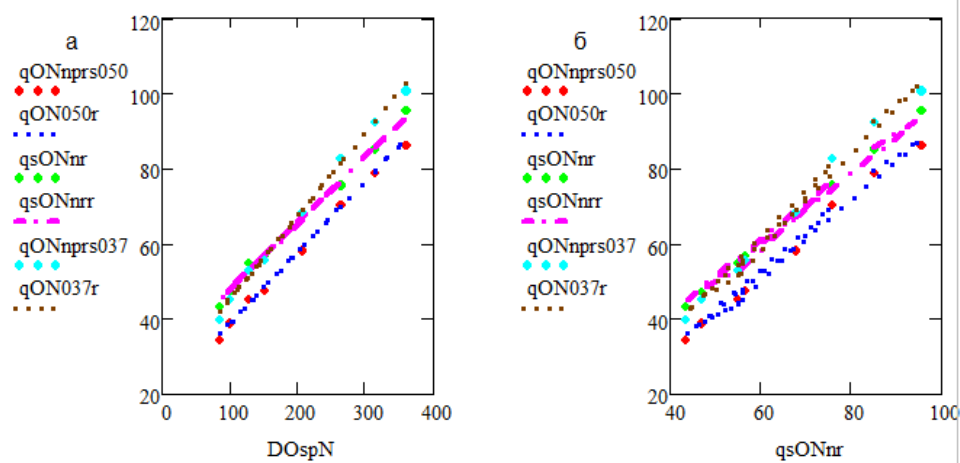


Рисунок 5 – Зависимости удельных тепловых потерь (Вт/м) через теплоизоляцию 2-ух трубной сети в непроходном канале при толщине изоляции 37,5 и 50% от предельного значения (обозначено снизу вверх) и расчете по методу термических сопротивлений, а также по нормируемым тепловым потокам – НТП (одно значение пр) от условного диаметра труб, мм (а) и тепловых потерь (Вт/м) при методе НТП (б)

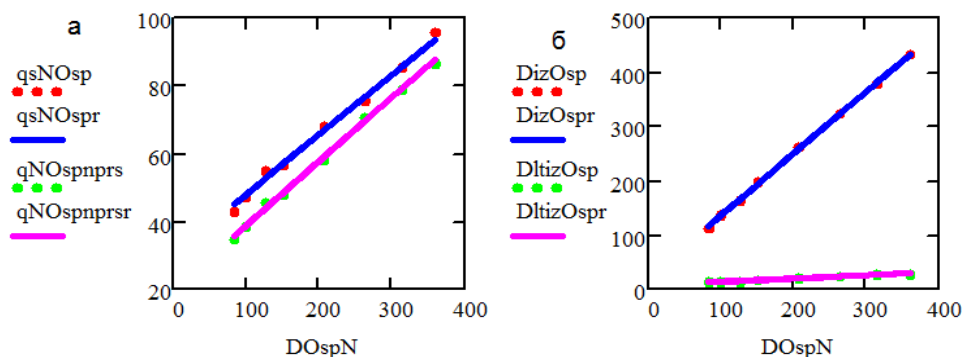


Рисунок 6 – Характер изменения величин ТР сложных ответвлений по условным диаметрам труб участков (в сравнении между собой: при расчете по нормируемым теплотерям и по термическим сопротивлениям), представленных в виде расчетных точек и уравнений линейной регрессии (сплошные линии): а – удельных нормируемых и расчетных теплотерь (Вт/м); б – наружных диаметров и толщин теплоизоляции (мм) (по методу нормируемых теплотерь).

На рисунке 6 показан характер изменения от условного диаметра труб.

а – удельных теплотерь через ТИК при МНТ (1-ое и 2-ое обозначение сверху) и при МТС – при $K_{iz}=50\%$ (3-е и 4-е обозначение);

б – диаметра (1 и 2 обозначение) и толщины изоляции при $K_{iz}=50\%$ (3 и 4 обозначение).

Графические зависимости построены по расчетным точкам и выражениям линейной регрессии (линии).

Выражения линейной регрессии, аппроксимирующие (с коэффициентом корреляции 0,95-1) расчетные точки, приведены в таблице 8.

В таблице 8 приведены выражения линейной регрессии (и их коэффициенты а и в) для некоторых графических зависимостей величин ТР (см.рис.5 и рис.6)

Таблица 8 – Значения коэффициентов а и в в выражениях линейной регрессии для расчетных зависимостей ТР вида $y=f(x)= ax+b$.

№ п/п	Вид зависимости	а	в	Ссылка на рисунок
	1	2	3	4
1	$q_{0.50} = f(D_{\text{усл}})$	0,187	20,340	рис.6, рис.5
2	$q_{\text{nr}} = f(D_{\text{усл}})$	0,176	30,400	рис.6, рис.5
3	$q_{0.37} = f(D_{\text{усл}})$	0,220	23,400	рис.5
4	$q_{0.50} = f(q_{\text{nr}})$	1,050	-11,364	рис.5
5	$q_{0.37} = f(q_{\text{nr}})$	1,240	-14,040	рис.5
6	$D_{\text{iz nr}} = f(D_{\text{усл}})$	1,140	22,374	рис.6
7	$\delta_{\text{iz nr}} = f(D_{\text{усл}})$	0,060	8,264	рис.6

Примечание. Обозначения величин: q – удельный тепловой поток, Вт/м. $D_{\text{iz nr}}$ – диаметр трубопровода по наружной изоляции, мм. $D_{\text{усл}}$ – условный диаметр трубопровода, мм. $\delta_{\text{iz nr}}$ – толщина изоляции, мм. nr – метод нормируемых плотностей тепловых потоков, 0,50, 0,37 – метод термических сопротивлений при толщине изоляции 50; 37,5 %

Таблица 9 – Сравнение расчетных (по [л1]) и табличных (по[л2]) нормируемых удельных тепловых потерь для диаметров участков сети (выборочно)

№ п/п	$D_{\text{усл}}$	q_1	q_2	$q_s=q_1+q_2$	q_{tbl}	6
	1	2	3	4	5	
1	82 (80)	17	12,9(14,7)	22,9(31,7)	31	
2	100 (100)	18,5	14,1(16)	32,6(34,5)	34	
3	125 (125)	23	15,3(17,4)	38,3(40,4)	39	
4	150 (150)	23,3	16,1(18,3)	39,4(41,6)	42	
5	315 (300)	35,4	23,9(27,2)	59,3(62,6)	67	1,08

В таблице 9 приведены нормируемые плотности тепловых потоков (нормы теплопотерь) через ТИК в непроходном канале ,полученные отдельным расчетом по МНТ, как сумма (гр.4) значений в подающем (1)-гр2 и обратном (2)-гр3 трубопроводах (по [4] и принятые суммарно для двух труб-гр.5 (из таблицы 8[1]. В гр.3 и гр.4 в нормах учтена поправка на увеличение температуры обратной воды (значения в круглых скобках).В гр.1указаны диаметры труб: фактические на участках сети и по градации в [1].Из сравнения значений норм теплопотерь по документам[4] и [1] (гр.4 и гр.5) следует их

хорошее совпадение, кроме строки 5, где табличное значение превышает расчетное в 1,08 раз. Нормы теплопотерь [1] одинаковы для европейских районов России (при коэффициенте стоимости теплоты $K=1$) без учета различия их климата, которые учтены в [4].

Выводы

На величину удельных и абсолютных тепловых потерь при прокладке теплопроводов в непроходном канале влияют следующие факторы:

расчетные: достоверный выбор нормируемых плотностей тепловых потоков при расчете по МНП; учет всех термических сопротивлений (теплообмену) при расчете по МТС; правильный выбор исходных данных (температур сред, теплофизических коэффициентов, геометрических размеров);

технические (технологические) : характер и свойства грунта, защищенность канала от атмосферных осадков, присутствие грунтовых вод, геометрические размеры и форма (поперечный профиль) сечения канала, материалы его ограждающих элементов, тип и свойства теплоизоляции на трубопроводах, вид прокладки труб в канале (на грунте или опорах), глубина заложения трубопроводов, наличие и величина уклонов: продольного на плите (основании) днища (лотках) и поперечного на перекрытии, наличие воздушного зазора между стенками канала и изоляцией трубопроводов, состояние поверхностей покровного слоя изоляции и внутренних стен канала, правильность устройства и монтажа теплопроводов в канале, наличие и исправность дренажа и гидроизоляции.

Одним из наиболее важных факторов снижения теплопотерь при прокладке трубопроводов в непроходном канале является правильный выбор материалов и изделий в его составе.

При выборе материалов и изделий (в составе теплоизоляционных конструкций при температуре теплоносителя $\geq 20^\circ\text{C}$) при совокупности многих факторов (монтажных, эксплуатационных, геометрических, технических, экономических, экологических) следует учитывать температуру применения, коэффициент теплопроводности, механическую и коррозионную стойкость теплоизоляционных материалов. При этом следует применять (в диапазоне температур теплоносителя от 20 до 300°C) теплоизоляционные материалы и изделия с плотностью не более 200 (до 400) $\text{кг}/\text{м}^3$ и коэффициентом теплопроводности в сухом состоянии не более 0,06 $\text{Вт}/\text{м К}$ (до 0,12) [6]. У каждого теплоизоляционного изделия есть ряд основных свойств, которые нужно учитывать при выборе; например, допустимая температура применения, допустимые нагрузки на изоляционную поверхность, температурные деформации изолируемых поверхностей, условия монтажа и другие.

Для улучшения конструкции и режимов работы (эксплуатации) теплопроводов в непроходном канале путем уменьшения тепловых потерь целесообразно (с учетом результатов выполненного расчетного анализа) обеспечить применение эффективных типовых видов теплоизоляции (пенополиуретан -ППУ, минеральная вата и монолитный пенобетон). К классу минеральных ват относят волокно из шлаков, стекловолокно и каменную вату; они имеют низкий коэффициент теплопроводности и широкий температурный

диапазон применения, относятся к классу негорючих материалов. Достоинствами ППУ тепловой изоляции являются долговечность, низкий коэффициент теплопроводности, простота в эксплуатации и технологичность в изготовлении; ее применение позволяет сократить тепловые потери до минимального процента (2-3%). Пенобетон считается одним из наиболее дешевых при наличии ряда преимуществ: он обеспечивает коррозионно-, влаго-, термостойкость, прочность и долговечность, простоту монтажа и эксплуатации.

Список использованной литературы:

1. СНиП 41-03-2003 Актуализированная редакция. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Министерство регионального развития Российской Федерации, 27.12.2011
2. СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Министерство регионального развития Российской Федерации, 30.06.2012
3. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию/ И.В. Беляйкина, В.П. Витальев, Н.К. Громов и др.; Под ред. Н.К. Громова, Е.П. Шубина. – М.: Энергоатомиздат, 1988.-376 с.: ил.
4. Показатели функционирования водяных тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения. Методические рекомендации по определению нормативных и фактических значений.: М.,2005 г
5. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. –6-е изд., перераб. – М.: Издательство МЭИ, 1999.– 472 с.: ил.
6. Теплоизоляционные материалы трубопроводов тепловых сетей Пермякова Д.К., Пермякова Н.К. Строительство: новые технологии - новое оборудование. 2019. № 3. С. 8-11.
7. Теплоснабжение: Учебник для вузов/ А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов, В.Н. Братенко, Е.Н. Терлецкая. -М.: Стройиздат, 1982. -336с., ил

УДК 697.34 (075.8)

С.Н. Авдеев, В.Н. Дорофеев, М.В. Гаврилов, М.Н. Медведев

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, г. Владимир, Россия

АНАЛИЗ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

Аннотация. Статья является актуальной на современном этапе строительства зданий, так как затрагивает вопросы их энергоэффективности и энергосбережения ресурсов. Рассмотрены некоторые виды современных строительных материалов (с точки зрения их тепловых характеристик) и конструкций ограждений с применением энергосберегающих утеплителей, обеспечивающих эффективные теплозащитные свойства зданий. Приведены результаты поверочных расчетов теплозащитных свойств наружных стен здания (и вариантов их утепления) по принятым исходным данным из опубликованных источников информации.

Ключевые слова: Энергоэффективность конструкции здания, теплозащитные свойства материалов, сопротивление теплопередаче, энергосберегающие утеплители.

В России (как и во всем мире) интенсивно разрабатываются мероприятия по энергосбережению в сферах экономики (в частности, в строительной

индустрии и в жилищно – коммунальном хозяйстве - ЖКХ). Энергосбережение и повышение энергетической эффективности зданий и сооружений является одним из основных направлений строительной науки и техники.

Результаты многочисленных исследований в области энергосбережения показывают, что на объектах гражданского строительства наибольшее количество энергии тратится на отопление, горячее водоснабжение - ГВС, покрытие потерь при транспортировке энергии, охлаждение воздуха в системах кондиционирования, искусственное освещение.

В России, обладающей большими территориями и суровым климатом, расход тепла на отопление помещений составляет в среднем 72 % от общего объема потребляемой энергии; в том числе, более 40 % - в сфере ЖКХ, из них 64% приходится на отопление, вентиляцию и ГВС в зданиях. При этом большая часть энергии теряется через ограждающие конструкции зданий и в процессе вентиляции помещений; в частности, тепловые потери жилого дома составляют 45 % (через стены); 33% (через негерметичные окна и двери); 25% (через крышу) [5,8,9].

При проектировании энергосберегающих зданий (например, «умный» дом, экодом, пассивный дом и др.) учитывают три важных аспекта: архитектурный; инженерный; строительный (является основным фактором энергосбережения); для каждого из них характерен соответствующий перечень специфических мероприятий.

Строительная составляющая энергосбережения связана с созданием изоляционной оболочки здания, повышающей теплостойкость ограждения. Однако полная герметизация здания (технически возможная) экономически нецелесообразна. Существует допустимый уровень теплопотерь через наружные ограждения, определяемый санитарно-гигиеническими требованиями и экономическими соображениями.

Основой изоляционной оболочки зданий являются строительные системы, объединяющие в одной конструкции разнородные материалы с использованием их достоинств и нивелированием недостатков. На выбор материалов конкретных строительных систем особое влияние оказывают условия их работы и нагрузки от воздействия окружающей среды [5].

Главными целями создания систем тепловой изоляции энергоэффективных зданий являются снижение энергопотребления (при полной независимости от внешних источников энергии), а также создание комфортного климата в помещениях, оптимизация температуры и влажности внутреннего воздуха при минимуме сквозняков, акустический комфорт (звуко- и шумоизоляция) и санитарная безопасность. Выполнение этих целей может быть достигнуто реализацией следующих задач [8]:

- разработка новых (или адаптация под новые требования существующих) эффективных теплоизоляционных материалов (в том числе, теплоаккумулирующих ТАМ);
- разработка (с внедрением) современных проектных решений по тепловой защите зданий;
- развитие идей экологически чистого и энергоэффективного

строительства, принимаемых на вооружение в среде проектировщиков, строителей – производителей (с широкой переподготовкой на новые условия) и потребителей энергоресурсов (в соответствии с Российскими законами и нормативными документами).

Для уменьшения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию (в плане разработки и внедрения мероприятий по энергоэффективности) в нормативах предусмотрено повышение теплозащиты наружных ограждений многоквартирных жилых зданий до следующих значений приведенного сопротивления теплопередаче (с 01.01.2016 г): наружных стен – до 4; чердачных перекрытий (в холодном чердаке) – до 5,2; совмещенных покрытий – до 6; световых проёмов (окон, балконных дверей, кроме лестничных клеток и лифтовых узлов) – до 1 ($\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$) [1].

Применение энергосберегающих решений и мероприятий по тепловой защите наружных ограждений гарантируют уменьшение потребления энергии зданием (до 50% и более). Одним из главных факторов повышения энергоэффективности зданий является увеличение термического сопротивления конструктивных элементов с применением современных теплоизоляционных материалов.

В настоящее время на строительном рынке существует широкий выбор теплоизоляционных материалов, который представлен в основном изделиями из минеральных волокон, ячеистыми пластмассами (пенополистирол, пенополиэтилен, пенополипропилен, пенополиуретаны), пеностеклом, ячеистыми бетонами, материалами на основе древесного сырья. Характерно появление новых теплоизоляционных материалов, например, на основе полиэфирных волокон (в виде плит или рулонов).

С точки зрения безопасности, экологичности, тепловой и механической устойчивости и других качеств объектов (зданий) интерес представляют вспененные полимеры (на основе полиэтилена), в частности, полиуретаны, обладающие тепловыми достоинствами. Применение напыляемого (на сплошные основания) полиуретана позволяет получать бесшовные теплоизоляционные покрытия, а использование рулонов и матов на основе вспененного полиэтилена (в частности, несшитого НПЭ) – полностью изолированные эксплуатируемые строительные системы. С помощью рулонных НПЭ (металлизированных или без теплоотражающего покрытия) формируются внешние или внутренние изоляционные контуры, а заполнение между элементами каркаса осуществляется утеплителями (матами или рулонами НПЭ); при этом исключается необходимость устройства отдельной гидро- и пароизоляции. Энергоэффективность изоляционных контуров из рулонов НПЭ с теплоотражающим слоем многократно повышает защитные свойства строительной системы [5,9].

Применение (с внедрением в производство) прогрессивных материалов (конструкционных и теплоизоляционных) и технологий позволяют довести потребление энергии на отопление дома (например, конструкции Natural Balance) до 63 ($\text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$) в год, что на 60 % меньше нормативного 160 ($\text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$) в год. В подобных зданиях затраты тепловой энергии на отопление и

хозяйственно-бытовые нужды минимальны [5].

Проектные решения зданий с применением теплоэффективных ограждающих конструкций ОК из полистиролбетонных элементов (системы Юникон- 2) плотностью D200 – D250 и теплопроводностью $\lambda = 0,63 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ обеспечивают снижение веса конструкций, соблюдение повышенных требований по теплоэффективности, устраняя теплопотери, имеющие место при использовании традиционных конструкций.

Теплотехнические показатели энергоэффективного здания, построенного в Москве из полистиролбетона системы «Юникон-2» (в виде блоков, плит с уплотнением швов), имеют следующие значения [6]:

1. $R_{\text{опр}}$ стен (в том числе, в грунте) / чердачные и цокольные перекрытия ($(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})/\text{Вт}$):

2,68 / 3,58 (по нормам МГСН 2.01-99);

3,5 / 5,2 (по постановлению № 900 – ПП от 05.10.2010 г.);

2,75 / 5,63 (по проекту);

3,61 / 5,91 (после внесения изменений в ОК системы «ЮНИОН-2», 2010);

2. Удельный расход тепла на отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха, ГВС, освещение, эксплуатацию общедомового инженерного оборудования ($(\text{кВт}\cdot\text{ч})/(\text{м}^2\cdot\text{год})$): 95; 81; 86,8; 79;

3. Фактическое удельное теплopotребление по годам (2014-2017) соответственно ($(\text{кВт}\cdot\text{ч})/\text{м}^2$): 86,2; 79,3; 85,3; 87;

4. Экономия тепла по годам, $(\text{кВт}\cdot\text{ч})/\text{м}^2$ (%): 8,8 (9,3); 15,7 (16,5); 9,7 (10,2); 8(8,4).

Примечание: Технические показатели приведены до наклонной черты для стен; после нее для перекрытий.

В настоящее время с целью снижения потерь теплоты в строительстве зданий широко применяют многослойные наружные стеновые конструкции с размещением внутри них слоя теплоизоляции и с внешней декоративной отделкой.

Для сравнения уровней тепловой защиты наружных ограждений зданий ниже рассмотрены две строительные конструкции (с заданными и рассчитанными теплофизическими свойствами материалов) [9]:

1. Однослойные железобетонные плиты (без теплоизоляции) толщиной $\delta_1 = 0,3 \text{ м}$ и плотностью $\rho_1 = 2300 \text{ кг}/\text{м}^3$ (при коэффициенте теплопроводности $\lambda_1 = 1,51 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{К}$, коэффициенте теплоусвоения $s_1 = 17 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, термическом сопротивлении $R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,3/1,51 = 0,1987 \text{ (м}^2\cdot\text{К})/\text{Вт}$ и коэффициенте тепловой инерции «массивности» $D_1 = R_1 s_1 = 0,1987 \cdot 17 = 3,38$.

2. Двухслойные стены из железобетонной плиты (с параметрами «по первому варианту») и слоя теплоизоляции типа «Изополи», нанесенного на внутреннюю поверхность наружной стены (после сборки каркаса) толщиной $\delta_2 = 0,04 \text{ м}$, плотностью $\rho_2 = 40 \text{ кг}/\text{м}^3$ (при $\lambda_2 = 0,0197 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, $s_2 = 0,581 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, $R_2 = 0,04/0,0197 = 2,03 \text{ (м}^2\cdot\text{К})/\text{Вт}$, $D_2 = 2,03 \cdot 0,581 = 1,18$).

Получены следующие характеристики данных ограждающих наружных стен - НС (двух типов конструкций):

Для первой конструкции НС:

- суммарное сопротивление теплопередаче $R_{o1} = R_v + R_1 + R_n = 1/8,7 + 0,1987 + 1/23,3 = 0,3565 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$;

- коэффициент тепловой инерции (без учета слоев декоративной отделки)
 $D_{o1} = D_1 = 3,38$

Для второй конструкции НС:

- $R_{o2} = 1/8,7 + 0,1987 + 2,03 + 1/23,3 = 2,3865 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$,

- $D_{o2} = D_1 + D_2 = 3,38 + 1,18 = 4,56$.

При поверхности наружных стен административного здания (взятого для рассмотрения) $F = 4180 \text{ м}^2$, трансмиссионные тепловые потери в стационарном режиме за счет теплопередачи от внутреннего воздуха к наружному (без учета добавочных и инфильтрационных тепловых потерь) составляют (соответственно для первой и второй конструкций)

$Q_{T1} = F \cdot (t_v - t_n) / R_{o1} = 4180 \cdot (20 + 26) / 0,3565 = 539,4 \text{ кВт}$;

$Q_{T2} = 4180 \cdot (20 + 26) / 2,3865 = 80,6 \text{ кВт}$.

Здесь обозначены: коэффициенты теплоотдачи на внутренней $\alpha_v = 8,7$ и наружной $\alpha_n = 23,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ поверхностях наружной стены; температуры внутреннего $t_v = 20$ и наружного $t_n = -26 \text{ }^\circ\text{C}$ воздуха (для климата Москвы).

Согласно расчетам и опыта сооружения зданий (в частности, административных) с тепловой изоляцией (нанесенной путем напыления на наружные поверхности ограждения) достигнуто снижение трансмиссионных тепловых потерь на $(539,4 - 80,6) / 539,4 \cdot 100 = 85\%$ (т.е. в 1,85 раза).

Согласно нормативной информации (СНиП II - 3-79*) [3] значение коэффициента, учитывающего отношение термического сопротивления утеплителя многослойной (однородной) ограждающей конструкции к суммарному сопротивлению теплопередаче составляет $n_{ут} = 0,85$.

При строительстве ряда общественных и промышленных зданий для устройства стен используют навесные панели «Сэндвич» (технологий PIR и PUR), которые обеспечивают строго заданные геометрические параметры, а также теплотехнические и физические свойства. Одной из них являются Сэндвич – панели из пенополиуретана – ППУ, представляющие собой композит (из трех слоёв) строительных материалов с выполнением каждым слоем определенных функций [7]. Зазор между двумя профилированными листами из тонколистовой стали толщиной 0,5 мм, поверхность которых защищена пластмассовым покрытием, заполняется теплоизоляционным слоем. Толщина тепловой изоляции из ППУ может быть от 50 до 150 мм, что изменяет термическое сопротивление панели «Сэндвич» от 2,5 до 7,6 $(\text{м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$.

Для получения максимальной энергоэффективности (при обеспечении комфортных условий для людей) применяют авторегулирование систем отопления зданий с помощью автоматических узлов управления – АУУ (в составе ИТП или ЦТП).

Для получения дополнительной экономии тепла в зданиях с ИТП (с ориентацией систем отопления по сторонам света) применяют пофасадное автоматическое регулирование (при температуре наружного воздуха $t_n = 5-8 \text{ }^\circ\text{C}$) по импульсу температуры внутреннего воздуха отапливаемых помещений; причем для девятиэтажных и более зданий его применяют в сочетании с

вертикальным позонным регулированием. Экономия тепловой энергии при фасадном регулировании составляет до 20 % от расчетного годового расхода тепла.

Повышение теплозащиты наружных стен можно достигнуть путем их утепления с наружной или внутренней стороны при соответствующих особенностях их исполнения. В частности, при внутреннем исполнении требуется большая толщина слоя утеплителя, чем для случая наружной теплоизоляции.

Системы наружного утепления позволяют уменьшить толщину стен и использовать в их устройстве более легкие материалы без потери теплоизоляционных свойств, а также снижают расходы на его возведение.

Рекомендации по применению наружной теплоизоляции стен здания обусловлены следующими достоинствами этого способа [8]:

- обеспечивается защита основных материалов стен от переменного замерзания, оттаивания и атмосферных воздействий;
- исключается появление сырости на внутренних частях стен, так как сдвигается температура точки росы к их наружной поверхности;
- формируется более благоприятный микроклимат помещений;
- улучшается (в основном) архитектурно - художественный облик здания;
- обеспечивается возможность утепления конструкций без нарушения функционирования здания.

В городской многоэтажной застройке широко применяют теплоизолируемые (с помощью композиционной структуры) фасады - СТКФ и вентилируемые фасады – СВФ [5].

В настоящее время разработаны различные конструктивно - технологические решения устройства дополнительного утепления наружной стены. Системы утепления могут выполняться с вентилируемым зазором (с защитными декоративными экранами) и без вентилируемого зазора (с оштукатуриванием фасада и с облицовкой кирпичом) [8].

При устройстве дополнительной теплоизоляции снаружи здания утеплитель должен обладать высокими теплоизолирующими характеристиками ($\lambda = 0,035-0,08$ Вт/(м · °С)), с плотностью не более 250 кг/м³, долговечностью, морозо-, био-, огнестойкостью. Этими характеристиками обладают мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные плиты на синтетическом связующем.

Для оценки теплотехнической эффективности наружной стены (в частности, 5-тислойной конструкции) выполнены её расчеты (с определением распределения температур в толще ограждения).

Толщины слоёв наружной стены (от наружной поверхности к внутренней) составляют согласно [4] δ_i : облицовочная плитка – 5; алюминиевая подконструкция (в расчете не учтены); воздушная прослойка – 60; пеноплэкс фасад 35 кг/м³- 60; кирпичная кладка из керамического кирпича на цементно-песчаном растворе - 510; цементно-песчаная стяжка – 20 мм.

При расчете наружной стены - НС рассмотрены два варианта исполнения конструкции, оцениваемые значениями сопротивления теплопередаче:

а) $R_o=3.197$ ($m^2 \cdot K$)/Вт (проектный вариант);

б) $R_o=1.599$ ($m^2 \cdot K$)/Вт (при ухудшенном состоянии стены, обусловленном уменьшением сопротивления теплопередаче в два раза).

Результаты расчета температурного поля в толще ограждения приведены на рисунке 1: с отдельным представлением зависимостей (а, б) и совместно на координатной плоскости (в). Горизонтальная линия со значением температуры $0^\circ C$ делит стену на две части (с возможным промерзанием и без него).

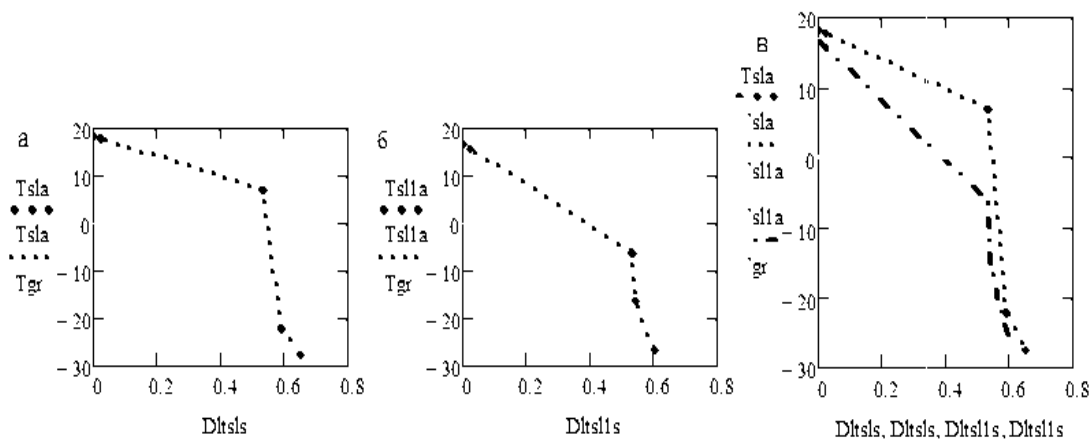


Рисунок 1 - Распределение температур по слоям (после них) наружной стены от ее внутренней поверхности к наружной при двух значениях приведенных сопротивлений теплопередаче : а,в-3,197;б,в-1,599 ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт

По характеру распределения температур материалов в толще НС можно выявить расположение сечения стены, в котором $t_x=0$; это позволит определить место возможного разрушения стены при отрицательных температурах; в частности, а - в 1-ом варианте в слое утеплителя (что менее опасно); б-во 2-ом варианте в слое кирпичной кладки (что опасно для прочности стены и ухудшения микроклимата в помещениях).

Таким образом, приведенный в статье обзор применяемых эффективных средств тепловой защиты многослойных ограждений зданий и выполненный (в качестве примера) анализ (на основании поверочного теплотехнического расчета конструкции 5-тислойной НС) показал значительное влияние снижения сопротивления теплопередаче (например, в 2 раза) на ухудшение характера распределения температур в толще стены (со смещением зоны конденсации водяного пара в сторону внутренней поверхности стены) и на повышение нагрузки и стоимости системы отопления, а соответственно, на ухудшение микроклимата помещения.

При проектировании, строительстве и эксплуатации современных зданий необходимо соблюдать нормативные требования по их тепловой защите, применяя высококачественные материалы (с необходимыми теплофизическими и механическими свойствами), выпускаемые промышленными предприятиями по передовым технологиям.

Список использованной литературы:

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.- М.: НИИСФ, 2012
2. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99.- М.: НИИСФ, 2012
3. СНиП 11-3-79*Строительная теплотехника/Госстрой России.-М.: ГУП ЦПП,1998
4. Деревякина В.Ю., Ерофеев А.В. Обоснование значимых факторов критерия потери теплозащитных качеств стены // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - 2017.- №5-6.- с.40-45
5. Жуков А.Д., Тер - Закарян К.А., Бурцева М.А., Системы теплого дома: энергосбережение и комфорт // Технологии Интеллектуального Строительства. – 2014. - №4. – с.42-47
6. Рохманов В.А., Энергоэффективное офисное здание с применением пенополистеролбетона системы «Юникон-2» / В.А. Рохманов, М.Г. Леонов, А.А. Горбовец // Строительство: новые технологии – новое оборудование. Всероссийский ежемесячный отраслевой журнал. – 2019 – №2 – с. 10-17
7. Симашов, Ф.А. Преимущество возведения промышленных зданий из PIR и PURсэндвич-панелей /Строй материалы, оборудование, технологии XXI века– 2017, №1-2, (216-217), с. 25-28
8. Баканова, С.В. Утепление ограждающей конструкции стены – универсальный метод в городе Пенза / С.В. Баканова, Н.В. Лошкарёв // Строительство: новые технологии – новое оборудование. Всероссийский ежемесячный отраслевой журнал. – 2019 – №6 – с. 10-14
9. Варфоломеев Ю.М., Кокорин О.Я. Отопление и тепловые сети: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 480 с.

УДК 697.92

А. А. Ануфриев, Е.В. Спиридонова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

Аннотация: в статье дается методика определения оптимальной толщины теплоизоляции воздуховодов в системах кондиционирования воздуха.

Ключевые слова: изоляция, воздуховод, система кондиционирования воздуха, энергосбережение.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ТЕПЛОТЫ И ХОЛОДА ЧЕРЕЗ ИЗОЛЯЦИЮ ВОЗДУХОВОДОВ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

В настоящее время в большинстве проектов систем кондиционирования воздуха (далее СКВ) принимаемые толщины слоя изоляции воздуховодов не учитывают зависимость их от ряда факторов, таких как: стоимости отпускаемой теплоты и холода, длительность работы СКВ, разности температур подаваемого системой воздуха и воздуха окружающей среды.

Для решения этой задачи следует задаваться допустимым повышением температуры воздуха в воздуховоде и исходя из нормативной удельной

величины Δt_n , °С, на 1 м воздуховода и выбранных материалов утеплителя и покровного слоя необходимую толщину изоляционного слоя.

Так, для воздуховодов СКВ диаметром 500 мм и длиной 50 м, при скорости движения воздуха 10 м/с и расчетной температуре окружающего воздуха 35 °С, исходя из удельного допустимого нагрева воздуха 0,03 °С/м и изоляции минераловатными матами на фольгированной основе с λ изоляции, равным 0,07 Вт/(м·°С), была определена толщина основного слоя изоляции 0,04 м. Если бы при этих условиях толщина ее была принята 0,06 м, то степень нагрева воздуха составила бы всего 0,015 °С/м, т.е. потери холода были бы на 50 % меньше принятых в расчете. Выбор более целесообразного из этих двух решений может сделан только путем сопоставления приведенных затрат на указанные варианты.

В тех случаях, когда в течение холодного периода в воздуховоде движется нагретый воздух, а летом охлажденный, формула для определения приведенных затрат на изоляцию, руб./м², имеет вид

$$P_{ИЗ} = \mu K_{ИЗ} + U(T_{ПОТ} + X_{ПОТ} + P_{ИЗ}), \quad (1)$$

где $K_{ИЗ}$ – затраты на изоляцию воздуховодов «в деле»; $T_{ПОТ}$ и $X_{ПОТ}$ – стоимость потерь теплоты и холода через изоляцию воздуховодов, руб./(м² год); $P_{ИЗ}$ – затраты на ремонты изоляции воздуховодов.

Допускается принимать срок службы изоляции равным сроку службы воздуховодов – 10 лет, при этом $\mu = 1,82$, а $U = 12,5$ лет.

Затраты на ремонты изоляции зависят от места прокладки воздуховодов, степени нагрева и охлаждения транспортируемого воздуха и других факторов. В среднем эти затраты допускается принимать равным $0,02K_{ИЗ}$ руб./(м² год).

$$X_{ПОТ} = 3,6\Delta q_{СР}n_Xc_X10^{-6}, \quad (2)$$

где $\Delta q_{СР}$ – средняя потеря холода через изоляцию, Вт/м; c_X – удельные затраты на холод, руб./ГДж; n_X – длительность работы СКВ в режиме охлаждения воздуха, ч/год.

Величину $\Delta q_{СР}$ определяют по формуле

$$\Delta q_{СР} = c_p G_{возд} \Delta t = \frac{(t_o - t_{возд})\alpha_n}{\left(\frac{1}{\pi d_{возд} \alpha_g} + \frac{1}{2\pi \lambda_{из} \ln \frac{d_{из}}{d_{возд}}} + \frac{1}{\pi d_{из} \alpha_n} \right)}, \quad (3)$$

где $G_{возд}$ – количество перемещаемого воздуха, кг/ч; t_o – температура воздуха, окружающего воздуховода, °С; $d_{из}$ – диаметр изолированного воздуховода, м; $t_{возд}$ – средняя температура перемещаемого воздуха, °С; α_g – коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности стенки воздуховода к перемещаемому воздуху; α_n – коэффициент теплоотдачи от воздуха помещения к наружной поверхности изоляции; α_n – коэффициент запаса, учитывающий дополнительные потери холода и равный 1,2 (при отапливаемых помещениях); Δt – степень нагрева воздуха, °С/м.

Коэффициент α_g зависит в основном от скорости и температуры перемещаемого воздуха и диаметра воздуховода (или эквивалентного диаметра прямоугольного воздуховода) таблица 1.

Таблица 1 - Рекомендуемые значения α_g воздуховодов СКВ при температуре перемещаемого воздуха 10 – 30°C

Скорость перемещаемого воздуха, м/с	Значения α_g , Вт/(м ² К), при диаметре воздуховода, м					
	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0
3	11,1	10,2	–	–	–	–
6	19,2	17,8	16,3	13,6	12,8	12,1
10	29,1	26,8	24,4	20,5	19,4	17,8
15	40,2	36,8	33,6	28,5	26,8	25,5

При малой подвижности воздуха в отапливаемом помещении допускается принимать $\alpha_n = 7,1$ Вт/(м² К).

Величину $K_{ИЗ}$ определяют по формуле

$$K_{ИЗ} = 3,14(d_{возд}\delta_{из} + \delta_{из}^2)K_{из}^{м^3}, \quad (4)$$

где $\delta_{из}$ – толщина слоя изоляции, м; $K_{из}^{м^3}$ – стоимость изоляции, руб./м³.

Если СКВ работает только в теплый период

$$П_{из} = 7,1(d_{возд}\delta_{из} + \delta_{из}^2)K_{из}^{м^3} + 12,5\Delta q_{CP}n_X c_X 10^{-6}. \quad (5)$$

С помощью этой формулы определяется оптимальная толщина изоляции воздуховодов, за счет варьирования величинам исходя из технических характеристик теплоизоляционного материала и систем кондиционирования воздуха, а также их экономических показателей.

Стоимость холода зависит от n_X и мощности холодильной установки.

Определяется отношение нормативных $\Delta\tau_n$ и экономически целесообразных $\Delta\tau_u$ величин нагрева воздуха при перемещении его в воздуховодах системы кондиционирования при различном сочетании параметров изоляции.

На первом этапе определяют приведенные затраты при всех толщинах изоляции и всех возможных сочетаний d , v и λ , а также значения $K_{из}^{м^3}$ и $n_X c_X$. Затем для каждого сочетания перечисленных параметров выявляют экономически целесообразную толщину основного слоя изоляции δ_u (при ней $П$ -минимум) и соответствующие удельные величины нагрева воздуха $\Delta\tau_u$, °С/м, при перемещении его в воздуховоде СКВ.

Последние этапом расчета является определение величин $\frac{\Delta\tau_u}{\Delta n}$ и выявление (в качестве основного вывода) тех условий, при которых целесообразно уменьшение потерь холода через изоляцию воздуховодов СКВ (по сравнению с нормативным расчетом). После проведения анализа проведенных расчетов можно будет сделать следующие вывод, что при больших диаметрах воздуховодов в значительных величинах $n_X c_X$ экономическая целесообразная толщина изоляции часто значительно превышает нормативную; в таких случаях потери холода могут быть существенно снижены.

Если СКВ работает круглогодично и воздуховоды находятся в неотапливаемом помещении, то в расчетах следует дополнительно учитывать стоимость теплоты $T_{ном}$, руб. (м³ год), теряемой через изоляцию в холодный период года:

$$T_{nom} = 3,6\Delta Q_{cp}n_{om}c_m 10^{-6}, \quad (6)$$

где ΔQ_{cp} – средние потери теплоты через изоляцию, Вт/м²; n_{om} – длительность работы СКВ в режиме нагрева воздуха, ч/год; c_m – удельные затраты на теплоту, руб./ГДж.

При учете T_{nom} экономически целесообразная толщина изоляции воздухопровода дополнительно увеличится. При расположении воздухопровода ниже рабочей зоны отапливаемого помещения потери теплоты учитывать не следует, а соответственно надо уменьшать количество ее, направляемое на компенсацию теплопотерь помещения. При прокладке воздухопровода выше рабочей зоны потери теплоты через его изоляцию необходимо учитывать

Список использованной литературы

1. Наумова О.В., Спиридонова Е.В., Кирюшатов А.И., Чесноков Б.П. «Повышение энергоэффективности инженерных систем отопления, вентиляции и теплоснабжения Основы проектирования и расчета» /Учебное пособие: Изд-во «Амирит» Саратов, 2015,-170 с.

2. Липатов А.В., Спиридонова Е.В. Обоснование экономической эффективности утилизации тепла в системах вентиляции. В сборнике: актуальные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения материалы VII очной Международной научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. 2018. С. 162-165.

3. Липатов А.В., Спиридонова Е.В., Фролов А.Ф. Утилизация тепла в системах вентиляции. В сборнике: Исследования в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении Материалы международной научно-практической конференции. Под редакцией Ф.К. Абдразакова. 2016. С. 187-191.

УДК 699.86

А.В. Арзамасцева

Саратовский государственный университет имени Н.И Вавилова,
г. Саратов, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕРХТОНКОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ «КОРУНД» НА ТЕПЛОПРОВОДЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ЗАО «ТРОЛЗА»

Аннотация. Тепловая изоляция сегодня играет очень важную роль в современной промышленности. Особенно уделяется вниманию энергоэффективности, экономической выгоде и простоте использования.

Статья посвящена новейшей разработке в сфере тепловой изоляции, такой как жидкий утеплитель труб. Выделяются и описываются способы применения данного утеплителя и подсчитываются экономичность использования.

Ключевые слова: Теплоизоляция, жидкий утеплитель, температура, энергоэффективность

Введение

Тепловая изоляция в современной промышленности играет важнейшую роль. Благодаря ей решаются вопросы организации не только технологических

процессов, а так же экономии энергоресурсов. Теплоизоляционные конструкции составляют неотъемлемую часть защитных элементов промышленного трубопроводов, оборудования, и части промышленных зданий.

В Российской Федерации, как и за границей развитие производства теплоизоляционных работ следует по направлению индустриализации с использованием современных теплоизоляционных конструкций и материалов, высокомеханизированных приспособлений, инструментов и сборных средств.

Основная проблема энергосбережения является весьма актуальной, в первую очередь в государствах с холодным и умеренным климатом, потому что основанная часть энергии используется на передачу, производство и сохранение тепла.

Основанные потери тепла зависят от теплопроводности материалов, используемые для трубопроводов и теплоизоляции. Применение соответственных материалов способствует значительному сокращению затрат энергии для производства, передачи и сохранение тепла, которое приводит к уменьшению загрязнённости окружающей среды, что несомненно имеет место при производстве тепловой энергии. [1, с.1]

Теплоизоляция труб отопления способствует выполнению ряда функций: она способствует повышению КПД отопительной системы и уменьшению потерь тепла по пути продвижения теплоносителя. Применение теплоизоляции защищает металлические конструкции от выделения конденсата и снижает процесс коррозии. При возникновении случаев застоя жидкости в трубах, жидкость не замерзает, соответственно не происходит повреждение коллекторов. [2, с.1]

Многообразие утеплителей дает возможность подобрать именно такой, который лучше всего подойдет для определённого места использования.

Классификация теплоизоляционных материалов для труб отопления

1. По способу монтажа: жесткие листовые утеплители.

К ним относятся: пенопласт и пенополистирол. Несмотря на высокие теплоизоляционные свойства, монтаж таких утеплителей достаточно сложен

2. По виду утеплителя:

- пенопласт и пенополистирол.
- вата (минеральная, стекловата).
- полиэтилен

Термоизолирующая краска

Это новая инновационная разработка, которую создали российские ученые. В состав такой краски входит:

- пеностекло;
- перлит;
- керамические микросферы;
- ряд других теплоизоляционных компонентов.



Рисунок 1 - Покрытие труб жидким утеплителем

Если покрыть трубопровод такой краской слоем хотя бы в 2 миллиметра, то результаты будут такими, как и при утеплении несколькими слоями пенопласта либо же минваты. [3, с.15]

Жидкий утеплитель для труб

Теплоизоляция трубопроводов может проводиться с помощью специальной краски, которая создает энергосберегающий барьер толщиной в 1 мм. Способ нанесения: кисточкой, валиком или с помощью распылителя. После высыхания жидкий утеплитель для труб образует матовую поверхность, которая служит как тепловое зеркало, не впуская холод и не выпуская тепло. Заслуживает внимания теплоизоляция для труб фирмы Корунд. Она хорошо защищает от замерзания и предотвращает образование влаги на поверхности: [4, с.1]



Рисунок 2 - Жидкий утеплитель для труб фирмы «Корунд»

Методика исследования.

Цель данной методики заключается в определении эффективности сверхтонкой теплоизоляции «Корунд» на трубопроводах, для снижения тепловых потерь и защиты персонала от ожогов на предприятии ЗАО «Тролза». Определить экономическую эффективность применения теплоизоляции «Корунд»

Перед началом испытаний сделаем теплотехнический расчет по нормированию плотности теплового потока через изолированную поверхность для трубопроводов:

Исходные данные:

λ_k – теплопроводность теплоизоляционного слоя 0,0012 (Вт/(м*°С))

Расположение трубопровода- -на открытом воздухе

t_w – температура вещества 60°C

t_e – окружающей среды – $4,3^{\circ}\text{C}$

d_{int} – диаметр условного прохода изолируемого трубопровода 100 мм

δ_m – толщина стенки трубопровода 6 мм

материал трубопровода – сталь

K1 – Район строительства Европейские районы бывшего СССР(1.1-1.5,11.1-11.2)

Общая продолжительность работы в год – менее 7 месяцев в году

Расчет:

На основании полученных исходных данных, в зависимости от комбинации диаметра условного прохода трубопровода, условий его прокладки и времени эксплуатации, по справочным приложениям СНиП, определяем дополнительные табличные параметры:

- нормированную линейную плотность теплового потока с 1 м трубопровода – $q_e = 26,6 \text{ Вт/м}$

- коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности изоляции – $a_e = 29 \text{ Вт/м}^2\text{x}^{\circ}\text{C}$

- региональный коэффициент – $K_1 = 1$

Далее определяем:

r_{tot} - сопротивление теплопередачи на 1 м длины теплоизоляционной конструкции трубопровода:

$$r_{tot} = (t_w - t_e) / q_e K_1 = 2.4173 \text{ Вт/мх}^{\circ}\text{C}$$

d – наружный диаметр неизолированного трубопровода:

$$d = d_{int} + 2 * \delta_m = 0.112 \text{ м}$$

r_m – термическое сопротивление неметаллической стенки трубопровода :

$$r_m = [\ln(d/d_{int})] / [2\pi\lambda_m] = 0 \text{ Вт/мх}^{\circ}\text{C}$$

Для определения B сначала определяем $\ln B$:

$$\ln B = 2\pi\lambda k [r_{tot} - r_m - 1/a_e\pi(d+0.1)] = 0.0181$$

Тогда: $B = 1,0182$

Толщина теплоизоляционного слоя: $\delta k = d(B-1)/2 = 0.001 \text{ [м]} = 1.02 \text{ [мм]}$

Вывод: Учитывая технологические особенности нанесения теплоизоляционного материала «Корунд» (слоями по 0,5 мм), необходимую толщину слоя теплоизоляции следует округлить до целого числа слоев.

$$\delta k = 1,0 \text{ мм}$$

С учетом нормативного расхода для утепления 1 м.п. трубопровода диаметром 0,112 требуется : 0,387 л. теплоизолятора Корунд

Для проведения испытаний в период с 19 по 23 марта 2019 г. В тепловом узле ЗАО «Тролза» на участке стального трубопровода с запорной арматурой было произведено тестовое нанесение сверхтонкой теплоизоляции «Корунд»

24 марта 2019г. были произведены замеры температуры на неизолированном трубопроводе и на участке, изолированном с применением теплоизоляции «Корунд». Параметры температур определялись с помощью цифрового измерителя параметров окружающей среды «Elcometr 319», также

была проведена оценка ощущений от прикосновения руки к испытуемым поверхностям.

Результаты измерений сведены в таблицу 1.

Таблица 1 «Измерения параметров температуры изолированного и неизолированного участка трубопровода участка теплового узла ЗАО «Гролза»

	Температура по показаниям «Elcometr 319», °С	по «Elcometr 319», °С	Продолжительность безболезненного удерживания ладони, секунд
t ₀ - температура воздуха внутри помещения	28,4		—
t ₁ - на поверхности неизолированного трубопровода	60		2-3
t ₂ - на поверхности изоляции толщиной 1,5 мм (3 слоя)	38,5		неограниченно
t ₃ - на поверхности изоляции толщиной 0,5 мм (1 слоя)	51		10-11

По результатам эксперимента установлено:

1. Следствием нанесения теплоизолятора на участки трубопровода стало снижения температуры на них на 35 %

2. Минимальная толщина покрытия в 1 слой обеспечивает снижение температуры на 15 % и делает возможным держать руку на изолированной поверхности продолжительное время, без риска получения термического ожога

3. «Корунд» отличается от традиционных теплоизоляторов простотой и скоростью нанесения.

4. Одновременно с теплоизоляцией решается вопрос антикоррозионной защиты металлических конструкций

5. Теплоизолятор позволяет выполнять теплоизоляционные работы на действующем высокотемпературном оборудовании без его остановки

Определение экономической эффективности

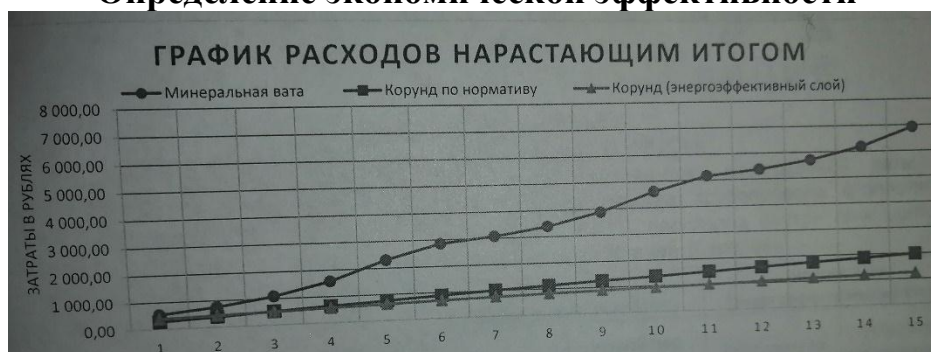


Рисунок 3 - График расходов теплоизоляционных материалов

Исходя из данных таблицы видно, что при устройстве теплоизоляции с применением сверхтонкого теплоизолятора «Корунд» экономия может составлять до 59 % в первый год за счет меньшей трудоемкости работ и сроков ее выполнения

Мин. Вата – 474 руб. за 1п.м.

Корунд – 199 руб. за п.м.

С учетом того, что изоляцию выполненную с применением минеральной ваты, приходится менять по практике каждые 5 лет , экономия возрастает еще в 7 раз:

Срок службы Корунда от 15 лет – $1 \cdot 199$

Замена минеральной ваты каждые 5 лет на протяжении 15 лет – $3 \cdot 474 = 1422$

Таким образом экономия на устройстве теплоизоляции за 15 лет составит 1223 с 1 м п.м.

Корунд не меняет своих свойств на протяжении 15 лет. Минеральная вата теряет свойства достаточно быстро, вследствие чего резко возрастают тепловые потери (пример показан на рисунке №3)

Заключение

По результатам испытания установлено:

1. Теплоизолятор «Корунд» является высокоэффективным, энергосберегающим теплоизолятором.
2. Нанесение слоя толщиной в 1 мм на трубопровод различного значения позволяет комплексно решать различные эксплуатационные задачи
3. Теплоизолятор «Корунд» может быть рекомендован для дальнейшего применения на нашем предприятии.

Список использованной литературы:

1. Электронный ресурс https://revolution.allbest.ru/construction/00669506_0.html#text
2. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. М.: Госстрой России, 2004.
3. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е.Ю. Теплозащита фасадов с вентилируемым воздушным зазором // АВОК. 2004. №2 С. 20-26, 2004. №3. С. 20-26.
4. Электронный ресурс <https://trubisantehnika.ru/teploizolyatsionnyiy-material-dlya-trub-otopleniya.html>
5. СНиП 2.04.14-88 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов (с Изменением N 1)
6. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2)
7. СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. М.: Госстрой России, 2004

УДК 628.826

О.В. Атаманова¹, Г.С. Аджыгулова²

¹Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия

²Кыргызско-Российский Славянский университет, г. Бишкек , Кыргызстан

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВОРОТНОГО СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ КАНАЛОВ-БЫСТРОТОКОВ

Аннотация: Разработано новое поворотное сооружение для каналов-быстротоков, позволяющее обеспечить равномерное истечение через сооружение в отводящее русло

канала. Показаны результаты лабораторных гидравлических исследований разработанного сооружения.

Ключевые слова: бурное течение, канал-быстроток, поворотное сооружение, волногашение, горно-предгорная зона.

В Кыргызской Республике, территория которой относится к аридной зоне, оросительные системы располагаются, в основном, в горно-предгорной зоне. Эти оросительные системы представляют собой комплексы гидротехнических сооружений, включающие открытые каналы-быстротоки с уклонами дна большими критическими. Такие каналы облицованы в бетон, поскольку имеют бурное течение. Чаще всего на таких каналах имеется много поворотных сооружений с углами поворота от 10^0 до 90^0 [1]. Сложность осуществления поворота потока в каналах-быстротоках привела к необходимости разработки различных конструктивных решений, обеспечивающих поворот бурного и сверхбурного потоков на заданный угол.

Разработано достаточное количество конструкций поворотных сооружений для каналов-быстротоков. Однако большинство из них не удовлетворяют требованиям эксплуатации [1]. Недостатком большинства устройств являются неравномерность распределения потока по ширине отводящего канала при малых и средних расходах на выходе из поворотного сооружения, что также приводит к выплескам воды за пределы сооружения, снижая его надежность.

Для устранения перечисленных недостатков существующих поворотных сооружений учеными Саратовского Государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. и Кыргызско-Российского Славянского университета предлагается новая конструкция поворотного сооружения для каналов с бурным течением [2, 3].

Предлагаемое поворотное сооружение, рекомендуемое для каналов-быстротоков (рис. 1) [4], состоит из подводящего и отводящего каналов, и камеры между ними. Дно камеры размещено ниже уровня дна подводящего канала. Разделительная стенка, имеющая козырек в своей верхней части, делит камеру на две галереи. Плоскость дна камеры размещается ниже плоскости дна отводящего русла, при чем, глубина $H_{\text{стр.кам.}} = 1,3 H_{\text{отв.кам.}}$ (здесь $H_{\text{стр.кам.}}$ - строительная глубина камеры, $H_{\text{отв.кам.}}$ - строительная глубина отводящего русла).

При функционировании сооружения бурный поток из подводящего канала поступает по скошенному дну в камеру, делится разделительной стенкой на две части. В процессе протекания через галереи, разделённые потоки соединяются в отводящем русле (канале). Разделительная и боковая стенки отводящего канала представляют собой струенаправляющую систему благодаря своей ломаной форме.

Для исследования процесса прохождения бурного потока через указанное сооружение и установления возможности его использования на каналах-быстротоках была создана физическая модель поворотного сооружения и

реализованы лабораторные гидравлические исследования. Физическая модель сооружения изготовлена с учетом теории подобия [5].

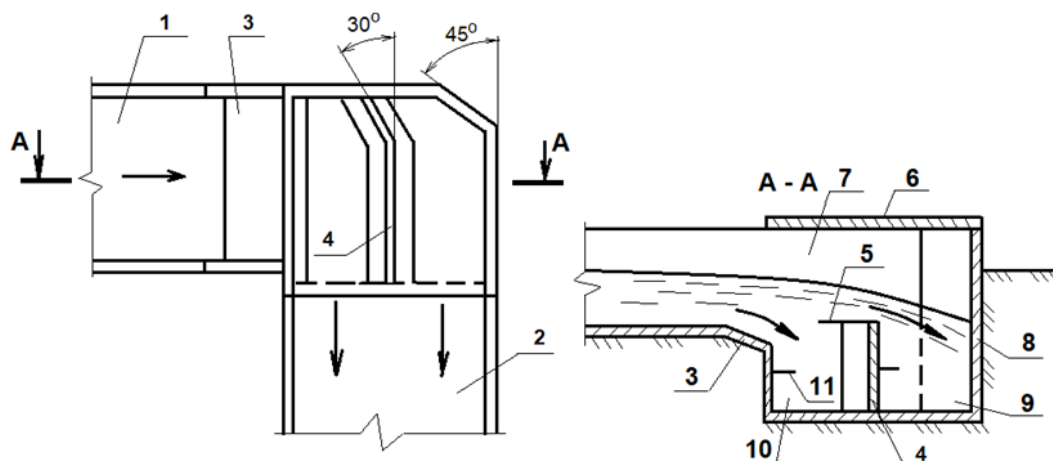


Рисунок 1 – Поворотное сооружение для каналов-быстротоков: 1 – русло подводящего канала; 2 – отводящее русло (канал); 3 – скос; 4 – стенка, разделяющая камеру на галереи; 5 – козырек горизонтальный; 6 – плита верхняя; 7 – камера сооружения; 8 – стенка боковая; 9, 10 – внешняя и внутренняя галереи, соответственно

В процессе эксперимента были определены относительные глубины потока на выходе из поворотного сооружения (рис.2).

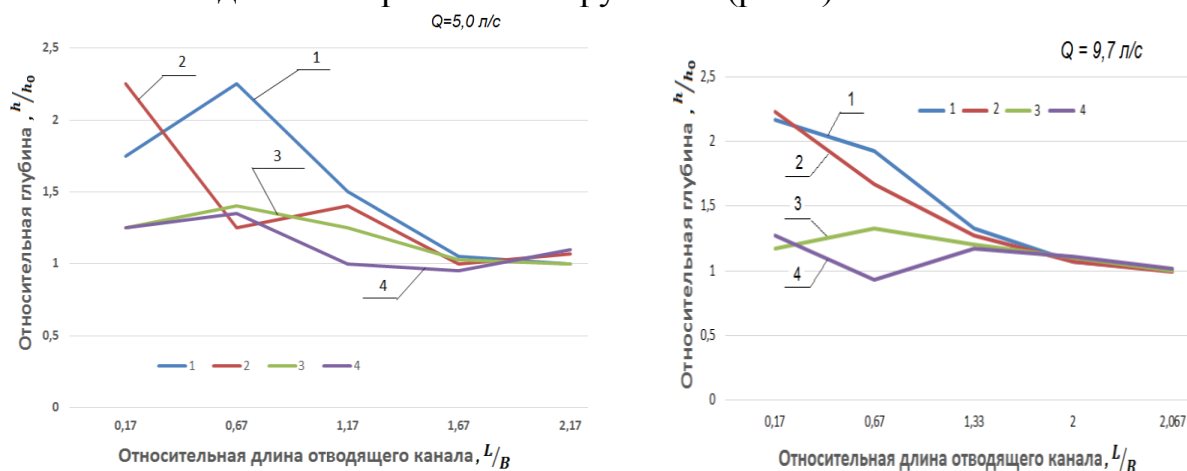


Рисунок 2 – Относительные глубины в отводящем лотке: 1 – у правого борта; 2 – вдоль разделительной стенки; 3 – по середине лотка; 4 – у левого борта

Анализ истечения через сооружение продемонстрировал относительно симметричную плановую картину относительно оси лотка на выходе потока из сооружения. Наблюдалось отсутствие сбойности течения за поворотом канала. Однако наблюдалось за сооружением небольшое увеличение глубины потока вдоль стенок отводящего лотка. Глубина в отводящем лотке непосредственно за сооружением увеличивается в $1,5 \div 2,1$ раза, что необходимо предусмотреть на стадии проектирования сооружения при выборе строительной глубины отводящего канала. На расстоянии, равном двум ширинам отводящего лотка от сооружения глубина воды в лотке достигает своего бытового значения h_0 .

Заключение. Предлагаемая конструкция поворотного сооружения для каналов-быстротоков позволяет повысить равномерность истечения через сооружение в отводящее русло (канал). Конструкция исключает сбойность отводящего потока, повышает пропускную способность сооружения, увеличивает его надёжность благодаря отсутствию подмывов и просадки грунта вдоль канала.

Список использованной литературы

1. Lavrov N.P. Hydraulic structures for small hydropower engineering of mountain and submountain area / N.P. Lavrov, O.V. Atamanova, G.P. Frolova and others: edited by N. Lavrov. Bishkek: KRSU, 2009. 492 p.
2. Лавров Н.П. Научно-техническое сотрудничество между Кыргызско-Российским Славянским университетом и Санкт-Петербургским государственным политехническим университетом в области гидротехники и гидроэнергетики / Н.П. Лавров, О.В. Атаманова. Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2013. Т. 13. № 8. С. 75-78.
3. Аджыгулова Г.С. Анализ поворотных сооружений на каналах-быстротоках горно-предгорной зоны / Г.С. Аджыгулова, О.В. Атаманова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2015. № 4 (28). С. 38-42.
4. Патент на изобретение № 1956 КР МПК E02B 13/00. Поворотное сооружение для каналов с бурным течением / Г.С. Аджыгулова, О.В. Атаманова. Бюл. № 5, КР, 2017. от 31.05.2017. 6 с.
5. Леви И.И. Моделирование гидравлических явлений. – Л.: Энергия – Ленинградское отделение, 1967. – 235 с.

УДК 66.067.11 : 66.067.122.3

О.В. Атаманова, А.А. Подоксенов

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДСОРБЦИИ НА СТАНЦИЯХ ОЧИСТКИ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ВОДООТВЕДЕНИЯ

Аннотация: Обосновывается эффект улучшения адсорбции загрязняющих веществ адсорбентами при перемешивании очищаемой жидкости. Приведены результаты лабораторных исследований процесса адсорбции о-фенилендиамина модифицированным бентонитом.

Ключевые слова: водоотведение, водоочистка, адсорбция, перемешивание, сорбционные материалы, модифицированный бентонит.

Сорбционная очистка воды чаще всего применяется как метод предварительной и глубокой очистки сточных вод на станциях водоочистки в системах водоотведения. Адсорбционные методы обладают рядом преимуществ перед другими существующими методами очистки воды от органических соединений. Установлено, что использование в качестве

сорбентов модифицированных бентонитов позволяет извлекать до 95-98% загрязняющих органических веществ из сточных вод предприятий [1].

Сорбционные процессы осуществляются двумя принципиальными способами – в статических условиях и путем фильтрования.

В случае статической адсорбции сорбционные материалы приводят в контакт с расчетным объемом очищаемой жидкости, при этом, как правило, осуществляется их перемешивание, после этого вода отстаивается и отделяется от сорбционного материала. Самая простая схема такой очистки изображена на рис. 1 [2]. Однако на практике значительно чаще применяется адсорбционное фильтрование.

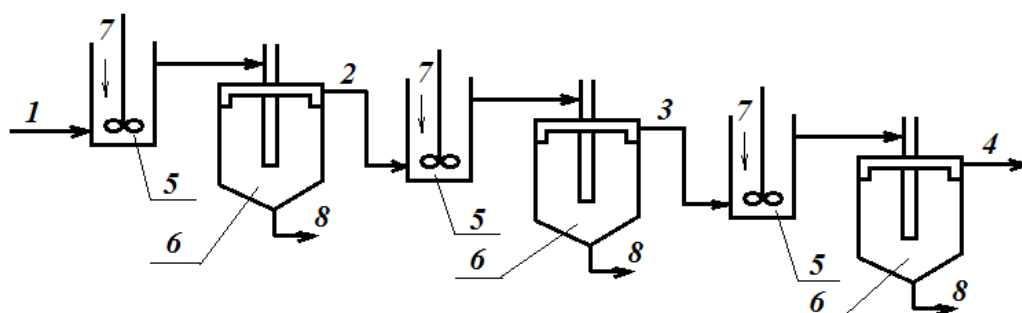


Рисунок 1 – Схема системы установок статической адсорбции: 1 – подача неочищенной воды, 2 – вода после 1-й обработки сорбентом, 3 – вода после 2-й обработки сорбентом, 4 – вода после 3-й обработки сорбентом (очищенная), 5 – смесители, 6 – отстойники для выделения отработанного сорбента, 7 – ввод сорбента в воду, 8 – отвод отработанного адсорбента

Именно адсорбция при фильтровании через плотный слой адсорбента является одним из наиболее распространенных методов очистки воды [3]. Адсорберы, принцип действия которых заключается в фильтровании жидкости через слой адсорбента, были одними из первых адсорбционных аппаратов, применяемых в промышленных условиях. Простота устройства и надежность работы обусловили широкое использование аппаратов этого типа и в настоящее время. Они изготавливаются как закрытыми (напорными) в виде стальных цилиндрических колонн, рассчитанных на работу под давлением, так и открытыми (безнапорными) в виде резервуаров прямоугольного или круглого сечения. При этом, как в статических условиях, так и в условиях фильтрования на станциях водоочистки целесообразным является использование адсорбционных установок, усиливающих эффект адсорбции загрязняющих веществ дополнительным перемешиванием очищаемого раствора воды.

В качестве объекта исследований выбран модельный раствор загрязняющего вещества – *o*-фенилендиамина нескольких концентраций.

Адсорбенты, которые использовались в нашем исследовании: сорбент №1 – бентонит, модифицированный углеродными нанотрубками (УНТ), обжиг при 550° С, мелкая фракция; сорбент №2 – бентонит, модифицированный УНТ, обжиг при 550° С, средняя фракция; сорбент №3 – бентонит, модифицированный УНТ, обжиг при 550° С, крупная фракция; сорбент №4 – бентонит, модифицированный УНТ и глицерином, обжиг при 570° С, мелкая

фракция; сорбент №5 – бентонит, модифицированный УНТ и глицерином, обжиг при 570° С, средняя фракция; сорбент №6 – бентонит, модифицированный УНТ и глицерином, обжиг при 570° С, крупная фракция; сорбент №7 – бентонит, модифицированный УНТ и гидроокисью магния, обжиг при 570° С, мелкая фракция; сорбент №8 – бентонит, модифицированный УНТ и гидроокисью магния, обжиг при 570° С, средняя фракция; сорбент №9 – бентонит, модифицированный УНТ и гидроокисью магния, обжиг при 570° С, крупная фракция.

Модифицирование бентонита проводилось на базе ООО НПП «ЛИССКОН» (г. Саратов).

По результатам исследований построены графики, на которых изображены все полученные зависимости сорбционной активности адсорбентов от режима перемешивания при разных температурах (рис. 2-3) при извлечении *o*-фенилендиамина из модельного раствора.

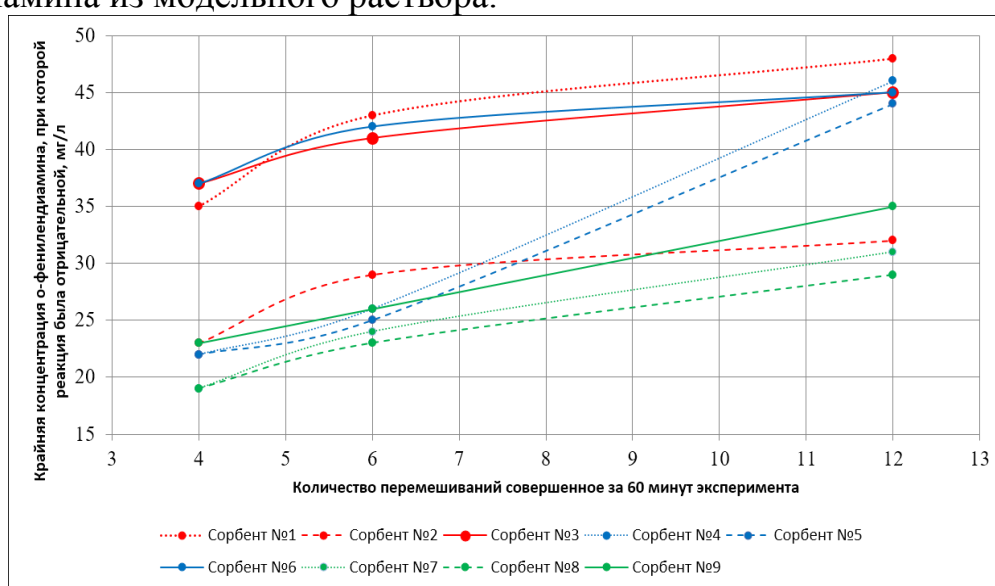


Рисунок 2 – Сопоставление зависимости интенсивности адсорбции *o*-фенилендиамина от режима перемешивания для всех исследованных образцов сорбентов при температурном режиме 10° С

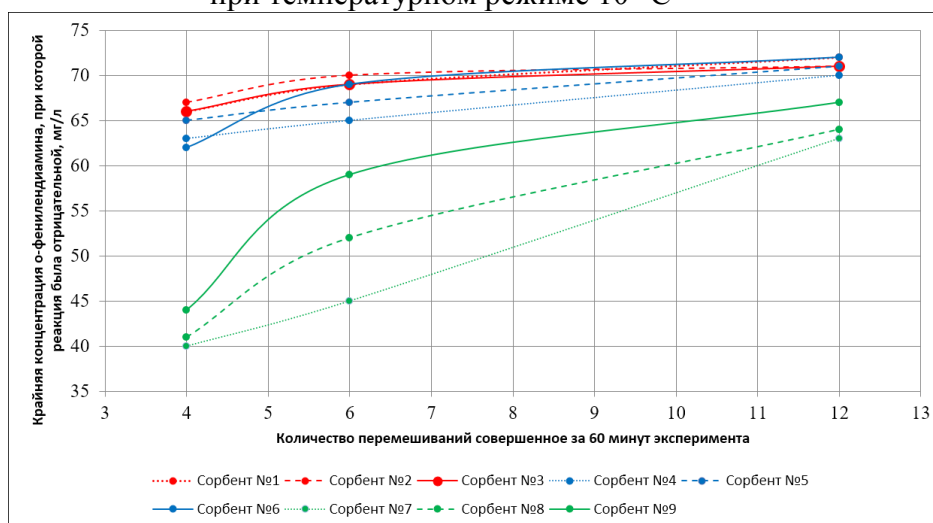


Рисунок 3 – Сопоставление зависимости интенсивности адсорбции *o*-фенилендиамина от режима перемешивания для всех исследованных образцов сорбентов при температурном режиме 30° С

Выводы: Общим для всех адсорбентов является возрастание сорбционной способности при учащении перемешивания, но происходит оно для каждого сорбента с разной интенсивностью.

При режиме перемешивания раз в 15 минут и температуре 10 °С сорбционная способность изучаемых образцов модифицированного бентонита убывает в ряду: *сорбент №3 и сорбент №6 – сорбент №1 – сорбент №5 – сорбент №9 – сорбент №4 и сорбент №5 – сорбент №7 и сорбент №8.*

При режиме перемешивания раз в 10 минут и температуре 10 °С распределение сорбентов по сорбционной способности несколько меняется и укладывается в следующий ряд: *сорбент №1 – сорбент №6 – сорбент №3 – сорбент №2 – сорбент №4 и сорбент №9 – сорбент №5 – сорбент №7 – сорбент №8.*

При режиме перемешивания раз в 5 минут и температуре 10 °С: *сорбент №1 – сорбент №4 – сорбент №3 и сорбент №6 – сорбент №4 и сорбент №9 – сорбент №2 – сорбент №7 – сорбент №8.*

При режиме перемешивания раз в 15 минут и температуре 30 °С сорбционная способность изучаемых образцов модифицированного бентонита убывает в ряду: *сорбент №2 – сорбент №1 и сорбент №3 – сорбент №5 – сорбент №4 – сорбент №6 – сорбент №9 – сорбент №8 – сорбент №7.*

При режиме перемешивания раз в 10 минут и температуре 30 °С распределение сорбентов по сорбционной способности несколько меняется и укладывается в следующий ряд: *сорбент №2 – сорбент №1, сорбент №3 и сорбент №6 – сорбент №5 – сорбент №4 – сорбент №9 – сорбент №8 – сорбент №7.*

При режиме перемешивания раз в 5 минут и температуре 30 °С: *сорбент №1 и сорбент №6 – сорбент №2, сорбент №3 и сорбент №5 – сорбент №4 – сорбент №9 – сорбент №8 – сорбент №7.*

Наибольшая зависимость сорбционной способности от гидродинамического режима характерна для сорбента №7, наименьшая – для сорбента №2. Это следует учесть при выборе сорбционной загрузки при проектировании адсорбционных фильтров в системах очистки сточных вод, загрязненных аминопроизводными бензола.

Список использованной литературы

1. Истрашкина, М.В. Применение фильтрующих загрузок в системах водоотведения для очистки сточных вод / М.В. Истрашкина, О.В. Атаманова, А.В. Косарев, Е.И. Тихомирова // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2017. - Т. 17. - № 5. - С. 149-152.
2. Kasymbekov, Zh.K. Minihydroelectric power station at sewage treatment plants/ Zh.K. Kasymbekov, A.K.Turmashev, B. Tunganova // Scientific works SWorld. 2015. - Vol. 5. - No 1(38).
3. Tikhomirova E.I. The use of multicomponent adsorption filters in water purification systems and luminescent control of ecotoxicant content / E.I. Tikhomirova, O.A. Plotnikova, O.V. Atamanova и др. // Теоретическая и прикладная экология. 2019. - № 1. - С. 73-81.
4. Тихомирова, Е.И. Исследование механизма адсорбции орто-фенилендиамин на бентонитах в статических условиях / Е.И. Тихомирова, М.В. Истрашкина, О.В. Атаманова, А.В. Косарев, А.В. Кошелев. - Фундаментальные исследования. 2018. № 1. С. 18-23.

УДК 621.6.036

*П.М.Бакутин*¹, *М.А.Гнусин*²

¹ГАПОУ СО «Саратовский архитектурно-строительный колледж»,
г.Саратов, Россия

¹ ООО «ССК Газ регион», г.Саратов, Россия

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ИСПАРИТЕЛЕЙ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ

Аннотация В работе представлен анализ современных испарительных установок сжиженных углеводородных газов, приведены достоинства и недостатки их конструктивного исполнения, указаны возможные пути автоматизации их основных составных элементов.

Ключевые слова: сжиженные газы, испаритель, регазификация, электромагнитный клапан, терморедохранитель.

В настоящее время при увеличении количества разнородных потребителей, использующих сжиженные углеводородные газы (СУГ) в качестве первичного энергоносителя [1] или в качестве рабочих агентов в теплонасосной технике [2], все большую роль играет автоматизация процессов их безопасной регазификации.

Известные малогабаритные змеевиковые установки регазификации прямого нагрева характеризуются простотой конструкции, отсутствием сложной автоматики регулирования и автоматическим саморегулированием процесса испарения сжиженного углеводородного газа, однако обладают низкой интенсивностью теплообмена.

С другой стороны применение систем искусственной регазификации с кипением сжиженного углеводородного газа в трубах огневых и электрических испарителей экономически практически равноценно [3]. Однако, как показал опыт эксплуатации огневых испарителей, последние, в отличие от электрических, требуют гораздо большего объема автоматики, сложны в изготовлении и эксплуатации. В связи с этим, в дальнейшем в статье будут рассматриваться вопросы автоматизации электрических испарителей пропан-бутановых смесей с промежуточным теплоносителем, являющиеся важным резервом повышения надежности систем резервуарного газоснабжения.

При неисправности регулятора-термостата, заключающейся в неотключении подачи электроэнергии к трубчатым нагревателям, дальнейшем повышении температур промежуточного теплоносителя выше значения температуры $t_{пол}=70$ °С, терморедохранитель осуществляет отключение подачи электроэнергии к трубчатым нагревателям без возможности повторного автоматического включения подачи электроэнергии к ним до момента выявления и устранения причин неисправности регулятора-термостата обслуживающим персоналом [4-5].

Система автоматического контроля и регулирования обеспечивает подачу сигнала на открытие рабочего электромагнитного клапана при расходах паровой фазы близких или равных нулю, особенно для холодного периода года;

исключение попадания жидкой фазы в трубопровод паровой фазы и газогорелочные устройства потребителей при неисправностях связанных с протечкой жидкой фазы через запорный орган рабочего электромагнитного клапана в его закрытом состоянии; исключение растрескивания и разгерметизации резиновых мембран и уплотнений регулятора давления газа и отключающих устройств, расположенных за пароперегревательным трубопроводным змеевиком, при неисправностях двухпозиционного датчика температуры паровой фазы, связанных с нарушением его функции подачи сигнала на закрытие рабочего электромагнитного клапана при достижении температур паровой фазы выше максимально-допустимого значения; исключение капитальных вложений во взрывонепроницаемую оболочку для электрических контактов и соединений двухпозиционного датчика температуры паровой фазы, регулятора - термостата промежуточного теплоносителя и блока управления работой электромагнитного клапана.

Это достигается тем, что к участку испарительного змеевика до рабочего электромагнитного клапана по ходу движения жидкой фазы установлен предохранительно-запорный электромагнитный клапан с функцией на закрытие от собственного блока управления при достижении уровня жидкой фазы в сборнике жидкой фазы на минимально-допустимом значении без возможности повторного автоматического открытия до момента выявления и устранения причин неисправности обслуживающим персоналом; в промежуточный теплоноситель заключен термopредохранитель с функцией отключения подачи электроэнергии к нагревательным элементам при повышении температуры теплоносителя выше максимально-допустимого значения температуры паровой фазы сжиженных углеводородных газов; контакты и электрические соединения регулятора-термостата промежуточного теплоносителя, термopредохранителя, двухпозиционного датчика температуры паровой фазы, блок управления рабочего электромагнитного клапана и блок управления предохранительно-запорного электромагнитного клапана заключены во взрывонепроницаемую оболочку для электрических соединений трубчатых электронагревательных элементов [6].

Список использованной литературы

1. Усачев, А.П. Системные исследования по повышению интенсивности теплообмена регазификаторов сниженного углеводородного газа / А.П. Усачев, А.Л. Шурайц, А.В. Рулев, Т.А.Усачева. – Саратов: Из-во Саратовского государственного технического университета, 2010. – 276 с.

2. Shurayts, A. Assessing energy efficiency of compression heat pumps in drying processes when zeotropic hydrocarbon mixtures are used as working agents / A. Shurayts, A. Rulev, E. Usacheva // MATEC Web Conf. Volume 73, (2016) 02015 XV International Conference “Topical Problems of Architecture, Civil Engineering, Energy Efficiency and Ecology – 2016”. P. 1-9. <http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/20167302015>.

3. Усачев, А.П. Техничко-экономическое обоснование применения электрического испарителя сжиженного углеводородного газа с твердотельным промежуточным теплоносителем / А.П. Усачев, А.В. Рулев, А.Ю. Фролов и др. // Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газоснабжения. - 2006. – Т. 1. – № - 1 (1). – С. 150-161.

4 Усачев А.П. Метод разработки новых теплоэнергетических установок с максимально возможными показателями на основе системного подхода / А.П. Усачев, А.В. Рулев, А.Л. Шурайц, и др. // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2008. –Т. 1. –№ 2. – С. 187.

5. Усачев, А.П. К выбору типа промежуточного теплоносителя для электрических испарителей централизованных систем газоснабжения [Текст] / Усачев А.П., Рулев А.В., Фролов А.Ю. // Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газоэнергоснабжения. – 2006. – Т. 1. –№ 1 (1). – С. 116-124.

6. Патент на полезную модель № RU 63486 U1. Испарительное устройство сжиженного углеводородного газа / А.П. Усачев, А.В. Рулев, А.Ю. Фролов, А.А. Феоктистов, Т.А. Усачева. – Опубл. 09.01.2007 г. – 6 с.

УДК 621.643

А.В. Белов, Т.Ю. Филиппова, А.Д. Лагутина

Научный руководитель **И.Н. Попов**

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ПОВЕРХНОСТИ НАГРЕВА ИЗ ТРУБ С ВНУТРЕННИМ ВИНТОВЫМ ОРЕБРЕНИЕМ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В КОТЛАХ

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы о повышении эффективности работы котельного агрегата за счёт внедрения труб с внутренним оребрением на примере опыта их применения в топочных экранах котла Саратовской ТЭЦ-5.

Ключевые слова: котел, теплообменные трубы, винтовое оребрение, паропроизводительность, надежность.

Выполненные в Центральный научно-исследовательском и проектно-конструкторском котлотурбинном институте им. И. И. Ползунова (ЦКТИ) исследования теплообмена в трубах с ленточными спиральными завихрителями и внутренним винтовым оребрением при сверхкритическом давлении показали, что турбулизация потока позволяет значительно интенсифицировать теплообмен, по сравнению с гладкими трубами при одинаковых затратах на прокачку теплоносителя в котлах сверхкритического давления (СКД) [1].

Вместе с тем в этот период меньше внимания уделялось вопросам обеспечения надежности экранов барабанных котлов с естественной циркуляцией, устанавливаемых на ТЭЦ и ГРЭС.

Опыт эксплуатации и исследований барабанных котлов, показал, что наряду с наиболее распространенными случаями повреждений экранов из-за нарушений водно-химического режима, вызывающих накопление внутренних железно-окисных отложений, коррозию и перегрев труб, некоторая часть повреждений является следствием ухудшения теплоотдачи из-за нарушения топочного режима и гидродинамики [4].

Появившиеся в этот период данные о развитии котлостроения за рубежом показывали, что одним из путей повышения надежности котлов с естественной циркуляцией является применение для экранов труб с турбулизаторами [5].

Применение оребренных труб в котлах с естественной циркуляцией позволило увеличить их паропроизводительность, поднять рабочее давление, снизить кратность циркуляции и металлоемкость, а также интенсивность образования внутренних железистых отложений в зоне высоких тепловых нагрузок экранов и тем самым увеличить межпромывочную компанию котлов [4].

Наибольшее распространение получили трубы с внутренним винтовым многозаходным оребрением (ВВО) рисунок 1 а. По данным фирмы ANSALDO представленный тип оребрения позволяет не только разрушить пристенный пограничный слой жидкости, но и создать в пристенной области вращательное движение этой жидкости. Достижимый за счет этого эффект по сравнению с гладкостенной трубой показан на рисунке 1 б [6].

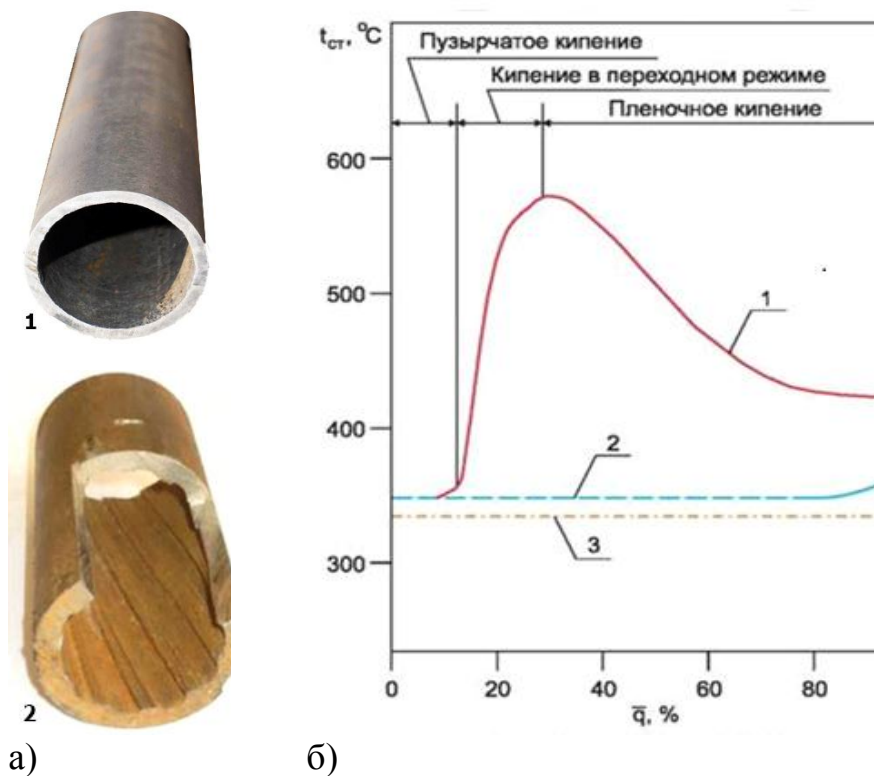


Рисунок 1 - Сравнение профилей экранных труб котла:

а) – сечение экранных труб котла; б) – зависимость температуры металла стенки труб от относительного содержания пара; 1 – труба гладкостенная, 2 – труба с внутренним винтовым оребрением, 3 - температура насыщенного пара.

Эти преимущества определили широкое внедрение внутри оребренных труб в котлах различных конструкций, и внимание к этому вопросу не ослабевает, о чем говорят опубликованные патенты на трубы подобного типа американских фирм «Комбашен Инжиниринг», «Фостер Уилер» и другие [2].

НПО ЦКТИ совместно с Научно-производственной фирмой по Внедрению Научных и Инженерно-Технических Инноваций (ВНИТИ) выполнили комплекс исследований, направленных на разработку конструкции и технологии

изготовления труб аналогичной конструкции, поскольку в зарубежных литературных источниках конструкция труб не обосновывалась, а секреты технологии не раскрывались [1].

В 1979-1980гг. в ВНИТИ и на Южнотрубном заводе на серийном оборудовании были изготовлены опытные образцы труб из стали 20 для исследования теплообмена. На основании исследований были разработаны технические условия (ТУ 14-3-965-80) на изготовление опытно-промышленной партии оребренных труб с углом закрутки ребер к оси трубы 20° [3].

Из труб, изготовленных ВНИТИ, была изготовлена опытная панель и установлена на малогабаритном котле ТГМЕ-444 ст.№2 Ростовской ТЭЦ в июле 1981 г. [5].

В эксплуатационном диапазоне нагрузок температура оребренных труб не превышала $410-420^{\circ}\text{C}$. Длительная работа опытной панели показала, что в процессе эксплуатации наружная поверхность была чистой и не покрывалась шлаковыми отложениями. Не наблюдалось заметного роста температуры металла, что является свидетельством малого количества внутренних отложений [4].

Так же обнаружено, что интенсивность образования внутренних отложений, определяемых методом катодного травления, по вырезкам образцов, в трубах с завихрителями в 2-2,5 раза ниже, чем в соседних гладких. При этом отложения в трубах с турбулизаторами имеют очень высокую плотность, и практически не удаляются способом механического соскабливания. Количество отложений, определяемых механическим способом, в гладких трубах по сравнению с трубами, имеющими завихрители, в 6-10 раз больше.

В 1998 г. НПО ЦКТИ вместе с ОАО ТКЗ «Красный котельщик» было реализовано предложение по установке пода котла из труб с ВВО выполненного без огнеупорного покрытия на котле ТГМЕ-464 ст. № 2 Саратовской ТЭЦ-5. Общий вид топки котла ТГМЕ-464 показан на рисунке 2.

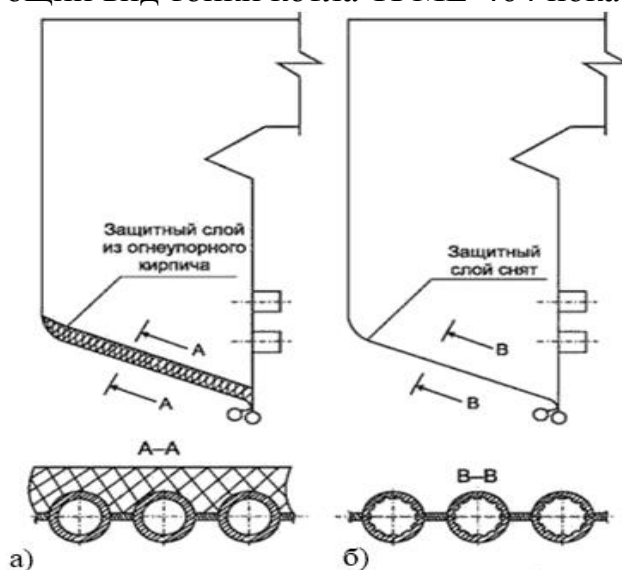


Рисунок 2 - Продольный разрез топки котла ТГМЕ-464:

- а) – с закрытым подом из гладкостенных труб;
- б) – с открытым подом из труб с ВВО.

Многолетняя безаварийная эксплуатация установленной подовой поверхности нагрева из труб с ВВО на Саратовской ТЭЦ-5 показала высокую надежность топочных экранов. Кроме того, это решение позволило снизить температурный максимум в зоне горения и как следствие снизить термические выбросы оксидов азота. Выполнены измерения содержания оксидов азота в продуктах сгорания топлива и произведено сравнение с результатами измерений на других котлах Саратовской ТЭЦ-5, на которых не установлены трубы с ВВО. Результаты показали, что в котле ТГМЕ-464 ст. № 2 содержание NO_x в среднем ниже на 21,3% [6].

Таким образом, полученные в последнее время материалы обуславливают целесообразность опытно-промышленного изготовления труб с внутренним оребрением с целью отработки технологии изготовления цельносварных панелей и проверки их в промышленных условиях на котлах различных типов и для предприятий будет целесообразным внедрение и рассмотрение данного вида труб с внутренним оребрением при последующих ремонтах связанных со значительным объемом замены экранных труб. Это позволит увеличить производительность котельного агрегата, снизить выбросы NO_x , повысить надежность и в целом повысить индекс технического состояния котлов.

Список использованной литературы

1. Беляков И.И., Кузнецов А. Н., Романов Д. Ф., Соколов В. В., Исследование граничных паросодержаний в парогенерирующих трубах при высоких давлениях. // Теплоэнергетика. - 2014. - № 10 с. 69-71.
2. Беляков И. И, Смирнов С. Н., Соколов В. В., Лаврентьев В. П., Исследование граничных ухудшения теплоотдачи в трубах большого диаметра. // Теплоэнергетика. - 2015. - № 12 с. 49-51.
3. Кирпичников Ф.П. Прокатка ребристых труб для теплообменников: Сб. Оборудование для прокатки изделий сложной формы. - М.: ЦИНТИАМ, 2015. - с. 10-69.
4. Минченко Ф.П., Шварцман Г.С. Исследование и интенсификации теплообмена в парогенерирующих трубах. 2014г. – с. 105-114.
5. Сидельковский Л. Н. Котельные установки промышленных предприятий / Л. Н. Сидельковский, В. Н. Юренев. М.: Энергоатомиздат, 2015. - 528 с.
6. Заключение по работе «Расчетная проверка надежности топочных экранов котла ТГМЕ-464 Саратовской ТЭЦ- 5 при выполнении подового экрана из внутриоребрённых труб без огнеупорного покрытия», Санкт-Петербург: НПО ЦКТИ, 2015. - 74 с.

УДК 621.63

Э.Р. Бикаева, О.В. Михеева

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

КРАТКИЙ ОБЗОР ЛОПАСТНЫХ РАДИАЛЬНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация: Невозможно представить современную жизнь без системы приточной и вытяжной вентиляции. Во влажных помещениях необходимо применение вентиляторов. В

статье рассмотрены типы вентиляторов специального назначения, предназначенные для работы пневматического транспорта, перемещения агрессивных сред и угольной пыли.

Ключевые слова: вентиляторы, агрессивные газы, рабочее колесо.

Невозможно представить жизнь современного человека без вентиляторов и компрессоров. Рассмотрим лопастные радиальные вентиляторы, которые можно отнести к вентиляторам специального назначения.

Данный тип вентиляторов может быть использован для работы пневматического транспорта, а также для перемещения агрессивных сред или газов, газов с высокой температурой, взрывоопасных смесей. лопастные радиальные вентиляторы специального назначения можно разделить на пылевые, коррозионно-стойкие, искрозащищенные, тягодутьевые, малогабаритные, судовые, шахтные, мельничные .

Пылевыми вентиляторами принято считать вентиляторы, которые предназначены для перемещения воздуха с различными механическими примесями. Маркировка данных типов обязательно содержит в своем наименовании букву П.



Рисунок 1 - Вентилятор радиальный пылевой ВРП 110-49 (среднего давления) конструктивное исполнение 5 по ГОСТ 5976-90; одностороннего всасывания; корпус поворотный; количество лопаток – 8; направление вращения – правое и левое) [1].

Применяют пылевые вентиляторы для удаления металлической пыли, древесных стружек, в системах пневмотранспорта. Количество лопат в данном типе вентиляторов небольшое во избежание застревания транспортируемых материалов в рабочем колесе вентилятора и его корпусе. Передние участки лопаток имеют форму, обеспечивающую сбрасывание попавших в колесо материалов под действием центробежных сил. Передний диск рабочего колеса всегда отсутствует. Такие вентиляторы имеют низкий КПД вследствие особенностей данной конструкции [2]. Для увеличения срока службы лопаток рабочего колеса на их поверхности могут быть наварены износостойчивые сплавы.

Для перемещения угольной пыли используют мельничные вентиляторы. Предусмотрено, что угольная пыль не должна содержать агрессивных и взрывоопасных включений. Конструкция этого оборудования рассчитана на перемещение газоздушных масс температурой от +200 (на входе) до -30 градусов и содержанием в них твердых частиц, по уровню абразивности и липкости аналогичных угольной пыли, в пределах 80 г./куб. м. Мельничные

вентиляторы эксплуатируются в условиях умеренного климата (температура от -40 до +40 градусов и влажность до 80 процентов). Их выполняют с учетом незначительного, износа стенок спирального корпуса и рабочего колеса. Данные тип вентиляторов широко используют в промышленности, в частности металлургической.



Рисунок 2 - Мельничный вентилятор ВМ (могут быть из углеродистой или из коррозионно-стойкой стали) [1]

При проектировании систем вентиляции в условиях повышенной влажности применяют коррозионно-стойкие вентиляторы. По конструкции они могут быть аналогичны стандартным вентиляторам или иметь специальные конструкции предназначенные для конкретных задач. Для перемещения агрессивных газов используют стойкие к агрессивным средам материалы: полипропилены, нержавеющую сталь, титановые сплавы или напыления на рабочие поверхности.

Список использованной литературы:

1. http://www.esbk.ru/products_info/vent/407_vent_vrp/407_ventiliator_pilevoy_vrp.html
2. <http://masters.donntu.org/2007/kita/pechuk/library/lib4.htm>

УДК 628.16

А.В. Бусарев, И.Г. Шешегова, В.О. Иванова

Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Аннотация. Статья посвящена вопросу очистки природных вод от нефтепродуктов. Представлены причины загрязнения природных вод нефтепродуктами. Приведены методы применяемые для очистки природных вод от нефтепродуктов.

Ключевые слова: очистка природных вод от нефтепродуктов, методы очистки природных вод от нефтепродуктов, ультрафильтрация, ультрафильтрационные мембраны.

Нефтепродукты часто попадают в источники водоснабжения вместе со сточными водами. Прежде всего, к нефтесодержащим сточным водам относятся поверхностные стоки (дождевые и талые), которые с территории населенных пунктов или промышленных предприятий без очистки поступают в источники водоснабжения, расположенные на поверхности земли [1,2]. На машиностроительных предприятиях также образуются нефтесодержащие стоки, которые могут загрязнять поверхностные водоемы [2,3]. При эксплуатации речных и морских судов на них образуются нефтесодержащие подсланевые воды, которые могут загрязнять поверхностные источники [4]. В процессе добычи и первичной переработки нефти на нефтепромыслах образуются нефтесодержащие стоки, которые утилизируются путем их закачки в поглощающие или нагнетательные скважины [5]. В этом случае может происходить загрязнение нефтепродуктами подземных источников водоснабжения. По требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 содержание нефтепродуктов в питьевой воде не должно быть более 0.1 мг/л. следовательно очистка природной воды от нефтепродуктов в последние годы становится все более актуальной задачей.

Механические методы очистки природной воды от нефтепродуктов используются, когда они находятся в ней в виде крупнодисперсных эмульгированных частиц [2,6]. К этим методам относятся отстаивание, фильтрование, а также обработка воды в гидроциклонах (открытых и напорных [1-3,7]).

В конце прошлого – начале этого века для удаления из природной воды нефтепродуктов чаще начали использоваться биологические методы. Для этого применяются биосорбенты, а также мембранные биореакторы (МБР). В этих аппаратах биологическое окисление загрязнений осуществляется совместно с мембранным разделением [8,9]. В этих аппаратах концентрация нефтепродуктов может быть снижена с 20 мг/л до 0,5-1,2 мг/л [9].

Одним из химических методов очистки воды из поверхностных источников от нефтепродуктов является окисление с использованием хлора, перекиси водорода, перманганата калия и озона [6,8]. Перекись водорода и перманганат калия имеют достаточно высокую стоимость. Хлор и озон кроме того токсичны, вызывают интенсивную коррозию оборудования. Получение озона также является сложной и затратной технической проблемой. Очистка природной воды от нефтепродуктов также осуществляется физико-химическими методами [1,7-9]: коагуляцией, флотацией, электрокоагуляцией, сорбцией, а также ультрафильтрацией. Коагуляция (обработка воды растворами коагулянтов и флокулянтов) используется для интенсификации механической очистки воды от нефтепродуктов, а также ее обработка методом напорной флотации [8].

В процессе очистки природной воды от нефтепродуктов методом электрокоагуляции применяются растворимые металлические электроды [8]. Образующиеся в процессе электрокоагуляции гидроокиси металлов снижают устойчивость эмульсий типа «нефть в воде» (Н/В), что способствует их разрушению под действием силы тяжести [8]. Под действием импульсных

электрических разрядов в случае незначительного содержания в воде нефтепродуктов осуществляется интенсивное разделение эмульсий типа Н/В [6]. Недостатком методов воздействия на воду электрическим полем с целью ее очистки от нефтепродуктов является значительный расход электроэнергии.

Достаточно эффективным методом очистки природной воды от нефтепродуктов является метод сорбции [7,8,10]. Для этих целей используется напорные и безнапорные адсорбционные фильтры, загруженные активированными древесными углями [7,10]. Авторы работы [8] в качестве сорбентов предполагают использовать новые полученные химическим путем материалы. Возможно использовать для этих целей природные минералы (шунгит, клиноптилолит) [11]. В Казанском государственном архитектурно-строительном университете (КГАСУ) проводились исследования эффективности очистки природной воды от нефтепродуктов с использованием различных типов сорбентов [12]. Недостатками сорбционного метода очистки являются относительная дороговизна сорбентов, а также проблема утилизации отработанного сорбционного материала.

Для очистки природной воды от нефтепродуктов в последнее время стали использоваться мембранные разделители, которые можно отнести к нанотехнологиям [1,9]. Мембранное разделение осуществляется либо под воздействием электрического поля, либо под избыточным давлением [1,9]. КГАСУ рекомендует использовать для глубокой очистки воды от нефтепродуктов мембранные разделители, которые работают под избыточным давлением (ультрафильтрацию) [1,9]. Ультрафильтрационные мембраны, изготавливаемые из полимерных материалов, имеют размеры пор 10^{-9} - 10^{-8} м [9]. Мембраны эти обычно имеют форму полых цилиндров и скомпанованы в модули для повышения производительности данных аппаратов [9]. Поры мембран пропускают воду, но задерживают капли нефтепродуктов, которые имеют больший размер. Таким образом, при работе мембранных разделителей формулируются два потока: фильтрат (очищенная вода) и концентрат (эмульсия типа Н/В с большой концентрацией нефтепродуктов [1,9]).

Список использованной литературы:

1. Адельшин А. Б., Бусарев А. В., Селюгин А. С., Гареев Б. М., Манвелян Ш. Г. Исследование процессов очистки поверхностных стоков // Вода: химия и экология. 2014. № 8. С. 113–117.
2. Busarev A. V., Selygin A. S., Abitov A. N. Experience in the USF of Hydrocyclone plants for industrial Wasterwater treatment: Material of the International Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and intergration – Bijing (China): Minzu University of China, 2019. P. 166–169.
3. Бусарев А.В., Селюгин А.С., Ягин Я.В. Исследование процессов очистки нефтесодержащих стоков машиностроительных предприятий с применением напорных гидроциклонов. – Международный журнал прикладных фундаментальных исследований. – 2017. - №8. – С.190-194
4. Решняк В.И. Организация очистки нефтесодержащей подсланевой воды при эксплуатации судов. – Журнал университета водных коммуникаций. – 2012. - №1(3). – С.150-153.

5. Миронов Е.А. Закачка сточных вод нефтяных месторождений в продуктивные и поглощающие горизонты. – М.: Недра, 1976. – 169с.
6. Хаскельберг М. Б. Повышение эффективности удаления нефтепродуктов из сточных вод // Известия Томского политехнического университета. 2014. т. 319. № 3. С. 32–35.
7. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Водоотводящие системы промышленных предприятий / под ред. С.В.Яковлева. - М. : Стройиздат, 1990. - 510с.
8. Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений в 3-х томах: т.2: очистка и кондиционирование природных вод/ М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – М.: АСВ, 2004 – 496 с.
9. Адельшин А. Б., Бусарев А.В., Селюгин А.С., Хисамеева Л.Р. Очистка природных и сточных вод с применением нанотехнологий: материалы XII Международной научно-технической конференции «Нанотехнологии в промышленности» / Казань: Татарстанский ЦНТИ, 2011. С. 14–16.
10. Гареев Б.М., Бусарев А.В., Селюгин А.С., Каюмов Ф.Ф. Глубокая очистка сточных вод от мойки легковых автомобилей с применением адсорбционных фильтров: материалы X международной конференции «Эффективные исследования современности», №10 – М.: Евразийское научное объединение, 2015. – С.48-49.
11. Тайгунова Г. Р., Бариева Э. Р., Серазеева Е. В. Усовершенствование системы очистки сточных вод: сб. научных трудов SWorld по материалам научно-практической конференции. 2013. т. 37. № 1. С. 28–30.
12. Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Ефремова Р.Ю. К вопросу удаления из природных вод нефтепродуктов методом сорбации // Известия КГАСУ. 2019. №4(50) С.313-319.

УДК 62-403/-405

М.А.Быков

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Федюнина Т.В.

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

БЕСКОНТАКТНЫЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Аннотация. Рассмотрены бесконтактные средства измерения – пирометры. Их преимущества и недостатки по сравнению с контактными средствами измерения температуры.

Ключевые слова: температура, бесконтактный способ, пирометр.

Бесконтактный способ основан на восприятии тепловой энергии, передаваемой через лучеиспускание и воспринимаемой на некотором расстоянии от исследуемого объема. Этот способ менее чувствителен, чем контактный. Применение бесконтактных средств измерений позволяет производить измерения температуры:

- а) движущихся объектов;
- б) объектов, расположенных в труднодоступных местах.

Необходимо отметить, что бесконтактный способ имеет ещё ряд преимуществ, а именно: избегать повреждений средства измерения при контроле высоких температур; применение при измерении температуры

объекта, целостность или стерильность которого нельзя нарушать.

В случае, когда необходимо измерить температуру микроскопических объектов, теплоемкость которых мала, бесконтактный способ измерения позволяет избежать искажений температуры объекта, вносимых контактным средством.

По принципу действия пирометры можно разделить на оптические пирометры и фотоэлектрические пирометры.

Принцип действия оптических пирометров основан на использовании зависимости плотности потока монохроматического излучения от температуры, а также на сравнении яркости объекта измерения и градуированного источника излучения в определенной длине волны. [1]

Фотоэлектрические пирометры частичного излучение обеспечивают непрерывное автоматическое измерение и регистрацию температуры. Их принцип действия основан на использовании зависимости интенсивности излучения от температуры в узком интервале длин волн спектра. В качестве приемников в данных устройствах используются фотодиоды, фотосопротивления, фотоэлементы и фотоумножители.

Контактные методы измерения более просты и точны, чем бесконтактные. Но для измерения температуры необходим непосредственный контакт с измеряемой средой и телом. И в результате этого может возникать, с одной стороны, искажение температуры среды в месте измерения, а с другой – несоответствие температуры чувствительного элемента и измеряемой среды.

Преимуществами пирометрических методов измерения температуры перед контактными являются:

- высокое быстродействие (до 1 мс) - необходимо в случае измерения температуры быстропротекающих процессов;
- возможность измерения температуры объекта без его отключения от технологического процесса;
- обнаружение точек перегрева, которые возникают только во время работы объекта.

Наличие цифрового интерфейса у пирометров позволяет перенастраивать прибор и контролировать значение измеряемой температуры непосредственно с персонального компьютера. Специальное программное обеспечение пирометров позволяет создавать отчеты в виде графиков и формировать базы данных.

Существует ряд технологических процессов, когда применение контактных датчиков невозможно, в таких случаях применение пирометров - это единственно возможный способ контроля температуры. В случае, когда, например, необходимо замерить температуру от 1800 °С до 3000 °С, контактные средства измерения применить невозможно, но бесконтактные приборы легко решают эту задачу.[2]

Таким образом, основными преимуществами пирометров являются:

- высокое быстродействие, определяемое типом приемника излучения и схемой обработки электрических сигналов;
- возможность измерения температуры движущихся объектов и элементов

оборудования, находящихся под высоковольтным потенциалом;

- отсутствие искажения температурного поля объекта контроля, что особенно актуально при измерении температуры материалов с низкой теплопроводностью (дерево, пластик и др.), а также риска повреждения поверхности и формы в случае мягких (пластичных) объектов;

- возможность измерения высоких температур, при которых применение контактных средств измерения либо невозможно, либо время их работы очень невелико;

- возможность работы в условиях повышенной радиации и температуры окружающей среды (до 250°C) при разнесении приемной головки и электроники пирометра с помощью оптоволоконного кабеля.

Поскольку пирометры принципиально не имеют ограничения верхнего предела измерения и не требуют контакта с объектом, то они применяются для измерения высоких и сверхвысоких температур (пламени, плазма), для измерения температуры агрессивных сред (жидкий металл, особенно цветной). Термометры при таких измерениях теряют свои метрологические свойства или просто разрушаются.[1]

Основными недостатками пирометрических измерений температуры являются трудности полного учета связей между термодинамической температурой объекта и регистрируемой пирометром тепловой радиацией.

При всем разнообразии существующих термометров и датчиков температуры в производстве возникают задачи, которые не под силу современным контактными цифровым термометрам.

Оборудование и устройства многих технологических циклов и процессов не позволяют установку контактных датчиков или показывающих приборов для контроля температуры по ряду технических причин, либо установка и монтаж подобных датчиков и приборов затруднена.

Ввиду актуальности такой проблемы были разработаны специальные инфракрасные термометры (пирометры), позволяющие измерять температуру в труднодоступных, горячих, вращающихся или опасных местах.

Список использованной литературы:

1. Доклад по курсу "Технологические измерения и приборы" на тему: «Пирометры» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.freepapers.ru/33/pirometry/270819.1774479.list1.html>

2. Средства измерения температуры [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://upa5.ru/ftpgetfile.php?id=891&module=files>

УДК 697.34

М.А.Быков, Т.В.Федюнина

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

СПОСОБЫ ПРОКЛАДКИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. Рассмотрены основные способы прокладки тепловых сетей, такие как подземная и надземная. А также, более подробно, подземная прокладка с использованием каналов и без них.

Ключевые слова: тепловые сети, канал, надземная прокладка, подземная прокладка, бесканальная прокладка.

Выбор способа и конструкций прокладки трубопроводов обуславливается многими факторами, основными из которых являются: диаметр трубопроводов, требования эксплуатационной надежности теплопроводов, экономичность конструкций и способ выполнения строительства.

Основными видами прокладки трубопроводов являются подземная и надземная. Подземная прокладка трубопроводов наиболее распространена. Она подразделяется на прокладку трубопроводов непосредственно в земле (бесканальная) и в каналах. При наземной прокладке трубопроводы могут находиться на земле или над землей на таком уровне, что бы они не препятствовали движению транспорта.

Надземная прокладка трубопроводов выполняется на отдельно стоящих мачтах или низких опорах, на эстакадах со сплошным пролетным строением, на мачтах с подвеской труб на тягах и на кронштейнах.[2] При надземной прокладке тепловые удлинения трубопроводов компенсируются при помощи гнутых компенсаторов, требующих минимальных затрат времени на обслуживание. Обслуживание арматуры производится со специально устраиваемых площадок. В качестве подвижных следует применить катковые опоры, создающие минимальные горизонтальные усилия.[1]

К особой группе конструкций относятся специальные сооружения: мостовые переходы, подводные переходы, тоннельные переходы и переходы в футлярах. Эти сооружения, как правило, проектируются и строятся по отдельным проектам с привлечением специализированных организаций.

При размещении трассы тепловых сетей в районах существующей или перспективной городской застройки по архитектурным соображениям обычно принимается подземная прокладка трубопроводов.

Конструктивно подземные тепловые сети делят на два принципиально различных вида: канальные и бесканальные. Конструкция канала полностью разгружает теплопроводы от механического воздействия массы грунта и временных транспортных нагрузок и ограждает трубопроводы и тепловую изоляцию от коррозионного влияния почвы. Прокладка в каналах обеспечивает свободное перемещение трубопроводов при температурных деформациях как в продольном (осевом), так и в поперечном направлении, что позволяет

использовать их самокомпенсирующую способность на угловых участках трассы тепловой сети.[2]

Механическая защита труб при монтаже труб под землей может быть обеспечена путем устройства каналов, а тепловая защита – путем применения тепловой изоляции, нанесенной непосредственно на наружную поверхность трубопроводов.[4] Изоляция труб и прокладка их в каналах увеличивают первоначальную стоимость теплотрассы, но быстро окупаются в процессе эксплуатации за счет повышения эксплуатационной надежности и уменьшения тепловых потерь.[1]

Бесканальный способ прокладки теплопровода — самый дешевый. Применение его позволяет снизить на 30—40 % строительную стоимость тепловых сетей, значительно уменьшить трудовые затраты и расход строительных материалов. Блоки теплопроводов изготавливают на заводе. Монтаж теплопроводов на трассе сводится к укладке автокраном блоков в траншею и сварке стыков.

Средний срок службы подземных канальных теплопроводов не превышает 10-12 лет, а бесканальных с изоляцией на битумовязящей основе 6—8 лет. Основной причиной повреждений является наружная коррозия, возникающая в результате некачественного нанесения антикоррозионных покрытий.

Таким образом, выбор способа прокладки теплопровода зависит от архитектуры застройки, а также технических характеристик трубопровода.

Список использованной литературы:

1. Прокладка трубопроводов [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://santechnik.org.ua/stati/otoplenie/prokladka-trub/>
2. Выбор способа прокладки тепловых сетей [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://engineeringsystems.ru/vodyaniye-teploviye-seti/podzemnaya-prokladka.php>
3. Спиридонова Е.В., Наумова О.В., Тюрина Н.С. Классификация систем теплоснабжения. В сборнике: актуальные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы VII очной Международной научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. 2018. С. 269-272.
4. Быков М.А., Федюнина Т.В. Теплоизоляция трубопроводов / Проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: мат-лы VIII Национальной конференции с международным участием. – Саратов. – 2018. С.78-80.

УДК 697

М.А.Быков

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Федюнина Т.В.

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ВЛАЖНОСТНОЙ РЕЖИМ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. Рассмотрены пути попадания различных видов влаги в ограждающие конструкции и ее негативное воздействие на сооружение.

Ключевые слова: влажностной режим, ограждающая конструкция, влага, изоляция

Актуальной проблемой архитектуры и строительства является улучшение влажностного режима современных ограждающих конструкций с повышенными теплозащитными свойствами. В условиях повышенной влажности теплопроводность стройматериалов повышается, что приводит к снижению сопротивляемости конструкции теплопередаче. Для предотвращения попадания влаги на наружные ограждающие конструкции в проекте здания предусматриваются определенные меры.

Пути попадания влаги в ограждения различны, а мероприятия по снижению влажности строительных материалов в них зависят от причины увлажнения. Причины могут быть следующие:

Строительная влага (или техническая) обусловлена мокрыми процессами при производстве строительных работ (кладка стен из изделий на строительных растворах).

Грунтовая влага, та влага, которая может проникнуть в ограждение из грунта путем капиллярного всасывания.

Атмосферная влага, которая может проникать в ограждение при косом дожде, при протечках крыш в районе карнизов, неисправности наружных водостоков.

Парообразная влага, находящаяся в воздухе, заполняющем поры строительных материалов.

Сконденсированная влага на внутренних поверхностях ограждений при высокой влажности внутреннего воздуха и температуре внутренней поверхности ограждения ниже точки росы.

Оптимальной считается относительная влажность воздуха 30-60%. Данная величина является определяющей для процесса сорбции (поглощения) влаги капиллярно-пористыми строительными материалами, а также процесса конденсации влаги в воздушной среде (появление тумана) и на поверхности ограждающих конструкций.

Повышенная влажность воздуха в помещениях также становится следствием влажности ограждающих конструкций, что нежелательно согласно требованиям гигиены. Более того, условия повышенной влажности являются прекрасной средой для развития неблагоприятных микроорганизмов. Несомненно и то, что увлажненные ограждающие конструкции более подвержены разрушительным воздействиям (коррозии, гниению и т.д.) и имеют менее длительный срок службы.

Если перекрытия из кирпича, бетона, пеноблоков или древесины будут без утеплителя, то место расположения точки росы здесь будет зависеть от климата местности. Если отсутствуют резкие изменения погоды, то конденсат будет скапливаться с наружной части перекрытия, при этом внутри помещения будет сохраняться тепло. При резком похолодании произойдет смещение этой точки, а значит, конденсат начнет образовываться ближе к внутренней части перекрытия, поэтому поверхность будет постоянно промокать.

Если постройка имеет наружное утепление, то расположение участка

скопления испарений будет зависеть от толщины изоляционного материала. При соблюдении правил выполнения работы он будет располагаться во внутренней части этой прослойки. В другом случае будет сложно сократить степень потери тепла внутри помещения.

При внутренней изоляции место образования конденсата будет между утеплителем и серединой стены. Это далеко не самый оптимальный вариант, ведь при резком падении температуры с внешней стороны постройки, произойдет скопление капель воды в соединении материала с перекрытием.

Любая однородная стена из строительных материалов таких как газо-пено блоки, керамзитобетонные блоки, теплая керамика, кирпич и пр. имеет точку росы зимой в своей толще. Это уменьшает срок службы стены, увеличивает вероятность появления высолов на облицовке, ухудшает теплопроводность. Из-за многократных циклов замораживания/оттаивания материал стены **может** со временем терять прочность.

Таким образом, любая однородная стена требует утепления.

Утеплитель должен обладать хорошей паропроницаемостью, чтобы не задерживать пар в толще конструкции.

Список использованной литературы:

1. Миллер В.В., Федюнина Т.В. Инновационные строительные материалы // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы IX Национальной конференции с международным участием. – Саратов. 2019. С.194-197

2. Москалева Е.К., Федюнина Т.В. Теплоизоляция фасадов // Инновационные технологии в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении: материалы V Международной научно-практической конференции. – Саратов. 2017. С. 117-119

3. Наумова О.В., Спиридонова Е.В., Филатова К.А. Энергосберегающие системы отопления. Особенности проектирования. В сборнике: Современные технологии в строительстве, теплоснабжении и энергообеспечении Материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО "Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова", кафедра "Строительство и теплогазоснабжение". 2015. С. 162-164.

УДК 624.04

В.В.Васильчиков, С.А. Жигунов, К.А. Макарова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация: Статья посвящена экспериментальному исследованию прочностных и жесткостных характеристик элементов светопрозрачных конструкций.

В работе приведены результаты аналитического расчета, имитационного моделирования и экспериментальных исследований стеклянных панелей с установленными на них мебельными петлями.

Ключевые слова: стеклянные панели, двери, перегородки, механические испытания стекла, мебельные петли.

Анализ технического состояния строительных конструкций их элементов из светопрозрачных конструкций является самостоятельным направлением строительной деятельности, охватывающим комплекс вопросов, связанных с созданием в зданиях нормальных условий труда и жизнедеятельности людей и обеспечением эксплуатационной прочности и надежности зданий и сооружений, с проведением ремонтно-восстановительных работ [2].

Одним из видов элементов строительных конструкций, нуждающихся в совершенствовании методики их расчета и создания соответствующей нормативной базы, являются светопрозрачные конструкции, в том числе, офисные стеклянные стенки, перегородки и ограждения.

В большинстве светопрозрачных конструкций стекло вытеснили другие более дешевые и практичные материалы. Одним из таких новых, но стремительно набирающих популярность материалов является поликарбонат (сотовый и монолитный) [4].

В отличие от стекла ударная вязкость поликарбоната составляет более $18,5 \text{ кДж/м}^2$, а минимальный радиус изгиба $0,7 \text{ м}$.

Но, в ряде случаев применение подобных современных материалов экономически и конструктивно не оправдано, а иногда даже и не допустимо с точки зрения санитарных или других норм (например, прозрачная стенка бассейна). Еще одним из элементов конструкций, где широко применяются стеклянные панели являются различные стеклянные двери, перегородки и т.п. [3,6].

Рассмотрим более подробно расчётно-экспериментальное исследование стеклянных дверей, устанавливаемых в душевых, саунах и других подобных помещениях. В данных помещениях стеклянные двери устанавливаются с обязательным уплотнительным контуром по периметру стеклянной двери. В силу того, что данным конструкциям приходится работать не только в условиях влажной среды, но и частых перепадов температур, толщина самого стекла должна быть соответствующей (как правило, от 6 мм). Все вышесказанное накладывает повышенные требования к устанавливаемым дверным петлям, их конструкции и количеству.

В большинстве случаев в дополнении к верхней петле устанавливается вторая петля (рисунок 1, б).

Это позволяет в значительной степени снизить нагрузку на верхнюю петлю. Кроме того, более равномерно распределяется нагрузка и на саму стеклянную панель, а точнее на вырезы под крепления петель (рисунок 3, б).

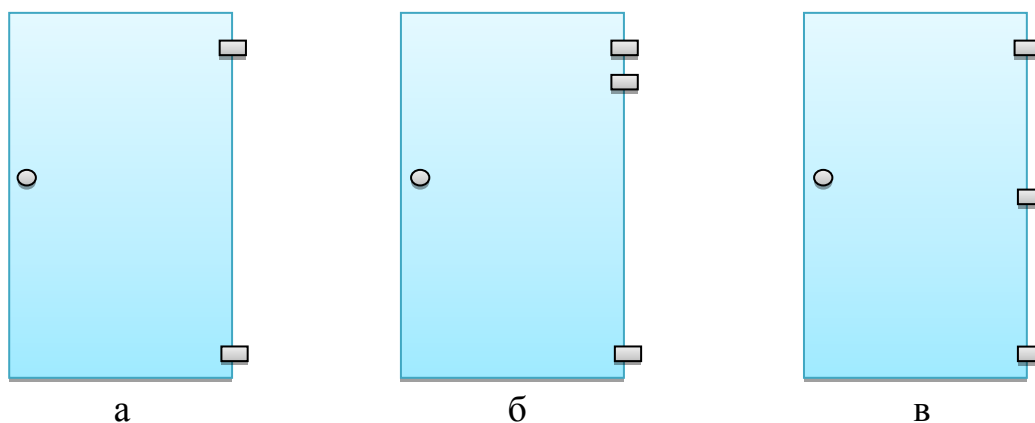


Рисунок 1 - Стеклопанель с установленными петлями; а – с одинарными петлями, б – со сдвоенными петлями, в – одинарные петли с равным расстоянием.

Но в ходе эксплуатации стеклянной двери с установленным уплотнительным контуром приходится сталкиваться с деформацией дверной панели (изгибом) в центральной ее части. При подобных деформациях продолжительная работа конструкции не допускается. Для устранения этого дефекта целесообразно установить третью петлю не рядом с верхней, а на равном расстоянии от верхней и нижней петель (рисунок 2, в). В связи с этим возникает вопрос о целесообразности подобного распределения дверных петель с точки зрения прочности и жесткости всей конструкции.

Для исследования прочностных характеристик соединения «панель стеклянная – петля» проведем экспериментальное (рисунок 2) и расчетное (аналитическим и численным методом) исследование (рисунок 3) [1,3].



Рисунок 2 - Испытания стеклянного образца на изгиб

В ходе механических испытаний можно сделать вывод о наиболее слабых местах конструкции стеклянной панели, а также, изучить характер деформации всей конструкции.

Для более детального исследования прочностных характеристик конструкции проведем имитационное моделирование на основе ее 3D модели (рисунок 3, а)

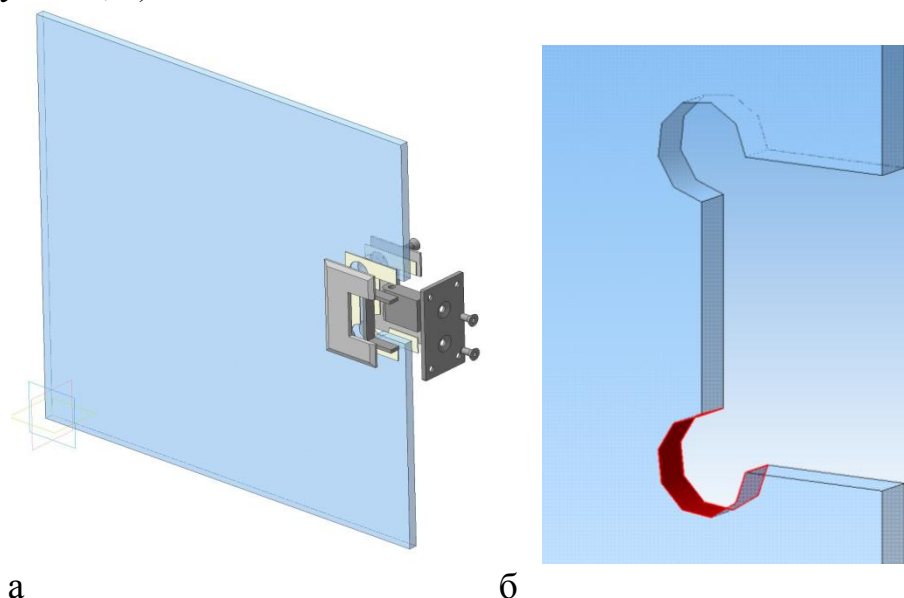


Рисунок 3 - Имитационная модель стеклянной панели; а - модель панели с установленной петлей (разнесенный изометрический вид), б – наиболее слабое сечение (отверстия под крепления петли)

Для проверки сходимости результатов имитационного моделирования, экспериментальных исследований и теоретического расчета произведем расчет на прочность самого слабого, на наш взгляд, элемента - отверстий под крепление дверной петли [5].

Так как прочность материала мебельной петли (сталь) выше прочности дверной панели (стекло) произведем расчет на смятие крепежных отверстий в стеклянной панели.

Условие прочности при этом примет вид:

$$\sigma_{см} = \frac{F}{nA_{см}} \leq \sigma_{см adm}, \quad (1)$$

где F – нагрузка один соединительный элемент,

n – число элементов,

$A_{см}$ – площадь смятия,

$\sigma_{см adm}$ - допускаемое напряжении смятия.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что совместное применение традиционных аналитических и численных методов расчета с применением имитационного моделирования и экспериментальных исследований позволит оценить прочность и жесткость подобного вида конструкций при статических нагрузках и определить места наибольших внутренних напряжений. В нашем случае наиболее слабые сечения - крепежные отверстия и болтовые соединения конструкции петли.

Вариант стеклянной двери с тремя равноудаленным петлями является на наш взгляд наиболее удачным конструктивных решением, так как одновременно соблюдаются условие прочности и жесткости для данной конструкции.

Список использованной литературы:

1. ГОСТ 32281.1-2013 (EN 1288-1:2000) Стекло и изделия из него. Определение прочности на изгиб. Основные принципы проведения испытаний.
2. Загоруйко, М.Г. Оптимизация геометрических параметров элементов строительных конструкций на этапе их проектирования с помощью технологий 3d-прототипирования./Загоруйко М.Г., Елисеев М.С., Васильчиков В.В.// Аграрный научный журнал. 2017. № 1. С. 45-48.
3. Васильчиков В.В. Применение технологий имитационного моделирования при проектировании светопрозрачных строительных конструкций/ В сборнике: Тенденции развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения Материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, кафедра «Строительство и теплогазоснабжение»; Под редакцией Ф.К. Абдразакова;. 2016. С. 67-70.
4. Васильчиков, В.В. Особенности прочностного анализа конструкций из поликарбоната / В сборнике: Современные технологии в строительстве, теплоснабжении и энергообеспечении: материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО "Саратовский ГАУ им.Н.И.Вавилова", кафедра "Строительство и теплогазоснабжение". 2015. С. 58-63.
5. Загоруйко, М.Г. Пути оптимизации положения точечных опор стеклянных перегородок и ограждений./Загоруйко М.Г., Васильчиков В.В., Марадудин А.М., Леонтьев А.А.В сборнике: Проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения Материалы VIII Национальной конференции с международным участием. Под редакцией Ф.К. Абдразакова. 2018. С. 146-151.
6. Васильчиков, В.В. Методы прочностного анализа светопрозрачных конструкций/ Васильчиков В.В., Перетягко А.В., Леонтьев А.А., Моткова Е.Ю., Числова М.Д. // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения Материалы IX Национальной конференции с международным участием. Под ред. Ф.К. Абдразаков. 2019. С. 50-56.

УДК 621.891

Е. Д. Верещагин

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А. (СГТУ), г. Саратов, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА ФАБО ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ РЕСУРСА ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы, связанные с надежностью и долговечностью техники, а именно способы увеличения ресурса газоперекачивающего оборудования. Был проведен поиск и составлен литературный обзор исследования данной проблемы. Кратко изложена ситуация по газовой промышленности в России, центры производства искомой продукции. Изучена статистика по отказам, проведен её анализ, упоминаются сопутствующие ущербы и технические инструкции по составным частям газоперекачивающих агрегатов (подшипники и торцевые уплотнения), реализация которых

приводит к снижению рисков. Описание явления избирательного переноса. Также рассмотрена эффективность методики финишной антифрикционной безабразивной обработки и её плюсы. Сформирован вывод о целесообразности применения в единой системе газоснабжения и дальнейшем изучении подобных технологий.

Ключевые слова: газовая промышленность; газоперекачивающие агрегаты; финишная антифрикционная безабразивная обработка; подшипники; избирательный перенос; торцевое уплотнение

В отечественной промышленности система транспортировки газа имеет протяженность чуть более 172 тыс. км. В неё входят компрессорные станции, включающие в себя около 4 тыс. газоперекачивающих агрегатов (ГПА). Именно последние занимают центральное положение в газовой системе, в свою очередь, транспортируя газообразное полезное ископаемое по магистральным трубопроводам.

Газоперекачивающий агрегат состоит из турбинной установки, нагнетателя центробежного или поршневого газомоторного компрессора, маслорадиатора, автоматической системы управления, а также дополнительных устройств, контролирующих правильную эксплуатацию оборудования. ГПА по типу привода подразделяются на газомоторные, газотурбинные или электроприводные. На промышленном рынке представлены разнообразные предложения высокоэффективных установок от двенадцати поставщиков, среди которых АО «Газпром Центрэнергогаз» и ПАО «Газпром автоматизация». Тем не менее, несмотря на развитую строительную сеть и контроль качества, любая техника подвержена износам. В теории надежности существуют такие понятия как работоспособность и отказ оборудования. «Работоспособность – это состояние объекта, при котором он способен выполнять определенные функции, сохраняя значения параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией. Отказ представляет собой событие, заключающееся в нарушении работоспособности и требующее остановки агрегата» [1, с. 62–63]. Похожая трактовка первого фигурирует в «ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения».

Для газовой промышленности применяют стационарные газотурбинные установки. Данный вид ГТУ, входящий в состав ГПА нового поколения, производится на Уральском турбомоторном заводе (г. Екатеринбург), Невском машиностроительном заводе (г. Санкт-Петербург) и ОАО "Авиадвигатель" (г. Пермь). Полученную продукцию используют в ООО «Газпром трансгаз Саратов» (Югтрансгаз) и в Александровогайском ЛПУМГ (Саратовская область). К настоящему времени выпускают типоразмеры с различными маркировками, остановимся на одной из них [2, с. 200–201].

Анализ частоты отказов основных элементов трубоагрегата ГТ-750-6 (см. таблицу 1) говорит о том, что максимальный процент отказов приходится на подшипники и торцевые уплотнения. Сходная проблема наблюдается при решении вопросов надежности насосного оборудования трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов [3, с. 3–4].

Таблица 1- Частота отказов основных элементов трубоагрегата ГТ-750-6 (Отношение числа трубоагрегатов с разрушениями элементов к числу установленных агрегатов в %)

Элементы турбоагрегата	Наименование газотранспортного объединения			
	РАО „Газпром“	ООО „Газпром трансгаз Ухта“	ООО „Газпром трансгаз Сургут“	ООО „Газпром трансгаз Саратов“
Лопатки ТВД:				
рабочие	10,9	6,7	20,0	10,6
направляющие	3,4	-	-	5,3
Лопатки ТНД	2,6	-	-	5,3
Лопатки ОК	5,9	6,7	3,3	10,6
Ротор ТВД	4,6	-	3,3	9,5
Колесо нагнетателя	2,6	-	-	4,4
Уплотнение нагнетателя	13,8	20,0	-	22,0
Подшипники	17,3	60,0	30,0	22,0
Камера сгорания	2,6	-	20,0	-

Так как основные эксплуатационные показатели ГПА включают показатели технического состояния, и в связи с явной низкой надежностью деталей, следует придерживаться существующего ряда технических инструкций, препятствующих появлению новых поломок.

Для подшипников:

- улучшение очистки маслопроводов позволяет уменьшить объем восстановительных работ и частоту аварийных остановок;
- проведение тщательной центровки роторов;
- вибрация подшипников должна быть меньше 60 мкм;
- температура подшипников не должна превышать 80°С;
- останавливать системы в случае появления дыма из подшипников;
- добиваться устранения шума или низкого уровня шума путем уменьшения резонансных колебаний;
- снижение механических примесей в масле;
- уменьшение натяжения вкладышей;
- осуществлять планово-предупредительный ремонт;

Для уплотнений:

- минимизация утечек продуктов сгорания через соединения, путем уменьшения вибрации турбинных роторов, посредством применение уплотнений контактного типа;
- контроль величины перепадов давлений и силы сжатия пружины;
- соблюдение температурного режима масла и его фильтрации;
- контроль системы охлаждения, влияющей на величину биения бурта упорного, определяющего работоспособность торцевого уплотнения;

Ко всему прочему применение различных параметров эксплуатации не всегда позволяет верно оценивать уровень надежности, так как параметры скорости, вибрации, температуры и др. являются идентификаторами предаварийного состояния, поэтому анализ надежности критически необходим в предотвращении разрушения узлов газоперекачивающего оборудования [4, с. 98].

Характер и причина неисправностей основных узлов и деталей ГПА [5, с. 39], а именно износ и последующее разрушение баббитовой заливки, – следствие не соблюдения рекомендаций приведенных указаний.

Для торцевых уплотнений используют графитовые или дюралевые уплотнения, которые подвержены износу и выходу из строя, именно поэтому встает вопрос об эффективности применения антифрикционного баббитового сплава, опять же, как и в подшипниках.

Выполнение же данных требований и улучшение технических характеристик, повышает долговечность, но сопоставление ущерба, цен на капитальный ремонт и ликвидацию отработавшего нормативный срок службы оборудования, выявляет целесообразность применения других методик для увеличения ресурса газоперекачивающих агрегатов, снижения затрат при транспортировке газа и улучшения технического состояния единой системы газоснабжения (ЕСГ) [6, с. 9].

«Эффективность функционирования ЕСГ РФ напрямую зависит от надёжности, особенностей условий эксплуатации и технического обслуживания парка ГПА. За последние годы объём доступной статистической информацией об отказах существенно снизился, а цена последствий отказов (техногенные катастрофы) значительно возросла» [7, с. 4–5].

Существуют несколько методов решения данной проблемы в настоящий момент. Применение вкладышей из антифрикционного баббитового сплава, на основе олова или свинца с вкраплениями твердых зерен меди, сурьмы и щелочных металлов, позволяет добиться:

- улучшения свойств рабочих поверхностей деталей;
- предохранения вкладышей от задиров;
- снижения коэффициента трения;
- дополнительного снижения износа во время запуска и остановки машины;

Благодаря высокой области применения, успешности в работе при высоких скоростях и давлениях, превосходных антифрикционных свойств баббиты хорошо подходят для улучшения системы. Однако сплав по механическим свойствам уступает бронзе и чугуну. У последнего же наблюдается течение материала из-за сил трения [8, с. 283].

Единым путем улучшения трущихся сопряжений является применение эффекта избирательного переноса (ИП). Избирательный перенос представляет собой вид трения с многофакторной защитой, реализованной посредством сервовитной пленки, образующейся в результате трения двух структур неживой природы, которая несет нагрузку, поглощает деформацию, исключает появление неровностей и шероховатостей, а вследствие химических процессов

обладает эффектом сохранности вещества и восстановления. Формирование сервовитной пленки может отличаться в зависимости от смазочных компонентов, работы узла и конструкции.

Легче всего модель избирательного переноса реализует глицерин при трении бронзы о сталь (см. рисунок 1). В начале в такой паре начинается растворение поверхности бронзы. Атомы элементов бронзы легируют под действием кислотных свойств глицерина и проникают в смазочный материал, тем самым обогащая бронзу медью. Во время дифформации при трении образуется диффузионный поток новых элементов, которые уходят в смазку. Затем слой бронзы снова становится свободен для заполнения молекулами глицерина, а сама поверхность истончается до тех пор, пока медь не покроет обе поверхности тонким слоем в 1-2 мкм. Режим ИП происходит без окисления деталей, что доказал А.А. Поляков на опыте с медью, так как был получен муравьиный альдегид и другие соединения, восстанавливающие оксид меди. Вдобавок полимерная пленка может выступать аналогом сервовитной, потому что в составе известных смазочных материалов есть поверхностно-активные вещества (ПАВ).

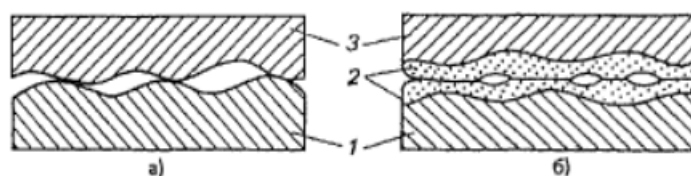


Рисунок 1 — Схема контакта деталей при граничной схеме (а) и ИП (б):
1- сталь; 2- бронза; 3- пленка меди

Один из методов реализации ИП выступает технология финишной антифрикционной безабразивной обработки. ФАБО — процесс нанесения протекционной латунной, медной или бронзовой пленки (до 5 мкм) на чугунную или стальную деталь. Д. Н. Гаркунов и В. Н. Лозовский в 1958 году нашли метод придания металлам противозадирных свойств. При смазывании маслом процесс интенсивного изнашивания происходил в меньшей степени, но они добивались того, чтобы рабочая поверхность не имела масляных и окисных пленок, а слой наносимой латуни был ровным в конце покрытия. Все это способствовало уменьшению вреда в процессе сопряжения деталей[9, с. 364].

Технология ФАБО нашла свое применение в машиностроении, агропромышленности и сельском хозяйстве. О пользе антифрикционной обработки как средстве повышения ресурса двигателя внутреннего сгорания скажет и В.Ф. Карпенков. В наше время Балабанов В.И. рассматривал метод фрикционного латунирования, который в перспективе применение нанопокровов с методикой ФАБО открывает возможности замены деталей из цветных дорогостоящих сплавов [10, с. 34; 11, с. 169–170].

Сегодня применение финишной антифрикционной безабразивной обработки деталей, лимитирующих моторесурс двигателей внутреннего сгорания, имеет большое практическое значение для повышения их надежности

и долговечности. «Установлено, что от финишной обработки деталей зависит не только первоначальная, приработочная, но и последующая интенсивность изнашивания при эксплуатации» [12, с. 7].

Добиться снижения начального и установившегося износа можно используя специальные присадки, приработочные покрытия, обкаточные масла и эффективную очистку масла от загрязнения. Благодаря доступности и экономичности эти способы привлекают сообщества исследователей и практиков.

Целесообразно создавать условия работы, приближенные к идеальным, при которых в подвижных сопряжениях взаимодействие твердых тел приводило бы к возникновению минимально возможных сил трения и уменьшению износа деталей этих сопряжений.

Применение комбинации смазочного материала и нанодисперсной присадки ПМО-2 для ФАБО позволяет [13; 14, с. 173–174; 15]:

- снизить износ испытуемых образцов в 1,5 – 1,8 раза;
- добиться сокращения времени на приработку в 1,5 – 2 раза;
- увеличить нагрузку схватывания в 1,9 раза;
- повысить качество эксплуатации техники;
- увеличить ресурс трибосопряжений;
- уменьшить температурное воздействие на части агрегата;

К эффективности добавляются еще и особенности процесса ФАБО:

- низкий расход сырья для материалов;
- экологичность используемой технологии;
- минимальное расчетное время нанесения покрытия;
- постоянство качества исполнения;

Таким образом, все это вместе с увеличением ресурса и повышением долговечности газоперекачивающих установок выступает возможностью совершенства уже известных технологий, как и соблюдение риск-ориентированного подхода в газовой промышленности, что в перспективе помогает избежать вероятности аварийных событий и дает результат в виде экономического роста, а также показывает необходимость дальнейшего изучения данной темы.

Список использованной литературы:

1. **Свердлов, А.Б.** Анализ надежности газоперекачивающих агрегатов [Электронный ресурс] / А. Б. Свердлов // Надежность. – 2015. – № 2. – С. 62-67. – ежим доступа : <https://www.dependability.ru/jour/article/view/87/237>, – Загл. с экрана.
2. **Рудаченко А.В.** Газотурбинные установки для транспорта природного газа: учебное пособие второе издание переработанное: учебное пособие / А.В. Рудаченко, Н.В. Чухарева; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 2013 с.
3. **Катков, Д.С.** Повышение надежности трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов увеличением ресурса трибосопряжений насосного оборудования [Электронный ресурс] / Д.С. Катков, О.В. Наумова, Е.В. Спиридонова // Вестник

Евразийской науки. – №2, Т.12, 2020. – ISSN 2588-0101. Режим доступа: <https://esj.today/PDF/04SAVN220.pdf> (дата обращения 16.04.2020)

4. **Байков, И.Р.**, Оценка параметров надежности агрегатов перекачки магистрального газа [Электронный ресурс] / И. Р. Байков., Смородова О. В., Китаев С. В. // Нефтегазовое дело. – 2017. – № 1. – У. 950-107. – Режим доступа : http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/1_2017/ogbus_1_2017_p95-107_BaikovIR_ru.pdf, – Загл. с экрана.

5. **Терентьев, А.Н.** Надежность газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом / А.Н. Терентьев, З.С. Седых, В.Г. Дубинский. – М.: Недра, 1979. – 207 с.

6. **Крюков, О.В.** Энергоэффективные электроприводы газоперекачивающих агрегатов газопроводов на базе интеллектуальных систем управления и мониторинга : автореф. дис. ... д-ра тех. наук: 05.09.03 / О. В. Крюков ; М. гос. ун-т машиностроения. – М., 2015. – 39 с.

7. **Русев, В.Н.** Модели и методы построения вероятностно-статистических оценок для мониторинга показателей надежности в диспетчерском управлении транспортом газа: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.01 / Русев Владимир Николаевич; гос. ун-т нефти и газа. – М., 2019. – 179 с.

8. **Фещенко, В.Н.** Справочник конструктора. Книга 2. Проектирование машин и их деталей : учебно-практическое пособие. / В. Н. Фещенко. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Инфра-Инженерия, 2019. – 400 с.

9. **Гаркунов, Д.Н.** Триботехника (износ и безызносность): Учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. / Д. Н. Гаркунов. – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 616 с.

10. **Карпенков, В.Ф.** Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) деталей / В. Ф. Карпенков, В. В. Стрельцов, И. Л. Приходько [и др.]; – М.: Изд-во МГАУ, 1996. – 105 с.

11. **Балабанов, В.И.** Нанотехнологии. Правда и вымысел. / В. И. Балабанов. – М.: Изд-во Эксм, 2010. – 382 с.

12. **Цыпцын, В.И.** Восстановление поверхностей методом финишной антифрикционной безабразивной обработки / В. И. Цыпцын, Д. С. Катков // Современные технологии в машиностроении : сб. статей / под ред. Е. А. Чуфистова, В. Д. Дорофеева ; Приволжский дом знаний. – Пенза, 2004 – С. 34-36.

13. **Катков, Д.С.** О путях снижения интенсивности изнашивания трибосопряжений [Текст] / Д.С. Катков // Научное образование: научный журнал. – Вып. 2. – Саратов: ООО «АПЕКС-94», 2012. – с. 358–363. – ISSN 1815-4972.

14. **Катков, Д.С.** Повышение долговечности узлов трения мобильной сельскохозяйственной техники применением триботехнических методов. [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03: защищена 30.01.09: утв. 08.05.2009 / Катков Данила Сергеевич. – Саратов, 2009. – 227 с. – библиогр.: с.175-191. - 04200903079.

15. **Катков, Д. С.** Оценка эффективности приработки трибосопряжений мобильной сельскохозяйственной техники проведением температурных исследований и испытаний на схватывание [Текст] / Д.С. Катков // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы III Международной научно-практической конференции / Под ред. А.В. Павлова. – Саратов: Издательство «Кубик», 2012 – с.105–108. – ISBN 978-5-91818-219-2.

УДК 330

А.А.Гейнц, Т.В.Федюнина

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г.Саратов, Россия

ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрены особенности инвестиционного потенциала городской территории, развитие которой обеспечивается расширенным воспроизводством недвижимости.

Ключевые слова: инвестиционный потенциал, инвестиционный климат, городская территория, земельно-имущественный комплекс, объект застройки

Современная научная литература не дает единого определения понятия «инвестиционный потенциал» в силу ряда объективных причин и методологических подходов исследователей. Рассматривая квалификационный признак «объект оценки», определение инвестиционного потенциала примет вид (рисунок 1) [2].

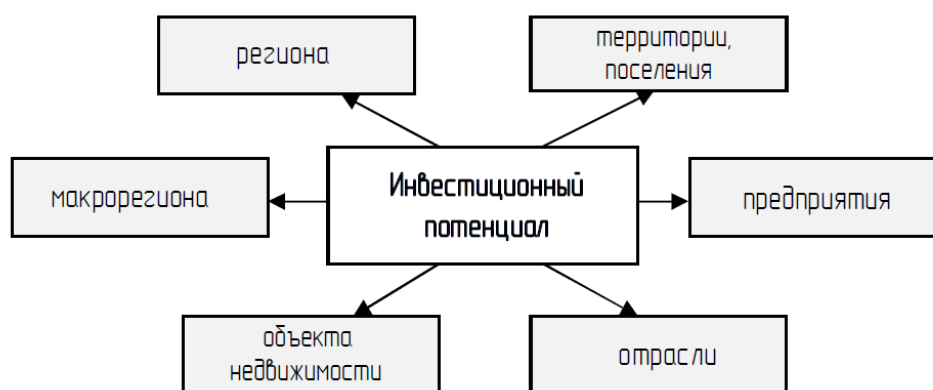


Рисунок 1 – Виды инвестиционного потенциала

Собственно, инвестиционный потенциал территории – возможность земельно-имущественного комплекса генерировать инвестиции, когда большая отдача на рубль вложенных инвестиций, формирует повышенный инвестиционный потенциал. При этом инвестиционный потенциал территории характеризуется ее текущим состоянием и условиями повышения отдачи территории в будущей перспективе [2].

В последнее время мировые тренды пространственного развития территорий включают направления:

1. Нацеленность на привлечение креативных и высококвалифицированных кадров.
2. Вариативность пространственного развития.
3. Переход к полифункциональности городских территорий.
4. Новые стандарты градостроительного проектирования.
5. Развитие городской инфраструктуры на основе инновационных технологий.

6. Опережающее развитие городской среды с ориентацией на возрастающие потребности креативного класса.

7. Возрастающая роль городской среды в повышении конкурентоспособности и экономической активности.

В современных условиях хозяйствования вектором концепции развития любой городской среды Российской Федерации является функционирование и дальнейшее совершенствование экономического сектора, связанного с рациональным использованием земельных участков, рынком недвижимости, созданием транспортной инфраструктуры, жилищно-коммунального хозяйства; организацию новых рабочих мест на территории застройки; улучшению эстетического восприятия и экологических условий среды обитания. Таким образом, территориальное планирование городской структуры охватывает, прежде всего, вопросы создания комфортных условий обитания и жизнедеятельности населения (таблица 1) [4].

Следует отметить, что наиболее эффективное размещение строительных объектов улучшает региональный инвестиционный климат, образуя устойчивые инвестиционные мотивации. В то же время формообразующими факторами инвестиционного потенциала городских территорий, предназначенных для застройки, являются: учет типа застройки; комплексность застройки; качество администрирования; инвестиционная стоимость объектов, находящихся и проектируемых; перспективные преимущества и потенциал капитализации объекта застройки.

Таблица 1 – Концепция развития городской среды

Стратегические направления градостроительной политики	Задачи по направлениям развития, влияющие на достижение целевых показателей
Повышение качества городской среды	1) благоустройство городских территорий 2) модернизация и комплексное развитие систем жилищно-коммунальной инфраструктуры 3) экологическая безопасность и высокое качество окружающей среды
Создание условий для устойчивого экономического роста	1) создание благоприятного предпринимательского климата 2) повышение эффективности управления земельно-имущественным комплексом 3) повышение привлекательности города 4) развитие международного сотрудничества
Обеспечение стабильного улучшения качества жизни населения	1) обеспечение комфортным и доступным жильем всех категорий населения, включая развитие арендного и наемного жилья 2) баланс численности населения и мест приложения труда 3) внедрение информационных технологий в развитие общественной инфраструктуры

Высокая стоимость земельных участков городских поселений требует необходимости повышения эффективности ее использования. Иными словами, на повышение эффективности городской структуры недвижимости влияет вовлечение в оборот территорий (земельных участков) со скрытым

инвестиционным потенциалом, в числе которых: застроенные территории (зоны некомпактной застройки, зоны с дефицитом объектов здравоохранения, образования, культуры и отдыха, промышленные зоны, требующие вывода за черту города, спальные районы с отсутствием рабочих мест, ветхое и аварийное жилье); неудобные территории (территории оврагов, склоны и впадины холмов и гористой местности, территории болот, свалок, карьеров, водный и лесной фонды, санитарно-защитные зоны), дополнительные пространства (подземное, воздушное, водное, лесное). Следовательно, направления территориального планирования для застроенных территорий могут быть связаны с реконструкцией, точечной застройкой; для неудобных территорий – комплексным лэнд-девелопментом [3].

Важно отметить, городские поселения небольшие по численности – наиболее уязвимые в экономическом плане элементы структуры пространственной организации хозяйства регионов, однако, эффективное использование их инвестиционного потенциала позволит им выступить в качестве «реципиентов инвестиций» для дальнейшего формирования эффективной экономики муниципального образования инновационного типа.

Список использованной литературы:

1. Гейнц А.А., Федюнина Т.В. Оценка уровня инвестиционной привлекательности объекта коммерческой недвижимости // Бизнес, общество и молодежь: идеи преобразований: материалы VIII Всероссийской студенческой научной конференции. – Саратов: Издательство: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2019. – С.26-28.

2. Овсянникова Т.Ю., Преображенская М.Н. Оценка инвестиционного потенциала территории при реновации городской застройки [Электронный ресурс] // Инвестирование недвижимости: экономика, управление, экспертиза. – URL: http://portal.tsuab.ru/Nauch_2013-1/130225_3npk_124.pdf

3. Сарченко В.И. Подходы к оценке инвестиционного потенциала городских территорий [Электронный ресурс] // Вестник Иркутского государственного технического университета. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhody-k-otsenke-investitsionnogo-potentsiala-gorodskih-territoriy>

4. Сервейинг и профессиональный девелопмент недвижимости: теория, практика: монография: в 3 частях. Ч. 2. Организационно-технический модуль системы сервейинга в строительстве / науч. ред. П.Г. Грабовый; М-во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т». – Москва: МГСУ, 2012. — 472 с.

5. Чернова И.Ю., Федюнина Т.В. Сущность и особенности девелопмента как основа развития объекта недвижимости // Инновационные технологии в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении: материалы V Международной научно-практической конференции. 2017. С. 237-239.

УДК 681.5

В.А. Глухарев, Д.В. Сивицкий, А.С. Сучкова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫМ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ЗЕРНА

Аннотация в статье рассматриваются вопросы автоматизации поддержания температуры сушильного агента, близкой к максимально допустимой по условиям недопущения растрескивания и перегрева зерновки

Ключевые слова сушка зерна, автоматизация сушки зерна, программируемые логические контроллеры

Сушка - тепловой процесс обезвоживания твердых материалов путем испарения влаги и отвода образующихся паров.

В настоящее время одной из ведущих задач экономического развития России является увеличение производства зерна на основе значительного повышения урожайности и сокращения потерь на всех этапах его обработки. В период уборки и послеуборочной обработки агроклиматические условия в большинстве случаев неблагоприятные, поэтому в системе технологических операций и послеуборочной обработки зерна важное место принадлежит сушке.

Как известно, влажность зерна выше 14 % усиливает жизнедеятельность микроорганизмов и повышает его температуру, в результате чего возникает опасность его порчи. Этому также способствует невызревшее зерно. Так ухудшение качества зерна, например, может начаться уже через 10 суток, если влажность составляет 18 %, а температура около 20 °С. При влажности 20% и температуре 20 °С 500 тонн зерна в течение 15 суток теряет, например, 4 т своей массы. Из этого следует, что зерно необходимо подвергать обработке непосредственно после уборки для предотвращения его потерь.

Своевременно и правильно проведенная сушка не только повышает стойкость зерна при хранении, но и улучшает его продовольственные качества.

Для обеспечения высокого качества сушки требуется умелое использование зерносушильной техники, бесперебойной ее работы и применения правильно выбранных режимов сушки [1].

Технологии сушки постоянно совершенствуются: разрабатываются новые способы сушки, создаются сушилки новых конструкций, повышается эффективность использования существующих сушилок. Наиболее распространенным способом сушки зерна, в настоящий момент, является конвективная сушка.

Дальнейший рост эффективности использования сушилок связан с определенными сложностями: сушка является энергоемким процессом и должна выполняться в короткий промежуток времени, пока влажное зерно не начало терять свои товарные и пищевые качества. Качество зерна при искусственной сушке часто ниже, чем при естественной.

Более жесткие условия сушки сопровождаются большим ухудшением качества [2]. Необходимым условием снижения затрат на сушку считается работа на предельных режимах сушки зерна. Не правильный выбор температуры агента сушки, его максимальной температуры, и как следствие излишний нагрев зерновки, может привести к ощутимому снижению качества зерна, равно как и к неоправданным перерасходам энергии. К примеру, в случае перегрева зерна вызывает дополнительные издержки и снижение его ценности.

Для обеспечения требуемого закона изменения температуры сушильного агента [3] применялся программируемый логический контроллер FK3U, в котором были задействованы аналоговые входы. Для работы с аналоговыми входами применялись команды: чтение - [m8011] - [RD3A K0 Kn Dn], запись - [m8011] - [WR3A K0 Kn Dn]. Схема установки представлена на рисунке 1.

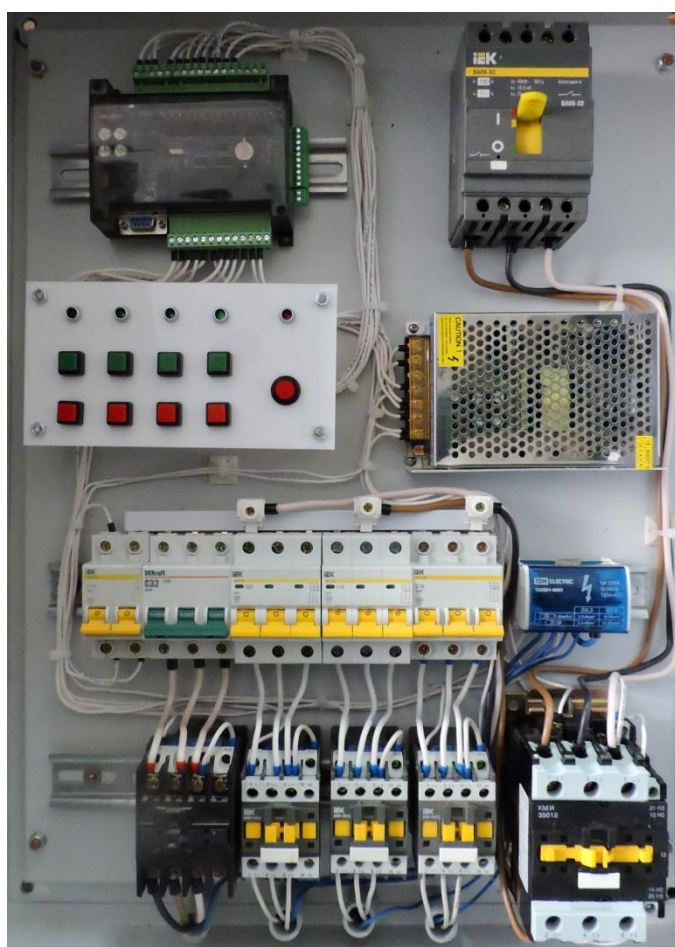


Рисунок 1 - Схема автоматизации сушильной установки с применением программируемого логического контроллера

Применение автоматизированной системы управления сушкой с температурой сушильного агента, близкой к пороговым значениям по условиям недопущения появления микротрещин на поверхности зерна с повышением температуры сушильного агента на 10-12 °С, позволит повысить производительность зерносушилок на 3-7% в зависимости от начальных параметров зерна.

Список использованной литературы

1. А.В. Муравьев, В.В. Осипов, А.А. Светлаков Анализ процесса сушки зерна с целью создания адаптивной системы управления // Доклады ТУСУРа №3 - Томск 2005, С.115-119.
2. Сивицкий Д.В., Попов И.Н., Верзилин А.А. Пути снижения затрат энергоресурсов при конвективной сушке зерна // Актуальные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения Материалы VII очной Международной научно-практической конференции. Под ред. Ф.К. Абдразакова. - Саратов: 2018. С. 257-258 ISBN 978-5-7011-0792-0
3. Глухарев В.А., Сивицкий Д.В., Попов И.Н., Верзилин А.А. Определение оптимальных режимов энергоэффективного процесса сушки зерна. // Аграрный научный журнал. -2018. - №5 - С. 42-45. ISSN 2313-8432

УДК 697.32

Д.П. Дзюбан

Саратовский Государственный Аграрный Университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ОСОБЕННОСТИ КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация: В статье рассматриваются особенности котельного оборудования. Проводится анализ характеристик, отдельных преимуществ и недостатков водогрейного и парового оборудования. Раскрывается вопрос, применения данного оборудования в разных назначениях.

Ключевые слова: оборудование, котел, классификация, энергия, пар.

В настоящее время в мире множество оборудования для обогрева жилой площади домов и многоквартирных зданий.

Данное оборудование классифицируется:

1. По производительности котла:

Малопроизводительные – до 20 – 25 т/ч;

Среднепроизводительные – от 35 – 50 до 160 – 220 т/ч;

Высокопроизводительные – 220 – 250 т/ч и выше.

2. По давлению производимого пара котла:

Низкое давление – до 1,37 мН/м²;

Среднее давление – от 2,35 до 3,92 мН/м²;

Высокое давление – от 9,81 до 13,7 мН/м²;

($t_{\text{пара}} = 540 - 570 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{пв}} = 50 - 260 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

3. По классу котла: водогрейные и паровые.

4. По характеру движения воды и водяной смеси пара котла:

Барабанные с естественной циркуляцией;

Барабанные с многократной принудительной циркуляцией;

Прямоточные.

5. По виду топлива: газовые(сжиженный газ), жидкотопливные (мазута, нефтяные отходы), твердотопливные(разные виды угля и торф) и комбинированные(котельная использует твердое, так и жидкое топливо).

6. По назначению котла:

Отопительное – используется для обеспечения теплом систем отопления, Вентиляции и горячего водоснабжения;

Производственное – используется только для технологического теплоснабжения;

Отопительно-производственное – совмещает отопительное и производственное назначение;

Энергетическое – использование котлов передачи энергии сгорания топлива в тепловую энергию воды и пара.

Проведя анализ особенностей водогрейного и парового оборудования, было выявлено, что водогрейные котельные самый распространенный тип котельных, так как в качестве теплоносителя используют обыкновенную воду. Характерной особенностью данного вида котельных является не высокая температура теплоносителя, температура воды в системе не превышает 115 °С. А также в системе не допускают образования конденсата водяного пара на внутренней поверхности стенки труб и котла [1, 30 с.].

Паровые котельные менее распространены для отопительного назначения, обычно их используют в отопительно-технического, технического и энергетического назначения. Характерной особенностью котельной этого класса является высокие нагрузки на систему за счет высокой температуры и давления вырабатываемого пара [1, 35 с.].

В котельных этих классов есть как преимущества, так и недостатки.

Плюсы водогрейных котельных:

1. Низкая цена оборудования. Стоимость водогрейное котельное оборудование в среднем за 1 мВт мощности является 5 000 000 рублей;

2. Малые габариты. Схема водогрейной котельной во многом упрощена по сравнению с паровыми, тем самым размеры самой котельной уменьшены.

Недостатки водогрейных котельных:

1. Малогабаритные водогрейные котлы предназначены для работы в пиковый период (1500 – 2000 часов в год).

2. Уязвимость от наружной и внутренней коррозии металла. В реальных условиях работы, для экономии топлива агрегат нагревают воду до 45 – 55 °С. Данная экономия повышает коррозию поверхностей нагрева.

3. Использование водогрейных котельных только в отопительном назначении. Из-за относительно низкой температуры работы котельной ($t_{\text{вода}} = 115^{\circ}\text{C}$) для других назначений она не годится.

Плюсы паровых котельных:

1. Широкое применение пара в производстве электроэнергии и теплоэнергии. Сухой пар подается под высоким давлением в турбину, тем самым заставляет её двигаться и вырабатывать энергию. После прохождения турбины пар конденсируется и направляется в систему теплоносителей, и применяется для отопления.

2. Беспереывная работа. Данный вид котельных используют весь год.

3. Низкая степень термической коррозии металла. Высокие температуры работы агрегатов не позволяют образоваться коррозионному налёту на поверхностях оборудования.

Минусы паровой котельной:

1. Большие габариты. По причине сложной схемы работы котельной и размеров дополнительного оборудования.

2. Высокое потребление топлива. Из-за необходимости производить насыщенный и сухой пар нужно поддерживать высокую температуру котла.

3. Высокая стоимость оборудования. В следствии сложной схемы производства пара разного типа происходит увеличение затрат на высококачественное оборудование.

Данный анализ показал, что водогрейное оборудование подходит для небольших нагрузок и сезонной работы для теплоснабжения зданий в зимний период времени или обеспечение горячей водой в летний период. А паровое оборудование подходит для продолжительной работы под большими нагрузками в нескольких назначениях (отопительно-производственного, производственного и энергетического).

Список использованной литературы:

1. Соколов Б. А. Устройство и эксплуатация паровых и водогрейных котлов малой и средней мощности: учебное пособие // Б. А. Соколов – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 64 с.

УДК 697.34

Д.П. Дзюбан, Т. А. Панкова

Саратовский Государственный Аграрный Университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ПРОБЛЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Аннотация: В данной статье рассматривается проблема теплоснабжения. Затрагиваются вопросы, факторов отключения отопления и мероприятия по улучшению поставки тепла в жилые дома в зимний период времени.

Ключевые слова: Теплоснабжение, дома, мероприятия, факторы, оборудование, отопление, горячая вода, проблема.

Проблема теплоснабжения остается актуальной в нашей стране, т.к. обширные территории и природные условия не позволяют полностью обеспечить теплом необходимое количество потребителей.

На территории России обычно используют систему центрального отопления, при котором поступление тепла обеспечивают городские котельные и ТЭЦ. При этом водяные контуры имеют разные схемы; однотрубные и двухтрубные. Но данный способ отопления характерен в городах ,а

большинство потребителей вне города имеют индивидуальное оборудование для теплоснабжения жилья [2, 67 с.].

Теплоснабжение жилых домов затрагивает как экономическую, так и техническую сторону данной проблемы.

Анализ представленной схемы 1 показывает проблемные факторы, в следствии которых бывают короткие перебои подачи тепла или полное отключение теплоснабжения.

1. Задолженность потребителей по счетам на теплоснабжение жилых многоквартирных и частных домов. Из-за низкой платежеспособности основного слоя населения страны возникают долги по оплате, поэтому по всей стране проводятся периодические отключения отопления и горячей воды.

2. Экономическая невыгодность подключать малые населённые пункты к общей сети теплоснабжения. Обширные территории неблагоприятно равномерному расселению людей. Из-за этого малые населенные пункты вдали от крупных городов, тем самым им приходится применять собственное оборудование для теплоснабжения работающее на жидком или твердом топливе. Могут возникать перебои в поставке топлива. Это провоцирует потерю отопления и горячей воды.

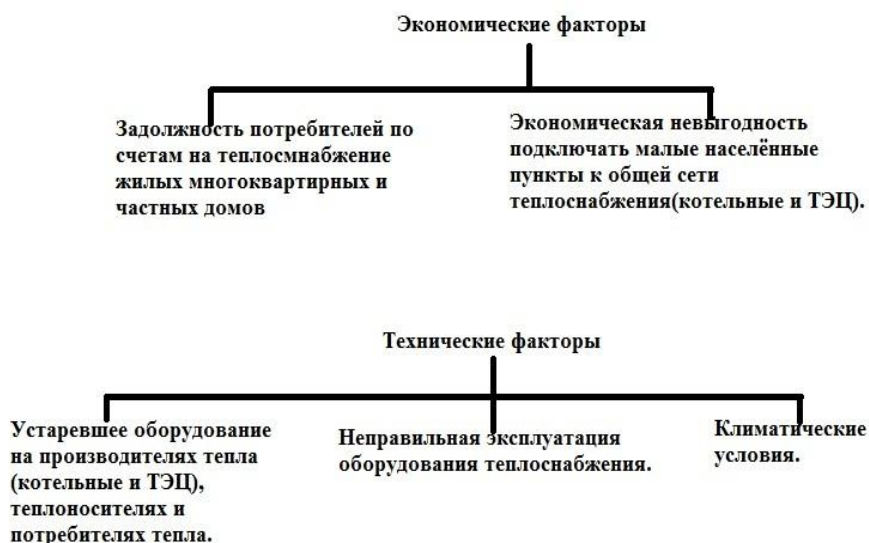


Схема 1 - Экономические и технические факторы.

3. Устаревшее оборудование на производителях тепла, теплоносителях и потребителей. Данная техническая проблема очень опасна, т.к. в городах используют центральную отопительную систему и при аварии без отопления остаются целые районы или жилые многоквартирные домах [1, 50 с.].

4. Климатические условия эксплуатации оборудования теплоносителей. В нашей стране большие температурные перепады. Для удешевления ремонта теплоносителей применяют более дешевые трубы,

которые произведены из низкокачественной стали. Из-за данной халатности происходит высокая степень термической коррозии поверхности труб.

5. Неправильная эксплуатация оборудования теплоснабжения. Эта проблема затрагивает человеческий фактор, т.к. зачастую перед зимним периодом времени не проводится экспертиза и профилактические проверки на надежность оборудования. Также многие потребители не знают как обращаться с отопительной системой дома. Могут возникать мелкие или крупные аварии в системе, в следствии невыявленной утечки или износа отдельных частей оборудования.

Мероприятия для улучшения теплоснабжения жилых домов:

1. Проверка всего оборудования и системы теплоносителей перед зимним периодом времени.

2. Своевременная замена устаревшего оборудования и частичная замена системы теплоносителей.

3. Информировать потребителей о технике безопасности и эксплуатационных мероприятиях отопительного оборудования.

4. Обеспечить надежную поставку жидкого и твердого топлива в отдалённые населенные пункты.

Данные мероприятия предназначены для улучшения теплоснабжения. Актуальность данной проблемы останется на прежнем уровне, т.к. факторы провоцирующие коротковременную и полную потерю отопления можно устранить частично.

Список использованной литературы:

1. Копко В.М. Теплоизоляция трубопроводов теплосетей: Учебно-методическое пособие // В. М. Копко. – Минск: Технопринт, 2002. – 160 с.

2. Покотилев В. В. Система водяного отопления: учебное пособие // В. В. Покотилев. – Вена: HERZ Armaturen, 2008 г. – 161 с.

3. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Энергосбережение – основной фактор развития жилищно-коммунального хозяйства / Недвижимость: экономика и управление. – 2009. №3-4. С.8-10

УДК 620.9

Д.П. Дзюбан, Т. А. Панкова

Саратовский Государственный Аграрный Университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ

Аннотация: Данная статья освещает проблемы энергетики России и факторы вредно влияющие на рост энергетических мощностей. Рассматриваются вопросы по повышению эффективности энергетики, перспектив на ближайшее будущее и возможность перехода на альтернативные источники энергии.

Ключевые слова: энергетика, перспективы для развития, факторы, электроэнергия, осложнения, промышленные регионы.

Проблемы энергетики в нашей стране больше осложнены, чем в остальном мире, т.к. слабая экономическая система останавливает рост всей России. В следствии этого данная ситуация дает осложнения на все сферы экономической жизни России.

Факторы вызывающие затруднения в росте энергетики многочисленное множество. Основными факторами медленного роста энергетики России являются:

1. Климатических условия страны. Данный фактор включает в себя резкие перепады температур, которые уменьшают ресурс работы энергоносителей (трубы отопления, провода электрических сетей и т.д.).

2. Неравномерное размещения предприятий энергопотребителей. Фактор обусловлен тем, что данные производители энергии (АЭС, ТЭС) необходимо ставить в местах необходимости, а так как большинство потребителей большого количество энергии (места металлургического производства, плавильные цеха и прочие заводы) стоят в районах добычи сырья. В связи с этим трудоёмко и затратно снабжать топливом энергетические станции.

3. Опора энергетики на быстроисчерпаемые источники энергоресурсов (газ, нефть, уголь). Теплоэнергетические ресурсы этого вида относятся к невозобновляемым источникам энергии. А по оценкам Санкт-Петербургского горного института обеспеченность России рентабельными запасами по нефти составляет 10 лет, по газу - 20 лет. В следствии этого назревает проблема ресурсного голода страны [1,с. 20].

4. Энергонедостаточность промышленных регионов России. Энергетические мощности распределены по территории трех восточных округов достаточно неравномерно. Целый ряд регионов (Красноярский край, Иркутская, Амурская области) за счёт наличия крупных ГЭС испытывают перенасыщение энергией. А ряд других более развитых промышленных регионов испытывают потребность и "голод" в больших мощностях [2, с. 102].

5. Отставание в развитии в остальных сферах производства продукции в сравнении с западными странами. Данное отставание в некоторых сферах производства составляет порядка 25 лет. Нехватка нового и энергоэффективного оборудования на станциях производства энергии приводит к снижению КПД всей станции на 25-30 % по отношению к современным станциям. Это позволяет сказать, что данное отставание приведет к полному отказу от отечественного энергетического оборудование, т.к. эффективность его крайне мала на сегодняшнее время, а разработка нового экономически невыгодно для страны, которая зависит только от мирового ресурсного рынка.

Данные факторы показывают нам насколько неэффективно работает система энергетики в целом и в отдельных энергетических регионах. Для улучшения состояния всего производства энергии в будущем, правительству стоит задуматься о изменении системы общей сети теплоэнергетики и электроэнергетики, т.к. в будущем ещё серьёзнее будет ощущаться проблема нехватки энергоресурсов для стабильного производства разных видов энергии.

Производить мероприятия по наращиванию мощностей в районах энергетического голода путем перераспределения между регионами энергией и постройкой новых производителей (АЭС, ТЭС и ГЭС). Обеспечить дешевую и быструю транспортировку ресурсов к местам их использования. Увеличить финансирование научно-исследовательских изысканий для нахождения и разработки новых месторождений. А также разрабатывать альтернативные источники энергии.

Перспективы для развития у энергетики России несомненно есть. Также в 2019 году премьер-министр России Дмитрий Медведев подписал постановление о масштабной модернизации тепловых электростанций (ТЭС). Документ включает в себя, что в рамках программы модернизации генерирующих объектов в 2022 – 2031 годах планируется обновление около 39 ГВт установленной мощности генерирующих объектов. Также состоится переход к конкурентным отборам мощности на шесть лет (сейчас четыре года) и поэтапная индексация ценовых параметров конкурентного отбора мощности в 2022 – 2024 годах. Но нерациональное использование потенциала органического топлива и нестабильное экономическое положение, которое также зависит от продажи ресурсов, понижает шансы на успешное устранение факторов данной проблемы. Выходом является также переход на альтернативные источники энергии (солнце, ветер и т.д.). Но для переход понадобится от 15 - 20, т.к. нужны огромные ресурсы и более большие площади земли, тем самым увеличение затрат на эксплуатационные мероприятия для земли и оборудования. [3]

Список использованной литературы:

1. Антонюк Е. В. Современная энергетика: экономический аспект // Е.В.Антонюк, М.: Территория науки. – 2013. - № 2. – 38 с.
2. Ушаков В. Я. Электроэнергетические системы и сети: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 446 с.
3. Восканян Е. Картина года в цифрах и фактах [электронный ресурс]/ Е. Восканян// М.: Энергетика и промышленность России. - 2019.- № 23-24 - режим доступа: <https://www.m.eprussia.ru/epr/379-380/6480891.htm>

УДК 621.879.3

В.А. Егоров, П.Ю. Дрюнин, И.С. Бондалет

Братский государственный университет, г. Братск, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБКОГО НАГРЕВАТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НАМЕРЗАНИЯ ГРУНТА К МЕТАЛЛУ

Аннотация. В статье рассмотрен ленточный нагревательный элемент – лента углеродная нагревательная гибкая (ЛУНГ), представлены ее технические характеристики и представлены результаты экспериментальных исследований нагрева имитатора ковша при положительной и отрицательной температуре окружающей среды, построены температурно-

временные характеристики ленты ЛУНГ. Произведены исследования по воздействию нагрева имитатора ковша лентой ЛУНГ на усилие сдвига грунта.

Ключевые слова: гибкий нагревательный элемент, адгезия, связный грунт, напряжение сдвига

Наиболее полная классификация методов снижения адгезии и трения при разработке грунтов предложена Р.П. Заднепровским [1]. По этой классификации все методы снижения адгезии и трения при контакте влажных грунтов с рабочими поверхностями машин делятся на четыре группы [1-17].

В качестве нагревательного элемента использовалась лента углеродная нагревательная гибкая (ЛУНГ), предназначенная для подогрева трубопроводов, технологического оборудования с плоскими поверхностями и сложной геометрической формы, а также для установки в электронагревательных изделиях в качестве нагревательного элемента. Лента ЛУНГ (рис.1) содержит нагревательный элемент, изготовленный из волокнистого углеродного материала, электроизолирующий чехол из стеклоткани, дублированный слоем силиконового материала. Низкотемпературные выводы, соединённые с нагревательным элементом, выполнены медным проводом в термостойкой изоляции и служат для подключения питающего напряжения к ленте. Нагревательный элемент и концевые заделки герметизированы для защиты от воздействия внешней среды [8].

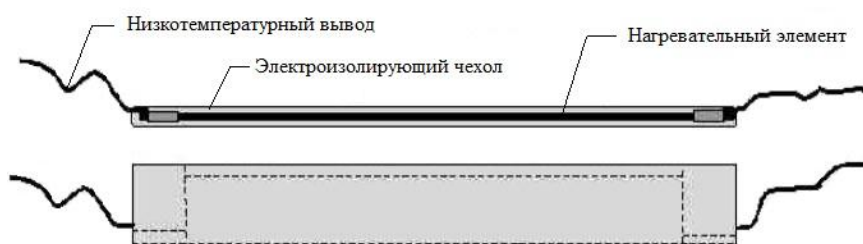


Рисунок 1- Лента углеродная нагревательная гибкая (ЛУНГ)

В таблице 1 представлены технические характеристики ЛУНГ.

Таблица 1 - Технические характеристик ЛУНГ

Номинальная мощность, Вт	750
Удельная мощность, Вт/м	150
Номинальное напряжение питания, В	220
Температура поверхности, °С	250
Длина, мм	5000
Ширина, мм	60
Толщина активной части, мм	Не более 1
Толщина в зоне контактов, мм	Не более 4

Произведен нагрев имитатора рабочего органа лентой ЛУНГ при температуре окружающей среды +20 град. и -15 град., нагрев металлической пластины продолжался 10 мин. Значения температуры поверхности показаны в таблице 2.

Таблица 2 - Зависимость нагрева имитатора ковша от продолжительности нагрева

	Температура нагрева ленты, в зависимости от продолжительности нагрева, °С									
Продолжительность нагрева, мин	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
При температуре окр. среды t=+20 °С	23	27	32	38	41	46	49	53	58	60
При температуре окр. среды t=-15 °С	7	12	17	21	26	29	32	35	37	40

На рисунке 2 представлена температурно-временная характеристика нагрева имитатора ковша лентой ЛУНГ, выполненная в программе MicrosoftExcel.

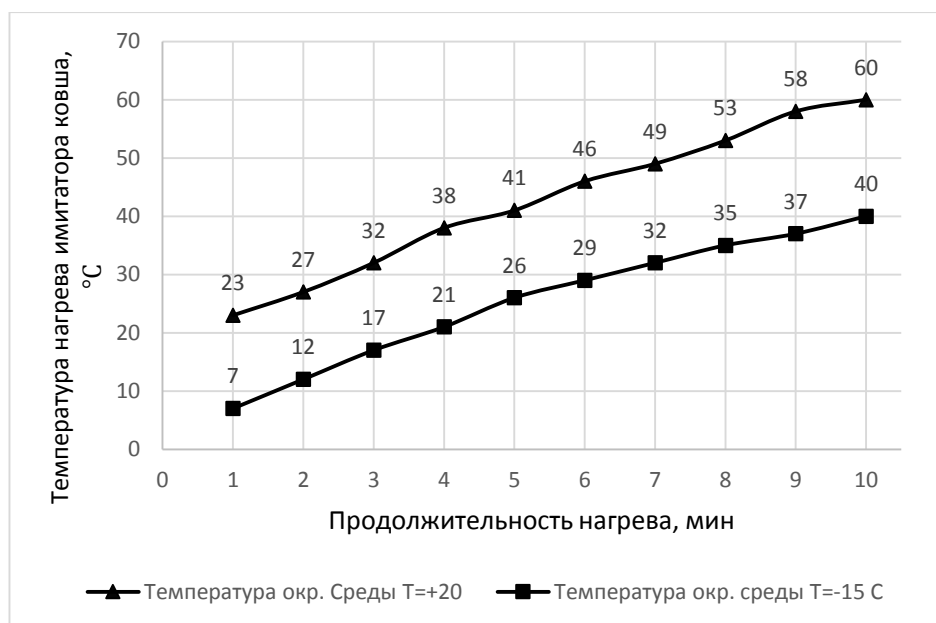


Рисунок 2- Зависимость нагрева имитатора ковша от продолжительности нагрева

На специальном сдвиговом стенде [6,9,10] был произведен эксперимент по измерению уменьшения усилия сдвига при нагревании поверхности контакта лентой ЛУНГ. Испытания проводились при постоянных параметрах: температура окружающей среды (-15 °С), продолжительности контакта грунта с металлом (10,5 мин), весовая влажность грунта (12,5%), дисперсность грунта ($7 \cdot 10^{-3}$ мм). И при переменных номинальном давлении на грунт и продолжительности нагрева. Результаты эксперимента приведены в таблице 3-5.

Таблица 3 - Результаты измерения усилия сдвига при номинальном давлении на грунт 10 кПа

Продолжительность нагрева, мин	Результаты замеров			Среднее усилие с тепловым воздействием, кг
	1-ый замер	2-ой замер	3-ий замер	
Без нагрева	36,2	42,5	40,1	39,6
3	10,2	11,7	11,3	11,1
5	9,9	10,3	10,7	10,3
7	9,2	8,8	6,1	8,3

Таблица 4 - Результаты измерения усилия сдвига при номинальном давлении на грунт 20 кПа

Продолжительность нагрева, мин	Результаты замеров			Среднее усилие с тепловым воздействием, кг
	1-ый замер	2-ой замер	3-ий замер	
Без нагрева	60,3	57,4	59,2	58,9
3	20,7	22,1	19,7	20,8
5	14,2	14,5	13,7	14,1
7	13,8	13,1	13,4	13,4

Таблица 5 - Результаты измерения усилия сдвига при номинальном давлении на грунт 30 кПа

Продолжительность нагрева, мин	Результаты замеров			Среднее усилие с тепловым воздействием, кг
	1-ый замер	2-ой замер	3-ий замер	
Без нагрева	102,5	130,8	112,3	115,2
3	28,0	29,2	30,3	29,2
5	19,5	19,2	18,8	19,2
7	17,1	16,7	16,2	16,7

Построены зависимости усилия сдвига от номинального давления на грунт (рис. 3, а) и усилия сдвига от продолжительности нагрева имитатора ковша (рис. 3, б).

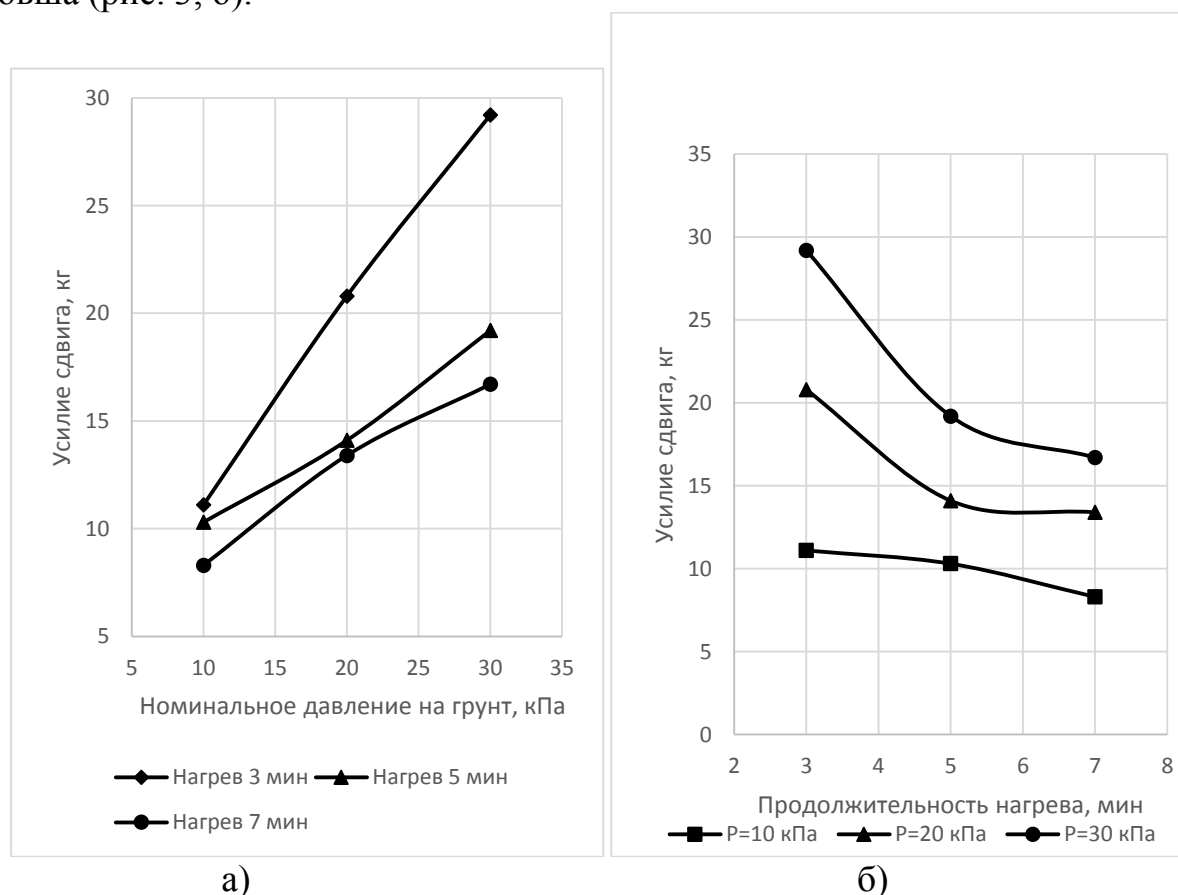


Рисунок 3 - Графики зависимостей, при применении ленты ЛУНГ:

а – Зависимость усилия сдвига от номинального давления на грунт; б – Зависимость усилия сдвига от продолжительности нагрева имитатора ковша

Список использованной литературы:

1. Заднепровский Р.П. Рабочие органы землеройных и мелиоративных машин и оборудования для разработки грунтов и материалов повышенной влажности. – М.: Машиностроение, 1992. 176 с.
2. Зеньков С.А., Кожевников А.С., Кутимский Г.М. Использование электронагревательных гибких ленточных элементов для борьбы с намерзанием грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // Механики XXI века. 2014. № 13. С. 156-160.
3. Зеньков С.А., Жидовкин В.В., Ничаев А.Н., Курмашев Е.В. Применение оборудования теплового воздействия для снижения адгезии грунтов // Механики XXI века. 2010. № 9. С. 129-132.
4. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С. Эффективность гибких нагревательных элементов для борьбы с адгезией грунтов к землеройным машинам // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 1. С. 134-137.
5. Зеньков С.А., Батуро А.А. Комбинированное устройство снижения адгезии грунта к ковшу экскаватора // Механики XXI века. 2007. № 6. С. 76-78.
6. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С., Банщиков М.С. Исследование влияния теплового воздействия на адгезию грунтов к рабочим органам землеройных машин // Механики XXI века. 2013. № 12. С. 228-232.
7. Зеньков С.А., Курмашев Е.В., Елохин А.В., Дэлэг Д. Перспективы применения гибких нагревательных ленточных элементов для снижения адгезии грунта к рабочим органам ковшового типа // Механики XXI века. 2009. № 8. С. 164-167.
8. Лента углеродная нагревательная гибкая: технические характеристики и предназначение [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://elkadm.ru/?page=4.html>.
9. Зеньков С.А., Кобзов Д.Ю., Курмашев Е.В. Стенд сдвиговый // патент на изобретение RUS 2460989 28.09.2010.
10. Баловнев В.И., Бакатин Ю.П., Зеньков С.А., Журавчук С.В. Сдвиговой стенд // патент на изобретение RUS 1310696 12.12.1985.
11. Rajaram G., Erbach D.C. Effect of wetting and drying on soil physical properties. // Journal of Terramechanics 36 (1999) P. 39-49.
12. Зеньков С.А., Кожевников А.С., Баев А.О., Дрюпин П.Ю. Определение мест установки электронагревательных гибких ленточных элементов для борьбы с намерзанием грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2014. Т. 1. С. 195-202
13. Зеньков С.А., Курмашев Е.В. Определение производительности экскаваторов при снижении адгезии грунтов // Вестник Иркутского регионального отделения Академии наук высшей школы РФ. 2010. № 2 (17). С. 191-195.
14. Зеньков С.А., Курмашев Е.В., Мунц В.В. Стенд для исследования влияния комбинированного воздействия на адгезию грунтов к землеройным машинам // Механики XXI века. 2007. № 6. С. 15-18.
15. Зеньков С.А., Товмасын Э.С. Математическая модель для определения параметров оборудования высокочастотного действия при проектировании ковшей экскаваторов // Современные проблемы теории машин. 2014. № 2. С. 41-44.
16. Зеньков С.А., Батуро А.А., Булаев К.В., Диппель Р.А. Анализ структуры рабочего органа ковшового типа с устройством внешнего интенсифицирующего воздействия для снижения адгезии грунта // Механики XXI века. 2005. № 4. С. 49-52.
17. Зеньков С.А., Диппель Р.А., Булаев К.В., Батуро А.А. Планирование эксперимента по исследованию влияния параметров теплового воздействия на сопротивление сдвигу грунта // Механики XXI века. 2005. № 4. С. 52-56.

УДК 697.3

К.А.Заева, Т.В.Федюнина

*Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия*

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЧАСТНЫХ ДОМОВ

Аннотация: В статье рассмотрены новые технологии отопления с энергосберегающим оборудованием.

Ключевые слова: отопление, система отопления, котлы, солнечные коллекторы, теплый пол.

Обогрев жилых помещений – сфера консервативная, сложно изобрести что-то новое, кардинально отличающееся от традиционных вариантов. Независимо от временного периода принципы отопления остаются прежними – перенос тепла от источника водяной системы, либо прямой нагрев воздуха.

Современными называют системы отопления, используемые сравнительно недавно и при этом обеспечивающие надежный, экологически безопасный обогрев зданий и сооружений. Как правило, в их основе лежит применение новейшего высокотехнологичного оборудования и материалов, позволяющее создавать наиболее комфортные условия для человека при оптимальном потреблении энергетических ресурсов.

Современные системы отопления частных домов можно разбить на 2 основные категории.

К первой категории относится традиционный способ обогрева, используемый единый источник тепла – котел, работающий на одном или нескольких энергоносителях. При этом тепловая энергия раздается по помещениям посредством теплоносителя – воды или воздуха. Здесь инновационные решения направлены на усовершенствование отопительного оборудования путем повышения его теплоотдачи, а также на внедрение современных средств автоматизации.

Ко второй категории следует отнести все системы, использующие новые технологии отопления с энергосберегающим оборудованием. В них не предусматривается сжигание углеводородов, из энергоносителей в обогреве дома участвует только электроэнергия. Это солнечные коллекторы и новейшие разновидности электрического отопления. [1]

Несмотря на всю привлекательность этих систем, большинство домовладельцев предпочитает устройство обогрева частных домов традиционными способами. К данному виду обогрева относятся котлы, но в век новых технологий данная система отопления усовершенствована за счет новых комплектующих.

В следствие чего появились несколько новых моделей котлов.

Индукционные электрические котлы отопления представляют собой трубу из металла. Вокруг трубы намотана индукционная катушка, возбуждающая в материале сердечника вихревые токи. В результате котел разогревается и отдает тепло воде или теплоносителю. Достоинства данного вида в высокой

мощности при минимальном размере и в том что устройство не имеет подвижных деталей, которые могли бы изнашиваться со временем.

Следующий вид электродный котел, который тоже крайне компактен. Вода нагревается за счет двух электродов помещённые в неё. За счет растворённым в ней солях, вода является электролит, и текущий ток разогревает жидкость.

Конструкция практична тем, что имеет абсолютную безопасность: при утечке воды прекратится нагрев, но не благодаря срабатыванию автоматики, а за счёт лежащего в основе работы прибора физического принципа.

Существует ещё одна модель котлов - газовые нагреватели, использующие высшую теплоту сгорания газа и имеющие название, конденсационные котлы. За счет полного сгорания его продукты конденсируются на дополнительном теплообменнике, нагревая его.[2]

Чаще всего, переходя от традиционного отопления, инновации затрагивают теплосиловое оборудование. Производители стремятся повысить КПД твердотопливных и газовых котлов и предлагают альтернативные варианты, чтобы минимизировать расходы и негативное влияние на экологию.

Существуют, различные гелиосистемы, берущие тепло от земли, воды и воздуха и передающие его в частный дом – это установки, в которых реализованы самые современные технологии отопления. Расходуя всего 3—5 кВт электроэнергии, эти агрегаты способны «перекачать» извне в 5—10 раз больше тепла, отсюда и название – тепловые насосы. Дальше с помощью этой тепловой энергии можно нагревать теплоноситель или воздух, — на ваше усмотрение.

В южных регионах с высокой солнечной активностью неплохо себя показывает еще одна современная отопительная система. Это водяные солнечные коллекторы (рис. 1), устанавливаемые на кровле зданий или других открытых местах. В них с минимальными потерями вода нагревается напрямую от солнца, после чего подается в дом. Солнечные коллекторы не могут отапливать дом самостоятельно, поэтому отдают энергию в буферную ёмкость или бойлер косвенного нагрева. Один недостаток – коллекторы абсолютно бесполезны ночью, а также в северных регионах. [3]

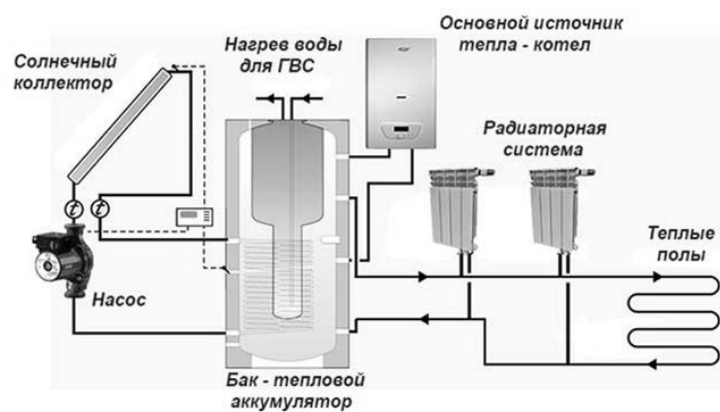


Рисунок 1 – Схема обогрева дома с помощью солнечный коллекторов

Существует так же технология, которая существенно сокращает теплопотери в частном доме и в отличие от тепла стандартных радиаторов, которые

неравномерное распределяют температуру по объему помещения. Довольно доступной и в то же время эффективной системы, подходящей как для загородного дома, так и для квартиры, – электрический теплый пол. Понеся сравнительно небольшие расходы на устройство такого обогрева, можно обеспечить жилище теплом и не покупать никаких котлов. Недостаток один — стоимость электроэнергии. Но учитывая, что современный напольный обогрев довольно экономичен, да при наличии многотарифного счетчика данный вариант может оказаться приемлемым.

На данный момент существует три реализации теплого пола. В случае водяного отопления в стяжку укладывается цельная, без соединений, труба — металлопластиковая или из сшитого полиэтилена. Температура теплоносителя в ней ограничена 40 градусами. Греющий кабель — проводник с высоким сопротивлением — альтернатива водяному полу в случае, если вы отапливаетесь электричеством. Иногда кабель монтируется на подложку и продается в виде греющих матов. Наконец, пленочный электрический теплый пол — это тонкая диэлектрическая подложка с нанесенными на нее токоведущими дорожками. Он очень удобен в плане монтажа тем, что не требует увеличения высоты пола и укладывается под любое чистовое покрытие — ламинат, линолеум или кафель.[4]

Современные виды отопления частного дома порой поражают воображение, однако в современности каждый из нас уже может приобрести или сделать такое современное отопление загородного дома или частного своими руками. Новое в отоплении частного дома – это эффективные системы, которые продолжают развивать сферу отопительного оборудования.

Список использованной литературы:

1. Современные системы отопления. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cotlix.com/sovremennye-sistemy-otopleniya>
2. Отопление от А до Я. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.buderus.ru/infocenter/otoplenie_doma/
3. Высокотехнологичные решения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://otivent.com/sovremennye-sistemy-otoplenija#i>
4. Отопление жилых зданий. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://otoplenie-gid.ru/kotli/350-sovremennye-sistemy-otopleniya#i-6>
5. Пчелинцев М.В., Федюнина Т.В. Классификация систем отопления // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы IX Национальной конференции с международным участием. – Саратов. 2019. С.233-236.
6. Аникин Е.А., Федюнина Т.В. Уменьшение расхода топлива за счет применения контактных теплообменников с активной насадкой // Бизнес, общество и молодежь: идеи преобразования: материалы VIII Всероссийской студенческой научной конференции. – Саратов. 2019. С.80-82.
7. Федюнина Т.В., Материнский С.В. Малоэтажное домостроительство как фактор развития регионов в России // Наука и современность: сборник статей Международной научно-практической конференции. - 2014. С. 91-93.

УДК 628.16: 628.33

А. Р. Искандеров, Ж.С. Нуруллин

Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

ВОДОПОДГОТОВКА ДЛЯ ПАРООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ДОБЫЧЕ СВЕРХВЯЗКОЙ НЕФТИ

Аннотация. В статье представлены варианты технологических схем подготовки речной и попутно добываемой воды для парообразования при добыче высоковязкой нефти.

Ключевые слова: высоковязкая нефть, попутно добываемая вода, технология водоподготовки, ультрафильтрация, обратный осмос.

В связи со снижением запасов легкой и тяжелой нефтей, внимание стали привлекать месторождения высоковязких нефтей и природных битумов.

В 80-х годах прошлого века в Канаде была разработана технология парогравитационной добычи указанных нефтей известная в мировой практике как метод SAGD (Steam Assisted Gravity Drainage) – система парогравитационного дренажа. По этой технологии, через нефтенасыщенные пласты вблизи его подошвы, производится бурение двух горизонтальных скважин расположенных параллельно одна над другой. Расстояние между двумя скважинами, как правило, составляет около 5 метров. Длина горизонтальных стволов достигает 1000 м. На первом этапе разработки месторождения, пар нагнетается в обе скважины, в результате чего между ними создается высокотемпературная паровая камера, которая ведет к разогреву пласта между скважинами, что снижает вязкость нефти в этой зоне и обуславливает начало добычи нефти.

На основной стадии добычи нефти подача пара производится в нагнетательную скважину. Закачиваемый пар образует паровую камеру в верхней части продуктивного пласта, которая постоянно увеличивается и разогревает холодные нефтенасыщенные слои. Разогретая нефть дренирует по порам грунта вниз к добывающей скважине под действием силы тяжести.

Для выработки пара нагнетаемой в скважины используется попутно добываемая вода или ее смесь с речной водой - в случае нехватки первой.

В ПАО «Татнефть» при разработке Ашальчинского месторождения сверхвязкой нефти использует пар давлением до 2,8 МПа и температурой 233°.

Вода для выработки пара должна соответствовать требованиям качества питательной воды для водотрубных котлов с естественной циркуляцией с рабочим давлением пара до 4 МПа (40 кгс/см²) [1, с. 5] (приведены в таблице).

Таблица - Нормы качества питательной воды для водотрубных котлов

Показатель	Значения
рН (при 250°)	8,5-10,5
Общая жесткость, мкг-экв/кг, не более	10
Содержание соединений железа, мкг/кг, не более	100
Содержание соединений меди, мкг/кг	10
Растворенный кислород, мкг/кг, не более	30

Щелочность (НСО ₃), мг-экв/л	0,2*
Содержание нефтепродуктов, мг/кг	0,5
Прозрачность по шрифту, см, не менее	40
Сероводород (молекулярный)	отсутствие*

* – дополнительные требования производителей котельного оборудования.

На первом этапе разработки месторождения, от 4 до 6 месяцев, для выработки пара используется речная вода.

По мере разработки месторождения растет обводненность нефти и выработки пара производится из смеси попутно добываемой и речной воды с перспективой полного перехода на попутно добываемую воду.

Исходя из этого, установка подготовки воды для парообразования (см. рисунок 1) предусматривает схемы подготовки как речной, так и попутно добываемой воды.

На первой стадии подготовки попутно добываемая вода проходит эмульгирование сульфолом и подвергается двойному охлаждению: первичное деминерализованной водой до температуры 65-60° в блоке рекуперации тепла (ТО1), вторичное - в блоке первичного охлаждения оборотной охлаждающей водой (ТО2) до температуры 55°.

Охлажденная вода поступает на грубые механические фильтры с размером ячеек 2 мм и далее блок ультрафильтрации (УФ). После установки УФ вода сливается в бак ультрафильтрованной воды (БУФВ). Стоки от промывки УФ, направляются через станцию сбора стоков и далее на очистные сооружения установки подготовки сверхвязкой нефти (УПСВН).

Ультрафильтрованная вода подается на вторичное охлаждение оборотной охлаждающей водой в теплообменнике (ТО3), после которого поступает на сорбционные угольные фильтры (СУФ) загруженные активированным углем для доочистки от нефтепродуктов. Предварительная очистка заканчивается в блоке тонкой очистки, где происходит фильтрация на сетках с размером ячеек 5 мкм, ультрафиолетовое обеззараживание и ингибирование осадкообразования.

После тонкой очистки вода поступает на двух ступенчатое обессоливание по методу обратного осмоса (ОО1 и ОО2). Для увеличения эффективности удаления сероводорода между ступенями обратного осмоса вода обрабатывается едким натром, при этом рН воды повышается до 10,5. Концентрат первой ступени обратного осмоса собирается в подземных емкостях и далее направляется на очистные сооружения УПСВН. Концентрат второй ступени обратного осмоса направляется в баки ультрафильтрованной воды для повторного использования.

После блоков обратного осмоса при высоких значениях сероводорода в обессоленной воде она подается на анионообменные фильтры (АО).

В качестве охлаждающей воды на блоках ТО2 и ТО3 используется вода системы оборотного охлаждения, которая работает на основе градирен. В оборотной системе охлаждения предусматривается реагентная обработка оборотной воды ингибиторами солеотложений и коррозии, а также шоковая биоцидная обработка летом.

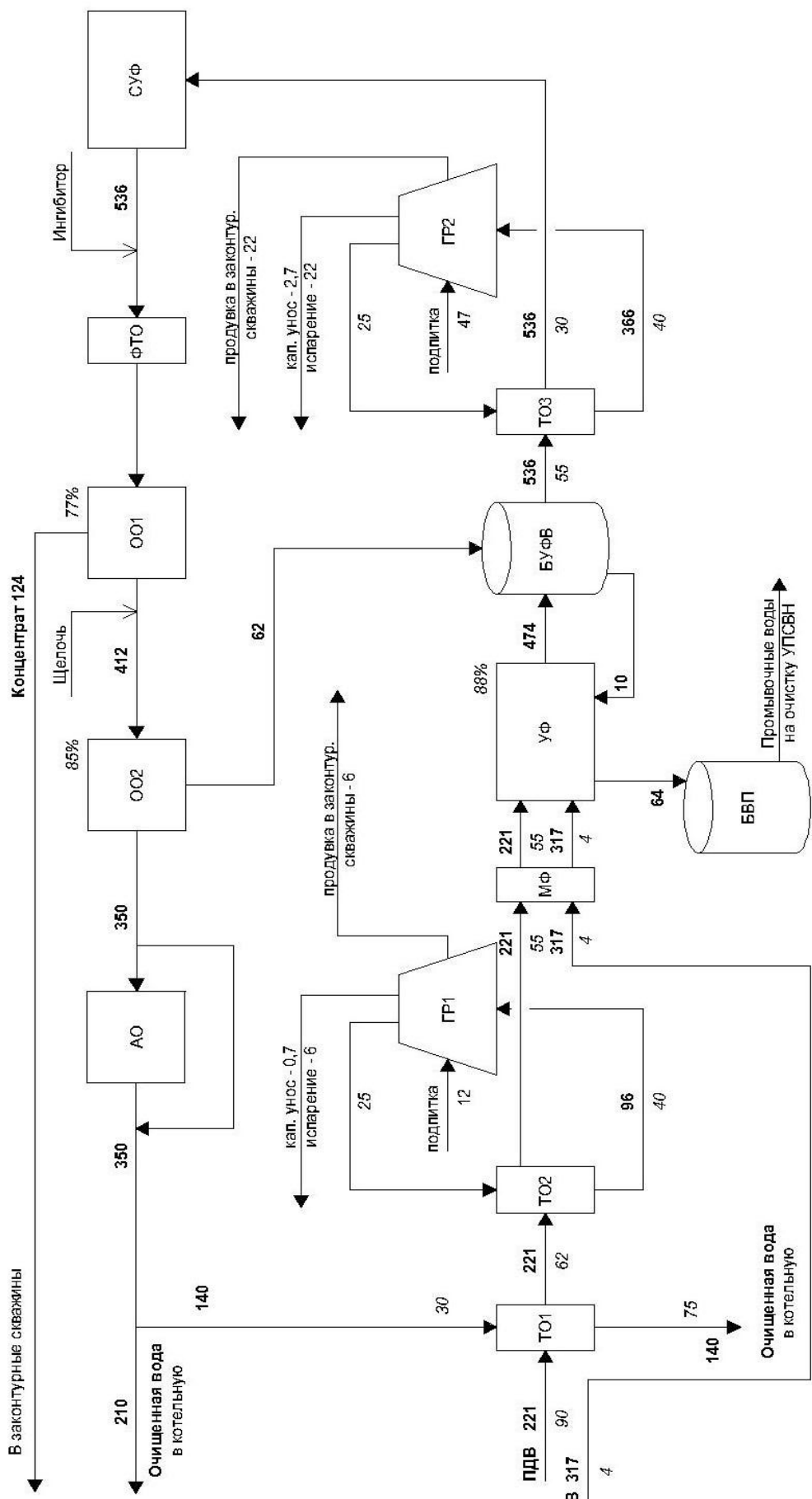


Рисунок 1 – схема гидравлическая балансовая (работа смеси: РВ+ПДВ)

536-расход воды, м³ч; **90**-температура воды, °С; УФ-установка ультраfiltrации; ОО1,2-установка обратного осмоса 1,2-й ступени; АО-анионообменные фильтры; ТО1,2,3-теплообменные аппараты (охладители); СУФ-сорбционные угольные фильтры; БУФВ -баки ультраfiltrированной воды; БВП-баки промывочных вод; ГР1,2-градирни; ФТО-фильтры тонкой очистки; МФ-механические фильтры.

Для поддержания расчетной степени концентрирования солей в оборотной воде производится постоянная продувка оборотной воды в подземные емкости концентрата обратного осмоса. Для восполнения потерь оборотной воды осуществляется ее подпитка свежей речной водой.

При использовании для получения пара речной воды, ее предварительная подготовка значительно упрощается и заключается в грубой и тонкой очистке

Отпадает также необходимость обработки речной воды на анионообменных фильтрах.

Список использованной литературы:

1. ГОСТ Р 55682.12-2013/ЕН 12952-12:2003. Котлы водотрубные и котельно-вспомогательное оборудование. Часть 12. Требования к качеству питательной и котельной воды - М.: Стандартиформ, 2014

УДК 697.3

Н.А.Клюева, Т.В.Федюнина

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Аннотация: В статье рассматривается эффективности крышных котельных по сравнению с централизованным теплоснабжением. Приводятся формулы для расчета стоимости теплоснабжения.

Ключевые слова: крышные котельные, ГВС, теплоснабжение, городские источники теплоснабжения.

За последние несколько лет в Саратовской области наблюдается устойчивый рост количества нового жилья. На декабрь 2019 года выявлено 139 строящихся застройщиками домов, а это 27 428 жилых единиц (квартир, блоков, апартаментов), совокупная площадь которых составляет 1 384 964 м². [1]. Современное строящееся жилье ориентировано на любого покупателя. Он вправе выбрать цену, количество квадратных метров, ремонт, сторону света, на которую выходят окна квартиры и многое другое, все зависит от его желания. Но при выборе квартиры стоит помнить о том, что покупкой ее не заканчиваются траты. Попросту говоря, придется оплачивать каждый месяц коммунальные услуги. Зачастую застройщик предлагает сэкономить на этих счетах посредством отказа от традиционной схемы централизованного теплоснабжения, то есть использовать альтернативные источники теплоснабжения. Одним из таких источников являются крышные котельные.

Дома с крышными котельными получили широкое распространение еще в 90-х. [2]. Крышная котельная это – автономная система для круглогодичного подогрева воды в доме и для сезонного отопления жилого строения [3]. По идее при наличии такого оборудования можно платить на треть меньше, чем, когда

здание подключено к городским источникам тепла. Это связано, прежде всего, с тем, что в центральном теплотрассе уходит огромное количество тепла из-за протяженности и расположения труб, а система крышной котельной располагается сразу внутри дома и ведет напрямую в квартиры, а траты идут в основном на топливо, воду и электроэнергию. Но не стоит забывать, что сама котельная, ее установка и дальнейшее обслуживание тоже требует затрат. Цены котельной на крыше многоэтажного дома начинаются от 5 млн рублей [4]. А так как газовая котельная на крыше многоэтажного дома — общедомовая собственность, то «собственники помещений в многоквартирном доме несут бремя расходов на содержание общего имущества в многоквартирном доме» [5]. Проще говоря, все затраты будут разделены на каждого собственника дома, поэтому говорить с полной уверенностью, что итоговая сумма платежей за ГВС и отопление будет меньше, чем при использовании городских ресурсов не стоит. Опять же все зависит от тарифов на газ и воду в своем регионе, и от вида топлива, на котором работает котельная.

К примеру, возьмем газовую крышную котельную. При производстве тепловой энергии, в этом случае используются газ, электроэнергия, холодная вода. Размер платы (P_i) за отопление за расчетный месяц в i -ой квартире определяется по формуле:

$$P_i = (V_G * T_G + V_{Э} * T_{Э} + V_B * T_B) * S_i / S_{Об},$$

где: V_G — объем газа, использованного за расчетный месяц при производстве коммунальной услуги по отоплению (Гкал);

T_G — тариф на газ в расчетном периоде (руб./Гкал);

$V_{Э}$ — объем электроэнергии, использованной за расчетный месяц при производстве коммунальной услуги по отоплению (кВт.ч);

$T_{Э}$ — тариф на электроэнергию в расчетном периоде (руб./кВт.ч);

V_B — объем холодной воды, использованной за расчетный месяц при производстве коммунальной услуги по отоплению (м³);

T_B — тариф на холодную воду в расчетном периоде (руб./м³);

S_i — площадь квартиры (м²);

$S_{Об}$ — общая площадь всех жилых помещений (квартир) и нежилых помещений в многоквартирном доме (м²) [6].

Если брать расчеты на ГВС и тепловой энергии от городских источников на примере компании ПАО Т Плюс, то получим следующие формулы:

1. Компонент «Холодная вода»: 4 * (стоимость 1 кубометра холодной воды);

2. Компонент «Тепловая энергия»: 4 * (нормативное количество тепловой энергии на подогрев 1 кубометра воды) * (действующий тариф за 1 Гкал.) [7].

Даже если наличие собственной крышной котельной не гарантирует существенное снижение стоимости услуг на ГВС и теплоснабжение, этот факт все равно является большим плюсом. Жильцы сами могут регулировать период отопления и температуру теплоносителя, чтобы создавать комфортные условия для проживания.

Список использованной литературы:

1. Количество и виды строящихся застройщиками жилых домов в Саратовской области. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://erzrf.ru/?region=moskva®ionKey=143443001&costType=1>
2. Котельная, которая живёт на крыше. В свете последних новостей разбираемся в плюсах и минусах поквартирного или централизованного отопления. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ulpressa.ru/2019/01/31/котельная-которая-живёт-на-крыше/>
3. Принцип работы и ввод в эксплуатацию крышных котельных. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zkhinfo.ru/mnogokvartirnyj-dom/kryshnye-kotelnye>
4. Крышная котельная многоэтажного дома. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kotel-modul.ru/saratov/boiler/roof/kryshnaya-kotelnaya-mnogoetazhnogo-doma>
5. "Жилищный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 188-ФЗ (ред. от 06.02.2020), глава 6, статья 39, пункт 1.
6. Отопление, теплоснабжение – оплата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://energovopros.ru/voprosy-i-otvety/teplosnabzhenie/otoplenie-i-teplosnabzhenie/38224/>
7. «Т Плюс» разъясняет механизм формирования начислений за горячее водоснабжение. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://saratov.esplus.ru/news/t-plyus-razyasnyayet-mekhanizm-formirovaniya-nachisleniy-za-goryachee-vodosnabzhenie/>
8. Пчелинцев М.В., Федюнина Т.В. Классификация систем отопления // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы IX Национальной конференции с международным участием. – Саратов. 2019. С.233-236.
9. Наумова О.В., Спиридонова Е.В., Филатова К.А. Энергосберегающие системы отопления. Особенности проектирования. В сборнике: Современные технологии в строительстве, теплоснабжении и энергообеспечении Материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО "Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова", кафедра "Строительство и теплогазоснабжение". 2015. С. 162-164.

УДК 624.91

Б.А. Козлов, А.В. Поваров

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ САРАТОВСКОГО ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Аннотация. Показана актуальность оценки технического состояния производственного здания саратовского полиграфического комбината для разработки мероприятий по его капитальному ремонту.

Ключевые слова: производственное здание, оценка технического состояния здания, визуальный осмотр здания, инструментальный контроль, капитальный ремонт.

Строительство в Саратове пятиэтажного здания полиграфического комбината по выпуску учебников для школ и ВУЗов восточных районов Советского союза было начато весной 1954 года. Местом строительства было выбрано пересечение улиц Чернышевского и Дегтярной, не далеко от берега Волги. Площадь участка составляла 17280 м², площадь застройки - 7027 м²,

площадь озеленения - 2900 м², площадь асфальтированных дорог и тротуаров - 3830 м².

Осенью 1956 года уже работали первые два цеха - наборный и печатный. Полиграфисты торопились, поскольку учебников в школах катастрофически не хватало. Весной 1957 года была создана временная производственная база и организованы цеха: крышечный, переплетно-брошюровочный и ремонтно-монтажный.

В 1994-1995 годах в новом корпусе установлены четыре однокрасочные ролевые офсетные машины Lithoman III (рис. 1). Послепечатное производство было усилено установкой поточных линий фирмы Kolbus, для изготовления книг в жестком переплете. В 2003 году запущена листовая офсетная печатная машина Roland (рис. 2). Для подготовки офсетных форм смонтирован комплекс СТР, он позволил сделать процесс более быстрым, качественным и полностью цифровым.



Рисунок 1 - Производственная линия с однокрасочными машинами Lithoman III



Рисунок 2 - Производственная линия с печатными машинами Roland

Технологическое переоснащение комбината продолжается и в настоящее время. Комбинат оснащен рулонными и листовыми офсетными печатными машинами высокой производительности, поточными линиями по производству книг и брошюр, что позволяет выпускать широкий ассортимент печатной и полиграфической продукции высокого качества.

В процессе длительной эксплуатации под воздействием испытываемых внутренних нагрузок и внешних негативных факторов произошел износ конструктивных элементов здания [1]. Внешний облик здания также не соответствует современным требованиям. Техническое перевооружение, внедрение новых технологических процессов и оборудования, комплексная механизация и автоматизация производства потребовали изменения в соотношении различных участков и отделений. Появилась необходимость в проведении мониторинга и оценки технического состояния конструктивных элементов производственного здания [1].

В ходе мониторинга и оценки технического состояния производственного здания был проведен визуальный осмотр и инструментальный контроль помещений, несущих стен снаружи и внутри помещений, межэтажных перекрытий, лестничных маршей и площадок, оконных проемов и переплетов, а также конструкции кровли; произведена фотофиксация обнаруженных дефектов.

Обследование стен выявило деструкцию кирпичной кладки, местами глубиной до 120 мм, выветривание цементно-песчаного раствора, разрушение штукатурного покрытия, отслоение краски и побелки (рис. 3). Физический износ составил от 21 до 40%. Техническое состояние оценивается как удовлетворительное.



Рисунок 3 - Деструкция кирпичной кладки и разрушение штукатурного покрытия стен

Осмотр потолка и межэтажных перекрытий позволил выявить множественные следы протечек в виде желто-зеленых пятен, местами на междуэтажных перекрытиях обнаружено оголение и коррозия арматуры (рис. 4). Износ составил от 11- до 30%; состояние оценивается как удовлетворительное.

Обследование полов в здании позволило выявить растрескивание, местами провалы и разрушение ксилолитовой стяжки на значительной площади (рис. 5). Физический износ составил от 21 до 40%; техническое состояние - удовлетворительное.



Рисунок 4 - Дефекты потолков



Рисунок 5 - Разрушение стяжки пола

Осмотр оконных проемов и переплетов показал отсутствие лакокрасочного покрытия, разрушение оконных рам, частичное отсутствие остекления, отсутствие или разрушение оконных (рис. 6). Износ составил от 41 до 60%; состояние - неудовлетворительное.

При осмотре конструкции кровли здания обнаружены следы замачивания стропил и стоек, гниль и плесень в мауэрлате и концах стропильных ног. В кровле видны просветы, множественные протечки, ржавчина кровельного

железа (рис. 7) [2]. Физический износ составил 21-40 %; состояние - удовлетворительное.



Рисунок 6 - Разрушение оконных рам



Рисунок 7 - Состояние кровли здания

Таким образом, во избежание дальнейшего опасного развития выявленных дефектов и повреждений, а также для предотвращения частичной или полной потери несущей способности несущих строительных конструкций необходимо разработать план мероприятий по проведению капитального ремонта производственного здания полиграфического комбината.

Список использованной литературы:

1. Козлов Б.А., Поваров А.В. Оценка технического состояния здания Саратовского полиграфического комбината // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы IX Национальной конференции с международным участием. Под ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2019. С. 142-145.

2. Коробкина К.Н., Поваров А.В. Исследование состояния деревянных конструкций зданий с помощью современного оборудования // Инновационные технологии в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении: Материалы V Международной научно-практической конференции. Под ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2017. С. 92-95.

УДК 697.9

Д.Е. Кондрина, С.С. Орлова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ ГОСТИНИЦ

Аннотация. В данной статье рассмотрены правила проектирования вентиляции в гостинице, разобраны требования, которым должна соответствовать вентиляция.

Ключевые слова: гостиница, система вентиляции, воздухообмен, воздух, фанкойлы

Качественное оборудование для вентиляции и кондиционирования воздуха в помещении особенно важно для гостиниц, которые характеризуются

множеством функций. Главным среди них является создание индивидуальных, наиболее комфортных условий для каждого гостя, обеспечение параметров высокого качества воздушной среды и т.д., устройства обеспечения гостиниц необходимым объемом воздушного потока зависит от многих показателей, в том числе от размеров здания, количества комнат, технических помещений, максимального потока посетителей.

Плохо оборудованная система вентиляции в гостинице или ее полное отсутствие способствует появлению ощущения заторов, снижению уровня влажности воздуха и созданию неудобной атмосферы в номерах и других номерах гостиницы. Могут быть неприятные запахи, которые не исчезают полностью, даже после тщательного проветривания.

В зависимости от размера здания, уровня комфорта и обслуживания, выраженного количеством звезд, устанавливается различное оборудование для подачи, отвода воздушных масс, охлаждения, нагрева, очистки воздушного потока [1, с. 8]:

- приточно-вытяжная, с подачей воздушных масс естественным либо механическим способом;
- кондиционирования – от сплит-устройств до мультizonальных установок;
- энергосберегающие технологии (рекуперация тепла, фрикулинг для крупных установок).

Одна из популярных схем вентиляции гостиниц – это центральная система чиллер-фанкойл. Благодаря тому, что данная система является центральной, нет необходимости во множестве местных кондиционеров, развешанных по всему фасаду здания. Фанкойлы предлагают индивидуальный кондиционер в каждой комнате, все сделано с осторожностью и без ущерба для дизайна [2, с. 291].



Рисунок 1 - Схема вентиляции в гостинице

Фанкойлы бывают двухтрубными и четырёхтрубными. Разница заключается в том, что двухтрубная система работает только на охлаждение, а четырёхтрубная — на охлаждение и нагрев. Установка системы даст больше возможностей для управления климатом в помещениях и упростит

автоматизацию климатической системы, но эта концепция не является обязательной, если можно выполнить правильную конструкцию котельной и подключение к системе охлаждения и отопления.

Вытяжка ванных комнат не может сочетаться с общей вентиляцией, как и вытяжка кухни. В противном случае воздух из этих комнат может проникать в другие. Все выхлопные трубы должны быть втянуты в самую высокую точку здания, чтобы клиенты не чувствовали посторонних запахов [3, с. 188]. Из-за этого лучше всего размещать блоки добычи на крыше здания или на чердаке. Силовые агрегаты, наоборот, лучше размещать в подвале или на первом этаже, где есть отопительные котлы или коллекторы центрального отопления. Это позволит экономить тепловую энергию зимой и, не имея необходимости тянуть ветки с горячей водой на значительные расстояния.

В гостиницах и отелях тепловые завесы должны быть установлены на входных дверях. Это позволит решить сразу несколько проблем. Тепловые завесы обеспечат отсутствие сквозняков в зале и сохранят тепло. На тепловые завесы можно подавать горячую воду от тех же котлов или от центрального отопления. Как правило, в отелях имеется множество помещений различного назначения: бары, кафе, бильярд, бассейн, боулинг и другие. Есть также много служебных помещений, таких как прачечная, кухня, химчистка, везде нужно поддерживать оптимальный температурный уровень, не только охлаждая воздух, но и устраняя избыток тепла.

Система чиллер-фанкойл является одной из перспективных систем вентиляции гостиницы.

Список использованной литературы:

1. СП 60.13330.2012 "СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха"
2. Волков Ю. Ф. Интерьер и оборудование гостиниц и ресторанов. / Серия «Учебники, учебные пособия».- Ростов н/Д: Феникс, 2003.-352с.
3. Кондрина Д.Е., Орлова С.С. Особенности проектирования вентиляции торгового центра // В сборнике: Проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы VIII Национальной конференции с международным участием. Под редакцией Ф.К. Абдразакова. 2018. С. 187-189.

УДК 628.826

А.В. Кошелев¹, О.В. Атаманова², Е.И. Тихомирова²

¹НИИ Органической химии и технологии, г. Москва, Россия

²Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия

РЕКОНСТРУКЦИЯ СТИХИЙНОЙ МУСОРНОЙ СВАЛКИ В ПОЛИГОН ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Аннотация: Обоснована актуальность ликвидации несанкционированных свалок твердых коммунальных отходов (ТКО). Предложен новый способ реконструкции стихийной свалки в полигон ТКО.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, стихийная свалка, полигон ТКО, кольцевой дренаж, водонепроницаемость грунта.

В настоящее время проблема утилизации и обезвреживания ТКО является одной из наиболее актуальных мировых проблем в области охраны окружающей среды [1]. К сожалению люди не всегда задумываются, что ТКО, выброшенные в неполюженном месте, являются не только источником неприятного запаха, но и пищей для большинства переносчиков заразы, т.н. ловушками для животных [2]. Проблема утилизации бытовых отходов может быть решена при наличии постоянного контроля над правильностью выполнения процедуры захоронения ТКО и размещения полигонов ТКО [3]. Скопление коммунальных отходов в отдельных пунктах и несанкционированных свалках представляет серьезную проблему для экологии. Однако как ликвидировать существующие несанкционированные свалки, стихийно и постоянно возникающие практически во всех населенных пунктах Российской Федерации? Часто такие стихийные свалки разрастаются до огромных размеров, что делает затруднительным вывоз мусора с их территории на полигоны ТКО. Поэтому ликвидация существующих несанкционированных свалок ТКО и их реконструкция в полигоны с последующей рекультивацией территории является важной государственной задачей.

Для повышения безопасности складирования ТБО и снижения их негативного влияния на окружающую среду необходима реконструкция уже существующих стихийных свалок и перевод их в разряд полигонов ТБО, включающих систему сбора и отвода загрязненных фильтрационных стоков, систему промывки тела полигона дезинфицирующими растворами, а также защиту основания полигона от проникновения загрязнений ТБО вместе с грунтовыми водами (например, верховодкой весной, при таянии снега).

Учеными кафедры экологии Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. совместно с учеными научно-исследовательского института «Проблемы экологии» (г. Москва) предложены способ реконструкции стихийной свалки в полигон ТКО, не предусматривающий вывоз мусора за пределы свалки [3]. Было предложено по периметру спланированного свалочного тела выполнить кольцевой дренаж открытого типа с гидроизоляцией дна, внешнего склона и нижней части внутреннего склона дренажной траншей, которая в точке с самой нижней своей отметкой дна сообщается с водосборным колодецем (рис.1). Водосборный колодець, в свою очередь, соединяется с накопительной емкостью станции водоочистки. В случае если коэффициент фильтрации естественного грунта основания полигона выше 10^{-8} м/сут, то основание искусственно делают менее водопроницаемым. Для этого во внутренних стенках дренажных траншей пробуривают горизонтальные скважины длиной 0,5 L (L – линейный размер полигона), в которые нагнетают цементный раствор (соотношение массы цемента и воды может изменяться от 0,1 до 2), что обеспечивает водонепроницаемость грунта основания. Выполненную насыпь из отходов уплотняют, армируют системой перфорированных трубопроводов из пластика,

устойчивого к перепадам температуры и химически агрессивной среде, гидроизолируют и укрывают наружным слоем из насыпного грунта.

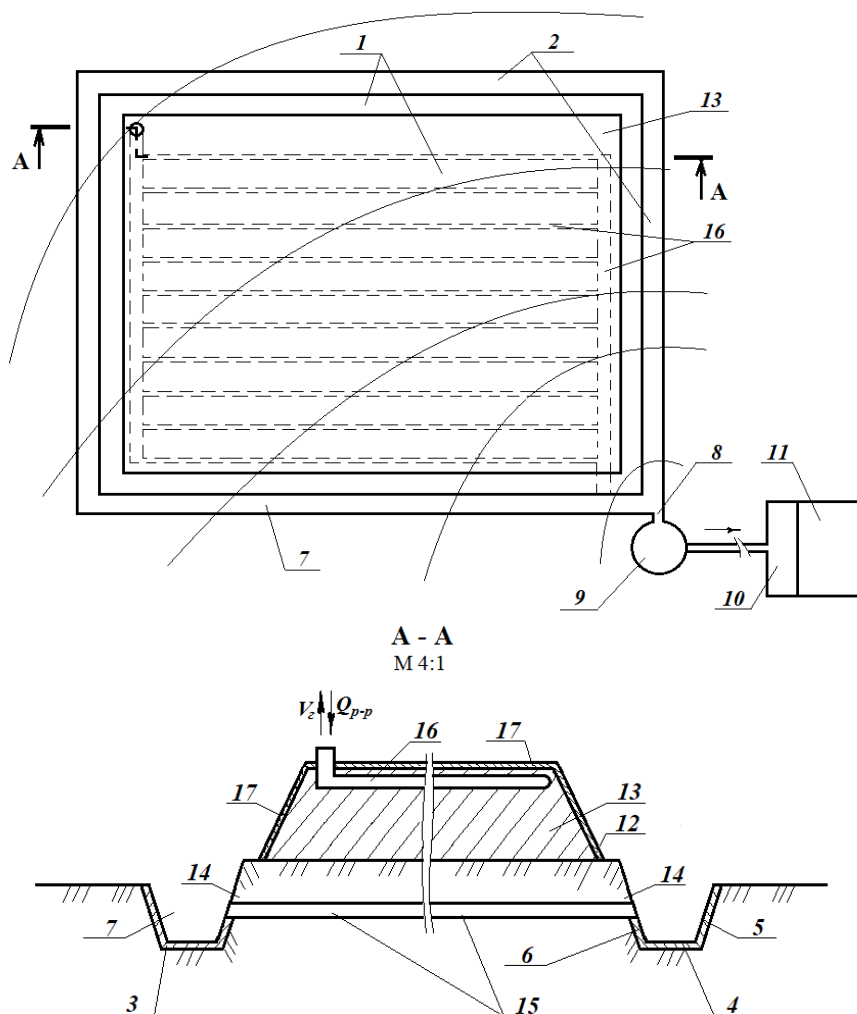


Рисунок 1 - Конструкция полигона ТКО, реконструированного из несанкционированной свалки: 1 – свалочное тело; 2 – кольцевой дренаж открытого типа; 3 – гидроизоляция; 4 – дно дренажной траншеи; 5 – внешний склон дренажной траншеи; 6 – нижняя часть внутреннего склона дренажной траншеи; 7 – дренажная траншея; 8 – место соединения дренажной траншеи с водосборным колодцем; 9 – водосборный колодец; 10 – накопительная емкость; 11 – станция водоочистки; 12 – основание полигона; 13 – строение полигона; 14 – верхняя часть внутренней стенки дренажной траншеи; 15 – горизонтальная скважина; 16 – перфорированный трубопровод; 17 – насыпной грунт

Система перфорированных трубопроводов позволяет обеспечить периодическую подачу в тело полигона специальных дезинфицирующих или промывных растворов, а также сбор и выведение из тела полигона, с последующей утилизацией, образующихся газообразных продуктов.

Использование предложенного способа реконструкции стихийной свалки ТКО и преобразования ее в полигон ТКО позволяет:

- обезвредить свалку неконтролируемых вывозов ТКО путем преобразования ее в инженерное сооружение – полигон ТКО без дополнительного перемещения отходов, что обеспечит дополнительную экономию средств и времени;

- повысить водонепроницаемость основания полигона, защитив его от воздействия загрязненных стоками ТКО грунтовых вод;
- обеспечить промывку дезинфицирующими растворами в теле полигона продуктов разложения ТКО, минимизируя их негативное воздействие на окружающую среду;
- исключить негативное воздействие на окружающую среду газообразных продуктов, образующихся в теле полигона ТКО и выделяющихся периодически из тела полигона в атмосферу.

Список использованной литературы:

1. Мустафин, Д.И. Санация техногенных почв / Д.И. Мустафин, А.В. Кошелев, В.Ф. Головков и др. Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского, 2019. - № 1 (71). - С. 9-14.
2. Патент на изобретение № 2697095 РФ МПК В09В 1/00. Способ реконструкции несанкционированной свалки с преобразованием ее в полигон ТБО / А.В. Кошелев, О.В. Атаманова, Е.И. Тихомирова, В.А. Заматырина. Бюл. № 23, РФ, 2019 от 12.08.2019. 6 с.
3. Кошелев, А.В. Разработка технологии санации почв загрязненных техногенных объектов / А.В. Кошелев, Е.И. Тихомирова, О.В. Атаманова // Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды: сб. тр. междунаучно-техн. конф. – Белгород : БелГТУ им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 252-257.

УДК 347.13

Кручинкин К.В., Федюнина Т.В.

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г.Саратов, Россия

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ НЕДВИЖИМОГО ИМУЩЕСТВА

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы актуальности реализации проектов реконструкции нежилого фонда. Детально рассмотрен механизм принятия управленческого решения комплексного преобразования недвижимости.

Ключевые слова: нежилая недвижимость, управленческое решение, редевелопмент, реконструкция, экономическая эффективность

Развитие объектов нежилой недвижимости в отдельных случаях напрямую связано с сменой их функционального назначения и техническим перевооружением, когда у объекта формируются качественно новые потребительские свойства и параметры, удовлетворяющие потребностям рынка и общества в определенный временной интервал. Такие изменения условно подразделяют:

- 1) изменения, кардинально меняющие функциональное назначение объекта недвижимого имущества (например, промышленное здание реконструируют под административное или торгово-развлекательное);

2) изменения, не меняющие назначения объекта недвижимого имущества (например, модернизация административного здания советской постройки под бизнес-центр, отвечающий современным требованиям).

При этом обобщением этих изменений является условие наращивания экономической эффективности объекта управления посредством принятия грамотного управленческого решения.

Свою очередь видом предпринимательской деятельности, связанным с комплексным преобразованием (развитием) объектов недвижимого имущества, является редевелопмент. Его цель заключается в увеличении стоимости объектов недвижимого имущества с помощью технических и организационных совершенствований, современных маркетинговых исследований, качественных прогнозных оценок будущего спроса на продукцию, конъюнктуры рынка товаров и услуг, и уровней проявления рисков [3].

Процесс принятия управленческих решений по развитию объекта недвижимого имущества – этапность реализации редевелоперского процесса в комплексности и зависимости от эндогенных и экзогенных факторов среды. Представим алгоритм принятия управленческого решения в части развития объекта нежилой недвижимости в виде структурной схемы (рисунок 1) [2,4]:

1) разработка концепции;

2) оценка местоположения и технико-экономическое обоснование проекта – реализация принципа наилучшего и наиболее эффективного использования объекта оценки + оценка инвестиционной привлекательности объекта исследования;

3) предпроектная стадия, в том числе:

3.1) выбор будущего назначения объекта;

3.2) проектирование и оценка проекта;

4) заключение контрактов и выполнение работ:

4.1) заключение контрактов и реконструкция;

4.2) заключение контрактов и модернизация;

4.3) заключение контрактов и реперофилитрование;

5) проведение маркетинга и распоряжение результатами.

Многие специалисты сходятся во мнении, что редевелопмент промышленных зон в центре города является экономически выгодным. Такие объекты недвижимого имущества вполне могут конкурировать с новыми объектами по доходности [1,2,4].

С практических позиций экономический интерес к реконструкции зданий нежилого фонда связан с успешной практикой реконструкции в целом и значительной экономической выгодой.

Расчетами экспертов подтверждено, что стоимость созданной посредством реконструкции новой площади превышает расходы на проектирование, согласование, реализацию строительно-монтажных работ. Также в качестве преимущества реконструкции рассматривают небольшой промежуток времени между инвестиционными вложениями и получаемым эффектом.

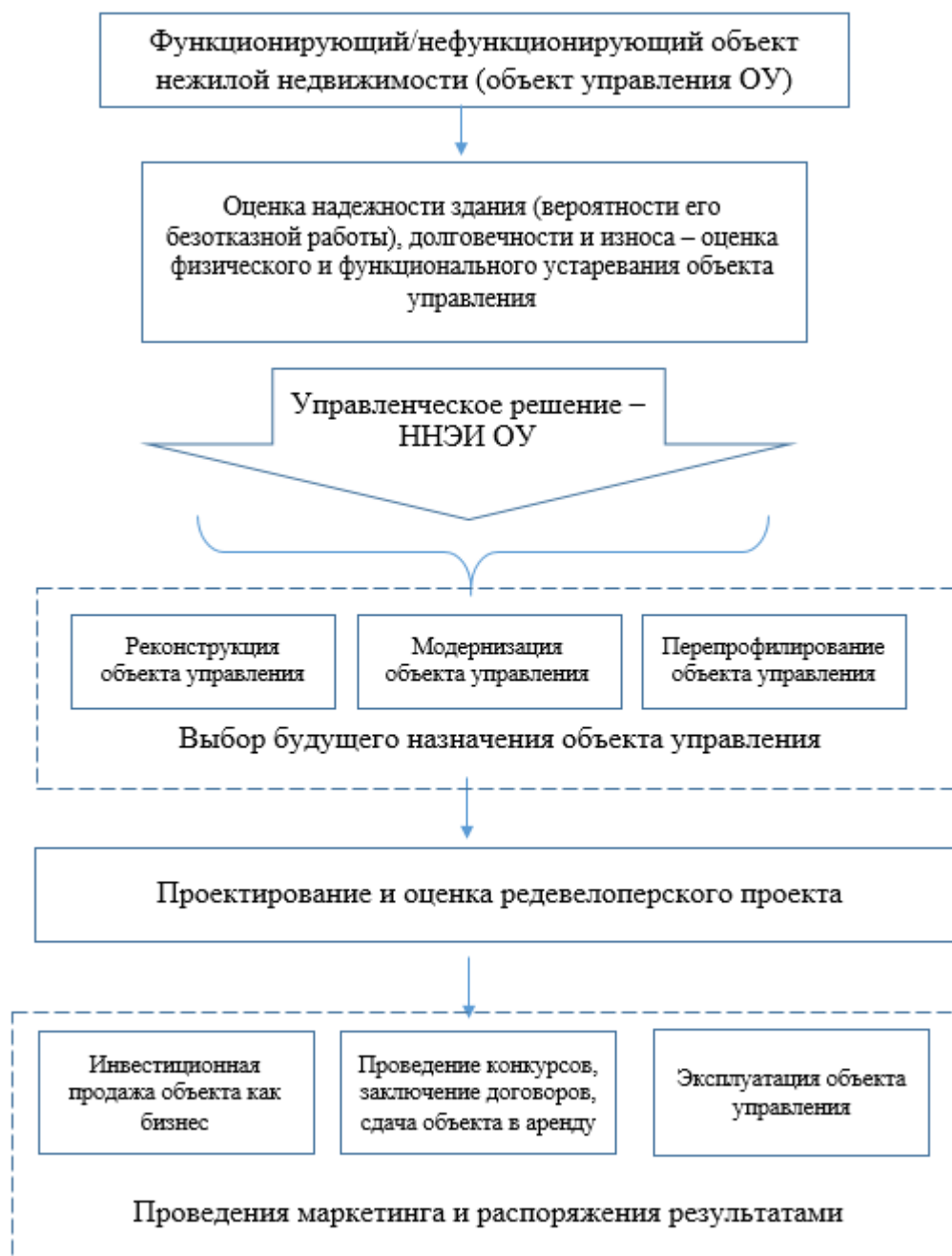


Рисунок 1 – Принятие управленческого решения развития объекта недвижимости

Экономическое и социальное преимущества реконструкции объекта недвижимости нежилого фонда представим в табличной форме (таблица 1).

Проектирование реконструкции здания нежилого фонда рекомендуется начинать после экономического обоснования инвестиционных показателей, экономической эффективности применяемых технологий, процессов и материалов с учетом всего жизненного цикла проекта редевелопмента, в свете критериев эксплуатационной эффективности.

Таблица 1 – Эффективность реконструкции зданий нежилого фонда

Показатели	Эффективность (потребность)	
	Экономическая потребность	Социальная потребность
Объект реконструкции	выступает как источник дохода	выступает как благо
Основные характеристики	полезность, совокупность юридических прав, статус человека	стоимость, цена, совокупность юридических прав, показатели спроса и предложения, средство производства

Вместе с тем показателями эффективности управленческих решений при реконструкции нежилого здания выступают: стоимость реконструкции, стоимость здания после реконструкции, годовые эксплуатационные расходы на содержание объекта управления.

Список использованной литературы:

1. Кручинкин К.В., Федюнина Т.В. Механизмы управления доходностью объектов недвижимой собственности // Бизнес, общество и молодежь: идеи преобразований: материалы VIII Всероссийской студенческой научной конференции. – Саратов: Издательство: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2019. – С.123-126.
2. Ломакина С. А. Развитие сервейинговых услуг в управлении коммерческой недвижимостью: автореферат дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.05 - Москва, 2009. - 27 с.
3. Туфлина О.Э. Развитие объектов нежилого фонда на основе принципов редевелопмента: автореферат дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Туфлина Ольга Эдуардовна; [Место защиты: Гос. ун-т упр.].– Москва, 2009. – 16 с.
4. Шапина Е. С. Проблемы редевелопмента промышленных территорий в Санкт-Петербурге // Молодой ученый. — 2018. — №48. — С. 59-62. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/234/54290/>
5. Абдразаков Ф.К., Федюнина Т.В. Применение системы менеджмента качества в управлении строительной организацией поднимет уровень инвестиционной привлекательности в отрасли // Современные технологии в строительстве, теплоснабжении и энергообеспечении: мат-лы междуна. научно-практ. конф. - 2015. С. 30-35.
6. Чернова И.Ю., Федюнина Т.В. Сущность и особенности девелопмента как основа развития объекта недвижимости // Инновационные технологии в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении: материалы V Международной научно-практической конференции. 2017. С. 237-239.

УДК 693.977

Е.В. Кузнецова, Д.А. Антонова, В.О. Макаренко

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург, Россия

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы выбора эффективных конструктивных решений при проектировании промышленных зданий для грамотной организации строительного процесса.

Ключевые слова: Конструктивные решения, эффективность, сравнительный анализ, фермы «Молодечно», рамы «Канск»

В процессе проектирования и строительства инженерно-технические, организационно-технологические или хозяйственные решения принимаются в условиях альтернативности.

В наше развитое время существует целый ряд разнообразных решений в процессе проектирования. Например, одно и то же здание или сооружение может иметь отличные архитектурные, конструктивно-компоновочные или объемно-планировочные решения, а также, может быть выполнено с использованием разного рода материалов, разных методов производства работ с применением различных средств механизации. Поэтому есть необходимость из большого ассортимента выбрать наиболее выгодное решение.

Подходящий вариант обычно выбирается путем сравнения технико-экономических показателей рассматриваемых вариантов, сопоставлением и анализом, в первую очередь, наиболее эффективного конструктивного решения.

Проработка вопросов технико-экономического обоснования является предметом инвестиционно-строительного инжиниринга. Инвестиционно-строительный инжиниринг – это вид инженерно-консультационных услуги исследовательского, проектно-конструкторского, расчетно-аналитического характера, в т.ч. проведение сравнительного технико-экономического анализа вариантов конструктивных решений.

Экономическая эффективность (общая) определяется сравнением таких показателей как, объем капитальных вложений (удельные капитальные вложения), новая техника, технология производства, научно-технический прогресс. Исследования, связанные с доведением научных и научно-технических знаний до стадии практического использования (опытно-конструкторские, проектно-конструкторские, технологические, поисковые, проектно-поисковые работы), основными формами научно-технической деятельности. Научно-технический прогресс является прочным фактором экономического роста и повышения производительности труда. В то время как экономический эффект стандартизации является частью экономического эффекта научно-технического прогресса в целом.

Для проведения расчетов необходимо знать основные расценки на материалы и их наличие в районе строительства, знать технологию производства работ, определить сроки возведения и определиться с приоритетом этих основных показателей.

Расход основного материала зависит от вида конструктивного решения, габаритных размеров, нагрузок, расчетных сопротивлений стали, форм сечений профилей и др. Вопрос по снижению массы металла является самым распространенным с целью оптимизации конструкций.

Трудоемкость изготовления одной и той же конструкции может существенно отличаться в зависимости от оснащенности завода-изготовителя и от качества КМД, выполненных с учетом всех требований продуманности с позиций конкретного завода и конкретной монтажной организации, а также от величины партии.

Технологичность конструкции дает возможность увеличить не только прибыль завода изготовителя, но и монтажной организации. Но при этом стоит учитывать, что при сравнении вариантов конструкций равной массы требуются дополнительные аналитические расчеты технологичности монтажа.

Рамные конструкции, используемые в нашей стране, идентичны рамным конструкциям, выпускаемым европейскими заводами металлоконструкций. Данное сходство объясняется тем, что первые советские разработки основывались на зарубежных образцах и специализированных технологических линиях.

В настоящее время самыми распространенными являются рамы из замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения типа «Молодечно» (1977 г.) разработанные институтом Ленпроектстальконструкция для Молодечненского ЗЛМК, выпускаются на 50% заводов ЛМК; а так же рамные конструкции типа «Канск»(1982 г.), разработанные ЦНИИПСК им.Мельникова в 1982 году, выпускаются на 70% заводов ЛМК.[3]

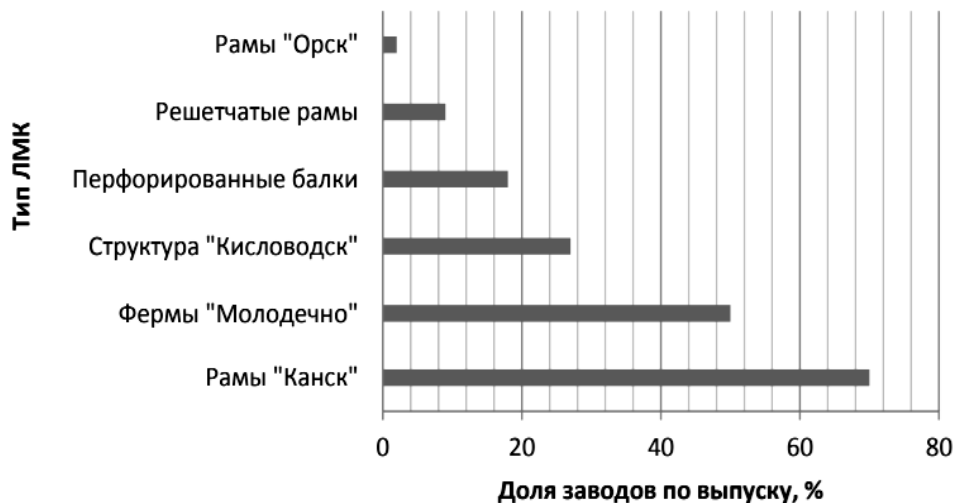


Рисунок 1 – Выпуск легких металлических конструкций

Поэтому нами были рассмотрены две наиболее популярные схемы из ЛМК однопролетного здания размером 24х60 м. с шагом несущих конструкций 6 м. и высотой до низа несущих конструкций: плюс 10,800 м. Район строительства – г.Оренбург.

Таблица 1 – Данные для сравнения

Молодечно		Канск			
Элементы	Масса элемента, кг	Кол-во	Элементы	Масса элемента, кг	Кол-во
Колонны К1	1287,56	2 шт	Колонна К1	1848,94	2 шт
Ферма стропильная ФС1	734,19	2 шт	Балка Б1	711,32	2 шт
			Балка Б2	1341,06	1 шт
	Общая масса	4 216,52 кг		Общая масса	6655,43 кг
Изготовление фермы	Пошагово перечислить		Изготовление фермы		
1 Сборку ферм производят на ровной площадке. 2 Перед сборкой нарезают заготовки, зачищают от ржавчины, сошлифовывают заусенцы на срезах. 3 Элементы фермы скрепляют струбцинами, проверяют размеры, углы, плоскостность. 4 Сваривают конструкцию. 5 Затем сошлифовывают валик на шве. 6 Окраска			1 Из пластин -14x280x6000 и -6x900x6000 сваривается двутавр 2 К балке привариваются торцевые диафрагмы с каждой из сторон 3 Все места соединения необходимо очистить перед покрытием их краской		
Монтаж конструкции			Монтаж конструкции		
1 Установить кран на стоянку 2 Доставить на грузовом автомобиле части ферм в места складирования и укрупнительной сборки 3 Изготовление и установка средств подмащивания и такелажную оснастку 4 Сборка фермы 5 Поднять ферму краном на 100 мм и убедиться в правильности распределения нагрузки 6 Подать ферму в проектное положение 7 Закрепить фермы болтами и растропить 8 Аналогично смонтировать остальные фермы			1 Установить кран на стоянку 2 Доставить на грузовом автомобиле части рамы в места складирования и укрупнительной сборки 3 Изготовление и установка средств подмащивания и такелажную оснастку 4 На строительную площадку доставляют 5 отправочных элементов (две колонны К1, две балки Б1 и балку Б2) 5 Три части балки собираются в одну на высокопрочных болтовых соединениях 6 В горизонтальном положении (на земле) к балке присоединяются колонны и закрепляются на болтовых соединениях 7 Тщательная выверка всех контрольных размеров 8 С помощью крана раму устанавливают в проектное положение 3 и расчаливают двумя парами расчалок 4 из стального каната. Расчалки крепят к накладным якорям		

Сравнительный анализ производился по нескольким технико-экономическим показателям: удельный показатель веса, определенный как отношение удельного расхода стали к расчетной нагрузке на покрытие $k=g/q$, ед.; трудоемкость изготовления; трудоемкость монтажа; затраты на транспортировку, выраженные через коэффициент загрузки транспортного средства $G_{гр}/Q$ (где $G_{гр}$ – вес груза, Q – грузоподъемность машины).[2]

Таблица 2 – Данные сравнительного анализа

Характеристика	Молодечно	Канск
Удельный показатель веса $k=g/q$	0,09	0,2
Трудоемкость изготовления чел. час/м.кв.	0,43	0,57
Трудоемкость монтажа чел. час.м.	0,507	1,2
Затраты на транспортировку $G_{гр}/Q$	0,1	1

По результатам экономического расчета конструкции «Канск» в сравнении с каркасом типа «Молодечно» легче на 35%; технологичнее на 39%, но уступает по транспортабельности на 90%.

Стоит учесть, что существенными преимуществами конструкций покрытия «Молодечно» с шагом ферм 6 м. – отсутствие подстропильной конструкции, которое значительно сокращает общее количество элементов, уменьшается трудоемкость изготовления и монтажа. Применение в сечение ферм гнутосварного профиля позволяет снизить затраты на изготовление конструкций, а также трудоемкость (по сравнению с традиционными фермами из парных уголков трудоемкость изготовления ферм типа «Молодечно» в 1,52 раза ниже).[3]

Сравнительный анализ показал, что по эксплуатационным характеристикам конструкции не имеют существенных различий, но по удельному весу, трудоемкости изготовления и монтажа самой эффективной является конструкция типа «Молодечно», за счет высокой технологичности(минимум вспомогательных деталей, простота реза, унификация стержней) и простоты монтажа; наиболее транспортабельными являются конструкции системы Канск.

Проведенный анализ показывает, что реализация, которая не только должна содействовать ускорению развития начальных, наиболее трудных стадий становления новых направлений научно-технического, но и обеспечит выполнение этой задачи с наименьшей затратой средств. Примером необходимости технико-экономического исследования может служить экономическая выгода, полученная в результате анализа конструктивных решений системы «Канск» и «Молодечно».

Список использованной литературы:

1. Сахновский, М. М. Технологичность строительных сварных стальных конструкций / М. М. Сахновский. – Киев: Будівельник, 1980. – 206-213 с
2. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 2. Стальные конструкции зданий и сооружений. (Справочник проектировщика) / Под общ. ред. В.В. Кузнецова (ЦНИИпроектстальконструкция им. Н.П. Мельникова) – М.: изд-во АСВ, 1998. - 512 с
3. Большепролетные покрытия. Анализ и оценка: Учебное пособие / Н. Н. Никонов. – М.: изд-во АСВ, 2000. – 400 с
4. Серия 1.460.3-14. Стальные конструкции покрытий производственных зданий пролетами 18, 24 и 30 м с применением замкнутых 196 гнутосварных профилей прямоугольного сечения типа «Молодечно» / ГПИ «Ленпроектстальконструкция». – 136 с.

5.Серия 1.420.3-15 стальные конструкции каркасов типа «Канск» одноэтажных производственных зданий с применением Несущих Рам из прокатных широкополочных и сварочных тонкостенных двутавровых балок. Выпуск 1. Конструкции каркасов зданий пролетами 18 и 24 м, возводимых в районах с расчетными температурами минус 65 градусов Цельсия и выше. Чертежи КМ. / ЦНИИПроектлегконструкция. – 62 с.

УДК: 504.054

А.М. Латыпова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА НА ТЕРРИТОРИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Организация поверхностного стока является неотъемлемой частью градостроительного обустройства территории и требует индивидуального подхода к планировке. На современном этапе развития территории населенные пункты не обладают необходимыми водоочистными сооружениями для поверхностных стоков. Данная проблема актуальна для городов Саратовской области и всей России и требует принятия соответствующих мер по ее устранению.

Ключевые слова: поверхностный сток, сточные воды, ливневые канализации, загрязнение сточными водами.

Поверхностный сток всех территорий образуется дождями, ливнями и талыми водами при таянии снежного покрова, который стекает по склонам в пониженные места, направляясь к главному тальвегу бассейна, имеющий выход в более значительные по размерам тальвеги, ручьи и реки.

Актуальность данной темы состоит в том, что большинство населенных пунктов, преимущественно сельских, и различных промышленных предприятий Российской Федерации не имеет должного обустройства территории и инженерной планировки поверхностного стока, вследствие которого происходит загрязнение поверхностных вод.

Данная тема будет рассматриваться на примере населенных пунктов Саратовской области, расположенных вблизи водоемов: город Пугачев, находящийся на правом берегу реки Большой Иргиз и город Саратов, расположенный на правом берегу реки Волга, которая представляет в регионе главный тальвег.

Главная река Саратовской области имеет множество притоков, однако все они являются довольно грязными. Об этом свидетельствует годовой отчет о состоянии окружающей среды, проведенный Министерством природных ресурсов и экологии региона, где приведена информация, что ни одна река Саратовской области не обладает уровнем загрязнения ниже 3 «а» – загрязненная. Рассматриваемая река Большой Иргиз имеет уровень загрязнения 4 «а» класса – грязная [2]. Кроме того, сама Волга по заявлению Федерального Правительства является самой загрязненной рекой России [1].

Однако, несмотря на это, реализация федерального проекта «Оздоровление Волги» национального проекта «Экология» затронула интересы Саратовской области только в связи с реконструкцией очистных сооружений в ЗАТО Светлый, так как Минприроды Российской Федерации принял решение, что сбросы загрязненных вод в реку на территории региона являются несущественными. Это могут опровергнуть ранее опубликованные данные по показателям сброса сточных вод (таблица 1).

Из приведенных данных следует, что на территории Саратовской области лишь незначительное количество поверхностного стока проходит обработку. В сельскохозяйственной отрасли, являющейся лидирующей в регионе, нормативно очищенный сток составляет менее 8%, более 3,2 млн. куб.м не проходит обработку. Такой объем неочищенных сточных вод уже способен оказать огромное влияние на изменение качества водных объектов на территории региона.

Таблица 1 - Показатели сброса сточных вод по отраслям (за 2017 год, в млн. куб.м)

Вид экономической деятельности	Сброшено сточной воды в поверхностные водные объекты	
	Всего	из них нормативно очищенной
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	3,49	0,27
Водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	156,58	137,55
Обеспечение электроэнергией, газом и паром, кондиционирование воздуха	37,52	1,27
Обрабатывающие производства	4,89	3,00
Прочие	1,87	0,28

Решение данной экологической проблемы должно быть комплексным и обязательно включать в себя: строительство очистки стоков ливневой канализации населенных пунктов и строительство очистных сооружений промышленных предприятий.

Планировка и застройка территории должна осуществляться в зависимости от ситуации и расположения населенного пункта. В планировке и застройке городской территории, приведенной в примерах, встречаются две ситуации в формировании поверхностного стока [4, с. 56].

Первый случай характерен для города Пугачев, и он заключается в полностью застроенной водосборной площади бассейна. В этом случае загрязненный поверхностный сток с городской территории не может быть использован для питания открытых водотоков и водоемов. Вместо естественной системы водоотвода устраивается закрытая водосточная сеть (ливневая канализация), обеспечивающая отвод поверхностного стока с городской территории (улиц, проездов, территорий жилых микрорайонов и пр.).

Поверхностный сток из закрытой сети дождевой канализации поступает в береговой коллектор или канал, отводящий его за пределы городской территории, ниже по течению реки в систему технических водоемов - отстойников, из которых осветленный сток сбрасывается в реку.

Однако такие мероприятия по обустройству поверхностного стока на территории Саратовской области проводятся редко. Ливневые канализации в левобережье практически отсутствуют. Это связано с незначительной расчлененностью рельефа и засушливым климатом, хотя в городах, расположенных на берегах рек, их наличие обязательно.

Во втором случае поверхностный сток формируется в пределах большого по площади водосборного бассейна, как в городе Саратов. Низовая часть бассейна застроена, а верховая часть остается в естественных условиях.

Весь сток, сформировавшийся в пределах водосборной площади, пойдет по естественному тальвегу бассейна до границы городской застройки. Далее, через городскую территорию его пропускают по водосточному коллектору до места сброса в проточный водосток.

Но, несмотря на это в правобережье области, в частности городе Саратов, так же отсутствуют планировочная застройка современных типов. Большая часть ливневых канализаций построены в 60-70-е года прошлого века, а, как известно, очистка этого вида стоков в то время не требовалась. Теперь же очистные сооружения обязательно должны быть и здесь [5].

В настоящее время на территории региона преобладают естественные условия сброса поверхностных вод. Они стекают по склонам и пониженным местам в открытые водоемы, затапливая на своем пути бессточные места, образуя болота и заболоченности. Это приводит к эрозии (разрушению) почв, является причиной образования оврагов, повышения горизонта грунтовых вод и пр. В городских условиях поверхностные воды могут затопить пониженные места, подвальные помещения, улицы, нарушить движение по ним, стать причиной снижения несущей способности грунтов [4, с. 58].

Организация стока поверхностных вод осуществляется комплексным решением горизонтальной и вертикальной планировки городских территорий и специальной системы водоотвода на основе генерального плана города, анализа рельефа, геологических и гидрогеологических условий, размещения мест сброса собранных вод и пр.

Затруднения в строительстве сточных сооружений связано с отсутствием именно этих видов инженерных изысканий, актуальной информации и федерального финансирования. Согласно принятому на 2019 г. и плановый период 2020-2021 гг. бюджету, на «сокращение доли загрязненных сточных вод» в течение трех лет предусмотрены субсидии в размере 92,4 миллионов рублей, что составляет минимальную часть нужных средств на строительство очистных сооружений в области [3].

При строительстве населенных пунктов требуется решать множество вопросов [6, с.14]. Одними из главных являются снабжение населенных пунктов доброкачественной водой в достаточном количестве и отвод поверхностных стоков с территории населённых пунктов. Они направлены на

повышения уровня жизни людей, благоустройство населенных мест и на развитие промышленности. [7, с.76]. В тоже время очистка поверхностных вод в Саратовской области находится на низком уровне. Решить данные вопросы возможно с помощью внешнего государственного финансирования областного бюджета и обновления информации для проектирования наиболее выгодных типов сооружений.

Список использованной литературы:

1. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru>, свободный.
2. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Саратовской области [Электронный ресурс]– Режим доступа: http://www.minforest.saratov.gov.ru/?ELEMENT_ID=1077, свободный
3. Официальный сайт Правительства Саратовской области [Электронный ресурс]– Режим доступа: <https://saratov.gov.ru/>, свободный.
4. В.В. Владимиров, Г.Н. Давидянц, О.С. Расторгуев, В.Л.Шафран Инженерная подготовка и благоустройство городских территории // «Архитектура-С», Москва 2004.
5. Д. Болгова. Мутные воды. Что известно об опасных производствах Саратовской области (часть II) [Электронный ресурс]– Режим доступа: <https://nversia.ru/news/mutnye-vody-chto-izvestno-ob-opasnyh-proizvodstvah-sarato>
[vskoy-oblasti-chast-ii/](https://nversia.ru/news/mutnye-vody-chto-izvestno-ob-opasnyh-proizvodstvah-sarato), свободный.
6. Абдразаков , Ф.К. Инженерная защита территорий и сооружений [Текст]/ Ф.К. Абдразаков, О.В. Михеева, Е.Н. Миркина / учебное пособие - Саратов, 2019. – 167 с.
7. Абдразаков, Ф.К. Инженерное обустройство территорий [Текст] / Ф.К. Абдразаков, О.В. Михеева, Е.Н. Миркина, Т.А. Панкова, С.С. Орлова // Учебное пособие - Саратов, 2018. – 188 с.

УДК 338.49

О.М.Лукьянов, Т.В. Федюнина

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г.Саратов, Россия

РОЛЬ СТРОИТЕЛЬСТВА СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ В РАЗВИТИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ Г. САРАТОВ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы девелопмента объектов физической культуры и массового спорта как инструмента модернизации городской среды муниципального образования г.Саратов в целом.

Ключевые слова: объект физической культуры и массового спорта, территориальное развитие муниципального образования, городское пространство, государственно-частное партнерство

В последние годы на территории Российской Федерации проводились крупные международные спортивные турниры, среди которых XXII Олимпийские зимние игры в г.Сочи; Кубок Конфедераций FIFA 2017 года; Чемпионат мира по футболу FIFA 2018 года; зимняя Универсиада-2019 в г. Красноярске, что, безусловно, стимулирует развитие спортивной

инфраструктуры. Кроме того, утверждённая Стратегия развития спортивной индустрии до 2035 года, формирует направленность на создание в РФ современной, конкурентоспособной, устойчивой и структурно сбалансированной индустрии, производящей спортивную продукцию для целевых групп потребителей, с учетом текущих и перспективных социально-экономических условий [4]. По данным Министерство спорта РФ общее количество спортивных сооружений представлено (таблица 1). Уровень обеспеченности населения спортивными сооружениями по итогам 2017 года составил 50 % на основе единовременной пропускной способности объектов спорта [4]. Объем финансирования – 522448358100 руб. Структура собственности спортивных объектов: федеральная собственность – 4%; муниципальная собственность – 77%; собственность субъекта РФ – 12 %; частная собственность – 7%. Соотношение финансирования в рамках общих направлений спортивного сектора РФ показано наглядно (рисунок 1).

Таблица 1 – Общее количество спортивных сооружений в РФ

Наименование спортивного сооружения	Количество
Всего спортивных сооружений	305288
в том числе	1 729
Стадионы с трибунами на 1500 места более	147 472
Плоскостные спортивные сооружения	72669
Спортивные залы	
Крытые спортивные объекты с искусственным	66
- футбольные	46
Велотреки, велодромы	5654
Плавательные бассейны	2914
Лыжные базы	66
Биатлонные комплексы	6619
Сооружения для стрелковых видов спорта	140
Гребные базы и каналы	46718



Рисунок 1 – Соотношение финансирования

Появление новых объектов физической культуры и массового спорта способно изменить облик городского пространства, выступая в качестве катализатора развития территориальной структуры муниципального образования, в том числе г.Саратов. Основными задачами территориального планирования г.Саратов обозначены:

- 1) усиление градообразующих функций центра экономически развитого региона с историческими корнями;
- 2) усиление градообразующих функций возможного крупного инновационного центра, концентрирующего и перераспределяющего многоаспектные (транспортные, финансовые, торговые) потоки.

Таким образом, потенциальное влияние на комплексное развитие территории муниципального образования в области девелопмента спортивных объектов можно определить по социально-экономическим направлениям:

- 1) повышение доступности и качества услуг учреждений физической культуры и спорта;
- 2) привлечение и закрепление на территории молодого населения;
- 3) сокращение заболеваемости населения;
- 4) повышение инвестиционной привлекательности территории г.Саратов;
- 5) изменение факторов стоимости земельных участков, прилегающих территорий под воздействием реализации инвестиционно-строительного проекта.

В то же время, у владельца/инвестора объекта физической культуры и массового спорта могут возникнуть значительные проблемы при отсутствии концепции управления инвестиционным проектом на стадиях строительства и эксплуатации.

В целях совершенствования девелопмента спортивных сооружений можно рассмотреть процедуры применения инструментов государственно-частного партнерства, структурированного на условиях проектного финансирования (концессионные соглашения и иные соглашения о государственно-частном партнерстве).

Эксперты считают, что наилучшим потенциалом для удовлетворения потребности в объектах массового спорта обладают физкультурно-оздоровительные комплексы с плавательными бассейнами. Заметим, что на основании анализа подходов к расчету эффективности эксплуатации спортивных объектов для оценки результата деятельности объектов применяют методику оценки социально-экономической эффективности. В частности, на этой основе сформирована методика оценки эффективности использования спортивных объектов, применяемой Минспортом РФ [3].

Следует добавить, что по отдельным данным новые спортивные объекты окупаются в течении длительного периода времени, что, естественно, не устраивает инвесторов. Решение озвученной проблематики видится в снижении стоимости строительства путем применения новых технологий и современных материалов, увеличение будущих денежных потоков путем апробирования таких направлений коммерческой деятельности, как кафе, рестораны, магазины сувениров и атрибутики, тренажерные залы, аренда футбольных полей [1,5].

Список использованной литературы:

1. Кульков А.А., Давлетшина Л.Я. Девелопмент спортивных объектов: проблемы и пути увеличения экономической эффективности на стадии эксплуатации // Российское предпринимательство. – 2016. – Т. 17. № 21. – С. 2971-2986.
2. Лукьянов О.М., Федюнина Т.В. Проектный анализ инвестиций в строительство объектов недвижимости// Бизнес, общество и молодежь: идеи преобразований: материалы VIII Всероссийской студенческой научной конференции. – Саратов: Издательство: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2019. – С.39-42.
3. Мохов А.И., Латышев Г.В., Любимов К.М., Вараксин П.А., Боровой Е.А. Ресурсы спортивного сооружения для реализации услуг спортивного объекта, определяющей эффективность его эксплуатации // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». 2017 №4. <https://resources.today/PDF/03RRO417.pdf>
4. Правительство Российской Федерации Распоряжение от 3 июня 2019 г. № 1188-р [Электронный ресурс] // Сайт Правительство России. – URL: <http://static.government.ru/media/files/hAdS1Ag79t4b0gc0fxhmA6MZb8VLbYGR.pdf>
5. Федюнина Т.В. Девелоперство как одна из тенденций развития региона // Научные диалоги в эпоху инновационных преобразований общества: материалы Международной научно-практической конференции. 2012. С.124-126.

УДК 697.3

В.В.Миллер, Т.В.Федюнина

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ПЛИНТУСНАЯ СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ

Аннотация: Статья посвящена новой технологии для систем отопления – теплый плинтус.

Ключевые слова: Теплый плинтус, отопление, термоплинтус.

В западных странах существует нестандартная система отопления, которая в недавнем времени появилась и у нас. Название данной системы говорит само за себя — тёплый плинтус.

Плинтусный обогреватель — это нагревательный прибор 140 мм в высоту и 30 мм в толщину, он размещается по периметру комнаты, над полом, вдоль стен. За счет длины секций рассчитывается нужная мощность, теплый плинтус не только обогревает комнату, но и подсушивает влажный низ стен и углов. Для производства этой системы используются самые теплопроводные материалы— медь, алюминий, латунь. Внешний вид термоплинтуса выглядит как короб из алюминия, внутри которого помещен греющий элемент — две медные трубки с вставленными в латунные, алюминиевые или медные пластины.

Существуют 2 вида термоплинтусов: жидкостные и электрические, в жидкостных циркулирует вода или антифриз, диапазон температуры — от 50 до 85 °С, температура задается автоматически или вручную на коллекторе, в электрических используются ТЭНы, они с помощью терморегулятора с датчиком создают нужную температуру в помещении. На заднюю

алюминиевую пластину, которая крепится к стене непосредственно над полом, крепятся нагревательные модули. Снаружи, тоже из алюминия, устанавливается лицевая пластина. От распределительного коллектора подводится теплоноситель. Распределительный коллектор комплектуется отсечными и сливными кранами, автоматическими воздухоотводчиками, счетчиками расхода, манометрами и термометрами, — все это оборудование нужно для регулировки и контроля системы отопления. Воздух в помещении нагревается до 20-24°C, максимальный нагрев поверхности плинтуса — 80°C, безопасный — 40°C. В верхних и нижних частях плинтуса находятся прорези. Холодный воздух, заходя внутрь корпуса через нижние прорези, продвигается вверх вдоль горячих пластин и, нагреваясь, выходит через верхние прорези. В жидкостном теплом плинтусе теплоноситель движется внутри по трубкам, а в электрическом эту функцию выполняет греющий кабель, проложенный аналогично.

Термоплинтус обеспечивает равномерный обогрев помещения по высоте и площади. Плоскость термоплинтуса излучает максимум тепла на уровне ног. Можно утверждать, что термоплинтусы — тоже конвекторы с большой температурой поверхности. Таким образом, от теплых воздушных потоков, исходящих вглубь комнаты непосредственно, так и восходящих вдоль стен, помещение более равномерно прогревается.

Можно также заметить, что восходящие потоки тепла, по мере движения вверх, уменьшаются, и это хорошо. Тепло распространяется в помещении в нижней и средней зонах, в меньшей степени доходя до потолка. Для человека такой микроклимат относится к наиболее комфортному — люди не мерзнут, но дышат при этом свежим и прохладным воздухом.

Согласно закону Коанда восходящий тепловой поток прижимается к стене, при этом он нагревает вертикальную поверхность не смешиваясь с остальным воздухом в комнате. На высоте в полтора метра температура стены несколько выше, чем в комнате, что создаёт определенный комфорт для присутствующих в ней людей.

Разница между теплым полом и термоплинтусом заключается в том, что теплый пол нагревает воздух сразу, а теплый плинтус отдает часть тепла внешней стене.

Нагрев внешней стены по сути является потерей тепла, но это компенсируется сухостью и отсутствием плесени на стенах.

При последовательном подключении водяных радиаторов теплоноситель в них быстро остынет пока обойдет периметр. Таким образом осуществляется параллельное подключение модулей, каждый модуль подключается к коллектору отдельно. Для термоплинтуса требуется циркуляционный насос осуществляющий движение теплоносителя.

Установка электрического теплого плинтуса производится там, где есть возможность подвести электропитание необходимой мощности, или в как дополнительное отопление. Теплый плинтус выравнивает температуру в более холодных угловых и торцевых комнатах. Плинтусный обогрев так же используется - в оранжереях и зимних садах, бассейнах и спортзалах, в зданиях

музеев, концертных залах и т.п. При панорамном строительстве, стены представляют собой сплошное стекло, обычные радиаторы не поставишь. В помещении с высокими потолками обычное отопление проигрывает теплоту плинтусу так как тепло устремлено под потолок оставляя нижнюю зону прохладной.

Подведем итог: теплый плинтус — новая, эстетичная и надёжная разновидность отопительного оборудования, заслуживающая внимания.

Список использованной литературы:

1. Тёплый плинтус: что собой представляют плинтусные радиаторы отопления и как их правильно монтировать [Электронный ресурс]- Режим доступа: <https://sovet-ingenera.com/otoplenie/radiator-obogrev/tyoplyj-plintus.html>

УДК 628.16

А.Р. Муллагалиев, И.Г. Шешегова

Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

ПОДГОТОВКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г.ТЕТЮШИ РТ

Аннотация. В статье представлена технология подготовки подземной воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения г.Тетюши РТ. Разработанная технология водоподготовки включает методы умягчения и обеззараживания. Представлена технологическая схема подготовки подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения города.

Ключевые слова: подземная вода, анализ качества воды, технология водоподготовки, технологическая схема водоподготовки.

Город Тетюши является административным, экономическим и культурным центром Тетюшского района. Район расположен в юго-западной части Республики Татарстан на берегу Куйбышевского водохранилища. Площадь территории города составляет 967,945 га. Население города составляет 12,2 тыс. чел.

В настоящее время основными предприятиями города являются небольшие заводы по переработке сельхозпродукции и по обслуживанию сельского хозяйства района. Промышленное производство в Тетюшах представлено небольшими предприятиями авиационной промышленности (филиал Казанского вертолетного завода), мукомольно-крупяной, комбикормовой, пищевой промышленности, строительной индустрии.

Централизованной системой водоснабжения охвачена вся территория города Тетюши. Источником питьевого водоснабжения г. Тетюши является Бизяевский водозабор, находящийся на балансе ОАО «Тетюши-Водоканал». Водозабор подает воду в закольцованные сети городского водоснабжения. Все насосные станции 1-го подъема и водопроводный узел оборудованы первым

поясом санитарной охраны. Проектная производительность водозабора составляет 3000 м³/сут, а фактический дебет всех скважин составляет 1300 м³/сут. В настоящее время подготовка подземной воды отсутствует.

Показатели качества исходной воды на водозаборе «Бизяевка» и требования к хозяйственно-питьевой воде регламентированных СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения» [1] представлены в таблице.

Таблица – Анализ качества подземных вод

Показатели качества	Ед. изм.	Результаты анализа исходной воды	Требования СанПиН
Мутность	мг/л	0,58	1,5
Цветность	град	5	20
Общая жесткость	мг-экв/л	13,7	до 7,0
Запах	балл	менее 2	2
Привкус	балл	менее 2	2

Согласно физико-химическим показателям, исходная вода не соответствует требованиям питьевой воде по жесткости.

Ввиду того, что качество подземных вод водозабора «Бизяевка» не удовлетворяет требованиям, предусмотрена их подготовка с применением методов умягчения и обеззараживания. Умягчение воды предусмотрено по схеме одноступенчатого Na–катионирования. При умягчении воды данным методом общая жесткость снижается до 0,1 мг-экв/л, что значительно ниже требуемой, поэтому умягчение будет проходить с частичным подмешиванием исходной неумягченной воды. Обеззараживание предусмотрено высокоэффективным комбинированным дезинфектантом (КД) «диоксид хлора и хлор».

Технологическая схема водоподготовки представлена на рисунке. В ее состав входят Na-катионитовые фильтры 5, установка по получению КД «диоксид хлора и хлор» ДХ-100 15, емкости для хранения солевого раствора (баки-хранилища) 13, фильтры осветлительные кварцевые 11, эжектор 10, насосы 2, 4, 8, 9, 12 соединительные трубопроводы и запорно-регулирующая арматура, резервуар исходной воды 3, резервуар умягченной воды 7 и резервуар воды на взрыхление 6.

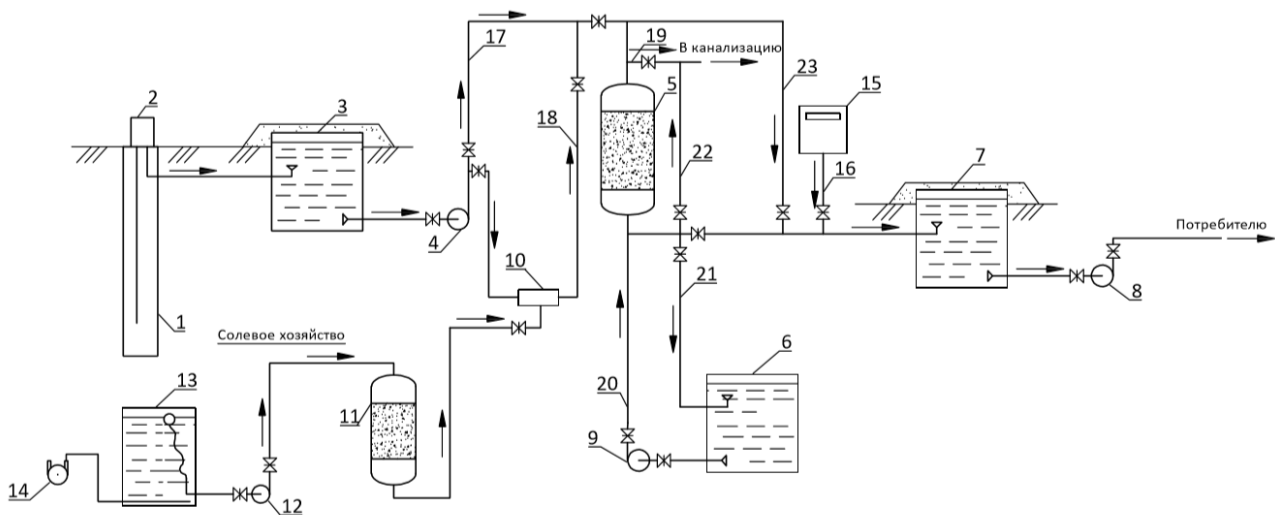


Рисунок - Технологическая схема подготовки подземных вод водозабора «Бизязевка»

Вода из скважины 1 насосом 2 подается в существующий подземный железобетонный резервуар 3, откуда насосами 4 подается на Na-катионитовые фильтры 5 по трубопроводу 17. Для умягчения воды предусмотрен метод одноступенчатого Na-катионирования, по которому жесткость умягченной воды не превышает 0,1 мг-экв/л, поэтому умягчению подвергается 56,62% исходной воды, которая затем смешивается с остальной частью неумягченной воды из трубопровода 23, тем самым приобретая жесткость 6 мг-экв/л. После смешения в воду по трубопроводу 16 подается комбинированный дезинфектант «диоксид хлора и хлор», получаемый на установке ДХ-100 15 [2]. Затем вода под остаточным давлением отводится в резервуар чистой воды 7. Из резервуара 7 вода насосами 8 подается потребителю.

Регенерация Na-катионитовых фильтров осуществляется 8% раствором поваренной соли. Концентрированный раствор забирается из резервуаров (баков-хранилищ) 13 насосами 12, проходит очистку от взвеси в кварцевых фильтрах 11 подается в эжектор 10, где в результате смешения с водой доводится до нужной концентрации и подается на фильтры 5 по трубопроводу 18. Отмывка фильтров 5 после регенерации осуществляется водой из скважины, которая подается насосами 4 из существующего железобетонного резервуара 3 по трубопроводу 17. Взрыхление катионитовой загрузки производится умягченной водой, подаваемой насосами 9 по трубопроводу 20.

Для экономии умягченной воды на взрыхление катионитовой загрузки фильтра предусмотрено использование на эти цели отработанного регенерационного раствора и первой половины расхода отмывочной воды, подаваемой в резервуар 6 по трубопроводу 21. Для сбора отмывочной воды предусмотрен резервуар 6, а для ее подачи на взрыхление катионитной загрузки фильтра насос 9. Вода с взрыхления и 2-ая половина воды после отмывки катионита отводится в канализацию по трубопроводам 19 и 22 соответственно.

Список использованной литературы:

1. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора России, 2002. – 103 с.
2. Автоматическая установка по производству диоксида хлора для обработки питьевых, оборотных и сточных вод / АО «УНИХИМ с ОЗ». [URL:http://www.unichim.ru](http://www.unichim.ru) (дата обращения 17.03.2020).

УДК 621.3.05

К.В. Муравлева, А.В. Ремизов

Научный руководитель И.Н. Попов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

АНАЛИЗ МОДЕЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Аннотация. Приводится анализ национальной технологической инициативы по реализации программы построения энергетики нового технологического уклада. Рассматриваются основные компоненты в построении интеллектуальной энергетики, а также место и перспективы развития распределенной генерации при включении её в сеть Интернет энергии, где производители и потребители энергии, смогут беспрепятственно интегрироваться в общую инфраструктуру и обмениваться энергией.

Ключевые слова: электроэнергия, электроэнергетика, генерация, энергетический рынок, смарт-грид, умная сеть, интеллектуальные аппараты, энергетические сервисы, цифровизация, энерджинет, интернет энергии, распределенная энергетика.

Стремительное увеличение потребления электроэнергии в развивающихся странах служит ключевым катализатором дальнейшего роста мирового энергетического рынка.

Извечная головная боль энергетиков разных стран – дефицит или переизбыток мощности, перебои в поставке электричества из-за устаревших технологий и изношенной инфраструктуры, нехватка инвестиций в развитие, ошибки при эксплуатации и ремонте оборудования, слабая организационная структура, пробелы в системе регулирования, несовершенство природоохранной системы. Решение этих проблем, то есть создание устойчивой и эффективной системы, требует огромных усилий и инвестиций. В современном мире к ним добавились новые вызовы, в первую очередь – массированное внедрение ВИЭ и увеличение нерегулярной выработки в энергобалансе.

Решение, которое поможет избежать или снять эти проблемы, уже существует – это смарт-грид (smart grid – умная энергосеть). Базовый технологический элемент, фундамент «умной» или цифровой сети – интеллектуальная система учета электроэнергии, предназначенная для оперативного формирования достоверного объема услуг, многотарифного учета, мониторинга качества электроэнергии и других функций [1].

Источниками первичной информации в такой сети служат интеллектуальные счетчики и датчики, объединенные в сеть – так называемый Интернет вещей.

Смарт-грид обычно разворачивают по всей энергосистеме, от генерации до сервиса и потребления. Это комбинация передовых ИТ-, коммуникационных и энергетических технологий, таких как измерительная аппаратура, умные инверторы, распределенные хранилища энергии, силовой электроники, элементов АСУ ТП, которые позволяют эффективно управлять отраслью с минимальным воздействием на окружающую среду [1].

Еще один важный элемент «умной сети» – самовосстанавливающиеся технологии, проводящие диагностику и позволяющие изолировать поврежденные участки и узлы системы; они также автоматически восстанавливают работоспособность аварийного элемента, изменяя маршрут передачи электроэнергии и информируя ремонтный персонал.

Все вышперечисленное не является открытием. Цифровизация электросетевой инфраструктуры активно осуществляется в странах ЕС. К 2020 году там ставилась задача заменить не менее 80% счетчиков электроэнергии на интеллектуальные. По оценке Еврокомиссии, использование «умных» счетчиков и сетей позволит сократить ежегодное потребление первичной энергии в ЕС на 9%, а также уменьшить выбросы парниковых газов [2].

Параллельно в России, как и во всем мире, запущен процесс цифровизации экономики и промышленности. Сегодня многие процессы управления российской энергосистемой уже интеллектуализированы: на объектах применяются автоматика, релейная защита, внедрены системы телеуправления и телемеханизации (АСКУЭ, АСУ ТП), энергокомпании считывают информацию с основных элементов оборудования, оснащенных необходимым объемом датчиков, налажен двусторонний обмен информацией.

В марте 2018 года был утвержден паспорт программы «Цифровая трансформация электроэнергетики России», основная цель которой – повышение надежности и эффективности функционирования единой энергосистемы путем внедрения риск-ориентированного управления на базе цифровых технологий.

В рамках Национальной технологической инициативы начата реализация программы Energy Net – долгосрочная программа развития технологий, стандартов и сообществ в сфере построения электроэнергетики нового технологического уклада. Энерджинет – это рынок оборудования, программного обеспечения, инжиниринговых и сервисных услуг для построения интеллектуальной энергетики. Механизм реализации этой программы утвержден Постановлением Правительства РФ [3].

Разработки, ведущиеся под эгидой Energy Net, можно условно поделить на три направления:

1. Надежные и гибкие сети

Комплекс решений, обеспечивающих эффективную и надежную работу распределительной сети, открытой и адаптивной к новым объектам и участникам рынка: цифровые подстанции; распределенные системы автоматизации сетей; универсальные измерительные контроллеры;

интеллектуальные коммутационные аппараты; цифровые измерители электрических величин; программное обеспечение для управления сетями.

2. Распределенная энергетика.

Комплекс решений, обеспечивающих интеграцию в энергосистемы и совместную работу распределенной генерации, накопителей, средств регулирования нагрузки, а также обеспечивающих работу различного типа агрегатов распределенных объектов энергетике, и микросетей.

Локальные источники энергии, предоставляющие мощность на месте, без передачи на значительные расстояния, как правило, базируются на ветроэлектростанциях, фотоэлектрических системах, геотермальных источниках, а также мини- и микро-ГЭС и ТЭС небольшой мощности. Отдельные источники могут функционировать самостоятельно или быть объединены в микросети. Часто такие микросети строят в удаленных местах – в горах, в лесу, в пустыне или сельской местности, то есть там, куда центральные электросети вести дорого и нецелесообразно. Однако, на данном этапе развития распределенной энергетике, именно отсутствие прогрессивных систем управления локальными энергосистемами сдерживает их распространение [4].

3. Потребительские сервисы – новые виды энергетических сервисов в виде сетевых программных приложений.

«Умная» передовая измерительная инфраструктура, включающая коммуникационную сеть и систему дистрибуции (распределения) электроэнергии, обеспечит двустороннюю связь энергокомпании и потребителей. Это техническое решение будет синхронизировано со смарт-грид и позволит потребителю получать данные о потреблении и поставке в режиме реального времени и при желании сокращать счета за электричество (за счет потребления энергии в период низкого спроса).

Реализация этих трех направлений должна послужить переходу энергетике на новый уровень, построенный по принципу интернета энергии (Internet of Energy) – экосистемы производителей и потребителей энергии, которые беспрепятственно интегрируются в общую инфраструктуру и обмениваются энергией.

Потребитель получит возможность выбирать поставщика электроэнергии, в том числе из участников международного энергетического рынка. В перспективе, идея международной торговли электроэнергией, в поддержку которой высказалась Еврокомиссия, должна стать шагом на пути к созданию континентальной сети высокого напряжения, по которой будет возможно передавать энергию, выработанную на основе возобновляемых источников, из одной страны в другую.

Эксперты Минэнерго оценили эффект от программы цифровой трансформации энергетике. По их подсчетам, снижение электроэнергоемкости ВВП может составить порядка 14–15%. Рабочая группа Energy Net считает реалистичным переход энергетике России на новый технологический уровень до 2035 года [5]. В случае перехода можно будет добиться снижения цен на электроэнергию на 30–40% по сравнению с инерционным сценарием развития энергетике.

Список использованной литературы:

1. Smart Grid (Умные Сети) Интеллектуальные сети электроснабжения // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/>.
2. Федеральная служба государственной статистики // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main>
3. Постановление Правительства РФ от 18 апреля 2016 г. № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы».
4. Абдразаков Ф.К., Попов И.Н., Катков Д.С., Верзилин А.А. Система автономного энергоснабжения многопрофильного предприятия // Сельский механизатор. – 2019. – №9. – С.30-31.
5. «Энерджинет» – одна из девяти дорожных карт Национальной технологической инициативы // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energynet.ru/>.

УДК 657.47

О.А. Олатало

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРЯМЫХ ЗАТРАТ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Аннотация. В данной статье проведено исследование проблем и возможностей использования системы прямых затрат. Осуществлен анализ применения системы директ-костинг на современном этапе развития мировой экономики и, в частности, России. Детально рассмотрены четыре направления деятельности строительной организации, при разработке которых необходимо использовать систему прямых затрат.

Ключевые слова: система прямых затрат, директ-костинг, строительная организация, эффективность.

Основной проблемой любой строительной организации является некачественное формирование управленческих решений. С одной стороны, организация тщательно следит за расходами и доходами, но с другой стороны, она практически не прилагает усилий для дальнейшего развития управленческого учета. Это является негативным моментом в деятельности строительной организации и означает снижение основных экономических показателей.

С позиций усиления общемирового экономического кризиса повышение эффективности предприятия выходит на первый план. Эффективное использование дефицитных ресурсов должно включать анализ затрат. Однако систему прямых затрат довольно сложно внедрить, что связано, прежде всего, с особенностями развития российского бухгалтерского учета.

В 21 веке интерес к системе прямых затрат возрастает. Система директ-костинг имеет наибольшую популярность в Германии, Канаде, Японии и США. В целом, её используют приблизительно 60% предприятий в мире, и большая их доля приходится на строительную отрасль [1].

Важным моментом в развитии системы прямых затрат является адаптация бухгалтерского учета к международным стандартам. Ключевой проблемой многих предприятий Российской Федерации является неэффективное использование средств, в частности, при продаже. Основной причиной этого явления является низкая эффективность использования затрат. Другим важным фактором является управление денежными потоками, которые должны быть включены в финансовую политику компании [2].

Целью системы прямых затрат является создание ключевой системы финансов, которая обеспечивала бы качественное управление денежными ресурсами. Грамотная работа с денежными потоками способствует четкому ритму производственного цикла, влияет на увеличение производства. Нарушение негативно сказывается на формировании платежеспособности организации. Грамотное использование системы прямых затрат ускоряет движение капитала. На это влияет ускоренный рабочий цикл и более экономное использование финансовых ресурсов без привлечения заемных источников.

Система прямых затрат используется при разработке четырех направлений деятельности современной строительной организации, а именно:

1. Ассортиментная политика. При планировании производственной программы необходимо учитывать финансовую ценность каждого вида продукта в общем объеме выручки. Затем, на основе существующих данных о переменных затратах, получают надежные показатели рентабельности продукции, которые не искажаются распределением косвенных затрат. Это то, что позволяет идентифицировать продукты, которые имеют большую доходность, и перенаправить производство и маркетинг на эти продукты. Следует также отметить, что ресурсы предприятия практически на 90% ограничены. Система прямых затрат позволяет создать производственную программу, чтобы общая прибыль была максимальной.

2. Ценовая политика. Используя систему Direct Costing, становится возможным быстро реагировать на изменения рыночных условий, более обоснованно устанавливать цены продажи. Большая роль отведена при уменьшении платежеспособного спроса или при выходе на рынок с ранее не существующим видом продукции.

3. Производственная кооперация. В данном направлении деятельности строительной организации система прямых затрат позволяет делать выбор, что покупать или производить, и это именно то, что важно в современной экономике с современными тенденциями повышения степени специализации и развития промышленной кооперации.

4. Капитальные вложения. Только прямые затраты дают возможность принимать обоснованные решения о целесообразности инвестирования в новые основные средства или новые виды продуктов, а также позволяют сделать разумный выбор в пользу одного или другого варианта капитальных вложений.

Таким образом, можно сделать вывод, что прибыльная и качественная работа строительной организации напрямую зависит от организации системы прямых затрат. Для эффективной работы необходимо, чтобы в компании была система аналитики. Следует также отметить, что на современном этапе растет

потребность в менеджерах для работы в штате компании, которые могут эффективно и своевременно анализировать состояние организации.

Список использованной литературы:

1. Олатало О.А., Макарцова Т.Н., Цвиренко С.В. Тенденции экономического развития строительной отрасли: мировой опыт и российские инновации // Kant. 2017. № 4 (25). С. 231-234.
2. Филиппова А.В., Дьякова О.В. Основные проблемы и направления развития производственно - экономического потенциала организации // Молодой исследователь Дона. 2018. № 3 (12). С. 169-174.

УДК 69.728.1

С.С. Орлова, Е.Н. Миркина

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО И МОРАЛЬНОГО ИЗНОСА ЗДАНИЙ

Аннотация. В данной статье рассмотрена суть оценивания физического и морального износа здания. Проведена оценка износа здания детского сада. Сделан вывод о необходимости проведения капитального ремонта здания.

Ключевые слова: здание, физический, моральный износ, конструкции, ремонт.

Физический износ здания и его элементов заключается в потере их первоначальных технических и эксплуатационных качеств под воздействием эксплуатационных нагрузок и климатических воздействий природы. Основными показателями физического износа считаются неисправности строительных элементов. Физический износ оценивается в соответствии с ВСН 53-86 (р) «Правила оценки физического износа жилых зданий». Под утратой технико-эксплуатационных качеств понимается снижение конструкциями и другими элементами зданий их прочностных, жесткостных характеристик, стойкости к разрушению под воздействием окружающих факторов и деятельности людей. В результате снижения этих качеств здание со временем стареет и постепенно разрушается. Кроме того, износ здания и его конструкций также зависит от различных местных условий, соблюдения требований по эксплуатации и техническому обслуживанию здания, его систем технического обслуживания, а также качества и своевременности текущего ремонта как отдельных конструкций, так и здания как целое. Признаки износа выявляются по результатам визуальных или инструментальных обследований.

Величина физического износа представляет собой количественную оценку технического состояния, характеризующую долю ущерба, потерь по сравнению с исходным состоянием эксплуатационных и технических свойств конструкций при их эксплуатации. Ущерб также может быть выражен в снижении первоначальной стоимости конструкций или здания в целом. Благодаря такой оценке технического состояния конструкций становится возможным

сравнивать их, несмотря на различные свойства и особенности.

В случае проведения капитального ремонта физический износ частично ликвидируется, а действительная стоимость здания при этом увеличивается. То есть ремонтироваться должны только сменяемые конструкции, нормальный срок службы которых меньше нормативного срока службы здания, который, в свою очередь определяется нормативными сроками службы основных несменяемых конструкций [1, с. 39]. Несменяемые конструкции по физическому смыслу ремонтироваться не могут, и проводимые в них укрепительные работы носят восстановительный характер. С экономической точки зрения недопустимо относить реставрационные работы к капитальному ремонту. Из-за неоднородности отдельных элементов, их многопрочности, необходимости восстановления зданий в случае повреждения, ремонтные предприятия используют новые строительные материалы и современные технологии для организации работ при капитальном ремонте, частичных и реставрационных работах, при этом уровень надежности увеличивается, долговечность увеличивается, а стоимость увеличивается. При капитальном ремонте зданий в сменяемых конструкциях можно исключить весь физический износ, а в несменяемых конструкциях - только в уменьшении.

Моральный износ зданий заключается в несоответствии их эксплуатационных характеристик современным требованиям. Отклонения от норм можно считать признаками морального износа, подразделяемыми на три группы: конструктивные недостатки, несоответствие конструкции действующим нормативным документам по теплоизоляции, звукоизоляции, гидроизоляции и т.п., отсутствие видов инженерного благоустройства [2, с. 124]. При проведении капитального ремонта или реконструкции здания моральный износ обычно исключается. При оценке морального износа учитываются следующие факторы: состояние интерьеров помещений, архитектурные и художественные решения фасадов здания, этажность, силуэт здания, его композиционное решение с оценкой значимости в его застройке [3, с. 139]. Муниципальные здания подвергаются процессу устранения морального износа только тогда, когда стоимость материальных ресурсов для их устранения намного ниже, чем прибыль, которую муниципалитет может получить после улучшения состояния здания.

Оценка физического и морального износа проведена на примере здания детского сада по ул. Пионерская д.6 в г. Кириши, Ленинградской области. За время эксплуатации (55 лет) здание подвергалось нескольким текущим ремонтам. Архитектурно-планировочное решение объекта: отдельно стоящее, одноэтажное здание, имеет Н-образную форму, без подвальных помещений. Здание кирпичное с несущими продольными стенами, из кирпича марки М 100 на растворе марки М 75 толщиной 640 мм и 670 мм, оштукатуренные; фундаменты – бетонные блоки ФБС; перемычки – сборные железобетонные; перекрытие – пустотные сборные железобетонные плиты толщиной 220 мм; перегородки выполнены из керамического кирпича марки М100 толщиной 65 мм, оштукатурены с двух сторон; окна и двери – деревянные двойные, створчатые; полы – бетонные; крыша – скатная, стропильная, деревянная,

утеплена по перекрытию – керамзитом.

По результатам оценки технического состояния конструкций здания детского сада выявлено, что из всех конструкций наибольший износ получили фундамент, несущие стены и внутренние перегородки, кровля здания. Для каждой конструкции выделены определенные признаки износа, по которым определен процент физического износа. В конструкции цоколя фундаментов выявлено выкрашивание кирпича и раствора с поверхности на глубину до 180 мм; фундамент на момент осмотра находился в увлажненном состоянии. Наружные стены на отдельных участках до верха оконных проемов, а также в карнизной части в местах разрушенных водосточных труб и приемных воронок находятся в состоянии повышенной влажности и наблюдается разрушение штукатурного слоя и выкрашивания кирпичной кладки на глубину до 190 мм; имеется выщелачивание и выветривание раствора из швов кладки на глубину до 2 см, размораживание кирпичей и выпадение из плоскости стен в местах разрушения штукатурного покрытия. В сопряжении продольных и поперечных внутренних стен обнаружены трещины; в отдельных местах видны следы протекания и отслоения штукатурки и ее осыпание. Кирпичная кладка под штукатуркой влажная.

На потолках имеются беспорядочные трещины, выкрашивание штукатурки в стыках плит перекрытия, местами ее отслоение; имеются следы протечек на потолке по причине неудовлетворительного состояния кровли. В стропильной системе кровли имеются участки поврежденные деструктивной гнилью мауэрлатного и лежневого бруса и досок обрешетки.

Оценка физического износа здания детского сада приведена в таблице.

Таблица - Оценка физического износа здания

Конструктивные элементы	Отношение стоимости элемента к стоимости всего здания $S_{уд}, \%$	Износ элемента И, %	Удельный износ Элемента $I_{уд}, \%$
Фундамент	20	40	8
Стены и перегородки	28	35	9,8
Перекрытие	20	15	3
Кровля	4	48	7,92
Полы	3	15	0,45
Проемы	9	10	0,9
Отделка	6	45	2,7
Внутренние санитарно-технические и электротехнические устройства	10	45	4,5
Итого	100		31,27

Общий физический износ здания составил 31,27 %.

$$B_p = B_n - \frac{B_n \cdot I_{общ}}{100}$$

где B_n - срок службы нового здания, равен 125 лет.

$$B_p = 125 - \frac{125 \cdot 31,27}{100} = 85,9 \text{ лет}$$

Вывод: состояние конструкций здания по проценту изношенности считается удовлетворительным, т.е. здание пригодно для выполнения своих функций, но чтобы ситуация не усложнилась, требуется капитальный ремонт; здание детского сада, несмотря на давний год постройки, имеет неординарную конструкцию, фасад отделан насыщенными тонами красок, что радует глаз, присутствие интересных конструктивных элементов в виде арок, крыш флигелей, декоративных ограждений делает вид здания отличительным от других. Отсутствие этажности делает здание приоритетным применительно к его прямой функции. Кроме того, окружение детского сада широкой зеленой зоной делает посещение детского сада приятным.

Список использованной литературы:

1. *Барина А.А., Панкова Т.А.* Обследование технического состояния здания // В сборнике: Проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения Материалы VIII Национальной конференции с международным участием. Под редакцией Ф.К. Абдразакова. 2018. С. 38-40.
2. *Черенкова А.О., Черенкова Е.О.* Физический и моральный износ жилых зданий и методы их определения // В сборнике: научно-практические проблемы и направления их решения в области высоких технологий. Сборник статей Международной научно-практической конференции: в 2 ч.. 2017. С. 124-125.
3. *Орлова С.С., Кузнецов Е.Н.* Достоинства и недостатки современных облицовочных материалов // В сборнике: Наука и современность Международная научно-практическая конференция. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. 2015. С. 138-140.

УДК 699.83

С.С. Орлова, Е.Н. Миркина

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

СРЕДСТВА ПАССИВНОЙ ОГНЕЗАЩИТЫ КОНСТРУКЦИЙ И КОММУНИКАЦИЙ ЗДАНИЙ

Аннотация. В данной статье рассмотрены виды конструктивной и химической пассивной огнезащиты конструкций и инженерной инфраструктуры зданий. Приведены способы и средства огнезащиты. Сделан вывод о необходимости применения пассивных средств огнезащиты здания.

Ключевые слова: здание, конструкции, коммуникации, пассивная огнезащита.

При строительстве любого здания или сооружения необходимо заранее обеспечить его защиту не только от внешних воздействий, но и от возможного пожара. Даже в случаях, когда вероятность пожара очень мала, следует принимать меры пожарной безопасности, чтобы предотвратить последствия пожара, которые могут быть трагическими. Огонь наносит непоправимый

ущерб материальным ресурсам и в то же время представляет большую опасность для жизни людей, поэтому все сооружения, которые создаются в процессе строительства, должны иметь соответствующую защиту от него.

Активная противопожарная защита зданий и их конструкций предполагает использование огнетушителей, систем оповещения, а также других элементов системы пожаротушения. Такая защита не является профилактической, но предназначена для активного тушения существующего пожара или предупреждения о его возникновении. Но использование так называемой пассивной защиты позволит принимать эффективные меры для предотвращения самого пожара. Средства пассивной защиты могут быть: конструктивными и химическими [1, с. 212]. Даже на этапе проектирования и строительства необходимо обеспечить противопожарную защиту, чтобы минимизировать риск возникновения пожара. Для этого могут быть использованы: отделки конструкции здания специальными облицовочными теплоизоляционными материалами [2, с. 139]; установки теплоотражающих экранов; использоваться штукатурные отделки с использованием торкетинга; применение максимально возможного сечения конструкции в случаях, когда это возможно и экономически оправдано. Также бывает, что наряду с конструктивной защитой также используется химическая защита, и это также дает очень положительный результат. Химическая защита заключается в том, что конструкция обрабатывается с использованием химических соединений с высокими противопожарными свойствами. Это говорит о том, что максимальный уровень безопасности конструкций зданий и сооружений обеспечивает комплексная защита от воздействия огня [3, 98].

Большинство конструктивных элементов и инженерной инфраструктуры требуют противопожарной защиты. Кабельные трассы в каждом здании наиболее уязвимы к пожару, так как они несут критическую функциональную нагрузку в BMS (система диспетчеризации здания). Их можно защитить с помощью гибких эндотермических матов, которые обеспечат степень огнестойкости до 30 минут и более (до 4 часов на металлических конструкциях). Этого времени, выигранного у огня, достаточно для полной эвакуации людей из здания, использования первичных активных средств пожаротушения и прибытия пожарных команд. Кабель-каналы, чтобы предотвратить проникновение дыма и токсичных газов закрывают композитными огнестойкими панелями и герметизируют со всех сторон специальной огнеупорной мастикой. То же относится и ко всем трубопроводным коммуникациям, которые являются слабыми местами в здании [4, с. 184]. Полимерные трубы, обычно используемые в системах водоснабжения, отопления и канализации, представляют собой значительную пожарную нагрузку, а при сжигании открывают путь распространению огня. Наиболее эффективным в этом случае является использование специальных вспучивающихся огнестойких материалов. Они увеличиваются в объеме в несколько раз и герметизируют отверстие в проходе трубы, тем самым останавливая развитие пожара. Есть еще один способ, которым распространение огня внутри здания происходит очень быстро - это система

вентиляции. Изоляционные материалы на основе минеральных или керамических волокон, повышающие огнестойкость до трех часов, могут стать эффективным препятствием для распространения огня [5, с. 160].

Современные здания обязательно снабжены системами аварийного резервного питания. Фактически это дизельные генераторы, которые имеют определенную подачу топлива и «подключены» к системе топливных трубопроводов, которые подают топливо к генераторам. Эндотермические маты идеально подходят для защиты топливопровода, предотвращая нагрев горючей жидкости внутри. В помещении с дизельным генератором целесообразно предусмотреть установку активной системы пожаротушения.

Современные здания и сооружения возводятся из стали и бетона. Если бетонные конструкции могут выдерживать высокие температуры, то стальные конструкции очень уязвимы. При нагревании выше 500°C металлы теряют свою структурную целостность, что может привести к разрушению металлических конструкций [6, с. 97]. В связи с этим необходимо надежно изолировать несущие конструкционные элементы здания от «зоны риска», используя современные, долговечные и простые в использовании материалы. Защита несущих колонн и балок может быть осуществлена с использованием эндотермического материала, который будет защищать несущие элементы здания до 4 часов в зависимости от количества слоев огнезащитного материала при сгорании с температурой до 1200°C.

В заключении следует отметить, что пассивная противопожарная защита зданий и сооружений это необходимая и обязательная часть технических решений при их проектировании и возведении.

Список использованной литературы:

1. *Миркина Е.Н., Орлова С.С.* К анализу взрывопожаробезопасности на предприятиях хлебопродуктов // В сборнике: Современное состояние и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения материалы VI Международной научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. 2017. С. 210-213.

2. *Орлова С.С., Кузнецов Е.Н.* Достоинства и недостатки современных облицовочных материалов // В сборнике: Наука и современность Международная научно-практическая конференция. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. 2015. С. 138-140.

3. *Орлова С.С., Панкова Т.А., Затинаяцкий С.В.* Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: учебное пособие для студентов направления подготовки 280705.65 «Пожарная безопасность» и 280700.62 «Техносферная безопасность». – Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2015 – 130 с.

3. *Миркина Е.Н., Федюнина Т.В.* Система пожарной безопасности торговых-развлекательных центров // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения материалы VII очной Международной научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. 2018. С. 182-185.

5. *Миркина Е. Н., Сергеев А. Г.* Современные системы пожаротушения на предприятиях отрасли хлебопродуктов / Роль инноваций в трансформации современной науки: сборник статей Международной научно - практической конференции в 3 ч. Ч.3/ – Уфа: АЭТЕРНА, 2016. – С.158-161.

б. Орлова С. С. Оценка огнестойкости металлической балки перекрытия административного здания // Культурно-историческое наследие строительства: вчера, сегодня, завтра: Материалы международной научно-практической конференции. – Саратов: Буква, 2014. С. 95-98.

УДК 621.577

Р.В. Плотников

Научный руководитель: д.т.н., доцент Рулев А.В.

Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А., Саратов, Россия

АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ ПЕЛЛЕТНОГО БИОТОПЛИВА

Аннотация: В работе проведен анализ современного состояния, развития и возможной стандартизации древесногранульного биотоплива в России, рассмотрены основные преимущества биотоплива на основе древесных гранул и способы изготовления гранул биотоплива.

Ключевые слова: биотопливо, энергоэффективность, анализ, актуальность, древесные гранулы.

В настоящее время при сравнительно быстрой диверсификации экономики и импортозамещении с учетом увеличения количества разнородных потребителей, использующих природные и сжиженные углеводородные газы в качестве первичного энергоносителя в энергетических установках различного назначения и мощности [1-3] или в качестве рабочих агентов в теплонасосной технике [4-6], не стоит забывать, что наряду с газом и нефтью Российская Федерация богата своими лесами. Их заготовка и производство пиломатериала является основным видом промышленного производства некоторых регионов. На этапе заготовки леса, на каждом гектаре рубки остаётся порядка 50 м³ отходов лесопиления, к ним относятся пни, сучья и хвоя. Также порядка 8-10 % отходов остаётся на этапе деревообработки.

Прямое сжигание отходов производства лесопиления имеет следующие недостатки:

- материал должен быть достаточно высушен;
- необходимо наличие больших площадей, а также должного хранения отходов, так как они легко воспламеняются;
- невыгодно транспортировать отходы мелкой фракции, из-за их малого удельного веса.

Есть возможность избежать таких потерь материала и предостеречь опасных ситуаций, если использовать брикеты и древесные гранулы (пеллеты).

Пеллеты, они же древесные гранулы – современный вид биотоплива, экологически чистый по составу, ведь его изготавливают из спрессованных отходов лесопроизводства и любой другой деревоперерабатывающей отрасли.

Древесные гранулы используют в промышленных электростанциях, в основном в Европе, странах Северной Америки и Японии. А также для отопления помещений дачных домов и коттеджей.

К основным преимуществам пеллет относятся:

1. Теплотворная способность пеллет сравнима с углём, она составляет 4,3-4,5 кВт/кг, что в 1,5 раза выше, чем у древесины, например, при сжигании 2 тонн такого биотоплива выделяется такое же количество тепловой энергии, как при сжигании 3,2 тонны древесины, 1000 литров дизельного топлива, 958 м³ газа и 1380 литров мазута.

2. Пепел можно использовать, как удобрение.

3. Гранулы пеллет могут похвастаться высокой насыпной массой, поэтому требуется немного места для складирования. На отопление дома площадью 150 м² потребуется всего лишь 7,5 м³ гранул в год.

Пеллеты обладают следующими параметрами: длина 15-20 мм; диаметр 5-10 мм; плотность 1-1,4 кг/дм³.

Стандартизация.

Отличительной особенностью использования пеллет за рубежом является четкая стандартизация:

в Германии DIN 51731, также гранулы могут быть сертифицированы в соответствии с DIN PLUS; в Австрии ÖNORM M 7135; в Англии — the british bioGen code of practice for biofuel; в Швейцарии - SN 166000; в Швеции - SS 187120.

В отличие от зарубежной практики в Российской Федерации отсутствует нормативно-правовая база на использование органического биотоплива [7].

Основной упор в России делают на немецкий стандарт DIN PLUS, несмотря на стандарт, российские пеллеты могут быть светлыми, серыми, темно-серыми или вообще черными. Черные используют чаще всего как топливные пеллеты, а светлые отлично подходят для животных биотуалетов.

Черные пеллеты являются самыми низкосортными. Они очень дешевы в производстве, так как практически всё можно использовать для их изготовления. Серые пеллеты являются промежуточным результатом между черными и светлыми. Светлые же пеллеты самые высококачественные.

Стандарт DIN 51731 не может быть эталоном качества, так как в нём истирание, а, следовательно, и наличие пыли не регламентируются. Например, австралийский стандарт ÖNORM M 7135 гораздо более ограничен правилами производства и транспортировки. Ввиду этого множество потребителей запрашивают у производителей стандарт DIN PLUS.

Ниже приведены лишь некоторые требования, которые предъявляют к пеллетам для соответствия стандарту ÖNORM M 7135: 5-6 мм в диаметре; 8-30 мм в длину; теплотворная способность должна превышать 18 МДж / кг = 5 кВт • ч / кг = 3,25 кВт / л; насыпная плотность 650 кг / м³; материал должен быть плотностью более 1,12 кг / дм³; содержание воды менее 10%; золы менее 0,5%

При неправильной транспортировке возможно ухудшение качества продукта, во избежание такой ситуации предусмотрен стандарт ÖNORM M

7136, который регулирует перемещение продукта транспортом, а также его хранение в это время.

Также пеллеты могут быть испорчены самим потребителем, поэтому разработан стандарт ÖNORM M 7137, регламентирующий хранение у конечного пользователя. [8,9]

Изготовление гранул.

Пеллеты производят, как на заводах с профессиональным оборудованием, так и в маленьких частных мастерских. Самым главным оборудованием в изготовлении пеллет, является пресс-гранулятор. В нём материал подвергают воздействиям пресса высокого давления, в результате прессовки материал выходит в виде нити через стальную матрицу, при этом не требуется добавление каких-либо связующих веществ. Связывание происходит из-за лигнина, который содержится в древесине. После того, как материал покинул отсек прессования через матрицу, его разрезают специальным устройством, с помощью которого можно задать длину будущих пеллетов (гранул). Диаметр гранул напрямую зависит от диаметра отверстий в матрице. Со временем, когда матрица изношена, диаметр отверстий увеличится и с ним увеличится диаметр пеллет.

В основном на износ матрицы влияет сила продавливания материала. Её можно регулировать, тем самым увеличивая срок службы матрицы. Необходимо найти золотую середину в силе продавливания, ведь если сила будет слишком большой, то матрица быстро выйдет из строя, а если слишком маленькой то гранулы будут не такие плотные, а, следовательно, и качество их будет хуже.

Производство пеллет, чаще всего возникает, как побочное производство, при основном, чтобы перерабатывать отходы, которые могут стать причиной конфликта производства и экологов, тем более такое побочное производство может принести немало прибыли.

Вывод

Гранулирование древесного биоматериала – это способ сэкономить на отходах. При такой экономии можно получить достойный и качественный продукт из мусора, который раньше был не востребован и просто выбрасывался или сжигался, что негативно сказывалось на окружающей среде. Гранулирование на сегодняшний день получило как широкое применение, так и большое разнообразие начальных компонентов. В настоящее время очень распространено производство гранул из различных отходов промышленности, например, деревообрабатывающей, технология производства универсальна, однако отсутствует единая стандартизация и сертификация произведенных древесногранульных биотоплив, что приводит к негативному отношению к ним со стороны потребителей.

Список использованной литературы:

1. Усачев А.П. Метод разработки новых теплоэнергетических установок с максимально возможными показателями на основе системного подхода / А.П. Усачев, А.В. Рулев, А.Л.

Шурайц, и др. // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2008. – Т. 1. – № 2. – С. 187.

2. Рулев А.В. Определение оптимальных геометрических параметров электрического промышленного регазификатора сжиженного углеводородного газа с твердотельным промежуточным теплоносителем из алюминия / Рулев А.В., Усачев А.П., Усачева Т.А. Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газоснабжения. – 2008. – № 1. – С. 123-127.

3. Патент на полезную модель № RU 63486 U1. Испарительное устройство сжиженного углеводородного газа / А.П. Усачев, А.В. Рулев, А.Ю. Фролов, А.А. Феоктистов, Т.А. Усачева. – Опубл. 09.01.2007 г. – 6 с.

4. Shurayts A. Assessing energy efficiency of compression heat pumps in drying processes when zeotropic hydrocarbon mixtures are used as working agents / A. Shurayts, A. Rulev, E. Usacheva // MATEC Web Conf. Volume 73, (2016) 02015 XV International Conference “Topical Problems of Architecture, Civil Engineering, Energy Efficiency and Ecology – 2016”. P. 1-9. <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20167302015>.

5. Патент на изобретение RU 2658414 Способ получения рабочего агента в компрессионном тепловом насосе / Усачев А.П., Рулев А.В., Усачева Е.Ю. – Опубл. 21.06.2018. – 8 с.

6. Usachev A.P. Development of operation principles and calculation methods for compression heat pumps using zeotropic mixtures as working fluids / A.P. Usachev, A.V. Rulev, E.Y. Usacheva, A.L. Shurayts. Journal of Physics: Conference Series – 2018. – С. 012018.

7. Стандарты пеллет в Европе и России <https://andreyoak.ru/glubokaya-derevoobrabotka/pellety/>

8. Европейские стандарты качества пеллет. <https://bio.ukr.bio/ru/articles/9242/> (дата обращения 16.01.2020 г.)

9. Древесные пеллеты: законодательные и практические методы подтверждения качества. <https://pelleta.com.ua/articles-drevesnye-pellety-zakonodatelnye-i-prakticheskie-3.html> (дата обращения 16.01.2020 г.)

УДК 624.05

А.В. Поваров

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ МОНТАЖЕ И ПОДКЛЮЧЕНИИ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОГО ГАЗОВОГО ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА

Аннотация. Представлен метод организации работ по монтажу блочно-модульного газового теплогенератора с котлами наружной установки с учетом особенностей обслуживаемого здания.

Ключевые слова: блочно-модульный газовый теплогенератор, газопровод, монтажные работы, помещение теплогенератора.

Здание поликлиники в р.п. Соколовый Саратовской области нуждается в постоянном потреблении горячей воды и бесперебойном отоплении в зимний период времени, поэтому был рассмотрен вариант установки блочно-модульного газового теплогенератора БМГТ-СЭП-300 для отопления и

горячего водоснабжения поликлиники [1]. Для покрытия суммарной тепловой нагрузки к установке были приняты два котла марки RS-A-150 производительностью 150 кВт каждый. Суммарный часовой расход природного газа составляет 35,83 м³/ч.

Теплогенератор БМГТ-СЭП-300 поставляется на строительную площадку в транспортном бокс-модуле, размеры которого входят в допустимые транспортные габариты, а весовые показатели позволяют использовать при подъеме и разгрузке кран грузоподъемностью 5т. Бокс-модуль размещается на горизонтальной подготовленной строительной площадке с присоединением к внешним сетям.

К теплогенератору подключается газопровод низкого давления. Место врезки - стальной подземный газопровод низкого давления Ду 200 мм, на пересечении ул. Октябрьская и ул. Чкалова. Давление газа в точке подключения в часы максимального газопотребления составляет P=2,7 кПа, давление газа на вводе в теплогенератор составляет P=2,4 кПа. Максимальный расход газа Q=36,0 м³/час. Газопровод от места врезки до газового стояка прокладывается в подземном варианте, далее на опоре и по фасаду здания поликлиники [1, 2].

Для учета количества потребляемого газа предусмотрена установка комплекса СГ-ТК-Д40. Для считывания данных с электронного корректора ТС 220, а также для обработки и анализа данных, предусмотрено применение программного комплекса СОДЕК. В качестве терминального устройства предназначенного для приема данных от корректора, используется переносной компьютер.

Прокладка подземных газопроводов низкого давления осуществляется с помощью полиэтиленовых труб ПЭ 100 ГАЗ SDR 11, с коэффициентом запаса прочности не менее 3.2 [3]. Соединение полиэтиленовых труб между собой выполняется нагретым инструментом в стык. Соединение полиэтиленовых труб со стальными предусматривается неразъемным усиленного типа.

Газооборудование БМГТ включает: термозапорный клапан, электромагнитный клапан системы аварийного отключения газа, арматуру.

Измерительный комплекс устанавливается на фасаде здания в соответствии с руководством по эксплуатации ЛГТИ. Подводящие патрубки к счетчику должны быть жестко закреплены на стене. Накладные гайки счетчика должны иметь места для пломбировки диаметром не менее 2 мм. Измерительный комплекс должен быть защищен от атмосферных осадков.

Котлы отопительные водогрейные марки RS-A-150 крепятся к фундаменту теплогенератора. Они обвязаны технологическими трубопроводами таким образом, чтобы обеспечить максимальное удобство обслуживания. Контур циркуляции включает трубопровод прямой сетевой воды, к которому подключен подающий трубопровод от котлов; трубопровод обратной сетевой воды, на котором установлены грязевик и циркуляционные насосы;

Помещение теплогенератора и все принятые конструкции имеют IV степень огнестойкости. По ППБ-01-93 теплогенератор должен быть оборудован первичными средствами пожаротушения (двумя огнетушителями ОП-5 и

ящиком с песком). Теплогенератор оборудован автоматическими пожарными извещателями типа ИП 212-45 и ручным пожарным электроконтактным извещателем типа ИП 513-10 с выдачей сигнала приемно-контрольный прибор Циркон-3 с последующей его передачей на клапан-отсекатель системы автоматического контроля загазованности [1, 2].

Применение блочно-модульного газового теплогенератора с котлами наружной установки позволит существенно сократить капитальные вложения на производство строительно-монтажных работ и обеспечить здание поликлиники теплом и горячим водоснабжением.

Список использованной литературы:

1. Юферова Н.В., Поваров А.В. Эффективное применение отопительных котлов наружной установки / Актуальные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы VII очной Международной научно-практической конференции / Под. ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2018. С. 341-344.

2. Королева А.Н., Поваров А.В. Преимущества блочно-модульных котельных установок перед стационарными котельными / Проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы VIII Национальной конференции с международным участием / Под ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов: изд. центр «Наука», 2018. С.192-194.

3. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В., Стрельников В.А. Применение высокоэффективных блочно-модульных газовых теплогенераторов с котлами наружной установки / Инновации природообустройства и защиты окружающей среды: Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием. – Саратов: ООО Издательство «КУБиК», 2019. С. 4-9.

УДК 64.069.8

А.В. Поваров, Т.В. Федюнина

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ В АО «САРАТОВГАЗ» С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ПО СОБЛЮДЕНИЮ НОРМАТИВОВ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН

Аннотация. В статье показана необходимость внедрения информационно-управляющей системы технического обслуживания и ремонта сетей газораспределения и газопотребления АО «Саратовгаз» и необходимость соблюдения требований по устройству санитарно-защитных зон.

Ключевые слова: система газоснабжения, сети газораспределения и газопотребления, техническое обслуживание и ремонт, информационно-управляющая система, газопроводы высокого, среднего и низкого давления, санитарно-защитные зоны.

Система газоснабжения комплексно-эксплуатационной службы АО «Саратовгаз» г. Саратова включает в себя большое количество эксплуатируемых объектов: пункты редуцирования газа, участки линейной части газопроводов, газовые колодцы, запорная арматура, компенсаторы и т.д. На данные объекты при вводе их в эксплуатацию формируется первичная исполнительная документация, в результате чего накапливается огромное количество информации, которую периодически необходимо обрабатывать, вносить изменения сроков технического обслуживания, проведения диагностики, технического обследования и осмотров. Возникает необходимость систематизировать эти данные в одно информационное хранилище - базу данных, которая давала бы возможность управлять процессами взаимодействия между объектами газораспределения [1].

Процесс управления техническим обслуживанием и ремонтом (ТОиР) сетей газораспределения и газопотребления считается самым сложным из всех процессов управления в газовом хозяйстве, что обусловлено техническими особенностями, разнообразием и количеством объектов и технологических систем, в которые оно входит, меняющимися условиями эксплуатации (рис. 1).

На сегодняшний день система ТОиР выполняется в соответствии с ГОСТ Р 54983-2012 «Системы газораспределительные», согласно которому на сетях газораспределения проводятся регламентные работы, к которым относятся текущий и капитальный ремонты, а так же техническое обследование и диагностика газопроводов и газового оборудования.

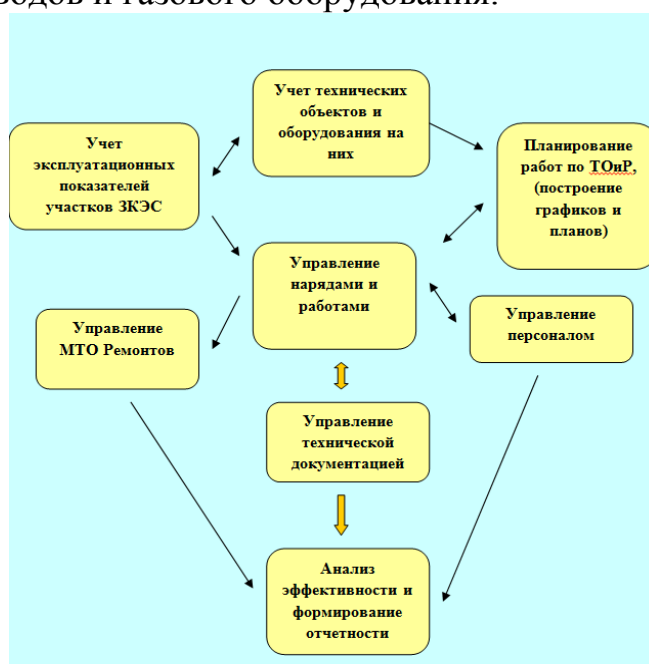


Рисунок 1 – Схема взаимосвязи процессов ТОиР сетей газораспределения и газопотребления

Каждый эксплуатационный участок службы ведет учет технических объектов и оборудования сетей газоснабжения подведомственной территории, который представляет собой массивную базу данных [1, 2]. Учет такого масштаба очень тяжело осуществлять и вести четкое планирование ТОиР, поскольку возникает много неточностей, в частности, дублирование ввода информации.

Технические объекты газовых сетей подлежат обслуживанию и ремонту по причине невозможности их дальнейшей безопасной эксплуатации. Технически это оправданно для некоторых видов технического обслуживания, если элементы системы выходят из строя случайно, вне зависимости от длительности их работы, экономически — когда последствия поломки незначительны, а меры профилактики стоят дороже замены отказавшего узла или устройства. При аварийных работах производят ремонт по мере возникновения дефектов.

Объем ремонтов и время между ними заранее не фиксированы, поскольку определяются по результатам регулярных ревизий, технических осмотров объектов и мониторинга их состояния с помощью автоматизированных средств контроля и диагностики. Такая стратегия позволяет существенно экономить ресурсы, поэтому она считается наиболее прогрессивной для сложных и дорогостоящих в обслуживании технических объектов [2, 3]. Кроме того, ремонтная деятельность проводится в условиях существенной неопределенности данных, поскольку даже при всестороннем мониторинге состояния и износа технических объектов, объем и номенклатура необходимых запасных частей все равно носит вероятностный характер, низка достоверность представления и анализа технических и финансовых показателей эксплуатации технических объектов [2, 3].

Системная и непрерывная работа, необходимая в данной сфере, не ведется по причине отсутствия статистических данных за достаточно длительный период. В итоге данные документы весьма далеки от реальности, что дает исполнителям работ оправдывающие аргументы в случаях перерасхода ресурсов или времени [3].

При изучении существующей системы ТООиР комплексно-эксплуатационной службы на примере АО «Саратовгаз» г. Саратов были выявлены следующие недостатки: отсутствие четкого механизма управления процессами ТООиР; отсутствие оперативного обмена данными между эксплуатируемыми участками; неравномерное материально-техническое обеспечение; отсутствие единой упорядоченной базы данных технических объектов; дублирование ввода информации; сложный документооборот на проведение ТООиР.

Одной из основных задач эксплуатационных участков комплексно-эксплуатационной службы АО «Саратовгаз» г. Саратова является сокращение до минимума числа ремонтов и издержек, возникающих при их выполнении, также необходимо сократить сами работы — как по видам, так и по объему; получить «прозрачность» управления процессами ТООиР, повысить эффективность эксплуатации систем газоснабжения [1, 3]. Таким образом, возникла крайняя необходимость создания и внедрения на предприятии автоматизированной управляющей системы, которая позволила бы устранить данные недостатки и усовершенствовать ТООиР сетей газоснабжения в целом.

Для достижения данной цели в комплексно-эксплуатационной службе АО «Саратовгаз» рассматривается возможность применения информационно-управляющей системы ТООиР (ИУС ТООиР). Информационно-управляющая

система технического обслуживания и ремонта (ИУС ТОиР) может разрабатываться на платформе 1С: Предприятие 8.3 и иметь двухсистемный ландшафт [2, 4]:

первый ландшафт - система разработки и тестирования ИУС ТОиР, которая предназначена для выполнения настройки и разработки функциональных решений бизнес-процесса «Управление ТОиР». В системе проводится тестирование выполненных настроек и разработок ключевыми пользователями и специалистами по функциональной настройке; обучение ключевых пользователей объектов внедрения;

второй ландшафт - промышленная система, предназначенная для работы конечных пользователей объектов внедрения с продуктивными данными бизнес-процесса «Управление ТОиР». Здесь выполняются все функции бизнес-процессов ТОиР, в том числе формирование отчетов и анализ данных для принятия управленческих решений. Пользователи работают в едином информационном пространстве (рис. 2).

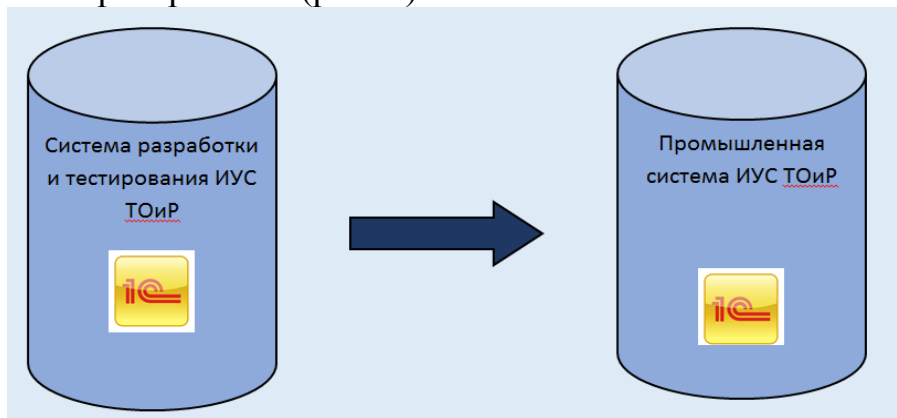


Рисунок 2 – Единое информационное пространство ТОиР

Таким образом, создавая «прозрачное» управление бизнес-процессами, возникающими при ТОиР, можно добиться обеспечения безаварийной работы газового оборудования при минимизации потерь на профилактические осмотры и проведение ремонтов.

Однако не стоит забывать, что не только при эксплуатации газового оборудования, газопроводов, а ещё на стадии проектирования газораспределительных сетей необходимо соблюдение экологической безопасности.

Основу природного газа составляет метан. Его процентное содержание составляет до 88-95%. И малейшая утечка газа при неисправности газового оборудования может привести к экологической проблеме. В связи с этим, в СП 62.13330.2011 прописаны нормативы защитных зон газопровода, благодаря которым все риски сведены к минимуму.

Охранная зона газопровода должна занимать достаточное пространство для безопасности окружающих объектов и быстрого доступа для ремонта в случае аварийной ситуации или текущего ремонта.

На территории охранной зоны недопустимо строительство каких-либо объектов, а также проведение земельных работ. За нарушение правил и границ

зоны охраны несет ответственность согласно КоАП России в зависимости от принесенного ущерба.

Размеры охранных зон зависят от вида газопровода. Так для газопроводов высокого давления 1 категории (давление более 0,6 и до 1,2 МПа) предусмотрен отступ 10 м. в каждую сторону; для 2 категории (напор 0,3-0,6 МПа включительно) охранный зона составляет 7 метров. Соблюдение нормативов влечет за собой проблемы прокладки газопровода в населенных пунктах. Поэтому необходимо рассмотреть возможность прокладки газопровода среднего давления (давление от 0,005 до 0,3 МПа), где санитарно-защитная зона составляет уже 4 метра или газопровода низкого давления – 2 метра.

При выборе типа газопровода учитываются цели, для которых проводится газ. Среднестатистическому пользователю вполне достаточно иметь газопровод среднего или низкого давления.

Не стоит сбрасывать со счета и прокладку других коммуникаций, таких как водопровод, канализация ЛЭП, а также сооружение и дорога. В нормативных документах прописаны необходимые расстояния для их устройства в зависимости от типа газопровода (табл.1)

Таблица 1 – Нормативные расстояния от газопровода до объекта

Объект	Расстояние от газопровода, м			
	Высокое давление, категория 1	Высокое давление, категория 2	Среднее давление	Низкое давление
Дом (до фундамента)	10	7	4	2
Дорога	10	7	4	3
Водопровод	2	1,5	1	1
Канализация	5	2	1,5	1
ЛЭП (1-35 кВ)	5	5	5	5

При этом важно учесть, что при рассмотрении магистрального газопровода, охранный зона в трассах с высоким давлением достигает 50 метров. Это связано с большим диаметром труб, то есть с объемом вещества внутри и скорости его транспортировки.

Следует отметить, что такие расстояния регулируются СП 62.13330.2011 и СНиП 42-01-202, а также нормами по другим системам. Например, по водоснабжению (СП 31.13330.2012), а также регламентируется установлением правил, согласно Постановлению Правительства №878 от 20.11.2000 (газораспределение).

Таким образом, при проектировании сетей газораспределения и газопотребления необходимо обязательное соблюдение размеров санитарно-защитных зон. А при техническом обслуживании и диагностике газопроводов и газового оборудования – проверка доступности к объекту.

Закон о защитной зоне распространяется как на физические лица, так и на юридические, включая Газпром. Любой газопровод должен находиться на достаточном расстоянии от тех или иных объектов, а оборудование – отвечать требованиям стандартов.

Список использованной литературы:

1. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Анализ существующей системы технического обслуживания и ремонта сетей газораспределения и газопотребления / Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы IX Национальной конференции с международным участием / Под ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2019. С. 16-19.
2. Хоришко Т.И., Поваров А.В. Автоматизированные системы управления техническим обслуживанием и ремонтом сетей газораспределения / Проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы VIII Национальной конференции с международным участием / Под ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов: изд. центр «Наука», 2018. С. 328-329.
3. Велиюлин И.И., Городниченко В.И., Шуваев А.С., Велиюлин Э.И., Касьянов А.Н., Захаркин Ф.И. К вопросу об оптимизации вывода участков газопроводов в капитальный ремонт // Территория Нефтегаз. 2018. № 12. С. 82-88.
4. Абукова Л.А., Борисенко Н.Ю., Мартынов В.Г., Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Цифровая модернизация газового комплекса: научные исследования и кадровое обеспечение // Научный журнал Российского газового общества. 2019. № 4. С. 3-12.
5. Власов С.В., Снакин В.В., Демьянов А.Е., Степанов Е.Г., Мелкумян С.А., Ермаков К.В., Предущенко А.В. Линейные объекты ПАО «Газпром»: пути снижения экологического риска // Научный журнал Российского газового общества. 2016. № 1. С. 10-17.

УДК 628.16

Н.С. Покровский, Ж.С. Нуруллин

Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

РЕКОНСТРУКЦИЯ СТАНЦИИ ВОДОПОДГОТОВКИ ГОРОДА МЕНЗЕЛИНСК

Аннотация. В статье проведен анализ работы существующей станции водоподготовки г. Мензелинска Республики Татарстан, выявлены недостатки в ее работе и разработаны рекомендации по повышению их эффективности.

Ключевые слова: поверхностный источник, анализ качества воды, технология водоподготовки, технологическая схема водоподготовки.

Водопроводная очистная станция в г. Мензелинск РТ производительностью 8000 м³/сут питьевой воды по типовому проекту 1978 года - ТП 901-3-109 реализована и предназначена для реагентной очистки воды поверхностных источников мутностью до 2500 мг/л и цветностью до 150°.

Технологическая схема очистной станции включает в себя вихревой смеситель, осветлитель со слоем взвешенного осадка и скорый фильтр с песчаной загрузкой. Из реагентов, для обработки воды используются сернокислый алюминий в качестве коагулянта и гипохлорит натрия для обеззараживания.

В результате обследования очистной станции выявлены недостатки в технологии водоподготовки из-за значительных изменений качественных показателей речной воды поступающей на очистку, а именно:

- мутность исходной воды существенно снизилась по сравнению с периодом проектирования и строительства очистных сооружений и колеблется в пределах от 1 до 20 мг/л (в паводок), при этом средний показатель мутности составляет 1,5 мг/л;

- показатель цветности речной воды находится в пределах от 12 до 170 градусов по платиново-кобальтовой шкале, отмечаются также разовые показатели на порядок и больше превышающие указанные.

Исходя из этого, технологическая схема и состав сооружений водоподготовки не соответствует качественным показателям исходной речной воды.

Кроме этого, замечены недостатки в технологии водоподготовки, а именно:

- отсутствует первичная обработка исходной воды окислителем, что замедляет и снижает эффективность процесса последующей коагуляции примесей, а также обуславливает более интенсивное биообрастание сооружений водоподготовки;

- обработка воды коагулянтom производится на выходе из смесителя, что сокращает время гидролиза коагулянта и ухудшает коагуляцию примесей и как следствие степень очистки воды в осветлителях со слоем взвешенного осадка.

Кроме этого необходимо отметить, что на водоочистой станции отсутствует обработка промывных вод и осадков – после отстаивания сырой осадок без обезвоживания сбрасывается на рельеф вблизи очистных сооружений, что приводит к ухудшению состояния окружающей среды.

Для улучшения технологии очистки и повышения эффективности работы очистной станции предлагаются следующие изменения в схеме очистной станции (см. рисунок).

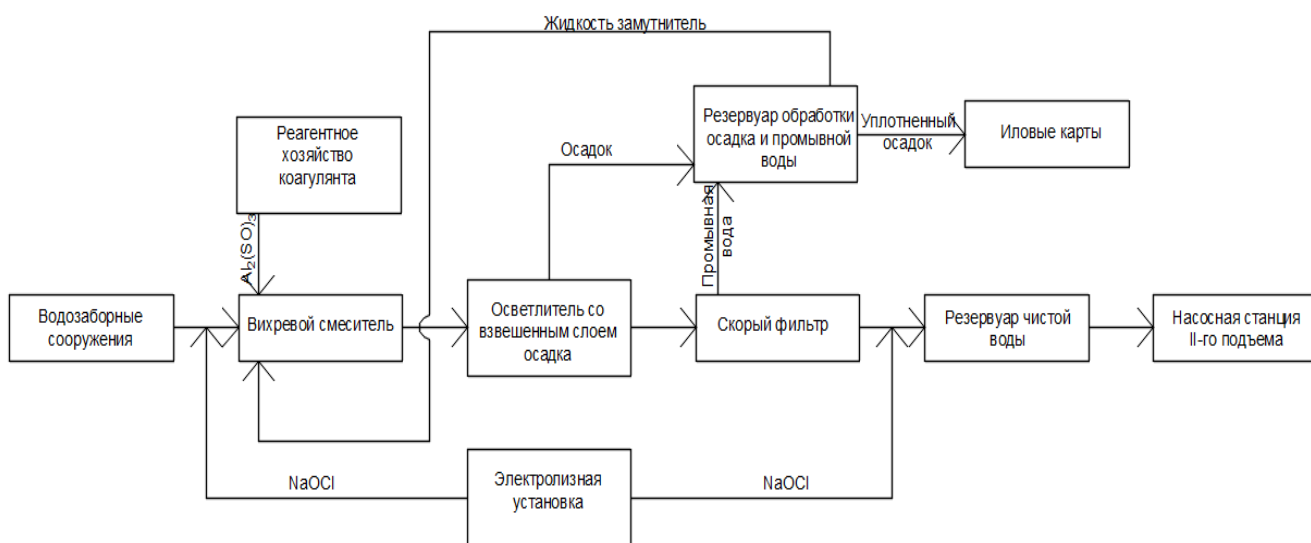


Рисунок – Технологическая схема после реконструкции очистных сооружений

1) Предусматривается предварительная обработка воды окислителем (гипохлоритом натрия) перед коагуляцией, которая позволит снизить ее цветность (на 40-60%) и окисляемость, а это в свою очередь повышает эффективность последующих процессов коагуляции и очистки [4,с.67]. Кроме этого, в результате предварительного хлорирования часть органических соединений переходит в минеральное состояние, что увеличивает содержание взвешенных веществ в воде и улучшает условия последующего формирования слоя взвешенного осадка в осветлителях и повышает эффективность их работы [3,с.15]. Так же предварительное хлорирование улучшает санитарное состояние сооружений очистной станции.

Для создания интервала времени между предварительным хлорированием и введением коагулянта (2-3 минуты), ввиду отсутствия возможности устройства контактной камеры, ввод раствора гипохлорита натрия предусматривается в водоводы на расстоянии 150-200 метров перед очистной станцией.

2) Предлагается провести реконструкцию дренажной системы скорых фильтров путем замены ее на колпачковую (например, колпачки типа ФЭЛ), которая позволит отказаться от поддерживающего гравийного слоя и увеличить высоту фильтрующей загрузки, что увеличит эффективность работы сооружения и снизит содержание остаточных загрязнений.

3) Для обработки осадка, образующегося на станции водоподготовки, предлагается реорганизовать существующий железобетонный резервуар объемом 5000 м³ в емкость накопления и уплотнения осадка. Накопленный осадок предполагается направлять на иловые карты, а отстаивающая жидкость из резервуара направляется в основную схему очистки воды перед смесителем, что увеличит мутность исходной воды и улучшит работу осветлителей со взвешенным слоем осадка и очистной станции в целом.

Список использованной литературы:

1. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84* (с Изменениями N 1, 2, 3, 4)
2. СанПиН 2.1.4.10.74-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002.
3. Журба М.Г. Эффективность работы осветлителей со взвешенным осадком на маломутных цветных водах Северозападного региона / М.Г. Журба, Ж.М. Говорова, М.В. Елюков, А.В. Чекрышев, В.Л. Поповцев // Водоснабжение и канализация, 2012. № 1-2. С. 52-60.
4. Журба М.Г. Очистка природных вод, содержащих антропогенные примеси / Журба М.Г., Говорова Ж.М., Приемышев Ю.Р., Лебедева Е.А. // Практическое пособие. Вологда: ВоГТУ, 1998. 104 с.
5. Технический справочник по обработке воды DEGREMONT (2-е издание) в 2-х томах. СПб.: Новый журнал, 2007. 1696 с.

УДК 664.723

И.Н. Попов, А.А. Верзилин, И.В. Дюсмитова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУШКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОРЕЖИМНОЙ СУШКИ

Аннотация. В работе представлены теоретические основы режимов сушки зерновых культур, которые позволяют определить пути снижения затраты энергии и времени сушки с сохранением качества зерновки.

Ключевые слова: Сушка, тепло, тепловой баланс, режим, сушильный агент, сушильная установка

Наряду с сортовыми особенностями культур и технологией возделывания, особо важным фактором выступает сохранность зерна. Для обеспечения сохранности зерна при длительном хранении одной из самых важных стадий обработки является сушка зерна.

Технологии сушки постоянно совершенствуются: разрабатываются новые способы сушки, создаются сушилки новых конструкций, повышается эффективность использования существующих сушилок. Дальнейший рост эффективности использования сушилок связан с определенными сложностями: сушка является энергоемким процессом и должна выполняться в короткий промежуток времени, пока влажное зерно не начало терять свои товарные и пищевые качества. Качество зерна при искусственной сушке часто ниже, чем при естественной. Для того чтобы гарантировать высокое качество сушки, необходимо не только умелое эксплуатирование и бесперебойность работы зерносушильной техники, но и повышение показателей степени термодинамического совершенства системы, применением правильно подобранных режимов высокоинтенсивной сушки [1].

Основные повреждения зерна в технологическом процессе сушки, вызываются температурным и физиологическим воздействием на зерновку. При тепловой сушке основными являются два типа повреждений: ожоги, возникающие от перегрева зерна и растрескивание, возникающие при слишком высокой скорости сушки.

Для исключения причин возникновения повреждений зерна при сушке предлагается процесс сушки разбить на несколько этапов с различными параметрами сушильного агента и режимами сушки, исключающими условия возникновения перегрева и растрескивания зерновки.

Цель исследования – определить оптимальный режим сушки зерна, характеризующийся зависимостью максимально допустимой температуры сушильного агента в процессе конвективной сушки от текущей влажности зерна, обеспечивающей сохранение целостности зерновки без возникновения

микротрещин на поверхности и способствующий снижению расхода энергоресурсов зерносушильной установкой.

При исследованиях процессов сушки зерна в качестве факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на процесс сушки, принимались температура зерна и расход воздуха через сушильную установку. Эти параметры оказывают наиболее значительное влияние на качество высушиваемого материала, температуру зерна и степень усушки, приводящую к появлению микротрещин на поверхности, а их оптимальное сочетание способно обеспечить качественный и экономичный процесс сушки с максимальным выходом зерна без потери его качества и сохранением его лежкости [2].

Процессы сушки и тепловой обработки на зерноперерабатывающих предприятиях характеризуются значительной энергоемкостью. Для повышения качества сушки в зерносушилке предусмотрена многозонная система нагрева зерна. Она позволяет повысить скорость сушки без ухудшения качества продукта, увеличения нарушений структуры зерна, снижение хлебопекарных свойств муки [3].

Для оценки расхода энергоресурсов проанализируем тепловой баланс двух режимов [3]:

$$q = q_M + q_{пот} + q_G + q_{И} - c_{ж}\theta_1, \quad (1)$$

где q_M - расход теплоты на нагрев материала, кДж/кг; $q_{пот}$ - потери теплоты в окружающую среду, кДж/кг влаги; q_G - потери теплоты с отработанным сушильным агентом, кДж/кг влаги; $q_{И}$ - расход тепла на испарение влаги; $c_{ж}$ - теплоемкость влаги (воды), кДж/(кг·К); θ_1 - температура материала на входе в сушилку, °С.

Тепловой баланс двух типов сушки зерна твердых сортов пшеницы представлен на рисунке.

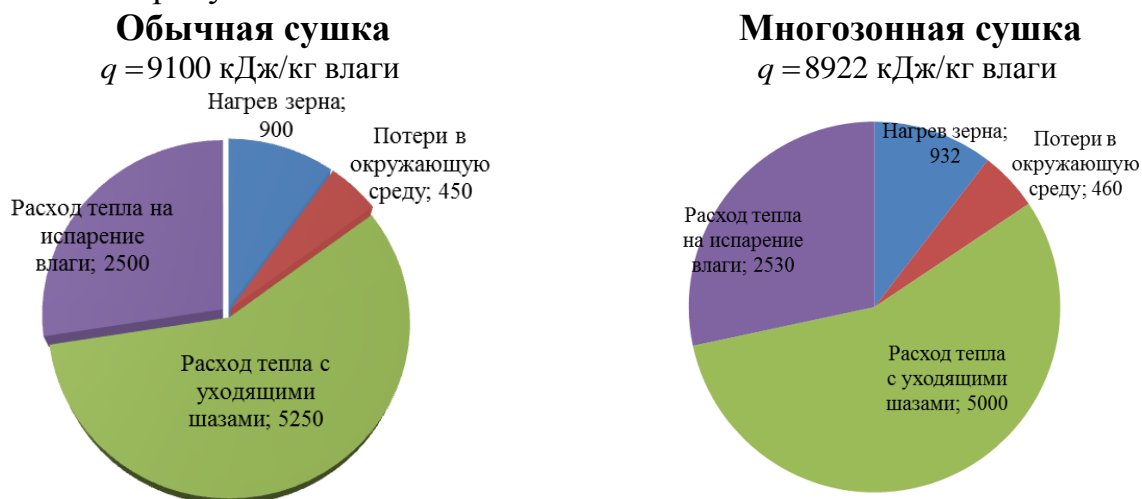


Рисунок – Тепловой баланс сушильной установки двух типов сушки

Расход воздуха, требуемый для испарения 1 кг влаги из зерна при обычной сушке составляет 60, м³/кг, при многозонной сушке 52 м³/кг влаги, что на 14% уменьшения расхода энергоресурсов.

В процессе сушки есть потенциал к снижению расхода энергоресурсов за счет применения многорежимной сушки. Использование такого режима позволяет не только сохранить целостность высушиваемого материала, но и увеличить скорость сушки [4].

Однако реализация такой схемы сушки требует перехода от классической однозонной или, в редких случаях, двухзонной сушки к многозонной. Температура сушильного агента в каждой зоне, равно как и количество зон, определяемой индивидуально в зависимости от особенностей зерна [5].

Заключение. Применение сушки с температурой сушильного агента, близкой к пороговым значениям по условиям недопущения появления микротрещин на поверхности зерна, возможно с повышением температуры сушильного агента на 10-12 °С, что в свою очередь, по предварительным оценкам, позволит понизить на 2,5-4% расхода энергоресурсов в зависимости от начальных параметров зерна.

Список использованной литературы:

1. Сивицкий Д.В., Попов И.Н., Верзилин А.А. Энергосберегающая конвективная сушка зерна // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: мат-лы IX национальной конф. с международ. участием – Саратов. 2019. – С. 247–249.
2. Пермяков В.Н. Равномерное распределение теплового потока в сушильной установке конвейерного типа / В.Н. Пермяков, И.Х. Масалимов // Мат. II Всеросс. науч. - практ. конф. «Ремонт. Восстановление. Реновация» Уфа, Башкирский ГАУ, 2011. – С.52 – 54.
3. Хосни Р.К. Зерно зернопереработка.; пер. с англ. под общ. ред. Н.П. Черняева. – СПб: Профессия, 2006. – 336 с., ил. ISBN 5-93913-085-2.
4. Хансаев Г.Ф., Алтухова Т.А., Шуханов С.Н. Элементы процесса теплообмена при охлаждении зерна в интенсивных аэродинамических полях // Вестник Саратовского госагроуниверситета им.Н.И. Вавилова. – 2015. – № 3. – С. 61-63.
5. Глухарев В.А., Сивицкий Д.В., Попов И.Н. Математическое моделирование процесса и оптимизация параметров энергетического комплекса для сушки зерновых культур // Научное обозрение. – 2016. - № 16. - С. 56-59.

УДК 621.311

И.Н. Попов, Д.В. Сивицкий, Е.А. Рыбальченко

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА МИНИ-ТЭЦ В ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматривается источник энергообеспечения с выработкой тепловой и электрической энергии для снабжения сельскохозяйственных предприятий. Приводятся обобщённые зависимости обоснования мощности генерирующей установки мини-ТЭЦ на основе дизель-генераторных или газо-поршневых установок, совместно с пиковым теплогенерирующим агрегатом.

Ключевые слова: Энергообеспечение, мощность, тепловая энергия, электрогенератор, котельный агрегат, тепловой насос, электрическая нагрузка, коэффициент загрузки.

Построение локальных систем энергообеспечения хозяйственных субъектов может рассматриваться в качестве альтернативы получению ТЭР из централизованных сетей энергоснабжения в связи с ростом тарифов, высокой платы за подключение к централизованным сетям, или при необходимости увеличения мощности, а так же в связи с необходимостью резервного источника [1, с.80].

В рамках локальной системы энергообеспечения могут решаться задачи автономного электро- и теплоснабжения производственных технологий, что может стать одним из актуальных направлений совершенствования энергообеспечения в агропромышленном комплексе. В этой связи рассматривается комплексное энергообеспечение технологических процессов ферм, теплиц, сушки зерна и других производств тепловой и электрической энергией.

Источником локальной системы рассматривается автономный энергетический комплекс, который должен обеспечить для сельскохозяйственного предприятия независимость от централизованных сетей электроснабжения и обеспечивать бесперебойность энергоснабжения за счет внутреннего резервирования [2].

При этом одним из условий успешного функционирования автономного энергетического комплекса является обеспечение более эффективного производства и использования энергии, включая когенерацию, при условии правильного управления этими процессами, и перераспределения вырабатываемой тепловой и электрической энергии.

Актуальным направлением, при решении вопросов энергообеспечения в условиях современной инфраструктуры является выбор автономного источника энергообеспечения на базе современных дизель-генераторных (ДГУ) или газопоршневых установок (ГПУ), так как в сельском хозяйстве есть потенциал использования альтернативного топлива, где в зависимости от сырьевой базы имеется возможность получать биодизель или биогаз.

Цель исследования – создание концепции энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей применением автономных энергетических комплексов на базе когенерационных установок (КГУ), путем разработки, моделирования, обоснования параметров и структуры источника локальной автономной энергетической системы.

Определение параметров источника локальной системы энергообеспечения с КГУ основывается на том, что мощность источника должна покрывать в первую очередь суммарную электрическую нагрузку, так как для покрытия тепловой нагрузки можно дополнительно предусмотреть пиковый источник тепловой энергии.

Выбирая мощность электрогенератора с поршневым двигателем, важно учитывать, что его мощность должна быть не только достаточной для снабжения электроэнергией конкретного производственного объекта, но и исключать неполноту загрузки (работу вхолостую). Основным фактором при определении требуемой мощности источника является то, что в локальной системе число электроприёмников мало, а единичная мощность

электроприёмника может быть сравнима с мощностью генерирующей установки. Вследствие чего выбирается электрогенератор мощность которого потенциально завышена [3, с.122].

Поэтому следует учитывать, что рекомендуемая загрузка электрогенераторной установки с поршневыми двигателями внутреннего сгорания в длительном режиме работы составляет 80% от номинальной мощности электрогенератора. При наименьшем возможном средневзвешенном коэффициенте загрузки электродвигателей, коэффициент загрузки генерирующей установки в длительном режиме не должен на значительное время снижаться меньше чем 0,5 [1, с.81].

Учитывая приведенные выше факторы и ограничения условие выбора мощности электрогенераторной установки источника питания по электрической нагрузке в общем виде можно записать следующей системой неравенств [4, с.17]:

$$\begin{cases} S_{\Gamma LTP} \geq \sum_{i=1}^{n-p} S_n + \sum_{j=1}^p S_p; \\ S_{\Gamma COP} \geq \sum_{i=1}^n S_p, \end{cases} \quad (1)$$

где $S_{\Gamma LTP}$ – максимально-допустимая мощность генератора ограниченная по времени, кВА; $S_{\Gamma COP}$ – мощность генератора при работе в длительном режиме, кВА; S_n – расчетная полная мощность присоединенной нагрузки, кВА; S_p – полная мощность присоединяемых электроприемников в пусковом режиме, кВА; n – общее количество электроприемников; p – количество одновременно присоединяемых электроприемников.

Для условий резервного питания число одновременно присоединяемых электроприемников может достигать общего количества электроприемников системы, что создает чрезмерную кратность нагрузки по отношению к нагрузке в установившемся режиме работы этих электроприемников. В этом случае выполнение первого неравенства является основным условием по подбору мощности электрогенератора.

Таким образом мощность электрогенераторной установки обусловлена совокупностью таких параметров: перегрузочная способность генерирующей установки; непрерывная мощность; единичная мощность электроприемника; коэффициент загрузки генератора в длительном режиме.

Отталкиваясь от подхода, что суммарная мощность генерирующих установок определяется электрической нагрузкой, а когенерация тепла пропорциональна нагрузке агрегатов, то для покрытия переменного графика тепловой нагрузки необходимо дополнительно предусмотреть пиковый источник тепловой энергии с погодозависимым регулированием отпуска тепла, что позволит нивелировать разницу между процессом когенерации тепловой энергии и режимом потребления теплоты.

Учитывая, что закономерность формирования тепловой нагрузки не коррелирует с нагрузками электрическими, в отдельных случаях потребуется обоснование количественного состава пиковых источников теплоты.

Кроме количественного состава агрегатов энергетического блока автономного источника энергоснабжения необходимо обосновывать их структуру. Предлагается дополнить представленную методику условием по определению критериев по включению в структуру источника пикового теплогенератора в виде теплового насоса или котельного агрегата.

Условие выбора типа пикового теплогенератора и определение его тепловой мощности в общем виде можно записать следующей системой неравенств:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{ТГУ} \geq (1 + \lambda) Q_{\Sigma} - k_{\min} \delta \cdot P_{ЭГУ}; \\ n_{ТН} = 1, \text{ если } \frac{k_{\text{ном}} \delta \cdot P_{ЭГУ}}{Q_{ТГУ}} \geq 1; \\ n_{КА} \leq 4, \text{ если } \frac{k_{\text{ном}} \delta \cdot P_{ЭГУ}}{(1 + \lambda) Q_{\Sigma}} \leq 0,5, \end{array} \right. \quad (2)$$

где Q_{Σ} - расчетная тепловая нагрузка, кВт; $P_{ЭГУ}$ - номинальная активная мощность электрогенераторной установки, кВт; λ - коэффициент учитывающий затраты тепла на собственные нужды и потери при передаче; δ - коэффициент теплогенерации КГУ, кВт/кВт; k_{\min} - минимальный коэффициент загрузки электрогенераторной установки в длительном режиме; $k_{\text{ном}}$ - номинальный коэффициент загрузки электрогенераторной установки в длительном режиме; $n_{ТН}$ - пиковый тепловой насос; $n_{КА}$ - котельный агрегат.

Таким образом, необходимая мощность пикового источника теплоты (ТГУ) определяется исходя из величины использования установленной мощности электрогенераторной установки в составе КГУ. Учитывая общность режима производства электроэнергии и теплоты, необходима разработка общего алгоритма управления этим режимом. Так в случае, когда требуемая мощность пикового теплогенератора не более тепловой мощности КГУ целесообразнее применение теплового насоса или их каскада. В этом случае включение теплового насоса при снижении электрической нагрузки на генератор позволит покрыть небаланс тепловой энергии, как от теплового насоса, так и дополнительным поступлением от КГУ за счет увеличения действующего коэффициента загрузки электрогенераторной установки.

Если тепловая нагрузка системы энергообеспечения в два и более раз превышает тепловую мощность КГУ, необходима установка котельных агрегатов, работающих на покрытия переменного графика тепловой нагрузки с погодозависимым регулированием отпуска тепла и корректировкой разницы между процессом когенерации тепловой энергии и режимом потребления теплоты.

Количество необходимых котельных агрегатов определяется исходя из кратности тепловой нагрузки тепловой мощности КГУ.

Увязка режима работы КГУ и пикового ТГУ, должна обеспечивать перераспределения нагрузки с учетом выхода каждого из агрегатов на эффективный режим работы. Обеспечивая загрузку электрогенератора КГУ на

уровне 50-100%, за счет включения тепловых насосов при провалах электрической нагрузки в локальной системе, реализуются условия по отбору дополнительной тепловой энергии в когенерационной установке.

Также при снижении тепловой нагрузки обеспечивать переход от котельного агрегата к теплонасосной установке, обеспечивая загрузку пикового котельного агрегата на уровне 40-100%.

Выводы. Преимущества предлагаемого подхода по сравнению с известными заключается в повышении эффективности энергообеспечения потребителей в локальных энергетических системах с использованием когенерационных установок, путем оптимизации параметров и структуры источника энергоснабжения, что позволит реализовать потенциал по снижению потребления традиционных топливно-энергетических ресурсов и использовать альтернативное топливо для автономных систем.

Список использованной литературы:

1. Попов И.Н., Рыхлов С.Ю. Обоснование мощности генерирующей установки автономного источника по структуре электрической нагрузки потребителя // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2014. – № 3(76). – С. 80–82.

2. Попов И.Н., Верзилин А.А., Сивицкий Д.В. Обоснование состава генерирующего блока автономного энергетического комплекса // Современное состояние и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: мат-лы VI Межд. науч.-практ. конф. – Саратов. 2017. – С. 234–237.

3. Капитонов, О. К., Щедрин В.А. Влияние кратности возбуждения синхронных генераторов на работу узла нагрузки соизмеримой мощности // Вестник ЧГУ. – 2012. – №3. – С.121-126.

4. Глухарев В.А., Попов И.Н., Верзилин А.А., Шляпников М.В. Определение мощности генератора источника электроснабжения в локальной энергетической системе // Энергетик. – 2019. – № 2. – С. 16-18.

УДК 621.6.036

А.В.Рулев, Е.Ю.Усачева

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, Саратов

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАБОЧИХ АГЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЗЕОТРОПНЫХ СМЕСЯХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ, НА ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ АТМОСФЕРЫ

Аннотация в статье рассмотрено влияние рабочих агентов используемых в тепловых насосах на озоновый слой атмосферы и потепление климата

Ключевые слова влияние, рабочие агенты, тепловые насосы, озоновый слой, атмосфера, потепление климата

Рабочие вещества, используемые в качестве компонентов зеоотропной смеси в тепловых насосах не должны разрушать озоновый слой атмосферы [1-4]. Озоновый слой состоит из газа озона O₃. Озон образуется за счет

воздействия солнечного ультрафиолетового излучения на молекулу атмосферного кислорода (O_2) в результате чего к ней присоединяется третий атом кислорода, то есть $O_2 + O = O_3$. На рисунке показана последовательность образования молекулы озона как $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$. Чем больше озона в атмосфере - тем больше ультрафиолетового излучения он поглощает. Однако озоновый слой атмосферы очень тонок. Если всем озоном атмосферы равномерно покрыть площадь в 45 квадратных километров, то получится слой толщиной всего в 0,3 см. Подсчитано [5, 6], что уменьшение содержания озона в верхних слоях атмосферы на 1% вызывает увеличение заболеваемости раком кожи на 3-6%. Ультрафиолетовые лучи оказывают повреждающее действие на иммунную систему организма, делая человека и животных более восприимчивыми к инфекционным заболеваниям, а также разрушают клетки растений.

Выявлено [5], что отдельные марки рабочих агентов, особенно фреоны, в молекулах которых содержатся атомы хлора и брома, применяющиеся в холодильниках, тепловых насосах, кондиционерах, аэрозольных баллончиках, оказывают наиболее разрушающее воздействие на озоновый слой. Это приводит к образованию «озоновых дыр» в атмосфере, к проникновению ультрафиолетового и гамма излучения на землю. Оказавшись в воздухе фреоны очень медленно в течение 100-150 лет поднимаются в стратосферу, достигая высот в 30-40 км, то есть той самой области, где располагается озоновый слой (см. рисунок). Здесь, молекулы фреонов взаимодействуют с молекулами озона. Под действием солнечной радиации молекулы фреона выделяют хлор и бром, которые расщепляют молекулы озона с образованием атомарного и обычного кислорода. В месте такого взаимодействия озоновый слой исчезает.

Значение вреда, наносимого озоновому слою, различно для разных типов фреонов и других веществ. Разрушающая способность фреона зависит, помимо других факторов, от количества атомов хлора и брома в молекуле, и от продолжительности его сохранения в атмосфере до саморазрушения. На рисунке последовательность разрушения молекулы озона показана как $1 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8$.

Способность рабочего агента нанести вред озоновому слою оценивается потенциалом разрушения озонового слоя (ODP). Потенциал разрушения озонового слоя – сравнительная мера и описывает, насколько вредным является вещество по сравнению с широко распространенными и наиболее опасным рабочим агентом - хлорофторуглеродом R11, (химическая формула $CFCl_3$) потенциал истощения озона которого принят за 1,0. Отсюда следует, что агент с потенциалом разрушения озона $ODP = 2,0$ является в два раза более вредным, чем R11, а агент с ODP равным 0,2 в пять раз менее вреден, чем R11.

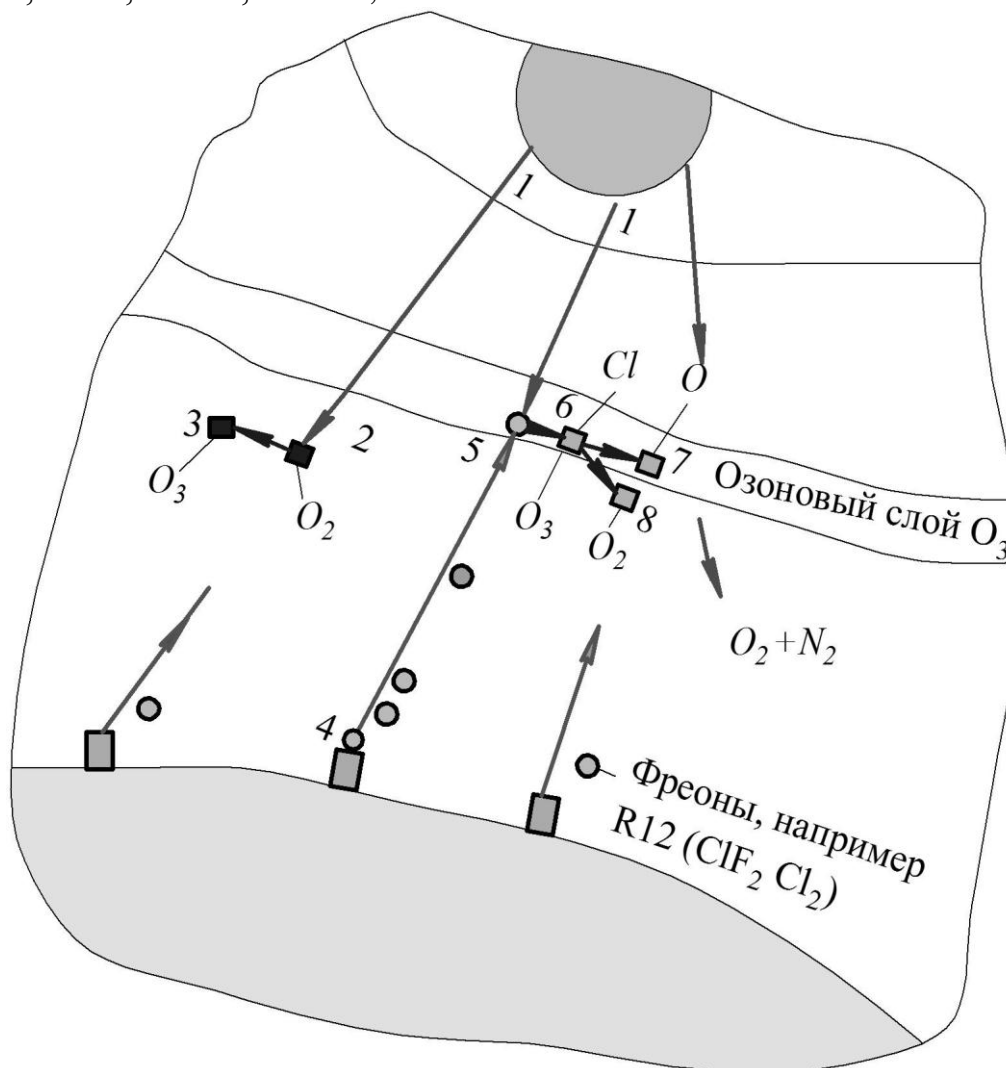
По степени разрушающей активности озонового слоя Земли рабочие агенты разделены на 3 группы [7]:

1. Хлорфторуглероды ХФУ (CFC), например, такие как: R11, R12, R13, R113, R114, R115, R500, R502, R503, R12B1, R13B1, обладают высокой озоноразрушающей активностью.

2. Гидрохлорфторуглероды ГХФУ (HCFC), например такие как: R21, R22, R141b, R142b, R123, R124, имеют низкую озоноразрушающую активность.

3.a Гидрофторуглероды ГФУ (HFC), например такие как: R134, R134a, R152a, R143a, R125, R32, R23, R218, R116, RC318, R717 (FC) считаются полностью озонобезопасными.

3.b Предельные углеводороды (HC), например такие как: R290, R600, R600a, R601, R601a, R601b, считаются также полностью озонобезопасными.



Последовательность образования и разрушения озонового слоя атмосферы под воздействием ультрафиолетового излучения. Ключ: 1→2 →3 - последовательность образования молекулы озона O_3 под воздействием ультрафиолетового излучения; последовательность разрушения молекулы озона показана как 1→4→5 →6→7 →8 под воздействием ультрафиолетового излучения.

Учитывая сильное негативное влияние различных веществ на озоновый слой, международным сообществом был принят ряд мер, направленных на предотвращение его разрушения. В Программе ООН по окружающей среде (1977 г.) был принят план действий по озоновому слою, в 1985 г. в Вене состоялась конференция, принявшая Конвенцию по охране озонового слоя, а в 1987 г. подписан Монреальский протокол [8], в соответствии с которым устанавливался контроль за производством и использованием фреонов. Значительная продолжительность сохранения фреонов в атмосфере приводит к ситуации, когда даже при ускоренных темпах сокращения потребления этих

веществ ущерб от их воздействия на озоновый слой, возможно, полностью восстановится лишь после 2050 г.

Вывод

Проведенный анализ всех рабочих агентов, которые могут применяться в теплонасосной технике указывает на необходимость замены хлоро и фторо содержащих рабочих агентов на вещества, не разрушающие озоновый слой атмосферы и не оказывающие влияния на потепление климата.

Список использованной литературы:

1. Кароль И.И., Киселёв В.Н. Кто или что разрушает озоновый слой земли?// Экология и жизнь. 1988. - №3 - С. 30-33.
2. Справочник по охране геологической среды. Т.1./ Г.В. Войткевич, И.В. Голиков и др./ Под ред. Войткевича Г.В. - Ростов-на -Дону : Феникс,- 1996.
3. Рулев А.В., Усачева Е.Ю. Анализ влияния углеводородных смесей на интенсивность теплообмена в тепловых насосах. Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2018. № 9. С. 278-282.
4. Shuraitis A.L., Rulev A.V., Usacheva E.Yu. Choice of mixtures of agents in heat pumps for heating and cooling media with limited capacity. Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2018. № 1 (37). С. 53-66.
5. Данилов А.Д., Кароль И.Л. Атмосферный озон – сенсации и реальность. Л.: Гидрометеиздат, 1991 -120 с.
6. Александров Э.Л., Седунов Ю.С. Человек и стратосферный озон. Л.: Гидрометииздат - 1973, - 105 с.
7. Александров Э.Л., Израэль Ю.А., Кароль И.Л., Хргиан А.Х. Озонный щит и его изменения. Санкт – Петербург.: Гидрометииздат. 1992 - 288 с.
8. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/montreal.pdf (дата обращения 05.04.20 г.).

УДК 621.6.036

А.В.Рулев, Е.Ю.Усачева

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, Саратов

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАБОЧИХ АГЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЗЕОТРОПНЫХ СМЕСЯХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ, НА ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА

Аннотация в статье рассмотрено влияние рабочих агентов, используемых в тепловых насосах, на потепление климата. Даны рекомендации по использованию в качестве рабочих агентов полностью озонобезопасных и практически не оказывающих негативного влияния на климат предельных углеводородов.

Ключевые слова увеличение температуры, рабочие агенты, зеотропные смеси, тепловые насосы, фреоны, атмосфера, потепление климата

Известно, что рабочие вещества, используемые в качестве компонентов зеотропной смеси в теплонасосных сушилках не должны оказывать негативное

влияние на изменение климата [1, 2].

Выявлено, что молекулы отдельных марок рабочих агентов, например фреоны, и некоторые другие газы, такие как окись углерода (CO_2), водяной пар, метан (CH_4), озон (O_3) создают так называемый парниковый эффект, сущность которого состоит в том, что парниковые газы свободно пропускают солнечную радиацию к Земле, но задерживают отраженное от Земли длинноволновое тепловое (инфракрасное) излучение. Тепловая энергия накапливается в приповерхностных слоях атмосферы. Повышенные концентрации фреонов и других газов приводят к увеличению температуры воздуха сверх значений, установленных в течение многолетних наблюдений и как следствие к потеплению климата, таянию ледников, повышению уровня мирового океана, затоплению суши и наводнениям, нарушению экологических балансов и ряду других негативных явлений.

Степень увеличения температуры атмосферы характеризуется потенциалом глобального потепления, что в переводе с английского записывается как: Global warming potential (GWP). Потенциал глобального потепления - это коэффициент, определяющий степень воздействия различных парниковых газов на глобальное потепление. [3]. Эффект от выброса оценивается за определённый промежуток времени. В качестве эталонного газа взят диоксид углерода (CO_2), чей GWP равен 1 [3]. Например, для фреона -R12 с химической формулой CF_2Cl_2 значение потенциала глобального потепления за период 20 лет составляет $\text{GWP} = 8500$.

Согласно существующим оценкам, приблизительно 60-70% суммарного парникового эффекта в атмосфере обеспечивается углекислым газом. Однако молекулы CO_2 наименее эффективно поглощает солнечную радиацию. Например, у метана потенциал глобального потепления GWP равен 72, у оксида азота — 289, у фреонов-R11 -4000 и R22 -1700. Содержание CO_2 многократно превосходит концентрации других веществ в атмосфере: в каждом миллиарде молекул воздуха имеется $n_{\text{CO}_2} = 365\,000$ молекул CO_2 , $n_{\text{CH}_4} = 1700$ молекул метана CH_4 , $n_{\text{N}_2\text{O}} = 300$ молекул - N_2O и по одной молекуле фреонов-R 11 ($n_{\text{R11}} = 1,0$) и — R 12 ($n_{\text{R12}} = 1,0$). Поэтому при учете суммарного потенциала глобального потепления, например, метана, количество молекул $n_{\text{CH}_4} = 1700$ надо умножить на значение его $\text{GWP} = 72$, то есть:

$$\text{GWP}_{\text{сум}} = n_{\text{CH}_4} \cdot \text{GWP} = 1700 \cdot 72 = 122400.$$

Время жизни в атмосфере и потенциал глобального потепления некоторых парниковых газов для периодов 20, 100 и 500 лет приведены в [3].

Наиболее выраженным парниковым эффектом отличаются фреоны, в молекулах которых присутствуют атомы фтора. Молекулы отдельных видов рабочих агентов одновременно содержат и атомы фтора и атомы хлора, что делает их одновременно опасными по отношению к разрушению озонового слоя и к потеплению климата. Например, из [3] видно, что наиболее распространенный ранее фреон R12 (химическая формула CF_2Cl_2) имеет потенциал глобального потепления $\text{GWP} = 8500$ и потенциал разрушения озонового слоя $\text{ODP} = 0,9$. Согласно Монреальскому [4] и Киотскому протоколам [3] производство таких фреонов строго запрещено. В то же время,

значительная часть распространенных рабочих агентов, например R134a (химическая формула CHF_3) являются особо опасными по отношению к глобальному потеплению $\text{GWP} = 12000$ и полностью безопасными по отношению к разрушению озонового слоя $\text{ODP} = 0$. Согласно Киотскому протоколу [3] производство таких фреонов должно быть полностью прекращено к 2030 году.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о необходимости замены хлоро и фторо содержащих рабочих агентов на вещества, не разрушающие озоновый слой атмосферы и не оказывающие влияния на потепление климата.

Анализ всех рабочих агентов, которые могут применяться в теплонасосной и холодильной технике показывает, что обычные предельные углеводороды в большом количестве содержащиеся в природном газе, например такие как: пропан (R290), н-бутан (R600), изо-бутан (R600a), н-пентан (R601), изо-пентан (R601a), нью-пентан (R601b), а также их смеси являются полностью озонобезопасными, то есть их $\text{ODP} = 0$ и практически не оказывающими негативного влияния на климат.

Основным источником получения предельных углеводородов являются природный газ газовых месторождений. Кроме этого предельные углеводороды содержатся в сырой нефти в растворенном состоянии и выделяются из нее сепарированием и другими методами без ее термического разложения. В результате проведения термических процессов в основном получают непредельные углеводороды типа пропилен и бутилен, которые не используются в тепловых насосах, вследствие их полимеризации на нагретых поверхностях компрессоров и конденсаторов.

При этом Россия располагает самыми большими в мире запасами природных предельных углеводородов, что обеспечивает значительные стратегические преимущества, учитывая очень низкую их себестоимость. По разным оценкам в России сосредоточено около трети мировых запасов этого наиболее экологически чистого углеводородного топлива. Ежегодно в РФ добывается свыше 600 миллиардов м^3 природного газа.

По сравнению с ними другие специально созданные рабочие агенты с ODP равным или близким к 0,0 и незначительным потенциалом глобального потепления GWP , изготавливаются согласно патенту или лицензии крупными корпорациями, их производство сильно монополизировано, а выпускаемый продукт отличается очень высокой стоимостью.

Важной задачей при разработке теплового насоса, работающего на зеотропных смесях является влияние углеводородных смесей на интенсивность теплообмена в испарителях и конденсаторах парокompрессионных тепловых насосов.

Выводы

Полностью озонобезопасными, то есть их $\text{ODP} = 0$ и практически не оказывающими негативного влияния на климат, являются предельные углеводороды в большом количестве содержащиеся в природном газе, например такие как: пропан (R290), н-бутан (R600), изо-бутан (R600a), н-пентан (R601), изо-пентан (R601a), нью-пентан (R601b), а также их смеси.

Список использованной литературы:

1. Рулев А.В., Усачева Е.Ю. Анализ влияния углеводородных смесей на интенсивность теплообмена в тепловых насосах. Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2018. № 9. С. 278-282.
2. Shuraitis A.L., Rulev A.V., Usacheva E.Yu. Choice of mixtures of agents in heat pumps for heating and cooling media with limited capacity. Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2018. № 1 (37). С. 53-66.
3. Киотский протокол к рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. <http://bellona.ru/2007/05/08/kiotskij-protokol-k-ramochnoj-konvents/> (дата обращения 05.04.20 г.).
4. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/montreal.pdf (дата обращения 05.04.20 г.).

УДК 631.347

Н.Ф. Рыжко, Н.В. Рыжко, С.Н. Рыжко, Б.Н. Бельтиков

Федеральное государственное научное учреждение «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Россия

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПОЛИВЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМИ НИЗКОНАПОРНЫМИ ДМ «ФРЕГАТ»

Аннотация. Предложены технические решения для совершенствования низконапорной дождевальной машины «Фрегат». Для обеспечения стабильной подачи воды в дополнительный полиэтиленовый трубопровод и гидроприводы тележек предложено применение промывного фильтра, устанавливаемого в поворотном колене неподвижной опоры при эксплуатации машин на оросительной воде повышенной засорённости, подаваемой по оросительным каналам значительной протяжённостью. Для повышения скорости движения машины и сокращения времени полива низконапорных машин предлагается обеспечить подачу воды в гидроприводы, расположенные после 6-ой тележки (модернизация по 1 варианту), из полиэтиленового трубопровода, а в начале машины запитку гидроцилиндров оставить в стандартном варианте. Это обеспечивает стабильную работу 12-16-опорных машин при давлении на входе 0,39-0,45 МПа и максимальную цикличность последней тележки в пределах 4-4,7 ход/мин. Для дальнейшего снижения давления на входе до 0,36-0,39 МПа и обеспечения такой же максимальной цикличности необходимо в начале машины до 6-10 тележки использовать гидроцилиндры диаметром 152 мм (модернизация по 2 варианту), а в концевой части машины запитку гидроцилиндров проводить из дополнительного полиэтиленового трубопровода.

Ключевые слова: низконапорная дождевальная машина, дополнительный полиэтиленовый трубопровод, скорость движения, промывной фильтр, надёжность работы.

Введение. Многоопорные дождевальные машины занимают ведущее место в мелиоративном комплексе страны и обеспечивают полив в автоматическом режиме значительных орошаемых площадей. В последние годы продолжается широкая эксплуатация дождевальных машин вантовой конструкции типа «Фрегат», начаты поставки новых аналогичных машин, изготавливаемых в ООО «БСГ» (г. Тольятти). На Самарском заводе

сельскохозяйственного машиностроения налажен выпуск низконапорных ДМ «Корвет», которые внедряются в Самарской области. В стране ведутся разработки новых машин вантовой конструкции. В ВолжНИИГиМ разработана, прошла испытания и эксплуатируется ДМ «Волга-СМ» с основным полиэтиленовым и дополнительным стальным трубопроводом малого диаметра 102 мм. В РосНИИПМ разрабатывается ДМ «Дон-К» со стеклопластиковым трубопроводом. Важным преимуществом машин вантой конструкции является снижение массы машины, которая у ДМ «Фрегат» составляет 15 т при длине 450 м, а у дождевальная машины ферменной конструкции «Кубань» – 23 т или в 1,5 раза больше. Одним из достоинств вантовых машин является использование для передвижения энергии оросительной воды, что исключает необходимость электрических кабелей, шкафа управления, ПСЛ, дизель-генератора, а также линии электропередач с трансформаторами. В тоже время одним из основных недостатков ДМ «Фрегат» является большое давление на входе в машину – 0,6-0,7 МПа.

Модернизация по снижению энергоёмкости полива при внедрении низконапорных ДМ «Фрегат» проводилась различными организациями [1-9]. На низконапорной ДМ «Фрегат» конструкции ВНИИТП [7] сложная модернизация колёс и силовых рычагов требовала больших трудовых и финансовых затрат. Использование на ДМ «Фрегат» конструкции УкрНИИГиМ [1] гидроцилиндров диаметром 152 мм (при давлении 0,41 МПа) снижало расход воды (с 90 до 72 л/с) и максимальную цикличность гидроцилиндра последней тележки (с 5,5 до 3,3 ход/мин), но увеличивало минимальное время оборота машины (с 52 до 90 ч). Такая модернизация была очень затратная, также машина не могла передвигаться по полю без полива. В последние годы на орошаемых участках проводились работы по модернизации ДМ «Фрегат» на низконапорный режим с использованием дополнительного полиэтиленового трубопровода. Такие работы были начаты в ЮжНИИГиМ (Бредихин Н.П., 1989) [8] и продолжены СтавНИИГиМ [9], ВолжНИИГиМ [2-6], СГАУ и другими организациями. Аналогичные конструктивные решения используются на вновь выпускаемых машинах в ООО «БСГ» и ООО «СЗСМ».

Особенности перевода ДМ «Фрегат» в низконапорный режим работы заключаются в том, что на машинах с большим сроком службы (40-50 лет) имеют место значительные протечки через изношенные манжеты гидроцилиндров и клапаны-распределители, изношенные штоки клапанов, негерметичные напорные рукава и фланцевые соединения, демпферы, клапаны регулирующие и др. Все эти протечки значительно повышают расход воды, который должен подаваться дополнительным полиэтиленовым трубопроводом, что приводит к увеличению потерь напора по длине трубопровода и снижению скорости движения машины с расчётных 4 до 2-3 ход/мин. При поливе оросительной водой повышенной засорённости дополнительный фильтр тонкой очистки часто засоряется, а это приводит к нестабильной работе машины. Поэтому работы по увеличению скорости движения низконапорных машин и повышению стабильности их эксплуатации являются актуальными.

Материалы и методы. Исследования низконапорных ДМ «Фрегат» проводились на орошаемых участках Саратовской и Волгоградской областей. За период с 2014 по 2019 гг. в орошаемых хозяйствах внедрено более 50 низконапорных дождевальных машин «Фрегат».

Оценка технических параметров работы модернизированных низконапорных ДМ «Фрегат» включала определение требуемого давления на входе в конце машины и в дополнительном полиэтиленовом трубопроводе, расхода воды, скорости движения и максимальной цикличности гидропривода последней тележки, нормы полива, времени оборота машины и др., которые учитывались в соответствии с СТО АИСТ [5].

Результаты и обсуждение. Для увеличения скорости движения и уменьшения время оборота машины, а также для повышения стабильности подачи воды в дополнительный полиэтиленовый трубопровод в ВолжНИИГиМ было разработано несколько технических решений. Для стабильной подачи воды в гидроприводы тележек при работе на оросительной воде повышенной засорённости был разработан промывной фильтр, который устанавливался в потоке воды в поворотном колене неподвижной опоры [3]. Рабочий элемент фильтра – труба диаметром 63 мм и длиной 350-400 мм с отверстиями (по типу решета) для пропуска воды. Сверху на трубе закреплялась нержавеющая сетка с ячейками 1x1 мм. Поток воды при работе дождевальной машины постоянно промывал сетку от засорения и обеспечивал стабильную подачу воды в гидроприводы тележек.

Для увеличения скорости движения и уменьшения времени оборота машины дополнительный полиэтиленовый трубопровод подавал воду в среднюю и концевую часть машины (модернизация по 1 варианту), а первые шесть тележек запитывались из основного трубопровода. При давлении на входе 16-опорной низконапорной ДМ «Фрегат» 0,45 МПа и расходе воды 90 л/с давление на шестой тележке составляло 0,35 МПа. Это обеспечивало стабильную работу гидроприводов на первых шести тележках. При цикличности 4,0 ход/мин расход воды на полиэтиленовом трубопроводе составлял 3,67 л/с, потери напора по длине трубопровода – 9 м, а требуемое давление на входе в машину – 0,41 МПа. При давлении на входе в машину до 0,45 МПа максимальная цикличность гидропривода последней тележки увеличивалась до 4,7 ход/мин, вместо 4 ход/мин.

После модернизации 12-опорной низконапорной ДМ «Фрегат», при которой гидроприводы первых пяти тележек подключались к основному трубопроводу, при давлении на входе в машину 0,39 МПа и расходе воды 65,0 л/с максимальная цикличность гидропривода последней тележки увеличилась с 2,0-4,0 (до модернизации) до 4,5-5,0 ход/мин.

Стабильная работа модернизированной 16-опорной низконапорной ДМ «Фрегат» по 2 варианту с расходом воды 90 л/с обеспечивалась при давлении на входе в машину 0,39 МПа. На первых десяти тележках гидроприводы с гидроцилиндрами 152 мм подключались к основному трубопроводу машины и устойчиво работали при давлении 0,39-0,27 МПа. При цикличности 4,0 ход/мин расход воды на полиэтиленовом трубопроводе составлял 2,65 л/с, при этом

потери напора по длине трубопровода составляли 4,0 м, а требуемое давление на входе в машину – 0,36 МПа. При давлении на входе в машину 0,39 МПа максимальная цикличность гидропривода последней тележки увеличилась до 4,5 ход/мин.

При модернизации 12-опорной низконапорной ДМ «Фрегат» по 2 варианту, при которой гидроприводы первых пяти тележек подключались к основному трубопроводу, при давлении на входе в машину 0,36 МПа и расходе воды машины 65,0 л/с максимальная цикличность гидропривода последней тележки увеличивалась до 4,5 ход/мин.

Заключение. Модернизация низконапорной дождевальной машины «Фрегат» (1 вариант модернизации) обеспечивает её стабильную работу при низком давлении (0,39-0,45 МПа), повышает цикличность гидроцилиндра последней тележки до 4,0-5,0 ход/мин и скорость передвижения в 1,2-1,4 раза. Использование в начале и в середине машины гидроцилиндров диаметром 152 мм, которые запитываются из основного трубопровода (2 вариант модернизации), позволяет снизить давление на входе в машину до 0,36-0,39 МПа при цикличности гидроцилиндров 4,0 ход/мин.

Список использованной литературы:

1. Гринь, Ю.И. Совершенствование оросительных систем на основе ресурсосберегающих технологий и средств орошения: автореферат диссертации / Ю.И. Гринь. - Киев, 2000. - 50 с.
2. Дождевальная машина: Патент 159184, Российская Федерация, МПК А01G 25/09 / Н.Ф. Рыжко, И.А. Шушпанов, А.С. Горбачев, Ю.А. Гопкалов [и др.]; опубл. 10.02.2016, Бюл. № 4.
3. Рекомендации по снижению потребления электроэнергии при поливе многоопорными дождевальными машинами / Н.Ф. Рыжко, Н.В. Рыжко, С.Н. Рыжко, Е.С. Смирнов. - Энгельс, 2019. - 25 с.
4. Рыжко, Н.Ф. Совершенствование дождеобразующих устройств для многоопорных дождевальных машин / Н.Ф. Рыжко. - Саратов, ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2009. - 176 с.
5. Рыжко, Н.Ф. Обоснование ресурсосберегающего дождевания и совершенствование дождевальных машин «Фрегат» в условиях Саратовского Заволжья: дисс. ... д-ра техн. наук / Н.Ф. Рыжко. - Саратов, 2012. - 356 с.
6. Рыжко, Н.Ф. Экономия электроэнергии на подкачивающих насосных станциях оросительных систем Саратовской области / Н.Ф. Рыжко, С.Н. Рыжко, С.В. Ботов, С.А. Хорин [и др.] // Аграрный научный журнал Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. - Саратов, 2015. - №11. - С. 45-48.
7. Рязанцев, А.И. Механизация полива широкозахватными дождевальными машинами кругового действия в сложных условиях / А.И. Рязанцев. - Рязань, 1991. - 131 с.
8. Устройство программного управления дождевальных машин кругового действия: А. с. 1456065 СССР: МКИ А01G 25/16 / Н.П. Бредихин, Т.И. Ильинов; опубл. 07.02.89, Бюл. №5.
9. Фокин, Б.П. Повышение эффективности полива многоопорными дождевальными машинами: автореферат диссертации / Б.П. Фокин. - Ставрополь, 2002. - 52 с.
10. Абдразаков Ф.К., Егоров В.С. Мелиоративный комплекс Саратовской области развивается / Мелиорация и водное хозяйство. – 2003. №6. С.5-7

УДК 631.347

Н.Ф. Рыжко, Н.В. Рыжко, С.Н. Рыжко, Е.А. Шишенин

Федеральное государственное научное учреждение «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Россия

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ПОЛИВЕ МНОГООПОРНЫМИ ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ МАШИНАМИ

Аннотация. В статье приведены результаты анализа повышения урожайности различных сельскохозяйственных культур в зависимости от норм полива и подкормки, а также мощности дождя поливной машины. Прибавка урожая составляет от 20 до 100 %, что подтверждает высокую эффективность внесения удобрений при поливе дождевальными машинами.

Ключевые слова: внесение удобрений, полив, прибавка урожая, норма подкормки, равномерность полива, мощность дождя.

Введение. Гидроподкормка является одним из эффективных способов повышения урожая и качества сельскохозяйственной продукции. Значительная эффективность её вызвана тем, что одновременно с подачей оросительной воды к растениям подаются удобрения в растворенном виде, что повышает их действие [1, с. 97]. Технология внесения минеральных удобрений с поливной водой в настоящее время широко применяются в овощеводстве при капельном и спринклерном орошении и полосовом дождевании. Существует ряд способов внесения растворов минеральных удобрений при поливе. Для этого используются инжекторы, раствор удобрений можно подавать во всасывающую линию насоса или в оросительный канал.

В то же время при поливе широкозахватными дождевальными машинами типа «Фрегат», эта технология пока используется мало [2, с. 110]. Это обусловлено недостаточным объёмом исследований, а также отсутствием совершенствованных технических средств для внесения больших объёмов удобрений при поливе дождевальными машинами. Серийные гидроподкормщики ДМ-11.640 имеют недостаточную надёжность работы и требуют практически постоянного наблюдения оператора дождевальной машины. Технологическая ёмкость для приготовления раствора с плоским дном в полевых условиях не обеспечивает полного растворения удобрений барборатором при заполнении ёмкости водой. В углах и в центре ёмкости остаются нерастворённые удобрения. Это требует периодического ручного перемешивания лопатой, что увеличивает трудовые затраты при приготовлении удобрительных растворов [3, с. 1].

Многоопорные дождевальные машины отличает высокая производительность при круглосуточном поливе в автоматическом режиме при обслуживании одним оператором 3-4 и более машин [4, с. 31]. Однако урожайность сельскохозяйственных культур зачастую значительно ниже, по сравнению с проектной и потенциальной возможностью культур. Одной из

причин этого является нехватка питательных веществ в период созревания культуры. Исследования в ООО «Наше дело» и других орошаемых хозяйствах показали, что во второй половине вегетации, в период интенсивного роста и налива зерна, наблюдается нехватка питательных веществ в почве [5, с. 265]. Поэтому внедрение гидроподкормки является актуальным.

Цель исследования – определить прибавку урожая сельскохозяйственных культур от технологических параметров гидроподкормки и многоопорных дождевальных машин.

Методика исследований. Для оценки эффективности внесения минеральных удобрений при поливе ДМ «Фрегат» проводится подкормка при выращивании люцерны на зеленый корм и сено на орошаемых участках Комсомольской ОС (табл. 1, 2). Подкормка посевов должна осуществляться на фоне сложившейся агрохимической обстановки с учётом плодородия почвы и планируемых урожаев. Осенне-весенняя подкормка сухими туками проводилась не на всех участках. Урожайность определялась на учётных делянках (по три створа вдоль трубопровода ДМ «Фрегат») на участках с гидроподкормкой и при поливе без подкормки.

Результаты исследований. В табл. 1 приведены данные по урожайности люцерны на сено по створам вдоль трубопровода ДМ «Фрегат» № 114а на участках полива с различной нормой подкормки и удельной мощностью дождя. Из табл. 1 и рис. 1 видно, что в результате неточной настройки дождевальных аппаратов на ДМ «Фрегат» во второй половине трубопровода машины наблюдалось снижение поливной нормы и величины вносимых удобрений. Также в зоне полива высокорасходных аппаратов № 3 и 4 средняя удельная мощность дождя увеличилась с 0,01 до 0,12 Вт/м², что привело к появлению на поле луж и перераспределению дождя в микропонижения. Это вызвало неравномерность увлажнения почвы, пестроту и недобор урожая на участках во второй половине трубопровода машины. В целом по машине подкормка повысила урожайность люцерны на сено на 55,7 %. В зоне полива аппаратов № 1 и 2 прибавка составила 75-91 %, а в концевой части, где норма подкормки и полива меньше, прибавка всего 10-40 %.

Обработкой опытных данных получено уравнение регрессии для расчёта урожайности (Y) сена люцерны (2-й укос) при поливе чистой водой и с внесением удобрений в зависимости от нормы полива, величины подкормки и средней удельной мощности дождя на данной точке машины:

$$Y = 22,48 + 0,376 \cdot m + 0,365 \cdot P - 40(N_y - 0,06),$$

где m – норма полива, $m = 30,0-77,5$ мм; P – величина подкормки (суммарный вес азота и фосфора, $P = 42,5-111,0$), кг д.в./га; N_y – удельная мощность дождя на данной точке машины, $N_y = 0,01-0,12$, Вт/м².

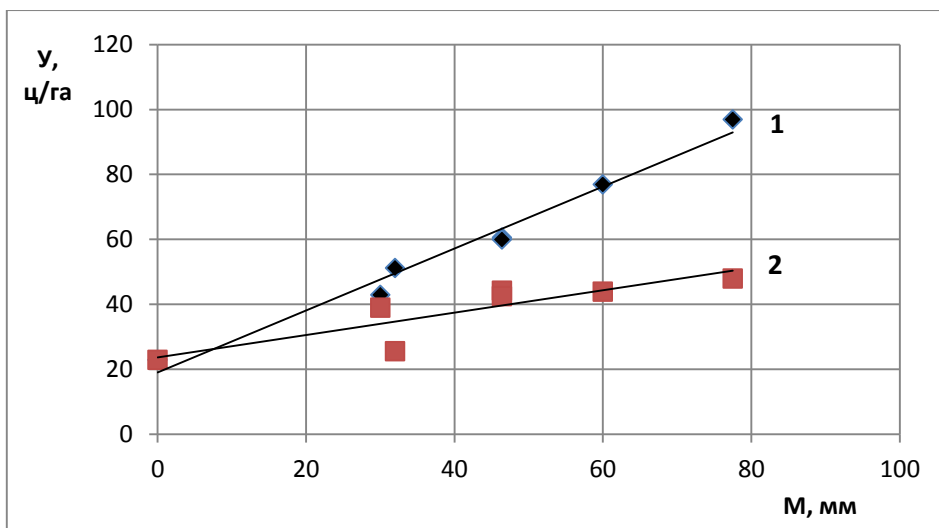


Рисунок 1 – Изменение урожайности люцерны на сено вдоль трубопровода ДМ «Фрегат» № 114а в зависимости от нормы полива (M): 1 - с подкормкой; 2 - без подкормки

Исследования показали, что в концевой части машины в результате недополива, при снижении нормы полива с 77,5 до 30 мм, недобор урожайности сена составил 15,7 ц/га или 48,6 %. При увеличении удельной мощности дождя с 0,01 Вт/м² в начале машины до 0,12 Вт/м² в концевой части машины при одинаковой норме полива привело к снижению урожайности до 6,6 ц/га или 8,8 %. Исследованиями установили высокую эффективность гидроподкормки – увеличение суммарного веса азота и фосфора с 42,5 до 111,0 кг д.в./га привело к повышению урожайности с 15 до 44 ц/га или с 56,6 до 91,6 %. Это говорит о высокой эффективности внесения удобрений при поливе.

Таблица 1 – Урожайность люцерны на сено вдоль трубопровода ДМ «Фрегат» № 114а в зависимости от нормы полива и подкормки и удельной мощности дождя

Показатель	Значение						Среднее
Пролёт между тележками	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	
Тип аппарата	1	2	3	3	4	4	
Норма полива, м ³ /га	775	600	464	320	464	300	485
Норма подкормки, кг/га	N ₈₀ P ₃₁	N ₆₁ P ₂₅	N ₄₇ P ₂₀	N ₃₃ P ₁₃	N ₄₇ P ₂₀	N ₄₇ P _{12,5}	N ₅₀ P ₂₀
Удельная мощность дождя, Вт/м ²	0,01	0,03	0,045	0,08	0,085	0,12	
Урожайность люцерны на сено (ц/га) при гидроподкормке							
Створы							
1	85	70	57	50	70	40	
2	91	94	70	62	50	47	
3	100	68	55	42	60	42	
Среднее значение	92	77	60,6	51,3	60	43	64,0
Урожайность люцерны на сено (ц/га) при поливе без внесения удобрений							
4	55	45	55	22	51	42	
5	42	40	40	30	42	35	
6	47	47	38	25	35	40	
Среднее значение	48	44	44,3	25,6	42,6	39	40,6

В табл. 2 приведены данные урожайности люцерны на зелёный корм по створам вдоль трубопровода ДМ «Фрегат» № 114 на участках поля с различными нормами полива и подкормки и удельной мощностью дождя. Из табл. 2 видно, что анализ распределения урожайности на ДМ № 114 в целом соответствует ДМ № 114а (табл. 1). В концевой части машины по мере снижения нормы полива и подкормки и с увеличением мощности дождя урожайность снижалась на участках во второй половине трубопровода машины. В среднем по машине подкормка повышала урожайность люцерны на зелёный корм на 21,4 %. В зоне полива аппаратов № 2 и 3 (в первой половине трубопровода) прибавка составила 14-48,8 %, а в концевой части, где норма подкормки и полива меньше, максимальная прибавка составила всего 0-26,1 %.

Уравнение регрессии для расчёта урожайности (Y) зеленой массы люцерны (2-й укос, табл. 2) в зависимости от поливной нормы, величины подкормки и удельной мощности дождя имеет вид:

$$Y = 107 + 0,518 \cdot m + 0,872 \cdot P - 400(N_y - 0,05),$$

где m – норма полива, $m = 33-70$ мм; P – величина подкормки (суммарный вес азота и фосфора, $P = 22-45$), кг д.в./га; N_y – удельная мощность дождя на данном пролёте машины, $N_y = 0,02-0,085$ Вт/м².

Таблица 2 – Изменение урожайности люцерны на зелёный корм вдоль трубопровода ДМ «Фрегат» № 114 в зависимости от нормы полива и подкормки и удельной мощности дождя

Показатели	Значения						Среднее
	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	
Пролёт между тележками	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	
Тип аппарата	2	3	3	3	4	4	
Норма полива, м ³ /га	700	700	635	340	340	330	507,5
Норма подкормки, кг/га	N ₃₀ P ₁₅	N ₃₀ P ₁₅	N ₂₇ P ₁₂	N ₁₅ P ₇	N ₁₅ P ₇	N ₁₅ P ₇	N ₂₂ P ₁₀
Удельная мощность дождя, Вт/м ²	0,02	0,04	0,05	0,07	0,08	0,085	
Средний урожай, ц/га							
-при гидроподкормке	149,2	181,2	214,4	138,4	130,4	140,0	158,9
-без подкормки	130,4	160,0	144,0	110,4	136,0	110,4	130,8

Таким образом, исследования показали, что на посевах люцерны, скошенной на сено, (ДМ № 114а) при средней подкормке – N₅₀P₂₀, прибавка урожая составила 55,7 %, а в зоне, где норма полива и подкормки увеличена в 1,59 раза, прибавка урожая возросла в 1,71 раза. На посевах люцерны, скошенной на зелёный корм, (ДМ № 114) при меньшей средней подкормке – N₂₂P₁₀ прибавка урожая составила 21,4 %, и в зоне, где норма полива и подкормки увеличилась в 1,38 раза, прибавка урожая возросла в 1,48 раза. На посевах кукурузы на силос на ДМ № 5, где осенне-весенняя подкормка отсутствовала, а с поливом проведена подкормка аммиачной селитрой N₃₅ средняя урожайность увеличилась с 200 до 427 ц/га, прибавка составила 2,1 раза. Исследования показали значительную прибавку урожая

сельскохозяйственных культур, которая определяется в основном величиной подкормки и нормой полива, поэтому можно заключить, что равномерность полива машины играет основную роль.

Заключение. Исследования показывают, что внесение минеральных удобрений с поливной водой при поливе многоопорными дождевальными машинами обеспечивает стабильное повышение урожайности сельскохозяйственных культур (20-100 %) и определяется нормой полива и дозой подкормки, а также качеством полива и мощностью дождя.

Список используемой литературы:

1. Пожилов, В.И. Особенности оценки эффективности внесения удобрений и микроэлементов при дождевании машинами кругового действия / Совершенствование технологических процессов и комплексов машин в орошаемом земледелии // Российская академия сельскохозяйственных наук. – Волгоград, 1990 - С.89-97.

2. Рыжко, Н.Ф. Совершенствование дождеобразующих устройств для многоопорных дождевальных машин. - Саратов, 2009. - 176 с.

3. Дождевальная машина Патент 176478, Российская Федерация, МПК А01G 25/09 Рыжко Н.Ф., Шушпанов И.А., Гопкалов Ю.А., Рыжко С.Н., Ботов С.В., заявка № 2017110109 от 27.03.2017; опубл. 22.01.2018, Бюл. № 3.

4. Рыжко, Н.Ф. Обоснование ресурсосберегающего дождевания и совершенствование дождевальных машин «Фрегат» в условиях Саратовского Заволжья: дис. ... д-ра техн. наук / Рыжко Николай Федорович. - Саратов, 2012. - 356 с.

5. Рыжко, Н.Ф. Влияние качественных показателей дождя ДМ «Фрегат» на урожайность сельскохозяйственных культур // Научное обозрение. - 2012. - № 2. - С. 263-273.

6. Нагорный В.А., Рыжко Н.Ф. Повышение эффективности полива ДМ «Фрегат» при использовании новых дождеобразующих устройств // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. - 2009. - № 2. - С. 54-56.

УДК 699.86

И.М. Рындин, А.В. Поваров

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО УГЛА ПОВОРОТА ДИСКА УСТРОЙСТВА ОГРАНИЧЕНИЯ РАСХОДА ГАЗА В СЕТИ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Аннотация. Представлена необходимость строго учета расхода газа промышленными предприятиями и порядок взаимодействия между поставщиком и потребителем газа. Показана методика расчета максимального угла поворота диска устройства ограничения расхода газа на примере конкретного потребителя.

Ключевые слова: потребитель газа, поставщик газа, давление газа, перепад давления газа, расход газа, устройство ограничения расхода газа.

Основой функционирования любого современного общества является высокий уровень развития его инфраструктуры, достигаемый, в том числе, за счет бесперебойного снабжения энергетическими ресурсами. К их числу,

несомненно, относится газ, необходимый как для нужд производства, так и для обеспечения предусмотренных Конституцией РФ прав граждан на благоприятную окружающую среду.

Отсутствие должного учета в расходовании энергоносителей создает предпосылки для бесхозяйственности и хищений энергоресурсов. Создана и действует по всей стране целая индустрия производства и продажи неучтенных и искусственно созданных «потерь» энергоносителей. Вследствие этого, актуальность данной проблемы набирает большие обороты, так как общие материальные и денежные потери России от плохого учета и отсутствия мер по сбережению энергоносителей достигли колоссальных масштабов [1].

Поставка газа потребителям производится на основании заключенных договоров между поставщиком, газораспределительной организацией и потребителем в соответствии с настоящими Правилами. Отпуск газа без договора не производится. Поставщик, газораспределительная организация и потребитель газа обязаны поставлять и отбирать газ равномерно в течение месяца в пределах среднесуточной нормы, а в случаях необходимости отступления от среднесуточной нормы потребления - по согласованным между сторонами диспетчерским графикам [1, 2].

Промышленным потребителям и предприятиям энергетики предоставляется право неравномерного газопотребления на договорной основе с возмещением поставщику дополнительных расходов. При перерасходе среднесуточной нормы потребления газа потребителем поставщику предоставляется право проводить принудительное ограничение поставки газа до установленной среднесуточной нормы по истечении 24 часов с момента предупреждения потребителя. Поставщик поддерживает предусмотренное договором давление газа на выходе газораспределительной станции при условии отбора его газораспределительной организацией (потребителем) в пределах среднесуточной нормы.

До настоящего времени в случае отбора газа в объеме, превышающем ограничения, газовая компания имела право прекратить подачу топлива до истечения календарного месяца. От газоснабжения приходилось отключать целые котельные предприятий-неплательщиков. Сейчас с помощью устройств ограничения расхода газа возможно лимитировать его подачу теплоснабжающим организациям в зависимости от уровня платежей [1]. Таким образом, предприятие не накапливает лишних долгов, так как вынуждено соблюдать суточный план поставки газа в соответствии с договором.

Рассмотрим ситуацию на примере котельной предприятия, расположенного в г. Саратове. Причиной включения данного потребителя в список объектов, в отношении которых необходимо установить ограничения расхода газа, явилась несоблюдение дисциплины газопотребления в 2019 году. В октябре 2019 года расход газа котельной предприятия составил 90000 м³/мес., учитывая, что в договоре на поставку газа указан расход 80000 м³/мес. Соответственно необходимо установить месячный расход газа 70000 м³/мес.

Проведем расчет по определению максимального угла поворота диска устройства ограничения, при котором давление газа будет невозможным для работы котельного оборудования, т.е. перепад давления станет отрицательным.

Газопровод, на котором установлено устройство ограничения расхода газа имеет наружный диаметр 108 мм, соответственно его внутренний диаметр равен 100 мм. Давление газа равно 0,3 МПа. В соответствии с паспортом устройства ограничения расхода газа (УОРГ) на данном газопроводе было установлено устройство ограничения расхода с внутренним диаметром 100 мм (диаметр диска УОРГ равен его внутреннему диаметру).

При повороте диска УОРГ на заданный угол на пути газа он принимает форму эллипса, соответственно для определения площади повернутого на определенный угол диска воспользуемся формулой площади эллипса:

$$S = \pi ab \quad (1)$$

где a, b - стороны диска (эллипса), мм.

Учитывая, что при повороте диска УОРГ на указанный угол изменится внутренний диаметр, а для дальнейшего расчета по определению перепада давления в газопроводе этот диаметр необходим, выразим его через площадь проходного сечения газопровода и обозначим как условный, мм:

$$d_{\text{усл}} = \sqrt{\frac{4S_{\text{пр.сеч}}}{\pi}}, \quad (2)$$

где $S_{\text{пр.сеч}}$ - площадь проходного сечения УОРГ при указанном повороте угла диска, мм².

При повороте диска УОРГ на 60° площадь диска составляет $S_{\text{диска}} = 6798$ мм². Площадь внутреннего диаметра газопровода $S_{\text{внут}} = 7850$ мм².

Площадь проходного сечения:

$$S_{\text{пр.сеч.}} = S_{\text{внут}} - S_{\text{диска}} = 7850 - 6798 = 1052 \text{ мм}^2$$

Условный внутренний диаметр газопровода, мм:

$$d = \sqrt{\frac{4S_{\text{пр.сеч.}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1052}{3,14}} = \sqrt{1340} = 36$$

Перепад давления определим по формуле, учитывая, что давление до УОРГ составляет 0,3 МПа:

$$P_n^2 - P_k^2 = 1,2687 \lambda \frac{Q_0^2}{d^5} \rho_0 l, \quad (3)$$

где: P_n - абсолютное давление до УОРГ, МПа; P_k - абсолютное давление после УОРГ, МПа; ρ_0 - плотность газа при н.у., $\rho_0 = 0,7114$ кг/м³; λ - коэффициент гидравлического трения; l - расчетная длина газопровода, м; d - внутренний диаметр газопровода (условный), см; Q - расход газа, м³/ч.

Для этого необходимо определить число Рейнольдса:

$$\text{Re} = 0,0354 \frac{Q}{dv} = 0,0354 \frac{94}{3,6 \cdot 14,2 \cdot 10^{-6}} = 65093;$$

где: Q - расход газа, 94 м³/ч; d - внутренний диаметр газопровода (условный), см; ν - коэффициент кинематической вязкости метана при н.у., м²/с.

В зависимости от числа Рейнольдса и гидравлической гладкости стенок газопровода коэффициент гидравлического трения:

$$\lambda = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}} = \frac{0,3164}{65093^{0,25}} = 0,019$$

Для определения падения давления на участке газопровода необходимо определить расчетную длину газовой сети, м [1]:

$$l = l_1 + \frac{d}{100\lambda} \cdot \sum \xi = 0,4 + \frac{3,6}{100 \cdot 0,019} \cdot 0,5 = 1,3,$$

где: l_1 - действительная длина газопровода, м, принимаем равной длине УОРГ плюс два сужения диаметра перед и после него; $\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений участка газопровода (два изменения диаметра по 0,25 каждый).

Подставив полученные значения в выражение перепада давления, получим, МПа:

$$P_n^2 - P_k^2 = 1,2687 \cdot 0,019 \cdot \frac{94^2}{3,6^5} \cdot 0,7114 \cdot 1,3 = 0,32$$

Для определения давления газа в конечной точки выразим из данного выражения P_k , МПа:

$$P_k = \sqrt{0,09 - 0,32} = \sqrt{-0,23} = -0,48$$

Анализируя данный расчет, приходим к выводу, что при повороте диска УОРГ на 60° давление в конечной точке получается отрицательным, что невозможно для газовых сетей. Соответственно расход газа, в зависимости от которого рассчитывается угол поворота диска устройства ограничения расхода газа, который соответствует углу в 60 градусов на диаграмме паспорта УОРГ, не применим для данного потребителя газа.

Проведя несколько аналогичных расчетов при меньших углах поворота диска, были получены результаты, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость перепада давления газа от угла поворота диска УОРГ

Угол поворота диска УОРГ	Перепад давления в газопроводе, МПа
20	0,02
30	0,04
40	0,08
50	0,085
60	Давление в конечной точке отрицательное

Таким образом, на основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что для рассматриваемого объекта с расходом газа 94 м³/ч и учтенными

характеристиками котельного газового оборудования, максимальный поворот диска УОРГ может составлять всего 50°.

Список использованной литературы:

1. Рындин И.М., Поваров А.В. Порядок взаимодействия организаций по вопросам установки устройств ограничения расхода газа на сетях газораспределения // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы IX Национальной конференции с международным участием. Под ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2019. С. 244-247.
2. Михаленко В.А., Белинский А.В., Варламов Н.В. и др. Научно-методические основы концепции малозатратной реконструкции и технического перевооружения газораспределительных станций ПАО «Газпром» // Газовая промышленность. 2016. № 9. С. 72–81.

УДК 378

И. Ф. Салахова, Л.Р. Хисамеева

ФГБОУ ВО "Казанский государственный архитектурно-строительный университет", г. Казань, Россия

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

Аннотация: В статье рассмотрены требования к выбору и проектированию систем водоснабжения животноводческой фермы.

Ключевые слова: система водоснабжения, животноводческая ферма, норма водопотребления.

Животноводческая ферма - это подразделение сельскохозяйственной организации, которая занимается разведением животных и производством продукции животноводства. От комплекса отличается отсутствием равномерного выхода продукции в течение года [1].

Внутренний водопровод на животноводческой ферме обеспечивает подачу воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды. Устройство внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода обязательно во всех производственных и вспомогательных зданиях, в которых предусматривается установка санитарных приборов. Внутренние противопожарные водопроводы не обязательны в животноводческих зданиях, а также в складах кормов и кормоприготовительных отделений ферм. Производственные здания животноводческих ферм оборудуются объединенным хозяйственно-питьевым, производственным и противопожарным водопроводом, так как для производственных нужд используется та же вода, что и для хозяйственно-питьевых нужд.

Нормы потребления включают расход воды на производственные нужды: поение животных, приготовление кормов, доение и первичную обработку молока (подмывание вымени, санитарную обработку доильных установок,

оборудования, молочных резервуаров и посуды, охлаждение молока), уборку помещений и мытье животных. Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды персонала (в бытовых помещениях – в душевых, умывальных и уборных); расход воды технологическим оборудованием (варочные котлы, специальные мойки и др.), в том числе в специализированных кормоцехах, на гидравлическую уборку навоза принимают по разделу проекта «Технологические решения» [1].

Животноводческая ферма должна быть обеспечена водой питьевого качества по СанПин 2.1.4.1074, при невозможности обеспечения всех нужд фермы водой питьевого качества допускается для поения скота, приготовления кормов, уборки помещений и мытья животных применять воду с повышенным солевым составом. При использовании воды для производственных нужд фермы, не отвечающей требованиям СанПин 2.1.4.1074, подача питьевой воды обслуживаемому персоналу и на некоторые производственные нужды (мойка молочной посуды и оборудования и т.д.) решается в каждом конкретном случае с учетом местных условий по согласованию с органами и учреждениями Роспотребнадзора [1].

Системы водоснабжения животноводческих ферм следует относить ко II категории надежности. Элементы систем водоснабжения II категории, повреждения которых могут нарушить подачу воды на пожаротушение, должны относиться к I категории надежности. В зданиях для содержания крупного рогатого скота внутренний противопожарный водопровод за исключением указанных в п. 6.7 СП 106.13330 не предусматривается. На сети внутреннего водопровода пожарные краны устанавливаются с учетом требования СП 10.13330. Расходы воды на наружное пожаротушение принимают по СП 8.13130. Перерывы в подаче воды для поения животных не более 3 ч, доения – не более 30 мин [1].

Наружная водопроводная сеть на животноводческой ферме состоит из магистральных и распределительных линий труб. Первые из них необходимы для транзитного транспортирования необходимого количества воды, вторые – для подачи воды из магистралей к отдельным потребителям. Наружную сеть водоснабжения, обслуживающую ферму, проектируют тупиковой или кольцевой. Преимуществом обладают кольцевые сети, так как надежны в эксплуатации, при аварийной ситуации позволяют отключать отдельные участки с сохранением подачи воды потребителям; меньше подвержены замерзанию, так как вода в них непрерывно циркулирует; требуют труб меньшего диаметра; меньше подвергаются гидравлическим ударам.

В производственных зданиях ферм магистральные водопроводные сети прокладываются открыто – по фермам, колоннам, стенам и под перекрытиями, доступным для осмотра и ремонта. Если открытая прокладка невозможна, то сети размещают в общих каналах с другими трубопроводами, кроме транспортирующих легковоспламеняющиеся горючие жидкости и газы, Трубопроводы, подводящие воду к технологическому оборудованию, отдаленному от стен и колонн, прокладываются в полу или под ним. При совместной прокладке в каналах водопровода с трубопроводами, по которым

идет горячая вода или пар, их необходимо размещать выше водопроводов. Магистральные трубопроводы, разводящие участки сети и подводки к приборам и оборудованию, укладываются с уклоном 0,002. Уклон разводящих участков водопроводной сети в сторону стояков или водоразборных точек. В низших точках сети устанавливают спускные устройства. В отапливаемых помещениях животноводческой фермы (в молочных, кормоцехах, административных зданиях, санпропускниках и т. п.) внутренние водопроводы прокладывают с нижней разводкой.

Температура в помещениях, где прокладываются трубопроводы должна быть не ниже 2°C, в местах где возможно переохлаждение трубопровода, необходимо предусматривать тепловую изоляцию. В неотапливаемых помещениях (для беспривязного содержания рогатого скота) необходимо предусматривать устройства для опорожнения водопроводных труб, теплоизоляцию и подогрев воды до 18°C в зимний период.

Материал для водопроводных сетей в животноводческих фермах принимают стальные, пластмассовые и резиновые неармированные трубы диаметром от 15 до 65 мм. В помещениях и на открытом воздухе оборудуют площадки с групповыми или индивидуальными устройствами для водопоя животных (автопоилки, водопойные чаши, корыта, лотки).

Для обеспечения животноводческой фермы горячей водой применяют водонагреватели различного типа. Водонагреватели в системах водяного отопления нагревают воду до 95°, а в системах горячего водоснабжения до 60 - 65°. Для получения воды необходимой температуры горячую воду, полученную в водонагревателе, смешивают с холодной водопроводной водой или в смесительном кране или в специальных смесительных баках. По конструктивному исполнению водонагреватели подразделяют на термосы с парциальным нагревом воды и проточные. По характеру теплоносителя водонагреватели могут быть электрическими, паровыми, водяными и газовыми. Наибольшее применение на животноводческих фермах получили электрические и паровые водонагреватели.

Молочно – товарная ферма на 1000 коров находится в населенном пункте Средние Тиганы Алексеевского района РТ (рис.1). Источником водоснабжения комплекса являются существующие артезианские скважины.

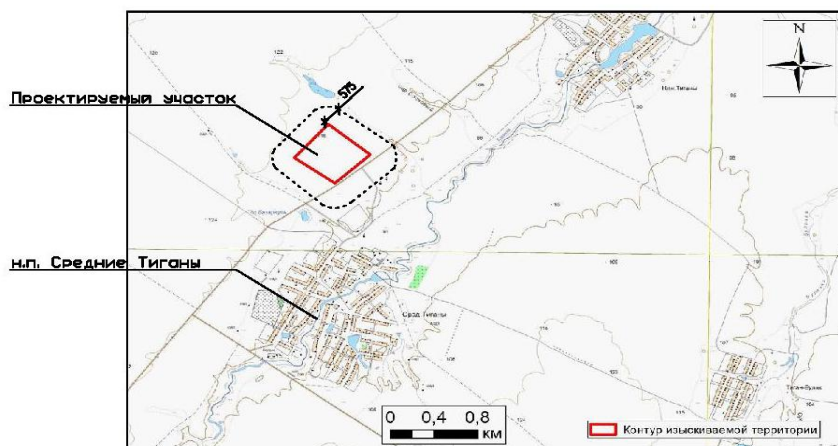


Рисунок 1- Ситуационный план

В проекте разработана система объединенного хозяйственно-питьевого-противопожарного водопровода. Сеть водопровода принята кольцевой. Система водопровода предназначена для подачи воды к зданиям комплекса для удовлетворения хозяйственно-питьевых потребностей и на противопожарные нужды. Расход воды на наружное пожаротушение составляет 20 л/сек. Наружное пожаротушение предусмотрено из проектируемых пожарных гидрантов. Наружное пожаротушение зданий осуществляется из двух пожарных гидрантов, установленных в радиусе 200м. Для подачи воды потребителям в помещении насосной станции размещены хозяйственно-питьевые и противопожарные насосы. Для подачи воды на хоз.-питьевые нужды запроектированы центробежные насосы Etabloc ETV 065-050-315 GG AA10D300404 В. Для подачи воды на случай пожара запроектированы центробежные насосы Etabloc ETV 065-050-160 GG AA10D200752 В.

Во многих случаях вода из подземных источников имеет повышенное содержание солей железа и марганца. Присутствие этих соединений проявляется в виде неприятного запаха и привкуса воды. Вода оставляет после себя характерные рыже-бурые следы. Подобная вода имеет неприятный металлический привкус и вызывает зарастание водопроводных сетей и водоразборной арматуры. Двухвалентное железо, содержащееся в воде подземных источников, достаточно быстро выпадает в коллоидный осадок при воздействии на нее кислорода воздуха. Этот осадок является питательной средой для размножения бактерий и микроорганизмов. Для удаления железа из подземных вод используют безреагентные методы.

Безреагентное обезжелезивание заключается в том, что в технологическую цепочку не вносятся вспомогательные химические вещества. Предварительная аэрация входящего потока облегчает протекание реакции окисления. Кислород в данном случае является катализатором, частично окисляя растворенное железо. На начальной стадии процесса очистки движущей силой является адсорбция. Окисленные соединения железа из потока оседают на поверхности фильтрующей загрузки. Безреагентная очистка показала наивысшую эффективность в условиях: общее содержания железа ≤ 10 мг/л; $\text{pH} \geq 6,8$; содержание паразитных примесей (сульфиды $\leq 0,2$ мг/л, аммонийные соединения $\leq 0,1$ мг/л).

Для приведения исходной воды до нормативных показателей в помещении насосной станции установлена система водоподготовки, для снижения содержания в исходной воде железа и мутности до нормативных показателей. Водоподготовка включает в себя грубую очистку, окисление кислородом воздуха, фильтры обезжелезивания ФИП – 42Т.

В проекте предусмотрена установка ультрафиолетового (УФ) облучения фирмы ООО «ТОРОС». Применение УФ оборудования для обеззараживания воды позволяет: обеспечить высокую эффективность обеззараживания в отношении широкого спектра микроорганизмов; полностью или частично отказаться от применения хлора; исключить образование побочных токсичных продуктов; исключить строительство дорогостоящих сооружений, характерных

для технологий хлорирования; обеспечить простой ввод УФ–комплексов в технологическую цепочку очистки; обеспечить более низкую стоимость эксплуатации сооружений.

К монтажу системы водоснабжения приняты полиэтиленовые трубы марки ПЭ100 SDR13,6 «питьевая» по ГОСТ18599-01. На сети водопровода установлены колодцы из сборных железобетонных элементов по ТП 901-09-11.84.

Технические решения, принятые в проекте соответствуют требованиям технических регламентов, в том числе санитарно-эпидемиологическим, экологическим требованиям, требованиям государственной охраны объектов культурного наследия, требованиям пожарной, промышленной, ядерной, радиационной и иной безопасности, а также результатами инженерных изысканий

Список использованной литературы:

1.РД-АПК 1.10.01-18. Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота: Москва, 2018 – 173с.

2.СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01–85*. Введ. 01.01.2016. – М: Минрегион России, 2016. – 68с.

УДК 378

И. Ф. Салахова, Л.Р. Хисамеева

ФГБОУ ВО "Казанский государственный архитектурно-строительный университет", г. Казань, Россия

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

Аннотация: В статье рассмотрены способы сбора и очистка сточных вод с животноводческой фермы, с учетом охраны окружающей среды, а именно грунтовых и подземных вод.

Ключевые слова: система водоотведения, сточные воды, животноводческая ферма, охрана окружающей среды.

Отвод и обеззараживание сточных вод с территории фермы является одним из основных производственных вопросов. Сточные воды с животноводческих ферм удаляются или в районные канализационные системы, или в местную. Система канализации должна обеспечивать удаление с фермы: навозной жижи (мочи животных); хозяйственно-фекальных сточных вод от санитарных приборов, установленных в бытовых и других помещениях; производственных сточных вод от мытья полов и животных, уборки помещений, мойки оборудования (посуды, аппаратуры, молокопроводов и т. п.) и корнеплодов, а также от проточных поилок в птичниках [1]. В канализационную районную сеть разрешается отвод стоков, содержащих органические загрязнения от молочных пунктов, животноводческих ферм,

убойных пунктов и предприятий переработки сельскохозяйственных продуктов.

Поверхностный сток, образующийся на животноводческих предприятиях складывается из дождевых, талых и поливочных вод [2]. По качественному составу поверхностный сток подразделяется: на стоки со значительным количеством органических веществ, загрязненные экскрементами животных (с выгульных и откормочных площадок, скотопрогонов, технологических площадок сбора и погрузки подстилочного навоза и др.); стоки, содержащие в основном минеральные загрязнения (с внутрифермских дорог и площадок); стоки с относительно невысокой концентрацией загрязнений (с крыш зданий и газонов).

На животноводческих фермах навоз, навозная жижа и сточные воды отмытых полов отводятся отдельной системой канализации и не собираются в навозохранилищах и жижесборниках. В отдельных случаях при специальном обосновании навозная жижа может сбрасываться и в канализацию.

На животноводческих фермах устраиваются обычно две самостоятельные канализационные линии: для сбора с фермы хозяйственно-фекальных вод с последующей биологической очисткой; для сброса с фермы ливневых вод и условно чистых производственных вод, прошедших механическую очистку.

Канализационные линии по отводу дождевых и условно чистых вод состоят из трубопровода, ливнеприемников, смотровых колодцев, перепадных и разделительных колодцев. Канализационные линии трассируются с учетом рельефа местности и минимальном количестве земляных работ. Диаметр труб для устройства внутриплощадочной канализационной сети должен быть не менее 150 мм. Для самотечных линий канализационные трубопроводы выполняются из полиэтиленовых труб из железобетонных блоков (в исключительных случаях допускается применение специального кирпича). Глубина заложения труб определяется глубиной промерзания грунта и принимается на 0,3 м меньше максимальной глубины промерзания, но не менее 0,7 м от верха трубы на замощенных и 1,0 м на незамощенных проездах. При меньшем заложении они должны быть дополнительно защищены от механических повреждений и от замерзания. Минимальный уклон принимается: при самотечной канализации для труб диаметром 150 мм - 0,007; для труб в 200 мм - 0,005, а для труб более 200 мм уклоны определяются по расчетным скоростям. Наибольшие расчетные скорости движения жидкости не должны превышать: для металлических труб - 8 м/сек; для неметаллических труб - 4 м/сек. Укладку самотечных канализационных труб во всех грунтах, за исключением скальных, а также плавунных, торфяных и других слабых грунтов, производят на подготовленное к укладке дно траншеи без устройства искусственного основания.

Смотровые колодцы и камеры на канализационных самотечных линиях всех систем устраиваются: в местах присоединений; в местах изменений направлений, уклонов и диаметров трубопроводов; смотровых прямых участках (на расстоянии не более 35 м при трубах 150 мм и при трубах в 200 мм и выше — не более 50 м). Смотровые колодцы на напорных линиях устраиваются в

местах установки арматуры. Перепадные колодцы устраиваются для уменьшения глубины заложения трубопровода, во избежание превышения максимально допустимой скорости движения сточной воды или резкого изменения этой скорости, при пересечении с подземными сооружениями, при затопленных выпусках на последнем перед водоемом колодце. Дождеприемники (железобетонные или бетонные) устраиваются на всех пониженных местах территории фермы, а также на выгульных и кормовых площадках и располагаются вне организованного перехода. На тех площадках, где возможно массовое скопление животных (преддоильные, выгульные, кормовые и т. п.) навозная жижа и ливневые воды обычно принимаются одними и теми же жижеприемниками, при этом площадки делают с уклоном в 3° в сторону жижеприемников, которые располагаются между площадками или между площадками со скотопрогонными дорогами. Жижеприемные колодцы закрываются чугунными решетками, через которые стекают и навозная жижа и ливневые воды

При выборе методов очистки сточных вод всегда проверяется возможность их использования после механической очистки для орошения посевов кормовых культур. Очистные сооружения, как правило, располагаются по отношению к жилой застройке с подветренной стороны преобладающего направления ветров в теплый период года (по средней розе ветров на основе многолетних наблюдений), а также вниз по течению грунтовых вод от водозаборных сооружений. Площадка под очистные сооружения выбирается с уклоном, обеспечивающим самотечное движение сточных вод по сооружениям и отвод поверхностных вод. Площадка под очистные сооружения не должна быть затапливаемой паводковыми водами и с низким уровнем грунтовых вод. [1].

Необходимая степень очистки сточных вод и места их выпуска определяются назначением водоема, куда сбрасываются очищенные стоки, и его самоочищающейся способностью. На основании требуемой степени очистки сточных вод определяются наиболее целесообразный, отвечающий местным условиям, метод очистки, состав очистных сооружений и их месторасположение. Для повышения эффективности работы сооружений биологической очистки сточные воды предварительно пропускаются через сооружения механической очистки.

Молочно – товарная ферма на 1000 коров находится в населенном пункте Средние Тиганы Алексеевского района РТ. Источником водоснабжения комплекса являются существующие артезианские скважины. Проектом, разрабатываются наружные системы хозяйственно-бытовой, производственной и ливневой канализации (таблица 1). Отвод хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод запроектирован в выгреб с дальнейшим вывозом и утилизацией. Производственные сточные воды, содержащие остатки молока, проходят предварительную очистку на жироуловителях Rainpark-OJV производительностью 1л/сек. Навозные стоки от жижеборников поступают в навозохранилище.

Таблица 1-Расход сточных вод

Наименование системы	Расчетный расход воды		
	м ³ /сут	м ³ /час	л/с
Хозяйственно - бытовая (К1)	11,602	5,564	9,244
Производственная (К3)	27,547	12,597	6,803
Ливневая (К2)			408,090

Хозяйственно-бытовая и производственная канализация запроектирована из полиэтиленовых труб марки ПЭ100 SDR21 «техническая» ГОСТ18599-01.

Колодцы на сети приняты из сборных железобетонных элементов по ТП 902-09-22.84, 3.900-3. В горловинах колодцев предусмотрена установка вторых крышек. Монтаж трубопроводов в соответствии со СНиП 3.05.04-85, СП 40-102-2000. Сбор и очистка поверхностных сточных вод запроектирована с прилегающей территории и кровли зданий, исключая площадки выгулов. Сбор поверхностных сточных вод с площадок выгулов запроектирован по спланированной поверхности в лотки с дальнейшим поступлением в жижеборники емкости 15м³, что исключает попадание отходов от животных во внутримплощадочные поверхностные сточные воды. Расчетный объем ливневых стоков составляет 408,090 л/сек. Для отвода ливневых и талых вод с территории запроектирована закрытая система водоотведения. Сбор стоков с территории осуществляется через дождеприемные колодцы. Перед сбросом ливневых сточных вод в навозохранилище стоки проходят очистку на локальных очистных сооружениях Rainpark-ПО-БМО производительностью 140л/сек. Ливневая канализация запроектирована из двухслойных гофрированных полипропиленовых труб ГОСТ 54475-2011.

Животноводческая ферма (комплекс) запроектирован таким образом, чтобы навоз и навозные стоки не загрязняли окружающую среду, грунтовые и подземные воды и были предусмотрены мероприятия по их максимальной утилизации.

Список использованной литературы:

- 1.РД-АПК 1.10.01-18. Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота: Москва, 2018 – 173с.
2. РД - АПК 3.10.01.03-17. Методическое пособие по проектированию сооружений ливневой канализации животноводческих предприятий: Москва, 2017 – 173с.

УДК 621.892.099.6

В.В. Сафонов, А.С. Азаров

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВНИЯНИЯ НАНОПОРОШКА Cu-Sn И ПРИСАДКИ «WAGNER» НА ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ СВОЙСТВА ТРАНСМИССИОННОГО МАСЛА

Аннотация: в статье представлены результаты исследований противоизносных свойств образцов трансмиссионного масла ТАД-17, полученных добавлением различных концентраций нанопорошка сплава меди с оловом и многоцелевой универсальной присадки «WAGNER». Для оценки эффективности использования названных компонентов в составе трансмиссионного масла проведены лабораторные исследования опытных образцов на четырёхшариковой машине трения.

Ключевые слова: ресурс, трибосопряжения трансмиссий, строительные машины, трансмиссионное масло, нанопорошок, сплав Cu-Sn, присадка WAGNER, машина трения, износ.

Эффективность использования машин и оборудования в строительстве зависит от ряда факторов, в т.ч. и от долговечности ресурсопределяющих трибосопряжений трансмиссий. Наряду с совершенствованием их конструкции и использованием современных технологий при производстве конструкционных материалов и изготовлении деталей трансмиссий, эффективным методом повышения их долговечности является применение усовершенствованных смазочных материалов.

Долговечность трибосопряжений трансмиссий во многом зависит от интенсивности изнашивания их деталей, работающих в основном в условиях граничного трения. При этом на интенсивность изнашивания значительное влияние оказывают смазывающие свойства трансмиссионных масел.

В настоящее время на российском рынке смазочных материалов представлен большой ассортимент как отечественных, так и зарубежных трансмиссионных масел. Смазочные материалы зарубежных производителей по сравнению с отечественными нередко обладают лучшими противоизносными свойствами, однако и стоимость их, как правило, выше. Противоизносные свойства трансмиссионных масел во многом зависят от эффективности добавок, применяемых в их составе [1]. Анализ литературных источников и патентный поиск показал, что среди прочих порошкообразных материалов, свойства которых позволяют использовать их в качестве противоизносных компонентов смазочных сред, особый интерес вызывают нанопорошки металлов и микрокерамика [2–6].

Лабораторные исследования противоизносных свойств опытных образцов трансмиссионного масла проводили на четырёхшариковой машине трения МТУ-1М. Режимы испытаний назначали по ГОСТ 23652.

Исследованиям подвергали образцы, приготовленные на основе товарного трансмиссионного масла ТАД-17 ГОСТ 23652 с добавлением различных

концентраций нанопорошка сплава меди с оловом (Cu-Sn), полученного методом плазменной переконденсации, и многоцелевой универсальной присадки «WAGNER», содержащей микрокерамику: ТАД-17 + 0,4% Cu-Sn; ТАД-17 + 0,25% «WAGNER»; ТАД-17 + 2,5% «WAGNER»; ТАД-17 + 0,4% Cu-Sn + 0,25% «WAGNER»; ТАД-17 + 0,4% Cu-Sn + 2,5% «WAGNER». После испытаний смазочных образцов контролировали диаметр пятна износа $D_{и}$ на поверхности шариков, использованных в исследованиях (табл.). Полученные результаты сравнивали с противоизносными свойствами исходного трансмиссионного масла ТАД-17.

Таблица – Противоизносные свойства смазочных образцов

№ п/п	Смазочная композиция	Диаметр пятна износа $D_{и}$, мм
1	ТАД-17	0,30
2	ТАД-17 + 0,4% Cu-Sn	0,28
3	ТАД-17 + 0,25% «WAGNER»	0,27
4	ТАД-17 + 2,5% «WAGNER»	0,29
5	ТАД-17 + 0,4% Cu-Sn + 0,25% «WAGNER»	0,29
6	ТАД-17 + 0,4% Cu-Sn + 2,5% «WAGNER»	0,26

Результаты исследований показали (см. табл.), что все опытные образцы обладают лучшими противоизносными свойствами по сравнению с трансмиссионным маслом ТАД-17. Диаметр пятна износа $D_{и}$, полученный при испытании образца № 2 снизился на 7 %, образца № 3 – на 10 %, образцов № 4 и № 5 – на 3,4 %, а образца № 6 – на 13,4 %.

Таким образом, по результатам исследований определили, что применение 0,4 % нанопорошка сплава меди с оловом, полученного методом плазменной переконденсации, в сочетании с 2,5 % многоцелевой универсальной присадки «WAGNER» приводит к повышению противоизносных свойств трансмиссионного масла ТАД-17 на 13,4 %. Кроме того, можно предположить, что проведение полного факторного эксперимента с целью качественной и количественной оптимизации состава образца № 6 позволит дополнительно улучшить его противоизносные свойства.

Список использованной литературы:

1. Сафонов В. В., Александров В. А., Азаров А. С., Добринский Э.К. Наноразмерные добавки к смазочным средам трибосопряжений в условиях их моделирования // Ремонт, восстановление, модернизация. 2008. № 2. С. 8–11.
2. Азаров, А. С. Повышение долговечности подшипников качения ступиц колёс автотракторной техники путём модификации смазочной среды : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Азаров Александр Сергеевич. – Саратов, 2008. – 20 с.
3. Пат. 2123030 Российская Федерация. Смазочная композиция / В. В. Сафонов, Э. К. Добринский, В. В. Венскайтис [и др.]. – №97116529/04 ; заявл. 07.10.1997 ; опубл. 10.12.1998, Бюл. №34. – 1998. – 7 с.
4. Сафонов В.В., Калужский А.В., Сафонов К.В. Результаты сравнительных испытаний добавок к моторным маслам «Кластер» и «WAGNER» // Научная мысль. 2017. № 3. С. 8–13.

5. Сафонов В. В., Шишурин С. А., Александров В. А. Повышение эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники за счет применения наноматериалов // Нанотехника. 2009. № 20. С. 79–80.

6. Сафонов В. В., Александров В. А., Шишурин С. А., Азаров А. С. Применение наноматериалов при техническом сервисе автотракторной техники. М. : Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». 2009. № 3. С. 62–66.

УДК 614.849

Н.И.Сафронов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ОТЛИЧИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ГРИБОВ ВЕШЕНКИ И ШАМПИНЬОНЫ И ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ НИХ

Аннотация. Данная статья является обзорным материалом, вводящим в курс дела по производству грибов вешенки и шампиньоны. Так же записаны технические данные для выполнения конструктивной работы проектных расчетов по проектированию вентиляции.

Ключевые слова: вешенки, шампиньоны, вентиляция, проектирование, аграрное производство, проектная деятельность.

Введение

Перед человечеством в разное время стояли разные проблемы для комфортного существования. В нашем современном мире такой острой проблемой является недостаток пищевого белка. И вследствие этого этой проблеме уделяется большое внимание. Создаются комитеты, перед которыми стоят задачи изучения белковых ресурсов и применение практических рекомендаций для предотвращения белкового голодания. Примерно 80% используемого белка дают человеку растения, но увеличение ресурсов с помощью естественных угодий имеет свои пределы. Грибы являются полноценным источником белков, и их можно выращивать круглогодично, не опираясь на световые зоны, погодные и почвенные условия, собирая урожай с 1 га 11 тыс. ц. в год. Предприятия, специализирующие на грибоводстве, получают с гектара обрабатываемой площади около 65 т сухого белка в год, при то что при современном производстве говядины сухой белок с той же площади составляет не более 70 кг. Таким образом выращивание грибов в наше время вылилось в рентабельную и продуктивную отрасль сельского хозяйства. В грибоводческих предприятиях выращивается два вида высших плодовых грибов, это вешенки и шампиньоны. Обе эти разновидности требуют соответствующего условий при выращивании. В эти условия входят поддержание температуры и влажности на должном уровне, своевременная замена воздушной среды в цеху-грибнице для удаления веществ, выделяемых при росте грибов. За все эти требования отвечает проектирование

вентиляционной системы. [1]

Основные часть

Вентиляция является связующей частью всей системы микроклимата. Она необходима на всех этапах производства.

Важной задачей вентиляции в помещении для вешенок - это налаживание на весь объем цехов нужных потоков движения воздуха, вовремя отводящие продукты жизнедеятельности гриба (СО₂ и влагу, испаренную с гриба) Поток, идущий по воздуховодам, имеет установленные параметры (влажность 87-92%, температура 14-16 град. СО₂ – от 800 до 1000 ppm). Кратность воздухообмена при проектировании вентиляции для цехов грибниц не применяется. В грибницах вешенки (и для шампиньона тоже) расчет вентиляции выполняется по количеству загруженного субстрата.

При изготовлении субстрата (это место называется грязная зона) выделяется много пара – поэтому в цеху необходимо иметь вытяжку. В инокуляционной, или засевочной (в чистой зоне) вентиляция состоит из: нагнетающего приточного вентилятора, фильтров грубой и тонкой очистки, теплообменника для зимнего подогрева, воздуховода для помещения засевочной. Вытяжного вентилятора не ставят, а приточный нагнетающий) рассчитан таким образом, чтобы имелось избыточное давление (для чистой – 60 Па, смежных – 50-40 Па).

Воздуховод выполнен из полиэтилена и размещен возле емкости с субстратом, или же над засевочным столом. Примерно на равном расстоянии в воздуховоде делаются небольшие отверстия. Так как фильтрация необходима, фильтр так-же нужно установить.

Чистая зона в начале засева обрабатывается дезинфектантами, далее включается вентиляция и благодаря избыточному давлению в засевочную не подсасывается неочищенный наружный воздух. А наоборот, воздух продавливается через все щели, и таким образом в обработанный субстрат не попадают споры плесеней.

Еще одна важная задача вентиляции – вовремя выполненный теплосъем с зарастающих грибных блоков. В основном используют рециркуляционный воздух. В 5-6 день в пик разогрева для поддержания нужной температуры добавляют свежий воздух – около 10-15%.

Условия описаны. Выбор оборудования, следующий:

1. Вентилятор, обязательно центробежный, в производственных цехах на 30-50 тонн субстрата необходим улиточный вентилятор.
2. Диаметры воздуховодов: центрального и отводящих, высчитывается исходя из того, что скорость движения воздуха в них должна быть 4-5 м/сек. Воздуховоды делаются из жести.
3. Для направления струи и увеличения скорости – устанавливаются пластиковые стаканы в отверстиях полиэтиленовых воздуховодах вентиляции.
4. На рециркуляционную трубу устанавливают фильтр очистки потока воздуха, который попадает в систему, от грибных спор.
5. Мощность вытяжного вентилятор должна составлять около 90% нагнетающего.

Вентиляция в камере должна работать всегда, создавать необходимый стабильный климат. [2]

Вентиляция грибов шампиньонов имеет отличие от вентиляции вешенок. Шампиньоны в процессе роста не образуют болезнетворные споры, негативно влияющие на легкие человека. Но эти грибы гораздо привередливее при уходе за ними. [3]

Требуемые параметры воздуха в помещениях будут приведены в таблицах
Требуемые параметры воздуха в помещениях (табл. 1)

Помещение	Температура С	Относительная влажность, %
Цех субстрата	≥ 10	Не нормируется
Цех покровного материала	≥ 15	Не нормируется
Цех выращивания грибов: Пастеризация субстрата в массе в тоннеле	От 48 до 60 $23 \pm 1,5$	97 ± 3
Проращивание мицелия в массе в тоннеле		92 ± 3
Рост мицелия в субстрате и покровном материале в камере выращивания		92 ± 3
Период плодоношения в камере выращивания		87 ± 3 (100)
Холодильная камера для хранения	2 ± 1	Не нормируется
Холодильная камера для мицелия	2 ± 1	Не нормируется
Коридор для загрузки и разгрузки камер	≥ 10	Не нормируется

Допустимая скорость движения потока воздуха под поверхностью выращивания (табл. 2)

Влажность воздуха, %	Скорость движения воздушного потока
70	0,15-0,30
80-85	0,6
90-95	2,4

Для требуемого микроклимата применять комбинированную систему кондиционирования воздуха с централизованной первичной обработкой наружного воздуха и последующим его доведением до необходимых параметров при подаче в помещения.

Требуемые объемы свежего и рециркуляционного воздуха в м³/ч (табл. 3)

Процессы	Требуемый объем воздуха	
	свежего	рециркуляционного
Укладка субстрата и покровного материала в камеру	750	1500
Рост мицелия в покровном материале	От 250 до 3500	От 1500 до 3750
Охлаждение воздуха камеры	7500	
Плодоношение	От 750 до 4000	До 3500
Термовлажностная обработка камеры		7500
Охлаждение воздуха камеры		
Разгрузка и уборка камеры		

Нужный воздухообмен в камерах обеспечивает уровень углекислого газа (CO₂) не более 0,08-0,1%. Контроль осуществляется с помощью газоанализатора.

Для исключения попадания инфекции в камеры субстрата размещают фильтры грубой очистки (и тонкой после)

Общеобменная приточно-вытяжная система вентиляции с механическим побуждением, которая обеспечивает кратность воздухообмена, соблюдается согласно СниП 41-01-2003 и ГОСТ 12.4.021-75. [4, с.37-42]

Заключение

Приведенные требования в данной статье являются малой обзорной частью для начала понимания производства грибов шампиньонов и вешенок и требований к проектированию вентиляции.

Список использованной литературы:

1. <http://ochakiv.narod.ru/content/raznoe/griby/griby.html#06>
2. <https://veshenka-expert.info/ventiljacija-pri-vyrashhivanii-veshenki/>
3. <http://vent.vn.ua/ventilyatsiya-shampinonov.html>
4. Нормы технического проектирования комплексов по выращиванию шампиньонов НТП- АПК 1.10.09.002-04 [с.37-40]

УДК 614.849

Н.И.Сафронов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАРЕВШЕГО ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ МИНИМАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАТРАТАХ

Аннотация. Статья является схематичным описанием конструкции, которую можно монтировать в центральные кондиционеры вентиляционной системы и не только. Данное монтированное оборудование являет собой возможность модернизировать имеющееся старое оборудование, увеличить его многозадачность, не вливая при этом огромных экономических средств.

Ключевые слова: вентиляция, модернизация, испаритель, охлаждение, увлажнение, грибница.

Введение

На территории Российской Федерации существует огромное количество предприятий, той или иной направленности, работающих для воспроизведения и выполнение широкого спектра человеческих потребностей. К сожалению, большинство из них работает на морально и физически устаревшем оборудовании, произведенном еще страной предшественницей, СССР, а это почти более 30 лет. В следствии этого вполне логично, что на первый план выходят множество проблем, таких как: низкая ремонтпригодность в связи с отсутствием запчастей, низкий уровень производительности и качества продукции. Простои, образуемые из-за выхода из строя узлов оборудования или невозможности воссоздать требуемые условия, приводят к большим затратам времени на устранение неисправности. Для решения такой проблемы, конечно, видится самое правильное решение – установка нового оборудования, взамен старого. И на это решение не менее логичный ответ, что препятствием для реализации этого способа служит немалая стоимость нового оборудования. Экономическая составляющая в нашей стране на фоне современных реалий имеет огромный вес. А даже, если имеются средства, далее возникает следующая проблема, остановка части технологического узла или снижение объёмов производства на время проведения демонтажных работ, работ по подготовке к установке нового оборудования, монтажа и пуско-наладки. [1]

Всё удовлетворяющим ответом на все вышестоящие вопросы можно дать достойный ответ: либо замена устаревшего оборудования в несколько стадий или частичная модернизация имеющегося. [1]

За пример можно взять производство по выращиванию вешенок. Находится в умеренном климатическом поясе. Имеется строение с помещениями, отлично подходящие для таких задач. Помещения грибницы - есть, помещение с вентиляционным оборудованием – есть. Воздуховоды от вентиляционного оборудования до комнат-грибниц, имеются. Производство функционирует.

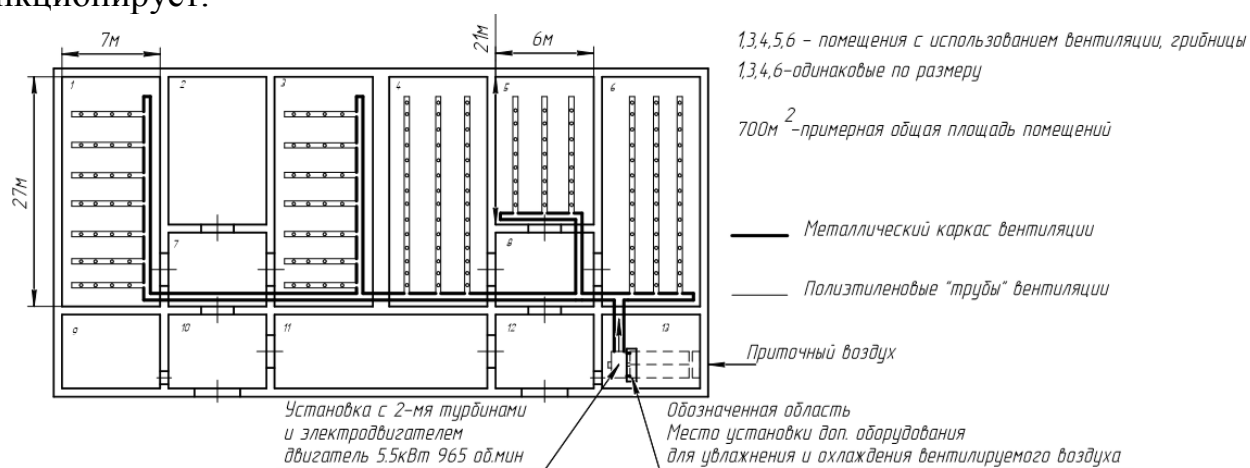


Рисунок 1 - Схема объекта

Проблема заключается в многофункциональности имеющегося оборудования. На данном объекте оборудование следующего типа: КЦКП-3,15 (К - кондиционер, Ц - центральный, КП – каркасно-панельный, следующие

цифры после обозначают номинальную производительность по воздуху в тыс. м³/ч. Оборудование предназначено для вентиляции помещений различного назначения и позволяет осуществить все процессы воздушной обработки: нагрев, фильтрацию, осушку, охлаждение, увлажнение, рекуперацию и регенерацию тепла и холода, поддержка в помещении искусственного климата.

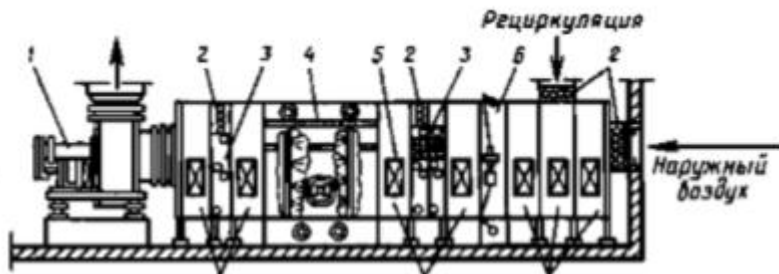


Рисунок 2 - Схема центрального кондиционера

Но по причине старости оборудования функционирование не выполняется в полной мере. И по сути, Вентиляционная установка выполняет одну единственную функцию, перегон наружного воздуха в помещения, к которым подведены вентиляционные воздуховоды. [2, с14-20]

В зимний период эксплуатации данных возможностей вполне хватает для выращивания вешенок. Температура от 15 до 20 градусов (на входе в секции монтирован радиатор для выставления заданной температуры), влажность от 80 до 95 процентов. А вот в летний период данных условий в данной климатической зоне при такой технике уже никак не добиться.

Так как важна экономическая составляющая, предложен следующий вариант решения поставленной задачи. В одну из секций КЦКП (рис.2 цифра 4-оросительная камера) монтировать систему прямого испарительного охлаждения. Эта система состоит из следующих элементов:

1. В оросительной камере в оцинкованном корпусе устанавливается кассета испарительного охлаждения. Она состоит из гофрированных целлюлозно-бумажных листов с различным углами (15;45град.) Листы пропитаны специальным составом и соединены вместе. Конструкция образует охлаждающий элемент, характеризующийся высокой эффективностью испарения и одновременно очень низкими потерями давления во время эксплуатации. [3]

2. Далее перед кассетой (то есть между ней и местом забора наружного воздуха устанавливается оросительная система кондиционера, состоящая из: коллектора, стояка и форсунок. [4] Через коллектор вода идет к стоякам, и через форсунки (необходимо выбрать форсунки широкофакельные ШФ7/10 или ШФ5/9 для создания капель достаточно крупных для адиабатического охлаждения воздуха) вода попадает на кассету. Форсунки эффективно работают в интервале давления воды от 0,15 до 3 кг/см². [5]

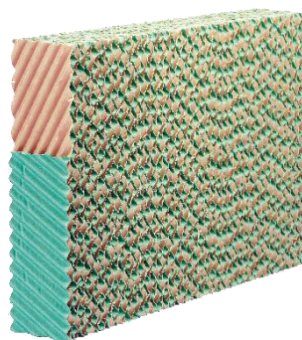


Рисунок 3 - Кассета испарительного охлаждения

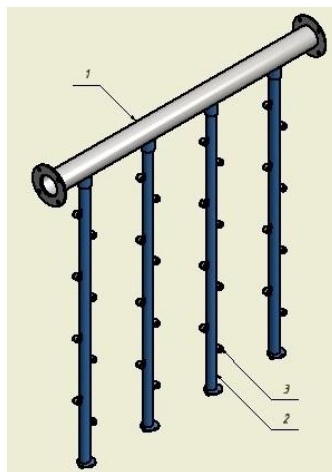


Рисунок 4 - Оросительная сеть : 1- коллектор, 2- стояки, 3 –форсунки

3. Забор воды в коллектор из ёмкости осуществляется с помощью центробежного погружного насоса через гибкое соединение (насос выбирается путем расчета необходимого расхода воды для достаточного увлажнения и охлаждения воздуха при известных параметрах производительности вентиляционной установки, скорости воздуха по вентиляционным воздуховодам. [6])

4. Также для экономии воды и для большей эффективности конструкции следует установить каплеуловители с выходной стороны кассеты, с которых вода через патрубок будет возвращаться в ёмкость для дальнейшего использования.

Заключение

Данная конструктивная модернизация вентиляционной установки является экономически выгодной. И так же увеличивает время производства грибниц на данном объекте, поскольку позволяет заниматься выращиванием вешенок не только в зимний, но и летний период.

Список использованной литературы:

1. <https://www.elec.ru/articles/modernizaciya-starogo-oborudovaniya/>

2. Галаган, В.В. Расчет и проектирование систем кондиционирования и холодоснабжения зданий и технологий [Текст] / В.В. Галаган Учебно-методическое пособие - Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2018 -127с.

3. <http://docplayer.ru/26626621-Isparitелное-ohlazhdenie-tehnicheskoe-rukovodstvo.html>

4. <https://lazerps.ru/forsunochnye-kamery>

5. <https://lazerps.ru/injector>

6. <https://www.roomklimat.ru/section/5/64-tsentrobezhnые-ventilyatory/>

УДК 697.34

Д.В. Сивицкий, А.А. Верзилин, Н.А. Борисов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ С МАЛЫМ КОЛИЧЕСТВОМ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Аннотация статья посвящена вопросам применения средств автоматизации проектирования тепловых сетей, содержит сведения, позволяющие оценить время, необходимое для проектирования тепловых сетей с малым количеством потребителей с применением средств автоматизации проектирования и с применением ручных методов

Ключевые слова средства автоматизации проектирования, тепловые сети, потребители тепловой энергии

Проектирование – это процесс создания описания, необходимого для построения в заданных условиях еще несуществующего объекта. В настоящее время в деятельность изыскательских и проектных организаций быстро проникает компьютеризация, поднимающая проектную работу на качественно новый уровень, при котором резко повышаются темпы и качество проектирования, более обоснованно решаются многие сложные инженерные задачи, которые раньше рассматривались лишь упрощенно.

Во многом это происходит благодаря использованию эффективных специализированных программ, которые могут быть как самостоятельными, так и в виде приложений к общетехническим программам.

Однако остается открытым вопрос, насколько целесообразен переход к проектированию с применением средств автоматизации при относительно небольшом объеме проектирования.

Рассмотрим данный вопрос на примере гидравлического расчета при проектировании тепловых сетей с применением ГИС ZULU.

При выполнении гидравлического расчета ручными методами практически все время проектирования приходится непосредственно на расчеты, а подготовительный этап, связанный с построением расчетной схемы, минимален. При применении ГИС ZULU сами расчеты занимают секунды, но при этом большую часть времени занимает построение и ввод необходимой информации в программную оболочку. Количество информации по каждому участку, необходимое для расчетов показано на рисунке 1.

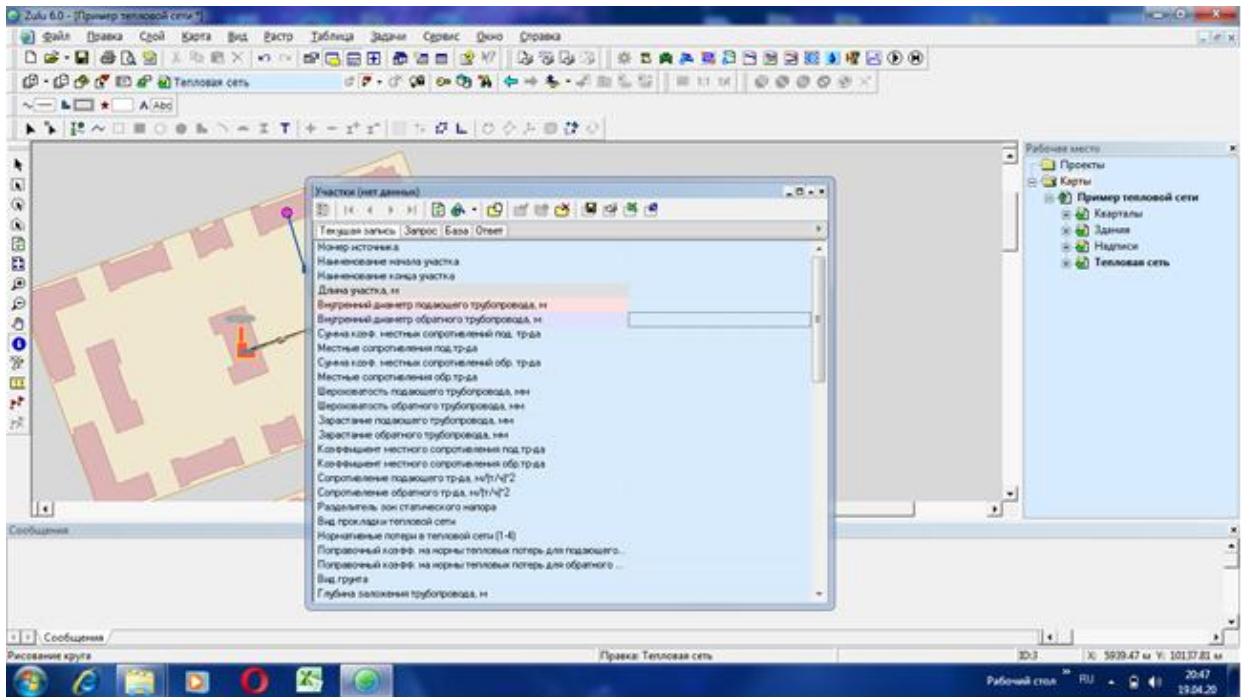


Рисунок 1 - Информация в ГИС ZULU, необходимая для расчетов

Сравнение трудоемкости проектирования с применением ручных и автоматизированных методов представлено на рисунке 2.

Затраты времени на выполнение гидравлического расчета тепловой сети

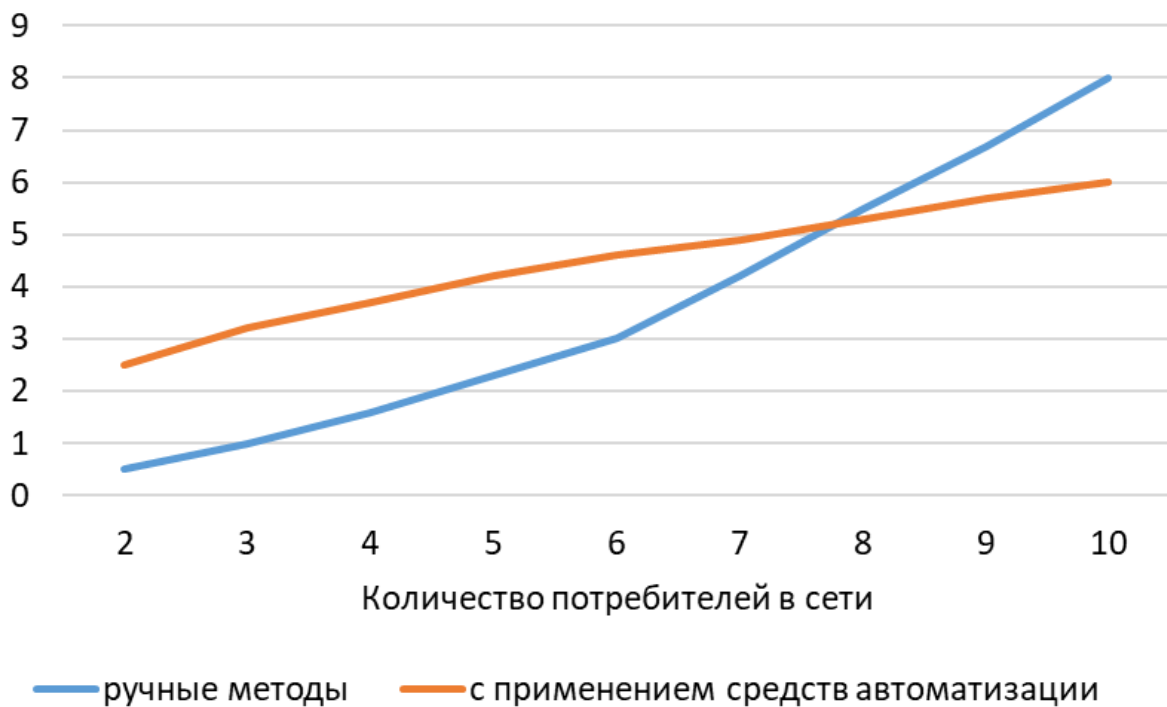


Рисунок 2 - Сравнение трудоемкости проектирования с применением ручных и автоматизированных методов

Таким образом, при небольшом объеме проектирования применение ручных методов все еще актуально, так как при их применении практически отсутствуют накладные расходы времени на ввод информации в средства автоматизации, но уже при 7-8 потребителях целесообразнее переходить на автоматизированные средства проектирования, что связано с значительным увеличением трудоемкости ручных расчетов за счет существенного увеличения количества участков, а при применении средств автоматизации время ввода информации, необходимой для расчетов мало зависит от количества потребителей.

УДК 621.181.12

Е.В. Спиридонова, Д.В. Сивицкий, В.С. Зайцев

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ВОДОПОДГОТОВКА ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Аннотация: в статье даются схемы водоподготовки в системах теплоснабжения в зависимости от качества исходной воды, требований потребителей к обрабатываемой воде и санитарных требований.

Ключевые слова: водоподготовка, подпиточная вода, натрий - катионитовая установка, тепловые сети.

Для обеспечения надежной, долговечной и безаварийной работы системы теплоснабжения необходима качественная подготовка подпиточной воды.

Особенное значение имеет водоподготовка в открытых системах теплоснабжения, где расход подпиточной воды велик, поскольку он восполняет, кроме утечек воды из сети, также расход воды на горячее водоснабжение.

Подпиточная вода теплосетей должна удовлетворять следующим требованиям: отсутствие накипеобразования и шлаковыведения в подогревателях, трубопроводах и местных системах; отсутствие коррозии металла.

Качество исходной воды для закрытых систем теплоснабжения должно отвечать требованиям Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением". [Текст]. Серия 20. Выпуск 16. (утверждены приказом Ростехнадзора N 116 от 25.03.2014 г.) – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015. – 254 с. а для открытых 2.

СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения [Текст]. Введ. 2002-01-01, утв. Министерством здравоохранения Российской Федерации главным государственным санитарным врачом Российской Федерации постановление от 26 сентября 2001 г. №24. – М.: ФЦ гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 15 с.

Схему обработки воды выбирают в зависимости от качества исходной воды, требований потребителей к обрабатываемой воде, санитарных требований и т.д.

Химически обработанная вода в котельных установках идет на питание паровых и водогрейных котлов, на подпитку сетей с открытой и закрытой системами теплоснабжения и технологические нужды предприятий, для которых сооружается котельная.

В зависимости от качества исходную воду подвергают осветлению и коагуляции (если вода поверхностная), деаэрации, снижению карбонатной жесткости до 0,7–1,5 мг-экв/л, а при подогреве сетевой воды в стальных водогрейных котлах – до 0,4 мг-экв/л, т.е. по качеству исходной воды и нормам подбирают соответствующие методы обработки, которые в совокупности составляют необходимую схему обработки воды.

Приготовление подпиточной воды для тепловых сетей с закрытой системой теплоснабжения рекомендуется вести по следующим схемам с последующей деаэрацией: для воды из хозяйственно-питьевого водопровода с карбонатной жесткостью до 6 мг-экв/л – путем одноступенчатого натрий-катионирования (остаточная общая жесткость фильтра около 0,1 мг-экв/л); при карбонатной жесткости исходной воды более 6 мг-экв/л – путем водород-катионирования с «голодной» регенерацией фильтров (остаточная карбонатная жесткость около 0,7–1,5 мг-экв/л); для поверхностных вод делают известкование, в этом случае одновременно с декарбонизацией осветления и коагуляции осуществляют процесс в осветлителях типа ЦНИИ МПС.

При частичной подпитке закрытых тепловых сетей продувочной водой котлов вся остальная подпиточная вода должна быть глубокоумягченной; наиболее целесообразно в этом случае проводить натрий-катионирование. При небольшом расходе воды на подпитку тепловых сетей с закрытой системой теплоснабжения в котельных с паровыми котлами рационально в качестве подпиточной воды использовать питательную деаэрированную воду.

Подпиточная вода должна удовлетворять требованиям ГОСТ Р 51232–98 «Вода питьевая».

При обработке воды для тепловых сетей с открытой системой теплоснабжения рекомендуется применять следующие схемы обработки воды с последующей деаэрацией: натрий-катионирование – для вод хозяйственно-питьевого водопровода с карбонатной жесткостью, меньшей или равной 4 мг-экв/л; водород-катионирование с «голодной» регенерацией фильтров – для вод хозяйственно-питьевого водопровода с карбонатной жесткостью более 4 мг-экв/л; для поверхностных вод, требующих снижения карбонатной жесткости, применяют известкование и коагуляцию с последующим подкислением для стабилизации.

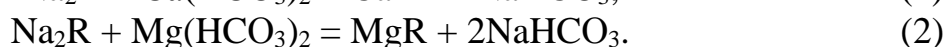
Для умягчения воды преимущественно применяют методы ионного обмена. Водоподготовка по способу ионного обмена предусматривает замену в процессе фильтрации накипеобразующих катионов кальция и магния на катионы, соли которых обладают хорошей растворимостью или образуют летучие соединения.

Метод ионного обмена используют при натрий-катионировании и водород-натрий катионировании, когда большинство солей жесткости переводят в соли с большей степенью растворимости, причем никаких осадков не образуется.

Таким образом, химическая водоподготовка не избавляет питательную воду от солей, но изменяет их количество и качество.

При прохождении воды через ионообменные фильтры катионы кальция и магния, растворенные в воде, обмениваются на катионы Na и H. После ионообменной обработки в воде остаются соли натрия и кислоты, которые при нагревании воды не дают осадков в виде шлама и накипи, а кальций и магний остаются в фильтре на зернах катионного вещества и в последующем выводятся из фильтра при его регенерации.

При обработке воды по схеме Na-катионирования (рисунок 1) реакция описывается формулами



Полученный в воде после фильтров карбонат натрия NaHCO_3 распадается при высоких температурах (выше 150°C) на едкий натр NaOH и углекислый газ CO_2 , являющиеся коррозионными агентами.

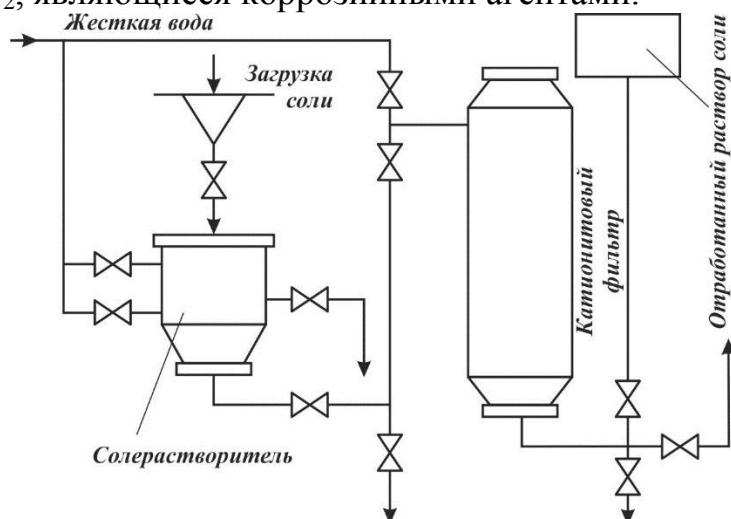
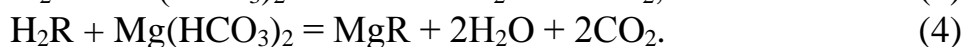
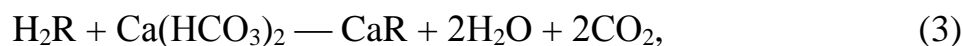


Рисунок 1 – Принципиальная схема натрий-катионитовой установки для умягчения воды

Поэтому Na-катионитовую обработку применяют обычно только при отсутствии в системах теплоснабжения подогрева воды в пароводяных подогревателях до температуры не выше 150°C .

Регенерацию фильтров проводят техническим хлоридом натрия.

При обработке воды по схеме H-катионирования реакции описываются формулами



При H-катионировании сильно возрастает в воде содержание углекислоты, являющейся коррозионным агентом и катализатором коррозии. Регенерацию H-катионитовых фильтров проводят серной или соляной кислотой.

При мягкой водопроводной воде ($J_k \leq 1$ мг-экв/л), а также при воде средней жесткости ($1 \leq J_k \leq 4$ мг-экв/л), но при выделении системы горячего водоснабжения на отдельные трубопроводы, не связанные с общей системой теплоснабжения, могут быть использованы более дешевые, упрощенные методы водоподготовки.

Один из них – метод термической стабилизации, позволяющий без больших капитальных затрат и без применения химических реагентов получать умягченную деаэрированную воду.

Эффективность термической стабилизации зависит от качества исходной воды. Снижение временной жесткости при термической стабилизации не гарантирует тепловые сети и абонентские системы от загрязнений накипью и шламом. Поэтому возможность использования метода термической стабилизации в каждом отдельном случае проверяют опытным путем.

При малой временной жесткости, а также при высокой окисляемости сырой воды накипь из нее не выпадает даже при подогреве воды до 100°C , так как наличие органических соединений тормозит процесс распада бикарбонатов. В этих условиях отпадает необходимость в искусственной стабилизации, так как такая вода стабильна по своей природе и водоподготовка сводится только к деаэрации и стерилизации, что достигается подогревом воды до 100°C и фильтрованием. Для стабилизации жесткости подпиточной воды возможно применение и других методов: обработки серной или соляной кислотой, присадки сернокислого алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, фосфатного импфирования, однако все эти методы связаны с постоянным расходом химических реактивов. При химической стабилизации так же, как и при термической стабилизации, зависимость $J_k^H = f(J_k^K)$ может быть определена

$$(J_k^H - J_k^K)a = \frac{(J_k^K)^3}{e}, \quad (5)$$

где J_k^K – конечная стабилизированная карбонатная жесткость, мг-экв/л; J_k^H – начальная карбонатная жесткость, мг-экв/л; a – количество выделяющейся углекислоты (CO_2) при распаде бикарбонатов; для кальцевой жесткости $a = 22$, для магниевой $a = 44$; e – коэффициент, зависящий от температуры, ниже приведены значения $e = f(t)$ (таблица 1).

Таблица 1 – Коэффициенты жесткости e в зависимости от температуры

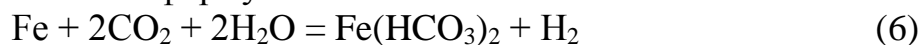
$t, ^\circ\text{C}$	20	40	60	80	100	120
e	3,6	1,9	1,1	0,61	0,36	0,19

С повышением температуры коэффициент e падает, и, следовательно, растет количество CO_2 , требующейся для стабилизации временной жесткости.

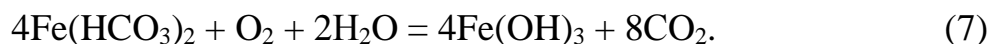
Внутренняя коррозия стальных трубопроводов систем теплоснабжения вызывается растворенными в воде газами: кислородом O_2 , углекислотой CO_2 , хлором Cl и сероводородом H_2S . Особенно высокую коррозионную активность имеет кислород в присутствии углекислоты, которая в этом случае играет роль катализатора.

Коррозионная активность характеризуется коррозионным коэффициентом, представляющим собой отношение массы металла, переведенного в продукт коррозии, к расходу коррозионного агента (газа).

При наличии в воде растворенного кислорода и уголекислоты процесс коррозии железа описывается формулами



или



В процессе реакции каждая молекула растворенного кислорода O_2 переводит в продукт коррозии четыре молекулы железа.

Коррозионный коэффициент при этой реакции

$$K_{\text{O}_2} = \frac{4\text{Fe}}{\text{O}_2} = \frac{4 \cdot 56}{32} = 7.$$

При отсутствии в воде растворенной уголекислоты реакция происходит по формуле



Коррозионный коэффициент при этой реакции

$$K_{\text{O}_2} = \frac{4\text{Fe}}{3\text{O}_2} = \frac{4 \cdot 56}{3 \cdot 32} = 2,34,$$

т. е. в 3 раза меньше, чем в присутствии растворенной уголекислоты.

Значительно ниже коррозионная активность CO_2 в отсутствии растворенного кислорода.

Реакция в этом случае происходит по формуле (6), а коррозионный коэффициент уголекислоты

$$K_{\text{CO}_2} = \frac{\text{Fe}}{2\text{CO}_2} = \frac{56}{2 \cdot 44} = 0,64,$$

т. е. в 2,74 раза меньше, чем у кислорода в отсутствии уголекислоты, и в 11 раз меньше, чем у кислорода в присутствии уголекислоты.

Основной метод удаления из воды растворенных газов – термическая деаэрация.

Список использованной литературы:

1. Наумова О.В., Спиридонова Е.В., Кирюшатов А.И., Чесноков Б.П. «Повышение энергоэффективности инженерных систем отопления, вентиляции и теплоснабжения Основы проектирования и расчета» /Учебное пособие: Изд-во «Амирит» Саратов, 2015,-170 с.
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением". [Текст]. Серия 20. Выпуск 16. (утверждены приказом Ростехнадзора N 116 от 25.03.2014 г.) – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015. – 254 с.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения [Текст]. Введ. 2002-01-01, утв. Министерством здравоохранения Российской Федерации главным государственным санитарным врачом Российской Федерации постановление от 26 сентября 2001 г. №24. – М.: ФЦ гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 15 с.

УДК 631.95

Е.В. Спиридонова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

Аннотация: в статье дается обзор технических решений по повышению энергоэффективности биогазовой установки.

Ключевые слова: биогазовая установка, метанотенк, двухступенчатое сбраживание, гидравлическое перемешивание.

Работа биогазовой установки зависит от загружаемого субстрата, поддержки теплового режима, тщательного перемешивания.

Установка должна состоять из измельчителя биомассы, транспортера, бункера загрузки, биореактора, газгольдера, системы очистки, системы трубопроводов, когенерационной установки.

Для транспортировки жидкого субстрата (влажность 88-92%) к биогазовой установке в животноводческих помещениях (коровнике) может применяться самотечная система навозоудаления непрерывного действия. Использование подстилки предполагает добавление воды в стоки, движение субстрата должно осуществляться по трубопроводам, оснащенным системой дробления Multicrusher (рисунок 1).



Рисунок 1 – Внешний вид и принцип действия измельчителя Multicrusher Børgger

После измельчения и тщательного перемешивания с водой посредством шнекового насоса субстрат перекачивается в биореактор.

Метантенк с разделительной стенкой способствует осуществлению многоступенчатого брожения с разной температурой, интенсивностью перемешивания. В работе предлагается использовать усовершенствованный реактор, содержащий две концентрично расположенные секции, предназначенные для анаэробного сбраживания в мезофильных условиях (рисунок 2).

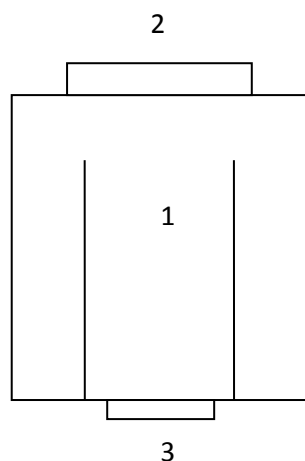


Рисунок 2 – Технологические особенности биореактора

Обозначения: 1 – двухсекционный метантенк; 2 – система сбора биогаза; 3 – система отвода сброженного осадка (шлама).

Исследования отечественных и зарубежных ученых показывают, что при двухфазном сбраживании эффективность производства биогаза значительно выше одноступенчатого процесса. Наиболее эффективная система – сочетание двух мезофильных режимов (таблица 1).

Таблица 10 – Сбраживание субстрата в метантенках с двухфазным режимом работы при времени брожения 15 сут.

Показатель	Одноступенчатое сбраживание в режимах		Двухступенчатое сбраживание в режимах	
	мезофильный	термофильный	мезо-мезо	мезо-термо
Скорость загрузки, кг/(м ³ ·сут)	2,0	2,11	1,44	2,14
Выход биогаза, м ³ /кг	0,32	0,42	0,59	0,45
Выход метана от теоретически возможного, %	45,0	56,0	82,0	60,4
Выход метана от практического предела, %	70,8	38,1	128,9	95,0
Скорость выхода метана, м ³ /(м ³ ·сут)	0,44	0,59	0,78	0,646
Содержание метана в биогазе, %	70,3	66,1	69,3	66,7

Осуществление двухступенчатого процесса позволяет получить 82% выхода метана от теоретически возможного, 128,9% – от практического предела. Однако, содержание метана в биогазе при этом меньше, чем в мезофильном режиме одноступенчатого процесса.

Технический результат заключается в повышении эффективности работы биогазовой установки за счет дополнения метантенка устройствами, обеспечивающими достаточное гидравлическое перемешивание (рисунок 3).

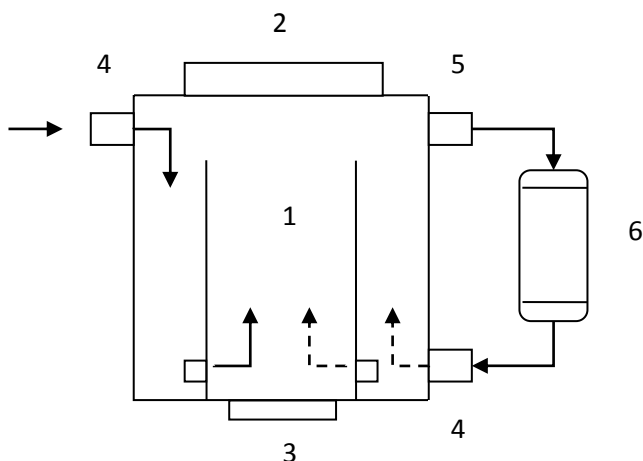


Рисунок 3 – Система гидравлического перемешивания

Обозначения: 1 – двухсекционный метантенк; 2 – система сбора биогаза; 3 – система отвода сброженного осадка (шлама); 4 – подающий субстрат патрубок; 5 – отводящий субстрат патрубок; 6 – теплообменник.

Перемешивание биомассы будет происходить за счет загрузки субстрата посредством подводящих патрубков, расположенных в верхней и нижней частях метантенка. Циркуляция жидкого субстрата через теплообменный аппарат позволяет осуществлять, нагрев органической массы, находящейся внутри реактора. Движение субстрата под давлением, использование направляющих труб обеспечивают удаление осадка в нижней части метантенка, пены и корки на поверхности.

Контрольно-измерительное и управляющее оборудование позволяет регулировать уровень давления газа, автоматически запускать и выключать компрессор.

Сравнительная характеристика механического и гидравлического способов перемешивания представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Технологические особенности разных способов перемешивания

Основание для сравнения	Тип перемешивания	
	механическое	гидравлическое
Объем метантенка	малый, средний	большой
Конструкция	привод, вал, лопасти перемешивающего устройства	насос, система трубопроводов
Режим работы	циклический	непрерывный
Вид энергии	механическая	кинетическая
Осуществление процесса	включением привода перемешивающего устройства	движением жидкости (субстрата) под действием напора насоса
Степень сложности технического обслуживания	высокая	малая
Эффективность работы	наличие значительной доли застойных зон, образование корки на поверхности, появление осадка	малая доля застойных зон, удаление осадка в нижней части метантенка, предотвращение образования корки на поверхности

Преимущество гидравлического способа перемешивания заключается в наружном расположении насосов, вследствие чего уменьшается их физический износ, сокращаются затраты на обслуживание. Работа центробежного насоса с установкой всасывания жидкого субстрата зависит от скорости вращения рабочего колеса в неподвижном корпусе.

Цилиндрическая конструкция реактора позволяет сократить потери теплоты при осуществлении мезофильной стадии процесса во внутренней камере. Постоянное перемешивание и поддержание соответствующей температуры позволяет увеличить выход биогаза.

Биореактор должен быть соединен с газгольдером, из которого биогаз необходимо отправлять в систему очистки (рисунок 4), состоящую из очистной колонны (K1), работающей на подаче пресной воды, первой (K2) и второй (K3) испарительных колонн с фильтрующими слоями, позволяющими очистить метан от примесей и увеличить его содержание до 97,7% .

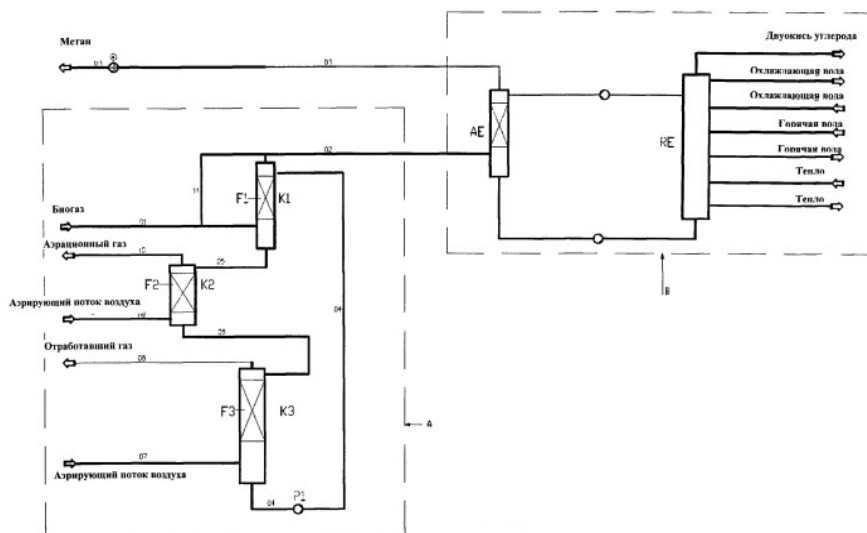


Рисунок 4 – Способ очищения биогаза для извлечения метана по патенту № 2495706

Обозначения: F1, F2, F3 – башни с фильтрующим слоем; AE – абсорбционная установка; RE – регенерационная установка; P1– насос.

После очистки биогаз направляется в когенерационную установку для выработки тепловой и электроэнергии (рисунок 5).



Рисунок 5 – Газопоршневая установка Jenbacher J320

Предлагаемая газопоршневая установка работает в когенерационном режиме, коэффициент полезного действия по выработке тепла составляет 47,9%.

Список использованной литературы:

1. Спиридонова Е.В., Чесноков Б.П., Кирюшатов А.И. Нетрадиционные энергосберегающие технологии. В сборнике: Актуальные вопросы энергосбережения и повышения эффективности систем теплогазоснабжения энергетических сетей и комплексов Межвузовский научный сборник. Саратов, 2001. С. 11-15
2. Спиридонова Е.В., Аблова О.В., Чесноков Б.П., Кирюшатов А.И. Оборудование для переработки биоорганических отходов. В сборнике: Вопросы совершенствования систем теплогазоснабжения и вентиляции Саратов, 2002. С. 83-86.
3. Разработка технологии и оборудования для переработки биоорганических отходов Спиридонова Е.В. автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова. Саратов, 2003.
4. Спиридонова Е.В., Наумова О.В., Рябов И.Ю. Биогазовые технологии – альтернатива переработки биоорганических отходов. В сборнике: Современные технологии в строительстве, теплоснабжении и энергообеспечении Материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО "Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова", кафедра "Строительство и теплогазоснабжение". 2015. С. 208-211.
5. Рябов И.Ю., Спиридонова Е.В. Обзор конструктивных решений биогазовых установок. В сборнике: Современные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса России сборник статей Всероссийской конференции. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. 2016. С. 38-40.

УДК 631.95

Е.В. Спиридонова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

Аннотация: в статье приводится методика определения энергоэффективности биогазовой установки.

Ключевые слова: биогазовая установка, метанотенк, двухступенчатое сбрасывание, гидравлическое перемешивание, энергоэффективность.

Выбор современных изоляционных материалов является одним из условий сокращения тепловых потерь. Для этого необходимо проводить сравнительную оценку надежности и эффективности теплоизоляции.

Интенсификация выхода биогаза может обеспечиваться за счет перемешивания вследствие равномерного распределения биомассы, предотвращения образования пены, корки, застойных зон, осадка, недопущения появления участков разной температуры внутри метантенка.

Использование теплой воды (35-40°C) позволяет улучшить процесс метанообразования и снизить энергетические затраты на подогрев субстрата.

Работа с биогазовой установкой относится к категории работ, связанных с опасными и вредными условиями труда. В процессе труда возможно появление сильного токсического отравления в результате концентрации сероводорода, возникновение взрыва в связи с образованием взрывоопасных газовых смесей, поэтому необходимо выполнять требования техники безопасности перед началом работы: провести проверку герметичности реактора и газовой системы, исключить работу оборудования при обнаружении его неисправности, отыскать и устранить течь при потере давления в реакторе и газовой системе.

В течение всего рабочего дня необходимо регулярно проветривать все помещения с приборами, использующими биогаз, проверять герметичность оборудования, устранять засорения трубопроводов, соблюдать предохранительные меры для предотвращения заражения вредоносными бактериями, выполнять санитарные нормы и соблюдать режимы труда и отдыха.

Необходимо избегать появления в защитной зоне вокруг бродильной камеры очагов воспламенения. Во время работы запрещается курение и разведение огня рядом с биогазовой установкой, применение открытого огня для обнаружения утечки газа, производить вскрытие и ремонт работающей установки. При возгорании оборудования отключить питание и принять меры к тушению очага пожара при помощи углекислотного огнетушителя, вызвать пожарную команду.

Во всех случаях обнаружения поломки оборудования сырья для проведения ремонта следует немедленно перекрыть подачу газа, выключить работу техники, выпустить газ с газгольдера, слить сырье из биогазовой установки, осуществить принудительное проветривание, при появлении запаха газа отказаться от включения освещения, поставить оборудование на предохранители.

По окончании работ необходимо прекратить подачу субстрата в бродильную камеру, забор продолжать, отделить газгольдер от бродильной камеры, чтобы избежать оттока газа, отключить насосы и поставить предохранители от повторного включения, остатки субстрата разбавить холодной водой и выкачать.

Для оценки энергоэффективности предлагаемых технических решений необходимо провести расчет теплотерь биогазовой установки, обоснование применения теплоизоляционного материала, перемешивающих устройств.

Уравнение теплового баланса в метантенке:

$$Q_{TM} = Q_{П} + Q_{ПМ} + Q_{ОС}, \quad (1)$$

где $Q_{П}$ – потери теплоты на подогрев биомассы;

$Q_{ПМ}$ – расход энергии на перемешивание биомассы в процессе брожения;

$Q_{ОС}$ – потери теплоты в окружающую среду.

Определим количество теплоты, требуемое для подогрева загружаемой массы до температуры процесса брожения в непрерывно работающих биореакторах:

$$Q_{II} = m_{БМ} \cdot c_{Б} \cdot (t_{БМ} - t_{ЗМ}), \quad (2)$$

где $c_{Б}$ – теплоемкость жидкой биомассы (принимаемой равной теплоемкости воды); при влажности биомассы 90% $c_{Б} = 4,18 \cdot 10^{-3}$ МДж/(кг·К);

$t_{БМ}$ – температура процесса брожения, °С;

$t_{ЗМ}$ – температура загружаемой биомассы, °С.

При температуре окружающей среды меньше 5°С температура загружаемого субстрата принимается 5°С.

Потери теплоты должны рассчитываться для наружной секции биореактора, поскольку она в наибольшей степени взаимодействует с окружающей средой.

$$Q_{II_0} = 11000 \cdot 4,18 \cdot 10^{-3} \cdot (35 - 5) = 1379,4 \text{ МДж/сут.}$$

Для построения графика зависимости потерь теплоты, необходимых для нагрева сброживаемого субстрата, использованы данные о среднесуточной температуре г. Саратова по материалам СП 131.13330.2012 (рисунок 1).

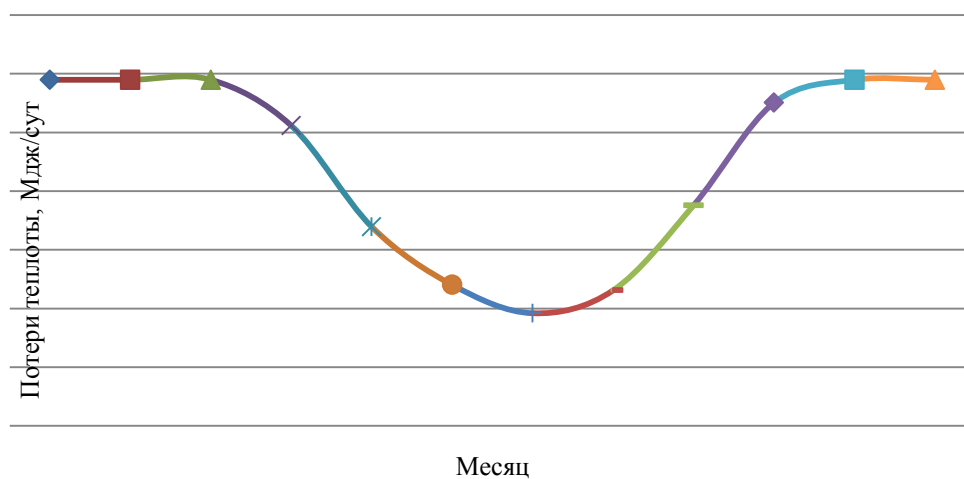


Рисунок 1 – Зависимость потерь теплоты на нагрев биомассы от среднесуточной температуры воздуха

Расход энергии на гидравлическое перемешивание массы органического субстрата в реакторе определяют в зависимости от потребляемой мощности центробежного насоса по формуле:

$$Q_{ПМ} = V_{Н} \cdot N_{н} / (3600 \cdot \eta_{н}), \quad (3)$$

где $V_{Н}$ – производительность насоса, м³/ч;

$N_{н}$ – напор насоса с учетом высоты всасывания, кПа;

$\eta_{н}$ – коэффициент полезного действия насоса.

$$Q_{ПМ} = 120 \cdot 196 / (3600 \cdot 0,95) = 6,877 \text{ кВт} = 24,8 \text{ МДж/сут.}$$

Теплопотери от метантенка в окружающую среду:

$$Q_{ОС} = k \cdot F \cdot (t_{БМ} - t_{ОС}), \quad (4)$$

где k – коэффициент теплоотдачи от биомассы в окружающую среду, Вт/(м²·К);

F – площадь наружной поверхности реактора, м²;

t_{oc} – температура окружающей среды, °С.

Коэффициент теплоотдачи k , Вт/(м²·°С), определяется по формуле:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (5)$$

где α_1 – коэффициент теплоотдачи от биомассы к внутренней поверхности стенки реактора, Вт/(м²·°С);

α_2 – коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляции к окружающей среде, Вт/(м²·°С);

δ_i – толщина i -го слоя элемента ограждения, м;

λ_i – коэффициент теплопроводности i -го слоя элемента ограждения, Вт/(м²·°С).

Коэффициент α_1 рассчитывается по упрощенной формуле Нуссельта:

$$\alpha_1 = 1,15 \frac{B'}{(\Delta t \cdot h)^{\frac{1}{4}}}, \quad (6)$$

где B' – эмпирическая формула $B' = 5700 + 56 \cdot t_B - 0,09 \cdot t_B^2$;

Δt – разность температур биомассы и внутренней поверхности реактора, $\Delta t = 0,5 \dots 1,0$ °С;

h – высота реактора, м.

$$B' = 5700 + 56 \cdot 35 - 0,09 \cdot 35^2 = 7549,8$$

$$\alpha_1 = 1,15 \frac{7549,8}{(1 \cdot 7,3)^{\frac{1}{4}}} = 5282,0 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

Температура стенки с наружной стороны определяется по формуле:

$$t_{cm2} = t_{cm1} - \left[\frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \left(\frac{\delta}{\lambda} \right)_{загр} \right] \cdot q, \quad (7)$$

где t_{cm1} – температура внутренней поверхности изоляции, °С

δ_{cm} – толщина изоляционного материала реактора, м;

λ_{cm} – коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м²·°С);

$(\delta/\lambda)_{загр}$ – коэффициент загрязненности поверхности, $(\delta/\lambda)_{загр} = 0$;

q – тепловое напряжение, определяемое по формуле:

$$q = \alpha_1 \cdot \Delta t, \quad (8)$$

где Δt – разность температур между наружной поверхностью реактора и внешней поверхностью изоляции, °С.

$$q = 5282 \cdot 1 = 5282$$

$$t_{cm2} = 34 - \left[\frac{0,005}{15} + 0 \right] \cdot 5282 = 32,2$$

При $t_{cm1} < 50$ °С температура наружной поверхности изоляции определяется по формуле:

$$t_{cm3} = t_{cm2} - \Delta t_{изол}, \quad (9)$$

где $\Delta t_{изол}$ – тепловое сопротивление изоляции, $\Delta t_{изол} = (0,9 \dots 0,95) \cdot t_{cm2}$.

$$\Delta t_{изол} = 0,9 \cdot 32,2 = 29,0 \text{ °С}$$

$$t_{cm3} = 32,2 - 29,0 = 3,2 \text{ °С}$$

Для α_2 эмпирическая формула примет вид: $B' = 5700 + 56 \cdot t_{cm3} - 0,09 \cdot t_{cm3}^2$.

$$B' = 5700 + 56 \cdot 3,2 - 0,09 \cdot 3,2^2 = 5876,9$$

$$\alpha_2 = 1,15 \frac{5876,9}{(29,0 \cdot 7,3)^{\frac{1}{4}}} = 1772,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Принимаем материал метантенка – сталь коррозионно-стойкая (нержавеющая) жаропрочная 08X18H10T толщиной 0,005 м, коэффициент теплопроводности $\lambda = 15 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$.

Для снижения теплопотерь биореактору необходимо обеспечивать теплоизоляцию. Для сравнения возьмем два изоляционных материала: пенополистирол, толщиной 0,15 м с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,043 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$, и эковату, толщиной 0,15 м с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,038 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ [40, 44].

Тогда коэффициент теплоотдачи будет равен

для эковаты:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{5282} + \frac{0,005}{15} + \frac{0,15}{0,038} + \frac{1}{1772,4}} = 0,25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C});$$

для пенополистирола:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{5282} + \frac{0,005}{15} + \frac{0,15}{0,043} + \frac{1}{1772,4}} = 0,29 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Для цилиндрических реакторов площадь поверхности метантенка определяется по формуле:

$$F = S_{\text{БОК}} + 2 \cdot S_{\text{ОСН}}, \quad (10)$$

где $S_{\text{БОК}}$ – площадь боковой поверхности метантенка, м^2 ;

$S_{\text{ОСН}}$ – площадь основания метантенка, м^2 .

$$S_{\text{ОСН}} = \frac{\pi \cdot d_B^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 7,3^2}{4} = 41,8 \text{ м}^2.$$

$$S_{\text{БОК}} = \pi \cdot d_B \cdot h = 3,14 \cdot 7,3 \cdot 7,3 = 167,4 \text{ м}^2.$$

$$F = 167,4 + 2 \cdot 41,8 = 251,0 \text{ м}^2.$$

Потери теплоты в окружающую среду

при использовании эковаты:

$$Q_{\text{ОС}} = 0,25 \cdot 251 \cdot (35 - (-28)) = 4004,8 \text{ Вт} = 14,4 \text{ МДж/сут};$$

при использовании пенополистирола:

$$Q_{\text{ОС}} = 0,29 \cdot 251 \cdot (35 - (-28)) = 4531,6 \text{ Вт} = 16,3 \text{ МДж/сут}.$$

Полученные значения сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчетные потери теплоты от метантенка в окружающую среду при использовании различных теплоизоляционных материалов в мезофильном режиме работы установки

Изоляционный материал	Толщина, м	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м ² ·°С)	Теплопотери в сутки	
				Вт	МДж
Пенополистирол	0,15	0,043	0,29	4531,6	16,3
Эковата	0,15	0,038	0,25	4004,79	14,4
Минеральная вата	0,15	0,050	0,33	5269,0	19,0
Бетон	0,30	1,400	4,64	73420,4	264,3
Шлакобетон	0,30	0,600	2,00	31556,9	113,6
Бетон и шлакобетон	0,30+0,30	1,400+0,600	1,40	22114,5	79,6
Керамзитобетон	0,30	0,920	3,06	48331,3	174,0
Бетон и керамзитобетон	0,30+0,30	1,400+0,9200	1,85	29221,9	105,2

Современные изоляционные материалы обладают специфическими свойствами, способствуют ресурсосбережению, формированию благоприятного микроклимата в помещениях. Сравнение энергетических показателей изоляционных материалов дало возможность установить, что наименьшие коэффициенты теплоотдачи имеют эковата, пенополистирол и минеральная вата. Потери теплоты от метантенка в окружающую среду в случае применения эковаты составят 14,4 МДж/сут, пенополистирола – 16,3 МДж/сут, минеральной ваты – 19 МДж/сут. Данные материалы применяются для утепления наружных фасадов зданий, имеют низкую стоимость строительно-монтажных работ. Наибольшие значения теплопотерь наблюдаются при возможном применении бетона – 264,3 МДж/сут, и керамзитобетона – 174 МДж/сут.

Расчетные потери теплоты при различных температурах мезофильного режима и изоляционных материалах представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные потери теплоты от метантенка в окружающую среду при использовании различных теплоизоляционных материалов и разных температурах в мезофильном режиме работы установки

Температура, °С	Потери теплоты в окружающую среду (МДж/сут) при использовании							
	пенополистирола	эковаты	минеральной ваты	бетона	шлакобетона	бетона вместе со шлакобетоном	керамзитобетона	бетона вместе с керамзитобетоном
25	13,7	12,1	16,0	222,4	95,6	67,0	146,4	88,5
26	14,0	12,4	16,3	226,6	97,4	68,2	149,1	90,2
27	14,2	12,6	16,6	230,7	99,2	69,5	151,9	91,8
28	14,5	12,8	16,9	234,9	101,0	70,8	154,7	93,5
29	14,8	13,0	17,2	239,1	102,8	72,0	157,4	95,2
30	15,0	13,3	17,5	243,3	104,6	73,3	160,2	96,8

31	15,3	13,5	17,8	247,5	106,4	74,6	162,9	98,5
32	15,5	13,7	18,1	251,7	108,2	75,8	165,7	100,2
33	15,8	14,0	18,4	255,9	110,0	77,1	168,5	101,9
34	16,1	14,2	18,7	260,1	111,8	78,3	171,2	103,5
35	16,3	14,4	19,0	264,3	113,6	79,6	174,0	105,2
36	16,6	14,6	19,3	268,5	115,4	80,9	176,8	106,9
37	16,8	14,9	19,6	272,7	117,2	82,1	179,5	108,5
38	17,1	15,1	19,9	276,9	119,0	83,4	182,3	110,2
39	17,3	15,3	20,2	281,1	120,8	84,7	185,0	111,9
40	17,6	15,6	20,5	285,3	122,6	85,9	187,8	113,5

Графики применения двух сравниваемых типов изоляционных материалов при среднесуточной температуре представлены на рисунке 2.

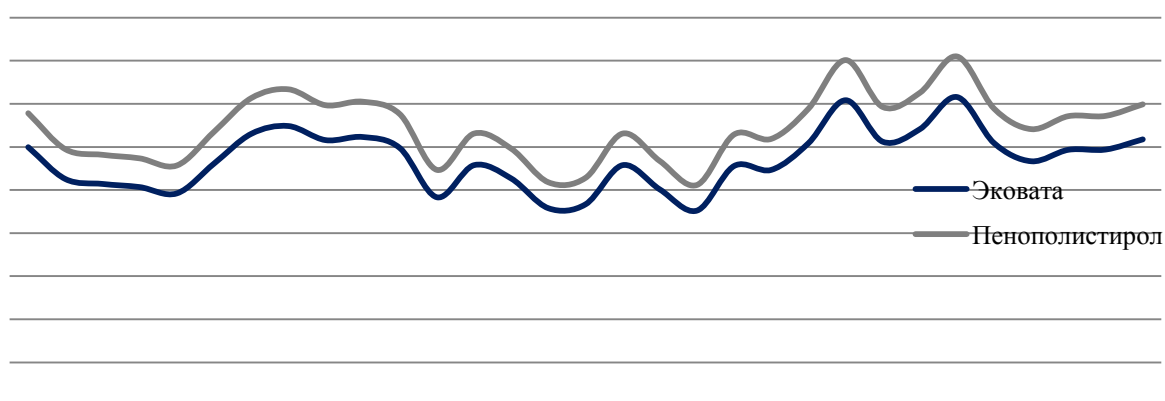


Рисунок 2 – График зависимости потерь теплоты от среднесуточной температуры воздуха (январь 2019 г.) при использовании для утепления биогазовой установки пенополистирола и эковаты

Таким образом, наиболее энергоэффективным материалом является эковата. Свойства эковаты позволяют использовать ее для утепления пожаро- и взрывоопасных объектов в связи с тем, что данный материал препятствует распространению огня, в отличие от других полимерных материалов при нагревании не образует токсичных паров.

Потери теплоты в метантенке при использовании эковаты составят:

$$Q_{TM} = 1379,4 + 24,8 + 14,4 = 1418,6 \text{ МДж/сут.}$$

Общая суточная выработка $E_{БГУ}$ полезно используемой тепловой энергии биогазовой установки определяется по формуле:

$$E_{БГУ} = Q_{ВЫР} - Q_{TM}, \quad (11)$$

Коэффициент полезного действия биогазовой установки в процентах (таблица 3) рассчитывается по формуле:

$$K_{БГУ} = \frac{E_{БГУ}}{Q_{ВЫР}} \cdot 100, \quad (12)$$

Таблица 3 – Энергоэффективность биогазовой установки при различных вариантах теплоизоляции

Изоляционный материал	Тепловые потери от метантенка, МДж/сут	Общие теплотери установки, МДж/сут	Выработка теплоты, МДж/сут	Объем полезно используемой тепловой энергии, МДж/сут	КПД биогазовой установки, %
Пенополистирол	16,3	1420,5	6545	5124,5	78,30
Эковата	14,4	1418,6	6545	5126,4	78,33
Минеральная вата	19,0	1423,2	6545	5121,8	78,26
Бетон	264,3	1668,5	6545	4876,5	74,51
Шлакобетон	113,6	1517,8	6545	5027,2	76,81
Бетон и шлакобетон	79,6	1483,8	6545	5061,2	77,33
Керамзитобетон	174,0	1578,2	6545	4966,8	75,89
Бетон и керамзитобетон	105,2	1509,4	6545	5035,6	76,94

Результаты расчетов сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Технические параметры биогазовой установки

Наименование показателей	Значение
Объем реактора БГУ, м ³	251
Поголовье коров, гол.	200
Объем загрузки субстрата (с учетом воды), т/сут	11
Выход биогаза, м ³ /сут	261,8
Потенциальная энергия биогаза, МДж/сут	6545
Потери теплоты, МДж/сут	1418,6
Объем полезно используемой тепловой энергии, МДж/сут	5126,4
Тепловая мощность отопления и вентиляции животноводческих помещений, МДж/сут	535,3
Расход биогаза на создание микроклимата, м ³ /сут	23,8
Коэффициент полезного действия	0,78

Список использованной литературы:

1. Спиридонова Е.В., Чесноков Б.П., Кирюшатов А.И. Нетрадиционные энергосберегающие технологии. В сборнике: Актуальные вопросы энергосбережения и повышения эффективности систем теплогазоснабжения энергетических сетей и комплексов Межвузовский научный сборник. Саратов, 2001. С. 11-15
2. Спиридонова Е.В., Аблова О.В., Чесноков Б.П., Кирюшатов А.И. Оборудование для переработки биоорганических отходов. В сборнике: Вопросы совершенствования систем теплогазоснабжения и вентиляции Саратов, 2002. С. 83-86.
3. Разработка технологии и оборудования для переработки биоорганических отходов Спиридонова Е.В. автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова. Саратов, 2003.
4. Спиридонова Е.В., Наумова О.В., Рябов И.Ю. Биогазовые технологии – альтернатива переработки биоорганических отходов. В сборнике: Современные технологии в строительстве, теплоснабжении и энергообеспечении Материалы международной научно-

практической конференции. ФГБОУ ВО "Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова", кафедра "Строительство и теплогазоснабжение". 2015. С. 208-211.

5. Тюрина Н.С., Спиридонова Е.В., Наумова О.В., Мавзовин В.С. Оценка потенциала производства биогаза в сельскохозяйственных организациях Саратовской области. Научное обозрение: теория и практика. 2018. № 5. С. 109-114.

УДК 697.11

Е.В. Спиридонова, Т.В. Федюнина

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ЗА СЧЕТ УТОЧНЕНИЯ ТЕПЛОПOTЕРЬ

Аннотация: в статье дается методика уменьшения расходов теплоты на отопление жилых зданий.

Ключевые слова: отопление, теплопотери, наружные ограждения, тепловой баланс.

По сравнению с небольшими котельными, централизованное теплоснабжение от ТЭЦ и районных котельных обеспечивает экономию топлива и затрат труда на выработку тепловой энергии, однако, с другой стороны, и способствует увеличению потерь теплоты на ее транспортирование и распределении. Кроме того, при централизованном теплоснабжении наблюдается существенный перегрев зданий, особенно в теплый период отопительного сезона, вызванный тем, что единые тепловые сети обслуживают потребителей с разнородной нагрузкой (отопление, горячее водоснабжение, вентиляция), требующих различных графиков подачи теплоты.

Перегрев зданий, как правило, снижается путем излишнего проветривания помещений, что приводит к резкому дискомфорту в отапливаемых помещениях и увеличению простудных заболеваний. В этих условиях приобретают существенное значение наладка тепловой сети и автоматическое регулирование подачи теплоты потребителям в соответствии с требуемыми нормативами.

И при теплотехнических испытаниях для определения фактического расхода теплоты на отопление, и для установления эффективности автоматического регулирования, и вообще для контролирования правильности отопления зданий необходимо уметь определять, как расчетный расход теплоты на отопление каждого здания, так и его изменение при разных температурах наружного воздуха. Пользование проектными данными или расчет с помощью удельной отопительной характеристики могут привести к большой ошибке, так как методика расчета теплопотерь неоднократно пересматривалась. Поэтому более точный расчетный расход теплоты на отопление (при температуре наружного воздуха по параметрам Б, равной расчетной для проектирования отопления $t_{\text{н}}^{\text{р}}$) определяется с учетом составляющих теплового баланса жилого здания:

$$Q_o^p = (Q_{огр}^p + Q_{инф}^p - Q_6) \beta = \left[(\sum kF_{огр} + c_p L_{инф}^p \rho A_{ок} N) (t_B^p - t_H^p) - 18F_{п} \right] \beta, \quad (1)$$

где $Q_{огр}^p$ – теплопотери через наружные ограждения здания, Вт; $Q_{инф}^p$ – расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха, Вт; Q_6 – бытовые (внутренние) тепловыделения, Вт; β – поправочный коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери наружных стен, возле которых расположены отопительные приборы, теплопотери трубопроводов, проложенных в неотапливаемых помещениях (подвал, чердак), и др.; по опытным данным принимается $\beta = 1,12 - 1,15$ (большая величина для 5–9-этажных зданий с неизолированными обратными магистралями); k – коэффициент теплопередачи наружного ограждения; определяется расчету или принимается по проекту; $F_{огр}$ – площадь наружного ограждения по обмеру, м²; $L_{инф}^p$ – объем инфильтрующегося воздуха через окна квартир и лестнично-лифтовой узел, приходящийся на одну квартиру; в расчетных условиях (при t_H^p и расчетной скорости ветра) принимается из опытных данных с учетом реальной воздухопроницаемости окон в зависимости от этажности здания n :

n	5	9	12	16
$L_{инф}^p, \text{ м}^3/\text{с}$	160	170	180	190

1ρ – плотность воздуха; для нормальных условий $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$; c_p – теплоемкость воздуха; $A_{ок}$ – коэффициент, учитывающий уменьшение расхода теплоты на нагрев инфильтрующегося воздуха ($A_{ок} = 0,9$); N – число квартир в здании; $F_{п}$ – площадь пола отапливаемых помещений (комнат квартиры и кухни), м².

График отпуска теплоты при центральном регулировании на источнике строится в зависимости от изменения t_H по формуле

$$Q_o = Q_o^p \frac{t_B^p - t_H}{t_H^p - t_H^p}. \quad (2)$$

Однако, если при определении текущего расхода теплоты на отопление жилых зданий пользоваться формулой (2), то получилось бы (кривая 1 на рис. 1), что внутренние тепловыделения с изменением наружной температуры меняются так же, как и теплопотери здания. В действительности в зависимости от наружной температуры изменяются только теплопотери через ограждения и инфильтрацией воздуха (кривая 2 на рис.1). Внутренние тепловыделения, оставаясь в течении всего отопительного сезона практически постоянными по абсолютной величине, при определении расхода теплоты на отопление должны вычитаться из теплопотерь, характеризуемых кривой 2. Таким образом, отложив от величины расчетных теплопотерь величину внутренних тепловыделений и проведя через эту точку кривую 3, параллельную кривой 2, мы получим зависимость изменения требуемого расхода теплоты на отопление от наружной температуры, выражаемую уравнением

$$Q_o = \left[\left(\frac{Q_o^p}{\beta} + Q_6 \right) \frac{t_B^p - t_H}{t_H^p - t_H^p} - Q_6 \right] \beta. \quad (3)$$

При построении графика отпуска теплоты по этой формуле принимается, что при температурах наружного воздуха выше расчетной по параметрам $A(t_{н.а})$ температура внутреннего воздуха поддерживается на комфортном уровне $t_{в} = 20 - 21^{\circ}\text{C}$, а при $t_{н}^{\text{p}}$ равной расчетному значению для жилых помещений $t_{в}^{\text{p}} = 18^{\circ}\text{C}$. Исходя из этого необходимый расход теплоты на отопление несколько повысится (кривая 4 на рис. 1). Заштрихованная область на рис. 1 показывает экономию теплоты, которая получается при учете постоянства тепловыделений в построении графика отпуска теплоты, несмотря на поддержание комфортной температуры воздуха в квартирах большую часть отопительного сезона.

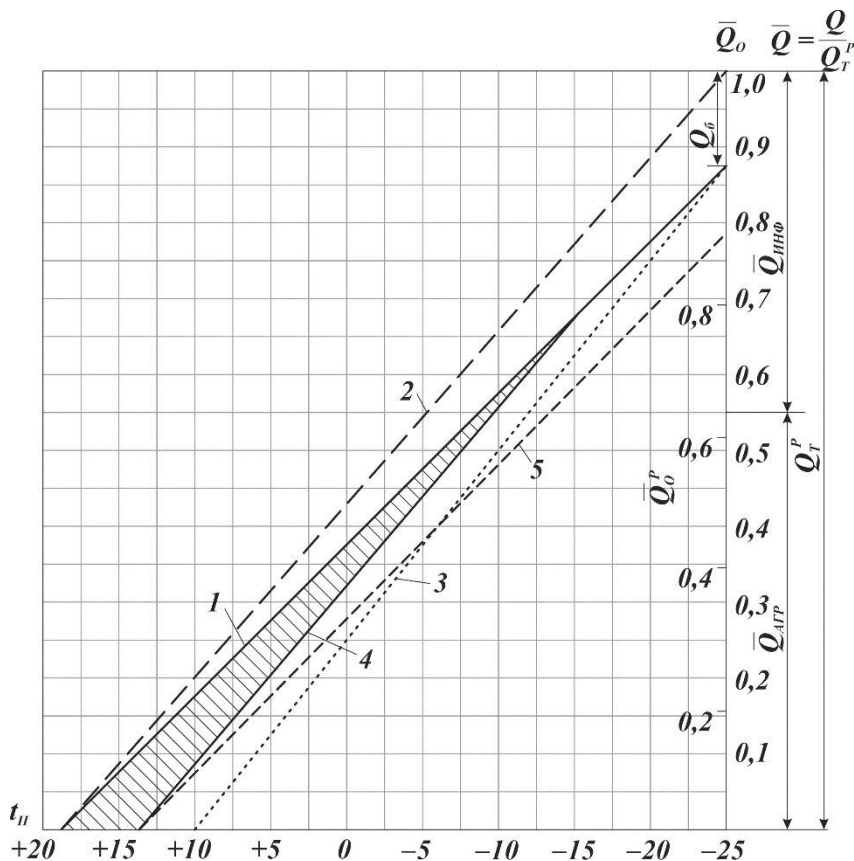


Рисунок 1 - Графики изменения относительных расходов теплоты: 1 – на отопление без учета увеличивающейся доли бытовых тепловыделений в тепловом балансе здания с повышением $t_{н}$; 2 – теплопотерь здания $Q_{т} = Q_{огр} + Q_{инф}$; 3 и 4 – на отопление с учетом увеличения доли бытовых тепловыделений в тепловом балансе здания с повышением $t_{н}$ в соответствии при $t_{в}^{\text{p}} = 18^{\circ}\text{C}$, $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$; 5 – на отопление жилого дома при условии отсутствия ветра и $t_{в} = 21^{\circ}\text{C}$.

Величина бытовых тепловыделений при построении графика отпуска теплоты принимается на минимальном уровне, соответствующем наиболее неблагоприятному помещению. Таким помещением является квартира с угловой комнатой, так как отношение бытовых тепловыделений к теплопотерям в ней минимальное. Если в среднем по дому для метеорологических условий Москвы бытовые тепловыделения составляют 20 – 25% от $Q_{огр}$ (в зависимости от изрезанности фасада), то для углового помещения они равны $\approx 15\%$.

С учетом изложенного относительный расход теплоты на отопление жилых зданий находится по зависимости

$$\bar{Q}_o = \frac{Q_o}{Q_o^p} = 1,15 \frac{t_b - t_n}{t_b^p - t_n^p} - 0,15. \quad (4)$$

При подаче теплоты по графику, построенному по этой формуле, отопление прекращается при $t_n = +14^\circ\text{C}$ и обеспечивается экономия теплоты на 11% по сравнению с тем расходом, который бы был, если в тепловом пункте здания не проводилось бы подрегулирования, учитывающее увеличение доли бытовых тепловыделений с повышением t_n , а вместе с ликвидацией срезки графика экономия составила 15% годового теплотребления на отопление.

Еще большую экономию теплоты можно получить, если применять комбинированный метод регулирования с коррекцией графика подачи теплоты на отопление по температуре внутреннего воздуха, реализуемый приборами автоматического регулирования. В этом случае расход теплоты на отопление определяется при условии отсутствия ветра и поддержания $t_b = 21^\circ\text{C}$ (при регулировании без коррекции $t_b = 21^\circ\text{C}$). С появлением ветра температура внутреннего воздуха понижается, и подача теплоты автоматически увеличивается. Степень коррекции графика при снижении t_b определяется из условия, чтобы температура воздуха в квартирах наветренной ориентации при действии ветра расчетной скорости в течении 50 ч не опускалась бы ниже 20°C /

Расход теплоты на отопление при отсутствии ветра $Q_o^{\text{зав}}$ и t_n^p на 10% ниже расчетного расхода теплоты $Q_o^{\text{зав}} = 0,9Q_o^p$, а в теплый период отопительного сезона он совпадает с расходом теплоты, определенным с учетом действий ветра, так как тепловой напор при этом незначителен, и объем инфильтрации обуславливается необходимостью нагрева свежего воздуха (кривая 5 на рис. 1) в размере санитарной нормы.

Подставляя относительный расход теплоты на отопление, полученный по формуле (4) для каждой t_n , в формулы определения температуры воды в подающем t_3 и обратном t_2 трубопроводах, можно построить требуемые для каждого здания график изменения температур воды в системе отопления, на поддержание которых настраиваются регуляторы.

Автоматическое регулирование расхода теплоты на отопление обеспечивает до 20% экономии. Но автоматизация не исключает проведение работ по распределению теплоносителя и даже, наоборот, эти работы должны предшествовать автоматизации.

Список использованной литературы:

1. Наумова О.В., Спиридонова Е.В., Филатова К.А. Энергосберегающие системы отопления. Особенности проектирования. В сборнике: Современные технологии в строительстве, теплоснабжении и энергообеспечении Материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО "Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова", кафедра "Строительство и теплогазоснабжение". 2015. С. 162-164.

2. Фролов А.Ф., Спиридонова Е.В., Липатов А.В. Использование балансировочных клапанов в системах отопления. В сборнике: Исследования в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении Материалы международной научно-практической

конференции. Под редакцией Ф.К. Абдразакова. 2016. С. 317-320.

3. Фролов А.Ф., Спиридонова Е.В., Липатов А.В. Сравнение характеристик балансировочных клапанов В сборнике: современное состояние и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы VI Международной научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. 2017. С. 305-309.

4. Спиридонова Е.В., Наумова О.В., Земсков И.Ю. Расчет расходов воды для абонентских вводов. В сборнике: современное состояние и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы VI Международной научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. 2017. С. 260-263.

5. Спиридонова Е.В., Наумова О.В., Тюрина Н.С. Классификация систем теплоснабжения. В сборнике: актуальные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы VII очной Международной научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. 2018. С. 269-272.

6. Аникин Е.А., Федюнина Т.В. Повышение эффективности работы системы отопления // Бизнес, общество и молодежь: идеи преобразований: материалы VIII Всероссийской студенческой научной конференции. 2019. С.78-80.

УДК 69.003

М.В. Тимофеева, А.В. Поваров

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Аннотация. Многоквартирные дома относятся к объектам, на которых случаются наиболее масштабные пожары. Рассмотрены причины и способы предотвращения пожаров с помощью автоматических пожарных сигнализаций.

Ключевые слова. Пожар, пожарная безопасность, пожарная сигнализация, многоквартирные дома.

Пожар является неконтролируемым процессом горения, причиняющим материальный ущерб, вред жизни и здоровью людей, интересам общества и государства. В Российской Федерации ежегодно происходит около двухсот тысяч пожаров, на которых погибают десятки тысяч людей [1]. На жилой сектор приходится от 70 до 80% от общего числа пожаров, происходящих ежегодно. Главными причинами гибели людей при пожарах является действие продуктов горения и высокая температура.

Объективными причинами большого числа пожаров являются высокая степень изношенности вторичного жилого фонда, отсутствие экономических возможностей поддержания противопожарного состояния зданий, низкая обеспеченность жилых зданий средствами обнаружения и оповещения о пожаре, а также современными первичными средствами пожаротушения. Наличие в квартирах и жилых домах легковоспламеняющихся предметов,

синтетических изделий и разнообразной бытовой техники, с одной стороны, увеличивает потенциальную возможность возникновения пожаров, а с другой стороны, делает даже самый незначительный пожар опасным для жизни и здоровья людей из-за выделения ядовитых газов при горении синтетических материалов [1, 2]. Таким образом, актуальной задачей является обеспечение высокого уровня пожарной безопасности многоквартирных домов с помощью составления проекта и монтажа системы пожарной сигнализации в строгом соответствии с законодательными и нормативными актами.

В новостройках установка пожарных сигнализаций застройщиком давно стала обязательной и помимо квартир датчики сигнализации устанавливаются в технических комнатах, общих коридорах и лестничных клетках (рис. 1). Главное условие – не должно быть доступа посторонним к соединительным шлейфам управляющего устройства с датчиками сигнализации. В случае если жилой комплекс включает несколько домов, то от центрального прибора управления из диспетчерской до всех приборов пожарной сигнализации прокладываются коммутационные линии. В состав оборудования также может входить устройство управления шлейфом; оборудование, управляющее противодымной защитой, противопожарными насосами.

Для многоквартирных домов характерна установка пожарной сигнализации нескольких типов: адресно-опросная; пороговая; адресно-аналоговая [1, 2]. Все они имеют высокую вероятность обнаружения пожара и низкий процент ложных срабатываний.

Рассмотрим подробнее каждый тип сигнализации.

Адресно-опросная. Данная сигнализация периодически «опрашивает» пожарные детекторы с помощью управляющей панели, которые в свою очередь, «отвечают» ей в виде одного из четырех сигналов: отсутствие/норма/пожар/неисправность. Пожарные шлейфы имеют кольцевую структуру. К преимуществам можно отнести приемлемую стоимость, высокую информативность, жесткий контроль работоспособности. Недостатком является определение пожара с некоторым запозданием.

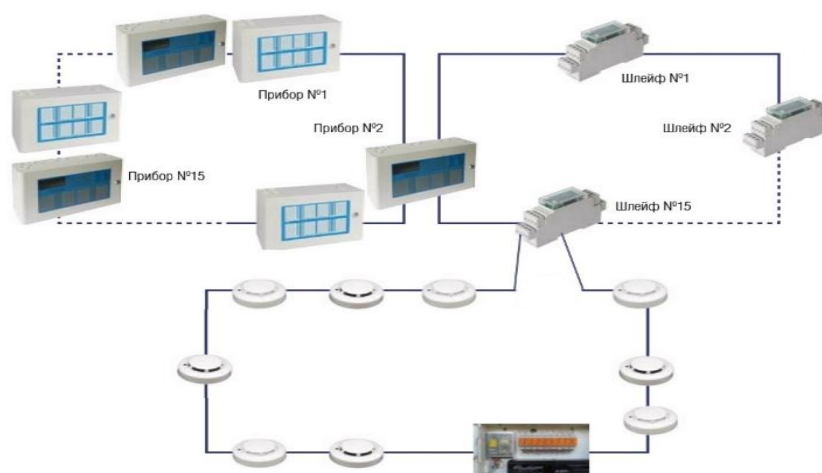


Рисунок 1 - Устройство пожарной сигнализации

Пороговая. Система срабатывает при превышении порогового значения температуры воздуха в помещении. Каждый пожарный извещатель имеет свой

номер и при его срабатывании на дисплее диспетчерского пункта отображается этот номер. Пороговая система не нашла широкого применения в жилых и административных объектах, поскольку имеет запоздалый отклик на возгорание, низкую информативность сигналов, отсутствие контроля работы самих извещателей.

Адресно-аналоговая является усовершенствованной адресно-опросной пожарной сигнализацией. Контрольный прибор позволяет непрерывно опрашивать все извещатели и мгновенно реагировать на пожар. Пульт управления собирает информацию (сигналы) от всех датчиков, анализирует ее и принимает решение о текущей обстановке в помещении. К достоинствам относятся непрерывный контроль, низкая стоимость монтажа, ранняя стадия выявления очагов огня. К недостаткам можно отнести довольно дорогое оборудование.

Общим недостатком всех обозначенных типов пожарной сигнализации является то, что контрольный прибор и датчики соединены между собой шлейфами и чем больше помещений в доме, тем больше потребуется шлейфов. Данный аспект в значительной степени усложняет систему, что в конечном итоге может снизить ее надежность или вывести из строя. Более совершенной является беспроводная пожарная сигнализация, в которой для соединения датчиков и сигнализации используется радиосигнал.

Беспроводная пожарная сигнализация является наиболее приемлемым решением для жилых объектов, в которых прокладка кабеля нежелательна или же невозможна. Данная система сигнализации постоянно совершенствуется, и многие недостатки, которые были выявлены в первых моделях, уже устранены.

Современная беспроводная сигнализация - это долговечная и очень надежная система, однако и она имеет ряд недостатков: высокая цена; повышенный риск ложных срабатываний; предполагается наличие автономных источников питания для всех датчиков; толстые стены, перегородки, а также металлические препятствия, могут значительно сократить радиус взаимосвязи элементов системы, что приводит к блокированию сигнала.

Грамотно составленный проект по установке беспроводной сигнализации, учитывающий все особенности конструкции многоквартирного жилого дома и правильно смонтированное оборудование убережет жильцов от пожара и сохранит их здоровье и имущество.

Список использованной литературы:

1. Юрий Гордеев. Об изменениях отраслевого законодательства // Безопасность зданий и сооружений. 2019. № 2. С. 18-20.
2. Катаргина И.В., Бородин Н.В., Завидская М.Г., Закирова С.В. Новое в российском законодательстве в области пожарной безопасности // Пожарная безопасность. 2018. № 2. С. 2-6.

УДК 628.16

А.Р. Фахрутдинов, И.Г. Шешегова

Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

К ВОПРОСУ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПОСЕЛКА ГОРОДСКОГО ТИПА АЛЕКСЕЕВСКОЕ АЛЕКСЕЕВСКОГО РАЙОНА РТ

Аннотация. В статье дан анализ системы хозяйственно-питьевого водоснабжения пгт Алексеевское Алексеевского района РТ. Предложена технология подготовки подземной воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения поселка. Разработанная технология водоподготовки включает методы обезжелезивания и обеззараживания. Представлена технологическая схема подготовки подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения города.

Ключевые слова: система водоснабжения, подземная вода, анализ качества воды, технология водоподготовки, технологическая схема водоподготовки.

Поселок городского типа (пгт) Алексеевское является административным центром Алексеевского муниципального района, расположенного в центральной части Республики Татарстан на левом берегу Куйбышевского водохранилища. Численность населения пгт. Алексеевское на май 2019г. составила 11735 человек.

Основными промышленными объектами поселка являются Алексеевский молочно-консервный комбинат филиал ОАО «Вамин-Татарстан», «Алексеевская фабрика художественного ткачества», предприятие выполняющее комплекс работ по строительству и реконструкции автомобильных дорог «Алексеевскдорстрой», а также кирпичный завод «Алексеевская керамика».

Поселок, в основном, застроен одноэтажными домами усадебного типа.

В настоящее время централизованная система водоснабжения охватывает всю территорию пгт. Алексеевское.

По назначению система водоснабжения является объединенной, обеспечивающей:

- а) хозяйственно-питьевые нужды жилых, коммунальных и общественных зданий;
- б) хозяйственно-питьевые нужды предприятий;
- в) технологические нужды предприятий, где требуется вода питьевого качества;
- в) противопожарные нужды;
- г) собственные нужды на промывку водопроводных и канализационных сетей и т.п.
- д) поливку территорий.

Структура водоснабжения пгт. Алексеевское состоит из следующих основных элементов: артезианские скважины, резервуары чистой воды,

насосная станция второго подъема, водонапорные башни, распределительная сеть.

Источником водоснабжения пгт. Алексеевское являются подземные воды, добываемые из артезианских скважин. Хозяйственно-питьевое водоснабжение восточной части водоснабжение осуществляется от единого группового водозабора, состоящего из 5 артезианских скважин, емкости 1000 м³ и насосной станции второго подъема. Производительность водозабора восточной части составляет 2000 м³/сут.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение западной и центральной части пгт. Алексеевское, осуществляется из 11 артезианских скважин общей производительностью 4000 м³/сут, подающих воду в водонапорные башни и далее по централизованным водопроводам к потребителям.

В муниципальном образовании пгт. Алексеевское отсутствуют сооружения очистки и подготовки воды.

Подземные воды восточной части пгт. Алексеевское не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» [1] по мутности и содержанию железа.

Таблица - Показатели качества исходной воды и требования к хозяйственно-питьевой воде.

Показатели качества	Ед. изм.	Результаты анализа исходной воды	Требования СанПиН
Мутность	мг/л	9,5	1,5
Цветность	град	5	20
Общая жесткость	мг-экв/л	-	до 7,0
Железо	мг/л	до 2,3	до 0,3

Т.к. в соответствии с данными анализа исходная вода не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к питьевой воде, разработана технология водоподготовки, включающая в себя методы обезжелезивания и обеззараживания.

Обезжелезивание осуществляется окислением двухвалентного железа реагентом с последующим фильтрованием на фильтрах обезжелезивания. В качестве реагента для окисления двухвалентного железа предусмотрен комбинированный дезинфектант «Диоксид хлора и хлор», который вводится непосредственно в трубопровод перед фильтрами. Обеззараживание также проводится реагентом «Диоксид хлора и хлор».

Технологическая схема водоподготовки для хоз-питьевого водоснабжения посёлка представлена на рисунке.

В ее состав входят фильтр обезжелезивания 3, резервуар чистой воды 4, установки по получению комбинированного дезинфектанта «диоксид хлора и

хлор» 5, насосы 2, 6, 7, соединительные трубопроводы и запорно-регулирующая арматура.

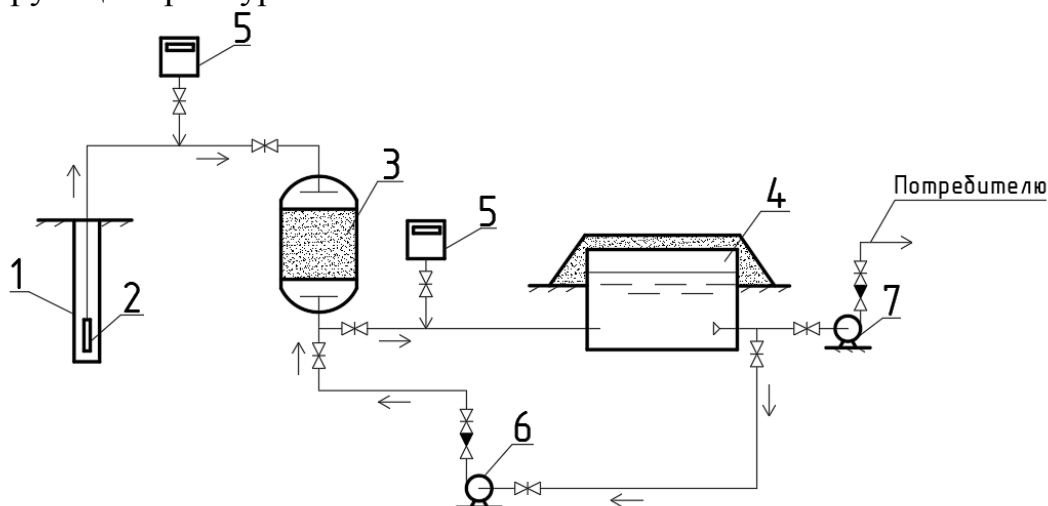


Рисунок – Технологическая схема подготовки подземной воды для хоз.-питьевого водоснабжения пгт. Алексеевское.

Вода из артезианской скважины 1 насосом 2 подается на фильтр обезжелезивания 3. Перед фильтрами 3 в воду подается «диоксид хлора и хлор» получаемый на установке 5 [2] для окисления растворенного железа Fe(II). Окисленное железо Fe(III) задерживается на фильтрах обезжелезивания 3. После фильтров вода отводится в резервуар чистой воды 4. Перед подачей воды в резервуар предусмотрено её обеззараживание «диоксидом хлора и хлор». Из резервуара 4 вода насосами 7 подаётся потребителю. Для отмывки загрузки от задержанных примесей предусмотрено её промывка очищенной водой.

Список использованной литературы:

1. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора России, 2002. – 103 с.
2. Автоматическая установка по производству диоксида хлора для обработки питьевых, оборотных и сточных вод / АО «УНИХИМ с ОЗ». [URL:http://www.unichim.ru](http://www.unichim.ru) (дата обращения 17.03.2020).

УДК 620.4

Т.Ю. Филиппова, А.В. Белов, А.Д. Лагутина, В.А. Глухарев

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОВЫХ КОТЛОВ ЗА СЧЕТ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос о повышении эффективности за счёт модернизации системы автоматического регулирования на базе системы «Контур» и автоматической системы контроля процессов горения «АМАКС» для газовых котельных.

Ключевые слова: автоматизация котельных, экономия топлива, метод регулирования «Контур», автоматическая система контроля процессов горения «АМАКС».

Одной из целей модернизации энергоустановок на протяжении всего времени их существования была их автоматизация. Прогресс не стоит на месте и новые котельные установки работают практически без участия человека, максимально эффективно используя топливо.

Задача системы автоматического регулирования является минимизация производственных потерь и затрат на регулирование, связанных с произвольным изменением переменных процессов [1].

Система автоматического регулирования котельных установок обеспечивает изменение производительности установки при сохранении заданных параметров (давления и температуры пара) и максимального КПД установки, она повышает безопасность, надежность и экономичность работы котла, сокращает количество обслуживающего персонала и облегчает условия его труда [1].

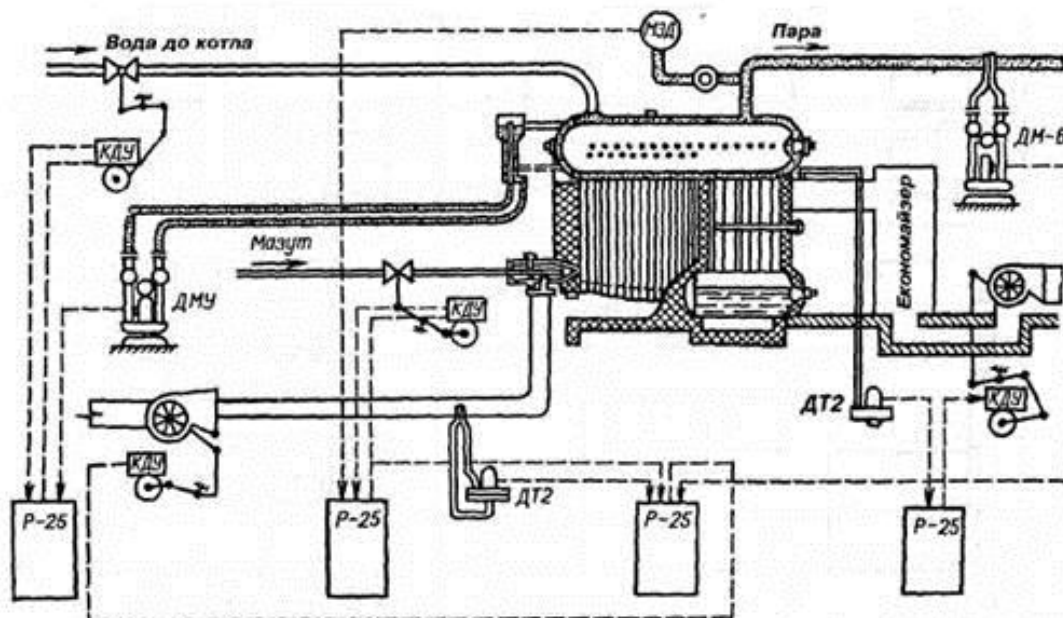


Рисунок 1 - Система автоматического регулирования «Контур»

Р.25 — регулирующий прибор с датчиком. Он осуществляет питание своего датчика, от которого поступает электрический сигнал $U_{вых}$, который сравнивается с заданным и при неравенстве этих сигналов на выходе Р.25 возникает усиленный электрический сигнал, который включает в работу исполнительный механизм. ИМ — исполнительный механизм — бывает гидравлическим типа ГИМ и электрическим типа МЭО (механизм электрический одновращательный) — он перемещает регулирующий орган. РО — регулирующий орган. В зависимости от параметров, которые регулируются, им может быть: регулирующая заслонка (РЗ), направляющий аппарат дутьевого вентилятора (НАДВ), направляющий аппарат дымососа (НАД), регулирующий клапан (РК) [2].

На сегодняшний день почти все котлоагрегаты на Саратовских энергообъектах имеют базовую автоматику с датчиками безопасности, которая дает возможность минимально управлять режимом котла и поддерживать заданные параметры. Энергетические и водогрейные котлы оборудованы не только автоматикой «Контур», но и более новой автоматикой горения «АМАКС», позволяющей производить полу-автоматический розжиг котельного агрегата, т.е. выполнять промежуточные операции в автоматическом режиме – опрессовка газопровода перед розжигом котла, автоматический розжиг горелки [2].

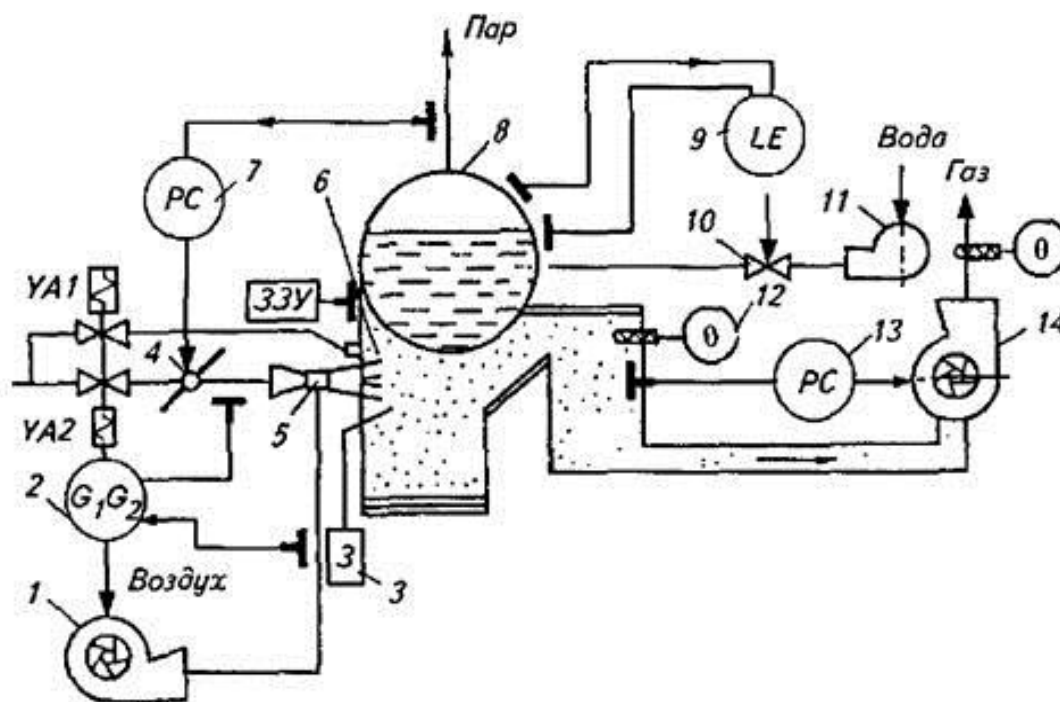


Рисунок 2 - Функциональная схема системы автоматики «АМАКС»:

1 – вентилятор, 2, 7, 9, 13 – регуляторы, 3 – зажигатель, 4 - регулирующий орган, 5 - горелка, 6 – топка, 8 - барабан котла, 10 - регулирующий клапан, 11 –насос, 12 - контрольно-измерительные приборы температуры, 14 – дымосос.

Но данные системы производят локальное регулирование заданных параметров:

- поддержание заданного значения давления пара в котле;
- регулирование давления воздуха перед горелкой;
- регулирование давления газа перед горелкой;
- регулирование разрежения в топке котла;
- регулирование уровня воды в барабане котла;
- управление автоматикой и блокировками горения.

В новых котельных установках, как отечественного производства, так и зарубежного минимизировано участие человека в работе котлоагрегатов путем использования комплекса автоматизации, которая полностью управляет процессами розжига и режимов.

Автоматизация старых котельных установок за счет модернизации по двухуровневой схеме управления, позволит сохранить штатную автоматику и создать единый комплекс управления котельным агрегатом.

К нижнему (полевому) уровню будут относиться приборы локальной автоматики, реализующие техническую защиту и блокировку, регулировку и изменение параметров, первичные преобразователи физических величин [3].

Верхний уровень может быть представлен в виде автоматизированного рабочего места оператора на базе персонального компьютера. Здесь отображается вся информация, поступающая от микроконтроллеров нижнего уровня и датчиков системы, и производится ввод оперативных команд, регулировок и уставок [3].

Кроме диспетчеризации процесса решаются задачи оптимизации режимов, диагностики технического состояния, анализа экономических показателей, архивирования и хранения данных. При необходимости информация передается в общую систему управления предприятием.

Данная схема позволит полностью автоматизировать процесс от момента розжига котлоагрегата до набора номинальных параметров и, исключив человеческий фактор, выдерживать параметры и регламенты времени розжига котлоагрегатов, что не будет приводить к перерасходу топлива на пусковые операции [3].

В данном вопросе на помощь приходит новейшая вычислительная техника и эффективные методы теории управления. Всё более усложнённые технологические и теплотехнические процессы, просчет математических моделей, прогнозирование процессов и оперативного реагирования требуют повышения быстродействия технических средств автоматик, что сейчас не является проблемой [3].

На данном этапе модернизации системы основным условием будет 100% обеспеченность установок системами дистанционного управления арматурой, регуляторами и другими вспомогательными устройствами котла, для возможности обеспечения оперативного регулирования котлом. На данном этапе возможны проблемы связанные с техническим состоянием арматуры – поломка арматуры, «выбивание» схем по токовой нагрузке и т.д., которые будут стопорить процесс и без человеческого участия на данном этапе развития системы пока не обойтись [1].

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о необходимости модернизации системы автоматического регулирования «Контур» и автоматической системы контроля процессов горения «АМАКС», которая позволит сократить время пусковых операций, сможет осуществлять набор параметров пара во время пуска, полностью автоматизировать ведение режима котлоагрегатов, достичь оптимального режимов с максимальным КПД. В состав теплоснабжения города Саратова входят четыре крупных энергообъекта - Саратовская ГРЭС, Саратовская ТЭЦ-1, Саратовская ТЭЦ-2, Саратовская ТЭЦ-3, Саратовская ТЭЦ-5 и более 150 малых котельных, в эксплуатации которых находится много устаревшего оборудования и модернизация приведет к существенному экономическому эффекту.

Список использованной литературы:

1. Герасимов С.Г. Автоматическое регулирование котельных установок. - М.: Госэнергоиздат, 2015. - 424 с.
2. Сидельсковский Л.И., Юрнев В.И. Автоматизация котельных установок промышленных предприятий. - М.: Энергоиздат, 2016. – 425 с.
3. Фейерштейн В.С. Справочник по автоматизации котельных.- М.: Энергия, 2015. - 360 с.

УДК 378

Л.Р. Хисамеева, Е.С. Кузнецова

ФГБОУ ВО "Казанский государственный архитектурно-строительный университет", г.Казань, Россия

К ВОПРОСУ ОБ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ ФОСФОРА МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Аннотация: В статье рассмотрено негативное влияние фосфора на окружающую среду и проблемы удаления его при очистке сточных вод малых населенных пунктов.

Ключевые слова: система водоотведения, биогенный элемент, фосфор, очистные сооружения, малые населенные пункты.

Высокий уровень загрязнения российских водоемов биогенными элементами (азот, фосфор) не позволяет рассчитывать на процессы самоочищения, поэтому при утверждении проектов вновь строящихся очистных сооружений городов и малых населенных пунктов и на действующих станциях очистки к сбрасываемым сточным водам предъявляются требования на уровне предельно допустимой концентрации водоемов рыбохозяйственного назначения. Несмотря на то, что фосфор является необходимым элементом для развития всех живых существ, избыточное его содержание имеет негативный фактор, вызывает массовое цветение водорослей, которое влияет на вкус и чистоту питьевой воды. Кроме того, когда водоросли отмирают, они погружаются на дно и разлагаются микроорганизмами с использованием растворенного в воде кислорода. При этом создаются условия, не пригодные для жизни рыб. Таким образом, эвтрофикация изменяет природный характер и функционирование водных экосистем. В последние годы учеными ряда стран установлено, что бурное развитие фитопланктона в результате эвтрофикации водоемов способствует накоплению особо опасных токсикантов – микотоксинов, вызывающих у человека и животных нервно-мышечное нарушение, затруднение дыхания, повреждение печени. Если азот из биосферы выводится в атмосферу, откуда извлекается с помощью азотфиксирующих микроорганизмов, то фосфор, пройдя, как и азот, множество локальных круговоротов, оседает на дно водоемов. Это связано с тем, что в природе он существует только в виде фосфатов, и устойчивых летучих соединений у него нет. Вновь попасть на поверхность суши фосфор, может только в результате геологических

процессов. В связи с этим необходимо максимально ограничивать поступление фосфатов в водные объекты. Содержание соединений фосфора подвержено значительным сезонным колебаниям, поскольку оно зависит от соотношения интенсивности процессов фотосинтеза и биохимического окисления органических веществ. Минимальные концентрации фосфатов в поверхностных водах наблюдается обычно весной и летом, максимальные – осенью и зимой. В природных и сточных водах фосфор может присутствовать в различных видах: в виде фосфорной кислоты, ее анионов, полифосфатов, фосфорорганических соединений, пестицидов. Важнейшим источником накопления фосфора в окружающей среде являются фосфатосодержащие детергенты – поверхностно-активные вещества, входящие в состав синтетических моющих средств.

В настоящее время ПДК фосфатов для рыбохозяйственных водоемов составляет 0,2 мг/л. Существует разные способы удаления фосфора из сточных вод – биологическим путем, а также с использованием химических реагентов. Все они связаны с выделением фосфора в виде осадка. Реагентная очистка более затратна и также, загрязняет водный бассейн. Предпочтение отдается биологическому методу удаления фосфора, однако он, к сожалению, большого снижения фосфатов не дает.

Традиционная биологическая очистка сточных вод позволяет изъять основную массу органических загрязняющих веществ, окислить аммонийный азот до нитратного, но не может обеспечить достаточную глубину удаления соединений азота и фосфора. Вопрос удаления биогенных веществ является первоочередным в деле улучшения качества очищенных сточных вод перед сбросом в водоемы рыбохозяйственного назначения. Биогенные элементы – элементы, постоянно входящие в состав организмов и выполняющие определенные биологические функции. Важнейшими биогенными элементами являются кислород, углерод, водород, азот, фосфор, сера, кальций, калий, натрий, хлор. Азот и фосфор являются одними из основных составляющих компонентов сточной воды, присутствие которых в коммунальных или близких к ним по составу хозяйственно-бытовых водах фиксируется постоянно. Азот в сточной воде может быть представлен несколькими соединениями: азот аммонийный (NH_4^-), азот нитритов (NO_2^-), азот нитратов (NO_3^-), азот органический (в составе органических соединений). Фосфор в сточных водах находится в составе органических соединений (органический фосфор), полифосфатов (P_2O_5) и ортофосфатов (PO_4).

Биологический метод глубокого удаления биогенных веществ из сточных вод при сочетании аэробной, аноксидной и анаэробной стадий очистки позволяет на реальных сооружениях биологической очистки добиться содержания общего фосфора в очищенных водах 1,0...1,5 мг/дм³, а содержания общего азота 8...10 мг/дм³ (включая белковый, аммонийный, нитритный и нитратный). Биологический метод удаления фосфора позволяет достигать высокого качества очистки по фосфору, однако данный процесс весьма чувствителен к текущему качеству поступающих на очистку сточных вод и требует высокой квалификации технологов-эксплуатационщиков [1].

Система водоотведения малых населенных пунктов характеризуется: высокой суточной неравномерностью поступления стоков; залповыми выбросами загрязнений и специфическим биохимическим составом, обусловленных деятельностью предприятий, находящихся на территории населенного пункта и сбрасывающих свои стоки в систему канализации; более низкими температурами сточных вод в зимний период; низкой концентрацией органических загрязнений [2,3].

Поскольку фосфор не имеет газообразной формы, он выводится из воды только осадком (с избыточным активным илом). В связи с этим для более успешной очистки сточной вод от фосфора необходимо, чтобы прирост активного ила был как можно более высоким, т.е. нужно поддерживать низкий возраст ила. Однако в этом случае встает вопрос об обработке большого количества осадка. Следовательно, в таких случаях необходимо сопоставлять значимость обработки осадка и очистки воды от фосфатов: или высокие затраты на утилизацию активного ила, или недостаточно полное удаление фосфатов. При традиционной биологической очистке сточных вод в аэротенках другого пути не существует. В последнее время применяют метод очистки сточных вод азота и фосфора путем нитри-денитрификации и биологической дефосфотации. Существует множество схем данного метода, но все технологические схемы требуют выделения в аэротенке аноксидных и анаэробных зон при соответствующем объеме аэробных зон. Условия эффективности удаления азота не совпадают с оптимальными условиями удаления фосфора.

Бытовые сточные воды малых населенных пунктов, в сравнении с городскими сточными водами, содержат много песка, взвешенных веществ, масел и жиров, СПАВ, низкие концентрации органических веществ, характеризуемых показателем БПК₅ (120-80 мг/м³) и высокие значения, аммонийного азота (до 30-70 мг/дм³) и фосфатов (до 6-20 мг/м³). Это связано с малым водопотреблением при незначительной численности населения, с сезонным опорожнением накопительных емкостей или выгребных ям, наличием приусадебных хозяйств, столовых, прачечных, пищевых предприятий в поселках. Микроорганизмы участвующие в биологической очистке стоков на таких сооружениях находятся в режиме голодания и дисбалансированного питания [2].

В настоящее время для удаления биогенных элементов из сточных вод появился и успешно внедряется метод, основанный на использовании биореагентов - химических соединений микроэлементов на основе биологически активных сополимеров, позволяющие развивать одни виды микроорганизмов и подавлять другие в активном иле в зависимости от стоящей задачи. [4,5]. Биореагенты благодаря уникальному составу позволяют решить задачи по нейтрализации основных загрязнений, содержащихся в сточных водах, и добиться комплексного эколого-экономического эффекта при использовании на биологических очистных сооружениях, а именно: выполнить глубокое изъятие фосфатов из сточной воды, за счет химического связывания и активизации деятельности фосфатааккумулирующих бактерий, накапливающих

и нейтрализующих действие фосфора; практически полностью исключить вынос взвешенных веществ после очистки стока за счет положительного заряда биореагента, качественного хлопьеобразования и высокой скорости осаждения; создать качественный, стрессоустойчивый биоценоз активного ила, исключающий присутствие паразитирующих микроорганизмов, в том числе опасных нитчатых бактерий и сине-зеленых водорослей; увеличить гидравлическую нагрузку очистных сооружений до 47%, без крупных капиталовложений и без потери качества очистки; снизить до 33% затраты на электроэнергию, за счет рационального использования воздухоподувного и ультрафиолетового оборудования и УФО [4,5].

Список использованной литературы:

1. Соловьева Е. А. Выбор технологических схем очистки сточных вод и обработки осадков при удалении азота и фосфора // Промышленное и гражданское строительство 2008. № 11. С. 47-49.

2. Хисамеева Л.Р., Кедрова Т. В. Анализ неэффективной работы очистных сооружений малых населенных пунктов на примере очистных сооружений канализации ОЭЗ «Иннополис» // Материалы XX Научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности «ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ВЕСНА – 2019» Часть 1.– С..44–47.

3. Куликов Н.И., Омельченко В.В., Куликова Е.Н., Приходько Л.Н. Водоотведение: Учебное пособие. - М.: ЛЕНАНД, 2018. – 408 с.

4. Хисамеева Л.Р., Кедрова Т. В. Инновационные технологии в системе водоотведения, применяемые при очистке сточных вод малых сооружений // Материалы XX Научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности «ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ВЕСНА – 2019» Часть 1.– С..49–52.

5. <http://bioreagent.ru/> Биорост. Научно-производственное объединение. Дата обращения 26.05.2019г.

УДК 336.645.1

Е.В. Чех, Н.А. Федосюк, Н.А. Тимошук

Брестский государственный технический университет, г. Брест, Республика Беларусь

ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ОБЪЕКТОВ АПК В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Аннотация. Эффективность функционирования устойчивого экономического развития инвестиционно-строительного комплекса заключается в поиске путей его развития, которые обеспечат максимальное снижение себестоимости производства строительной продукции в сельской местности при всемерном сокращении продолжительности строительства объектов и одновременном учете различных факторов.

Ключевые слова: сельское строительство, качество, факторы, эффективность, инвестиционно-строительный комплекс.

Современные условия хозяйствования в агропромышленном комплексе Республики Беларусь создали предпосылки для появления совокупности экономических, организационных и управленческих задач.

Устойчивое экономическое развитие инвестиционно-строительного комплекса (ИСК) следует рассматривать в тесном единстве с устойчивостью экономики в целом, во взаимосвязи со строительным комплексом как целостным образованием и с позиции отдельно взятого субъекта, его структуры, составленной из определенных частей [1, с. 105].

Строительство является проектно-ориентированным видом деятельности и занимается реализацией конкретного строительного проекта, имеющего свои цели, сроки возведения и индивидуальные особенности, как проекта, так и объекта строительства.

Основными факторами, влияющими на деятельность инвестиционно-строительного комплекса, являются факторы внешней и внутренней среды.

Факторы устойчивого экономического развития ИСК зависят от микроэкономических и макроэкономических условий. К первым принадлежат те, которые действуют на инвестиционные ресурсы и экономическую устойчивость отдельных субъектов ИСК, а ко вторым, те которые характеризуют экономическую устойчивость национальной экономики или конкретного региона.

Факторами, влияющими на устойчивое экономическое развитие ИСК, является его движущая сила, способная воздействовать на субъекты данного комплекса в условиях конкурентной среды. Для эффективного функционирования ИСК необходимо учитывать ряд факторов. Система укрупненных групп таких факторов показана на рисунке 1.

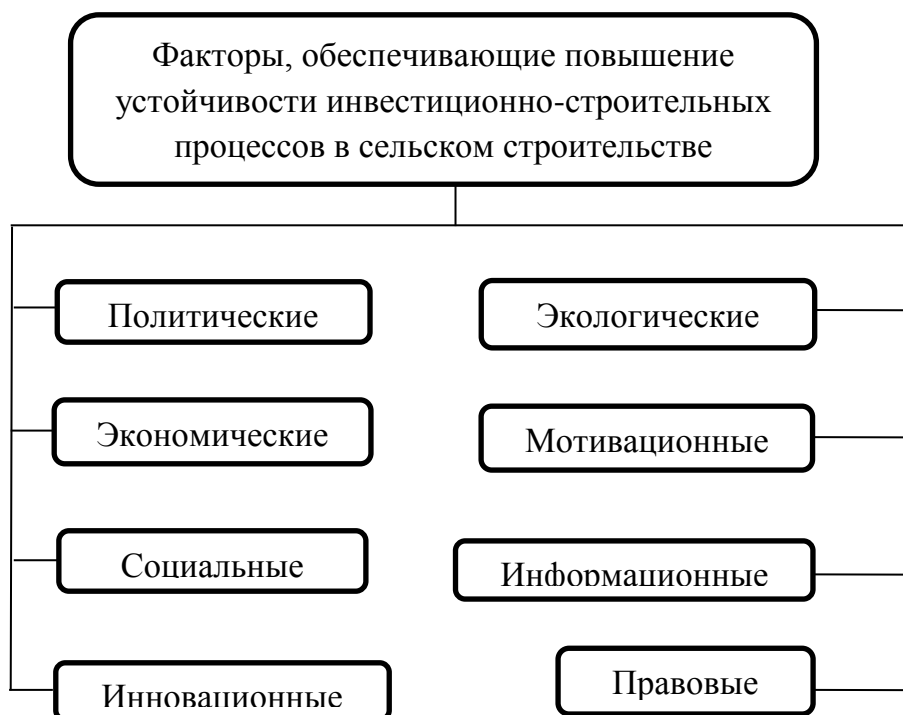


Рисунок 1 – Основные факторы, обеспечивающие повышение устойчивости инвестиционно-строительных процессов (собственная разработка авторов).

Значимыми для оптимального функционирования ИСК являются **политические факторы**: политическая стабильность в Республике Беларусь, правительственная поддержка АПК в целом и строительной отрасли в частности, факторы, связанные с разработкой законодательной и нормативно-правовой базы в интересах развития субъектов ИСК, которые обеспечивают создание благоприятного инвестиционного климата, расширения внешнеэкономических связей, изменение условий хозяйственной деятельности для эффективного использования всех факторов производства – труда, земли и капитала.

Неоспоримое влияние на функционирование ИСК оказывает внешняя политика как на макроуровне (курсы валют, уровень мировых цен на нефть и т.д.), так и на микроуровне (привлечение иностранных инвесторов со стороны отдельных субъектов ИСК).

В особую группу необходимо выделить **инновационные факторы**. Их наличие в функционировании ИСК определило перевод на качественно новый тип развития – экономическую устойчивость, который пришел на смену «управленческому» типу, базировавшемуся на организационно-управленческих факторах. Инновационный тип экономики наиболее полно использует современные факторы научно-технического и производственно-технологического прогресса.

К инновационным факторам относятся: состояние и перспективы развития науки и техники, технический прогресс в проектно-строительных решениях и информационных технологиях, технология производства строительных материалов и СМР, развитие рационализаторства и новаторства в строительных организациях; рост производственного потенциала предприятий, владение современными технологиями производства, а также наличие квалифицированных кадров.

Экономические факторы работы ИСК напрямую связаны со спецификой самого агропромышленного комплекса. На его готовую строительную продукцию влияют свойства экономических и географических сред. Несомненно, огромное влияние оказывают стабильность экономической системы, инфляция и устойчивость валюты, гарантии и льготы сельхозпроизводителям, повышение инвестиционной активности и привлечение иностранных ресурсов, возможность повышения финансового потенциала подрядных организаций, повышение эффективности и контроля расходования бюджетных средств, сокращение сроков строительства и его удешевление, сокращение продолжительности инновационного и управленческого циклов.

Задача сельскохозяйственного ИСК заключается не только в эффективном использовании инвестиций, но и в достижении определенного социально-экономического результата без нанесения ущерба окружающей среде [2, с.237].

Нельзя не отметить в настоящее время особую роль **экологических факторов**. Таких как использование безотходных технологий, как при производстве строительных материалов, так и при производстве сельскохозяйственной продукции, применение экологически чистых

строительных материалов и технологий, уменьшение выбросов в атмосферу вредных веществ за счет применения экологосберегающих технологий, уменьшение загрязнений окружающей среды (почвы) за счет организации работ с минимальным объемом загрязнения почвы.

Важное место в деятельности ИСК занимают **социальные факторы**: создание положительного образа предприятий сельского строительства в СМИ, в общественных организациях и в глазах местного населения, повышение качества среды проживания в сельской местности, создание дополнительных рабочих мест за счет увеличения объемов СМР, рост квалификации местных работников, как на этапе строительства, так и на этапе эксплуатации – за счет поддержки системы профессионального обучения местного населения, обеспечение населения жильем путем увеличения ввода жилой площади, взаимодействие с местными поставщиками материалов и услуг с тем, чтобы способствовать стабильному развитию малого и среднего предпринимательства на территории и, таким образом, увеличивать мультипликативный эффект.

В настоящее время существует множество методик учета и оценки экологических и социальных факторов при выборе инвестиционных проектов. Однако остается проблема совмещения различных критериев (экономического, социального, экологического) при их выборе, что объясняется их несоизмеримостью. Республика Беларусь – одна из немногих стран Европы, которая не ввела карантин после объявления ВОЗ пандемии коронавируса. Нашей стране еще предстоит оценить ущерб, который нанесет эпидемия covid-19 на экономические, социальные и экологические факторы эффективного развития ИСК в сельской местности. Потому что только экономический эффект может быть выражен в денежной форме, а для измерения остальных «эффектов» необходимы свои показатели.

Также выделим группу **мотивационных факторов**: инвестирование с целью обеспечения продовольственной безопасности государства и улучшения отдельными группами населения условий жизни за счет собственных средств.

К некоторым **правовым факторам** можно отнести эффективность правовой системы и правовое обеспечение проекта.

Информационные факторы на уровне строительного предприятия проявляются в существовании проблемы и последствий дефицита информации. Подрядчики предоставляют инвестору о позитивных изменениях, но искажают информацию о негативных изменениях или предоставляют неполную информацию. Возможно и несвоевременное поступление объективной информации: подрядчики предоставляют данные с опозданием, информируют по факту происшествия, поэтому невозможно вовремя принять рациональное управленческое решение. И, как следствие, инвестор несет потери из-за неверных управленческих решений.

С позиции вышесказанного можно заключить, что под экономической устойчивостью организации понимается совокупность ресурсов инновационного, финансово-кредитного, производственного, организационного характера, с учетом их взаимодействия и взаимовлияния, а также с учетом качества производимой продукции и ее свойств, стабильность всего спектра

ресурсного обеспечения, научно-техническую развитость материально-технической базы, наличие инновационного менеджмента развитость интеллектуального и кадрового потенциала. Устойчивое развитие дает предприятию возможность организовать целостную динамически равновесную систему, самостоятельно устанавливающую свое целенаправленное движение как в настоящем, так и планируемом будущем.

Эффективно функционирующая организация создает адекватный механизм «роста» системы, что, в свою очередь, расширяет область устойчивости хозяйственной системы, повышает потенциал ее самоорганизации. Поэтому можно сделать вывод, что для устойчивого развития предприятия строительного комплекса важен не только характер критериев, но и эффективное сочетание инструментов, обеспечивающих устойчивое развитие предприятия. Перспективу развития организации можно анализировать как результат общего влияния разных блоков факторов и реакцию предприятия на это влияние. Поэтому необходим системный подход к оценке предприятия, который должен учитывать все факторы, влияющие на его деятельность.

Список использованной литературы:

1. Романова, А.И. Методология комплексного подхода к решению проблемы устойчивого экономического развития инвестиционно-строительного комплекса / Романова А.И. // Известия КГСАУ. – 2005. – № 1 (3). – С. 105-107.

2. Чех Е.В., Федосюк Н.А., Тимошук Н.А. Применение методологии управления проектами при улучшении качества строительства объектов АПК. //Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: сборник статей IV Международной научно-практической конференции (Минск, 21-22 марта 2019 года) / редкол.: В.Я. Груданов [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2019. – 428 с., С. 236 – 239.

УДК 628.16

С.С. Шахбазян, Ж.С. Нуруллин

Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

РЕКОНСТРУКЦИЯ СТАНЦИИ ПОДГОТОВКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ГОРОДА БОЛГАР

Аннотация. В статье представлены существующая и предлагаемая технология подготовки подземной воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения города Болгар Республики Татарстан.

Ключевые слова: подземная вода, анализ качества воды, технология водоподготовки, технологическая схема водоподготовки.

Для водоснабжения города Болгар Спасского района Республики Татарстан с населением около 3800 человек используются подземные воды, которые не соответствуют нормам [1, с.6]. Воды характеризуются повышенным содержанием железа (до 6,4 мг/л) и взвешенных веществ (до 4,6 мг/л).

Существующая технология станции подготовки воды на хозяйственно-питьевые нужды проектной производительностью 3000 м³/сут предназначена для обезжелезивания и очистки воды от взвешенных веществ по методу принудительной аэрации с последующей фильтрацией через зернистую загрузку.

Технологическая схема очистки воды работает в напорном режиме с подачей воздуха в трубопровод перед фильтрами.

В качестве фильтровального оборудования предусмотрено использование восьми скорых напорных фильтров марки Wave Cyber 6386-6-6 FLG из композитных материалов диаметром 1,6 м и высотой 2,5 м, с загрузкой из кварцевого песка.

Для равномерного насыщения всего объема воды воздухом используется один мембранный контактор марки Liqui-Cel. Подача воздуха в воду перед мембранным контактором осуществляется компрессорами AIR PUMP AP-2 (1 рабочий и 1 резервный). Воздухом насыщается только часть исходной воды. После чего насыщенная воздухом вода подается в узел впрыска на общем трубопроводе подачи воды на фильтры. Узел впрыска представляет собой тройник с подводным патрубком.

Перед поступлением воды на фильтры, для увеличения эффекта окисления закисного железа и первичного обеззараживания, она обрабатывается гипохлоритом натрия. Подача гипохлорита осуществляется насосом-дозатором в узел впрыска, представляющий собой тройник на основном трубопроводе с патрубком для подвода раствора реагента. Реагентное хозяйство гипохлорита натрия состоит из трех емкостей раствора гипохлорита натрия объемом 1м³ (Еврокуб), двух мембранных насосов-дозаторов (1 рабочий и 1 резервный) марки DLX-MF/M 8-10 230V PVDF и насоса для перемешивания раствора гипохлорита натрия. По аналогичной схеме производится обеззараживание перед резервуаром чистой воды.

Промывка фильтрующей загрузки одного из фильтров производится обратным током воды из общего трубопровода фильтрата, путем закрытия задвижки на нем. При промывке фильтра закрывается задвижка подачи исходной воды и открывается задвижка отвода промывной воды на нем.

Промывная вода отводится на станцию обработки промывных вод, где происходит отстаивание воды, после чего вода сбрасывается на рельеф местности.

В работе станции водоподготовки выявлены следующие недостатки:

1) По данным анализов выявлено, что в процессе водоподготовки изменяется качество воды - происходит увеличение содержания взвешенных веществ и содержания железа.

2) Сложность эксплуатации и некорректная работа узла аэрации воды на основе мембранного контактора Liqui-Cel.

3) Для аэрации используется насыщение части исходной воды, что приводит к засорению пор контактора взвешенными веществами исходной воды и продуктами окисления двухвалентного железа, и ухудшению степени

насыщения воды кислородом воздуха и как следствие, недостаточному окислению двухвалентного железа и снижению эффекта обезжелезивания.

Кроме этого, в летний период производительность станции водоподготовки не удовлетворяет потребности города, которая составляет около 5000 м³/сут.

Исходя из сведений приведенных выше, разработан проект реконструкции станции водоподготовки города Болгар, направленный на увеличение его производительности и усовершенствование технология очистки воды.

Предлагаемая технология подготовки подземных вод включает метод глубокой аэрации и фильтрование через каталитическую загрузку [2, с.116]. Технологическая схема водоподготовки представлена на рисунке.

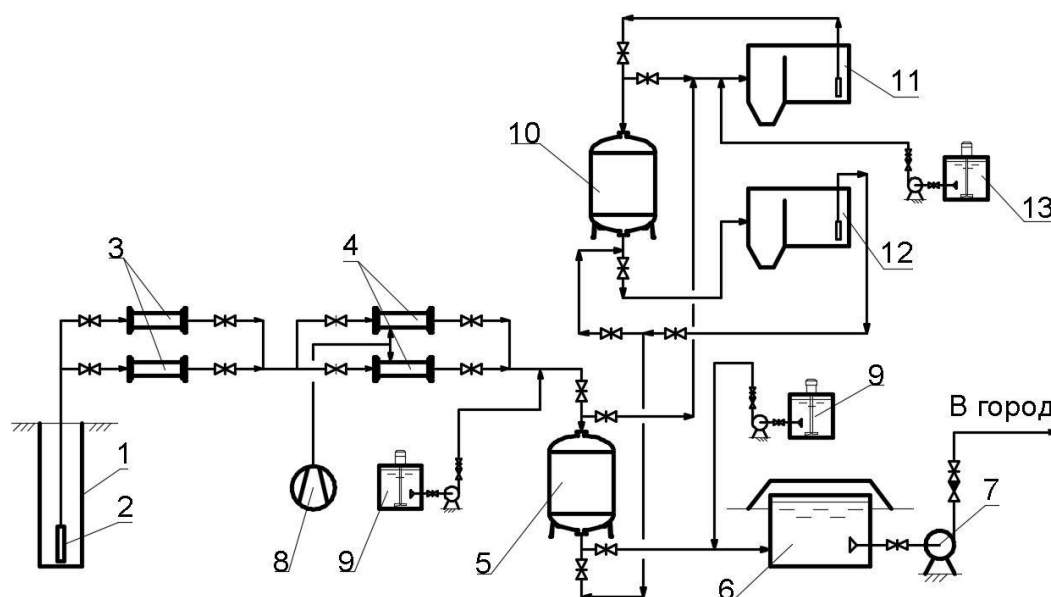


Рисунок - Технологическая схема станции подготовки подземных вод.

1 - артезианская скважины; 2 – погружной насос; 3 - сетчатый фильтр; 4 – узел аэрации; 5- фильтр обезжелезивания; 6- резервуар чистой воды; 7– насосная станция 2-го подъема; 8 – компрессор; 9 - бак гипохлорита натрия; 10 - фильтр очистки промывной воды; 11,12 – 1-я и 2-я секции обработки промывных вод; 13-бак раствора коагулянта.

Вода из артезианской скважины 1 вода под давлением, создаваемым насосом 2, подается на сетчатый фильтр 3 для очистки от нерастворенных механических примесей. Для окисления растворенного двухвалентного железа в аэрационную трубу 4 компрессором 8 подается сжатый воздух. После аэрации, перед фильтром, для усиления процесса окисления закисного железа и первичного обеззараживания, в воду вводится гипохлорит натрия. Окисленное железо задерживается на напорных фильтрах 5, загруженных сорбентом АС. После обезжелезивания на фильтрах вода проходит обеззараживание гипохлоритом натрия 9 и поступает в резервуар чистой воды 6. Из резервуара вода насосами 7 подается потребителю. Промывная вода от фильтров обезжелезивания обрабатывается раствором коагулянта СК-1 и направляется в первую секцию сооружений обработки промывных вод 11. После отстаивания промывные воды направляются в напорный осветлительный фильтр 10,

фильтрат которого направляется во вторую секцию сооружения обработки промывных вод 12, откуда насосами подается на промывку фильтров.

Для увеличения производительности очистной станции с 3 до 5 тыс.м³/сут предлагается установка 6 дополнительных фильтров аналогичных действующим. Окисление нерастворенного железа производится методом глубокой аэрации. Обеззараживание производится гипохлоритом натрия.

Список использованной литературы:

1. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора России, 2002. – 103 с.

2. Водоподготовка: Справочник. /Под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е. Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.

УДК 625.8

А.С.Ширинян

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

УСТАЛОСТНАЯ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Аннотация: Одной из важнейших проблем дорожной отрасли Российской Федерации является повышение эксплуатационных качеств автомобильных дорог и увеличение их срока службы. Исследование усталостных деформаций позволит выявить причины снижения прочности нежестких дорожных покрытий, появление микротрещин и трещин.

Ключевые слова: автомобильные дороги, усталостные деформации.

В Саратовской области асфальтобетонные покрытия играют ведущую роль в дорожных покрытиях транспортных магистралей. Однако большое количество грузовых автомобилей приводят к тому, что автомобильные дороги подвергаются многоциклическому воздействию транспортных средств. Данное воздействие имеет динамический характер и является одним из основных факторов снижения транспортно-эксплуатационного состояния дорожных покрытий, что вызывает их разрушения. Именно процесс усталости под действием многократных нагрузок приводит к разрушению асфальтобетонных покрытий, в результате этого образуются и накапливаются микродефекты с постепенным снижением прочности во времени.

Работы Салль А.О., Радовского Б.С, Руденского А.В., Бахрах Г.С. и др. посвящены надежности асфальтобетонных покрытий. С каждым годом наблюдается все больший интерес к вопросам усталостного разрушения дорожных покрытий. Это объясняется увеличением транспортных потоков и потребностью в качественных покрытиях автодорог. Именно поэтому в ряде зарубежных методов проектирования дорожных одежд расчет на усталость

материала изгибаемого слоя считается главным при определении требуемой толщины слоев конструкции [1].

Асфальтобетонные покрытия работают в конкретных климатических условиях, которые существенным образом влияют на долговечность.

С точки зрения дорожного проектирования, решающими являются те препятствия в плане и в профиле (как природные, так и искусственные), между которыми должна быть проложена трасса. К ним относятся элементы рельефа местности, участки неустойчивых геологических напластований – карсты, погребенные льды, водные и заболоченные поверхности, лесные массивы и сельскохозяйственные угодья, строения и промышленные предприятия и т.д. Помимо этого, в течении всего срока эксплуатации они подвергаются циклическому нагружению транспортными средствами. [2, С.56]

Транспортно-эксплуатационное состояние автомобильной дороги характеризуется комплексов показателей, от которых зависит эффективность работы, как автомобильной дороги, так и автотранспорта. Правильное представление может быть получено путём внедрения и научного сопровождения региональных систем управления. [3, С. 55]

Один из методов определения усталостных деформаций является метод теории надежности, а именно теория суммирования повреждений. Данный метод широко используется на стадии проектирования автомобильных дорог.

Однако, несмотря на то, что автомобильные дороги проектируются на перспективу часто затруднительно определить реальную интенсивность движения на запроектированной автомобильной дороге [4, С.14].

Сложность оценки остаточного усталостного ресурса эксплуатируемых асфальтобетонных покрытий связана, в первую очередь, с определением реального состояния элементов дорожных конструкций и расчетных параметров конструктивных слоев на текущем этапе эксплуатации, а во-вторых, с необходимостью учета динамического воздействия транспортных средств на асфальтобетонные покрытия вследствие их существенного различия по показателю ровности.

Решение проблемы в области усталостных деформаций видятся в современных исследованиях в области механики деформируемого твердого тела. Появление новой измерительной аппаратуры позволят определить методы, основанные на совместном использовании теоретических и экспериментальных (в натурных условиях на текущем этапе эксплуатации) [5, С. 83] методов исследования напряженно-деформированного состояния нежестких дорожных конструкций с последующим моделированием накопления усталостных повреждений асфальтобетонных покрытий с учетом реальных режимов нагружения.

Список использованной литературы:

1. https://high-way.ucoz.ru/ld/0/19_UglovaEV.pdf
2. Михеева, О.В. Особенности ландшафтного проектирования автомобильных дорог в зоне водохранилищ [Текст] / О.В. Михеева, Э.Ю. Шмагина // [Дороги и мосты](#). - 2014. - № 1 (31). - С. 55-65.

3. Колосова, Н.М. Оценка уровня безопасности движения на автомобильных дорогах [Текст] / Н.М. Колосова, О.В. Михеева, С.С. Орлова, Т.А. Панкова // [Аграрный научный журнал](#). - 2015. - № 3. - С. 52-55.

4. Колосова, М.Н. К вопросу об эксплуатационной надежности автомобильной дороги к п. Зелененький от автомобильной дороги «Обход г. Самары» в Волжском районе Самарской области [Текст] / Н.М. Колосова, О.В. Михеева, Э.Ю. Шмагина // [Техническое регулирование в транспортном строительстве](#). - 2013. - № 2 (2). - С. 14-17.

5. Михеева, О.В. Инженерная оценка проектирования дорог в зоне водохранилищ [Текст] / О.В. Михеева, Н.М. Колосова, С.С. Орлова // [Научное обозрение](#). - 2014. - № 4. - С. 80-83.

УДК 621.577

А.С. Ширинян, О.В. Михеева

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

РОЛЬ НАСОСОВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация: Насосы являются неотъемлемой частью систем теплогазоснабжения. В статье рассмотрено применение основных типов насосов в системе теплоснабжения, их классификация, особенности работы.

Ключевые слова: насосы, теплоснабжение.

Невозможно представить жизнь современного человека без таких систем как теплоснабжение, газоснабжение, водоснабжение и т.д. Все эти системы объединяет наличие насосов. Насосы представляют собой гидравлическую машину, в которой осуществляется преобразование механической энергии в энергию потока жидкости, служащую для перемещения всех видов жидкостей, сжиженных газов или коллоидных жидкостей. Остановимся на насосах, которые наиболее часто применяются в теплоснабжении. Котельные установки, относятся к объектам повышенной ответственности и должны постоянно работать [1, с.213]. В условиях климата Саратовской области с холодными зимами система теплоснабжения потребителей должна работать бесперебойно, быть долговечной и надежной. Основными типами насосов, используемых для подачи воды по теплофикационным сетям являются сетевые насосы (рис.1) [2]. В зависимости от места установки могут различаться на насосы первого или второго подъема [3, с 78]. Насосы первого подъема подкачивают воду из обратного трубопровода в подогреватели. Второго же подъема предназначены для перекачки воды в теплофикационную сеть после подогрева жидкости в подогревателях.



Рисунок 1 - Сетевые насосы

Сетевые насосы могут работать как в составе всей системы теплоснабжения, так и на промежуточных насосных станциях теплофикационных систем.

Сетевые насосы должны обеспечивать бесперебойную работу, быть надежными и долговечными для бесперебойной работы системы теплоснабжения и подачи тепла потребителям. Колебания температур подаваемой воды является основной особенностью работы сетевых насосов. Сетевые насосы предназначены для работы на подготовленной сетевой воде с содержанием твердых включений не более 5 мг/кг и размером твердых фракций до 0,02 мм.

К числу основного электрического оборудования тепловых станций можно отнести питательные насосы (рис.2). Основными требованиями к насосам данного типа является обеспечение динамической устойчивости во всем рабочем диапазоне подачи насоса, надежность и долговечность.



Рисунок 2 - Питательные насосы

На практике при требуемой мощности двигателя/привода более 8 МВт, как правило, применяются питательные насосы с турбинным приводом, что дает ряд преимуществ при эксплуатации. Такие насосы применяются, главным образом, в составе турбоустановок мощностью 300 МВт и более. В турбоустановках до 200 МВт приоритетное распространение получили питательные насосы с электроприводом.

Питательные насосы могут использоваться и как основные и как резервные, а также, если котельные установки с закритическим давлением пара, то данный тип насосов используется в качестве пускорезервного.

Одним из наиболее ответственных агрегатов вспомогательного оборудования ТЭС являются конденсатные насосы. Он обеспечивает перекачку конденсата, отработанного пара стационарных паровых турбин, а также конденсата греющего пара из теплообменных аппаратов. Насосы первого подъема должны выдерживать температуру до $+125^{\circ}\text{C}$, насосы второго подъема температуру чуть ниже $+80^{\circ}\text{C}$.



Рисунок 3- Конденсатные насосы

В связи с высокой частотой вращения, что обеспечивает приемлемую компактность габаритов насосов, требуется низкий показатель кавитационного запаса, приводящий к тому, что конденсатные насосы часто работают на стадии начальной кавитации.

Таким образом рассмотрены три основных типа насосов, применяемых в системах теплоснабжения.

Список используемой литературы:

1. Михеева, О.В. Современные системы дистанционного управления и диспетчеризация отопительной котельной [Текст] / О.В. Михеева, К.С. Леднова // В сборнике: Проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы VIII Национальной конференции с международным участием. Под редакцией Ф.К. Абдразакова. - 2018. - С. 213-217.
2. <http://www.m3-company.ru/articles/a20121024.html>
3. Абдразаков, Ф.К. Инженерное обустройство населенных мест [Текст]/ Ф.К. Абдразаков, О.В. Михеева, Е.Н. Миркина, Т.А. Панкова, С.С. Орлова// учебное пособие - Саратов - 2018 – 188с.

Содержание

<i>Абдразаков Ф.К., Попов И.Н.</i> Основные итоги научно-исследовательской и учебно-методической работы кафедры «Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение» за 2019 год	4
<i>Абдразаков Ф.К., Поваров А.В.</i> Проектирование мероприятий по совершенствованию системы естественной вентиляции многоквартирного дома с учетом влияния воздухопроницаемости наружных стен	8
<i>Абдразаков Ф.К., Поваров А.В.</i> Научные исследования работы системы естественной вентиляции многоквартирного жилого дома в климатических условиях г. Саратова	11
<i>Абдразаков Ф.К., Поваров А.В.</i> Разработка технологии производства работ по монтажу оптимальной энергосберегающей системы теплоизоляции многоквартирного дома	14
<i>Абдразаков Ф.К.</i> Введение в профессию «Теплогазоснабжение»	18
<i>Абдразаков Ф.К.</i> Методы решения научно-технических задач в строительстве	20
<i>Авдеев С.Н., Гаврилов М.В., Дорофеев В.Н., Медведев М.Н.</i> Исследование эффективности теплоизоляционной конструкции в непроходном канале	23
<i>Авдеев С.Н., Дорофеев В.Н., Гаврилов М.В., Медведев М.Н.</i> Анализ теплозащитных свойств многослойных ограждающих конструкций зданий	36
<i>Ануфриев А. А., Спиридонова Е.В.</i> Энергосбережение теплоты и холода через изоляцию воздуховодов системы кондиционирования воздуха	43
<i>Арзамасцева А.В.</i> Определение эффективности применения сверхтонкой теплоизоляции «Корунд» на теплопроводе предприятия ЗАО «Тролза»	46
<i>Атаманова О.В., Аджыгулова Г.С.</i> Лабораторные исследования поворотного сооружения для каналов-быстротоков	51
<i>Атаманова О.В., Подоксенов А.А.</i> Повышение эффективности адсорбции на станциях очистки воды в системах водоотведения	54
<i>Бакутин П.М., Гнусин М.А.</i> Сравнительный анализ работы систем автоматического контроля и регулирования испарителей сжиженных газов	58
<i>Белов А.В., Филиппова Т.Ю., Лагутина А.Д.</i> Поверхности нагрева из труб с внутренним винтовым оребрением и перспективы их применения в котлах	60
<i>Бикаева Э.Р., Михеева О.В.</i> Краткий обзор лопастных радиальных вентиляторов специального назначения	63
<i>Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Иванова В.О.</i> К вопросу очистки природных вод от нефтепродуктов	65
<i>Быков М.А.</i> Бесконтактные способы и средства измерения температуры	68
<i>Быков М.А., Федюнина Т.В.</i> Способы прокладки тепловых сетей	71
<i>Быков М.А.</i> Влажностной режим ограждающих конструкций	72
<i>Васильчиков В.В., Жигунов С.А., Макарова К.А.</i> Расчетно-экспериментальное исследование элементов светопрозрачных конструкций	74
<i>Верещагин Е. Д.</i> Перспективы реализации метода фабо для увеличения ресурса газоперекачивающих агрегатов	78
<i>Гейнц А.А., Федюнина Т.В.</i> Оценка инвестиционного потенциала территории муниципального образования	85
<i>Глухарев В.А., Сивицкий Д.В., Сучкова А.С.</i> Автоматизация и управление тепловым процессом сушки зерна	88
<i>Дзюбан Д.П.</i> Особенности котельного оборудования	90
<i>Дзюбан Д.П., Панкова Т. А.</i> Проблема теплоснабжения жилых домов	92
<i>Дзюбан Д.П., Панкова Т. А.</i> Проблемы энергетики России	94
<i>Егоров В.А., Дрютин П.Ю., Бондалет И.С.</i> Использование гибкого нагревательного элемента для снижения намерзания грунта к металлу	96

<i>Заева К.А., Федюнина Т.В.</i> Современные системы отопления частных домов	101
<i>Искандеров А. Р., Нуруллин Ж.С.</i> Водоподготовка для парообразования при добыче сверхвязкой нефти	104
<i>Клюева Н.А., Федюнина Т.В.</i> Сравнительный анализ систем отопления	107
<i>Козлов Б.А., Поваров А.В.</i> Исследование конструктивных элементов производственного здания Саратовского полиграфического комбината	109
<i>Кондрина Д.Е., Орлова С.С.</i> Особенности проектирования системы вентиляции для гостиниц	112
<i>Кошелев А.В., Атаманова О.В., Тихомирова Е.И.</i> Реконструкция стихийной мусорной свалки в полигон твердых коммунальных отходов	114
<i>Кручинкин К.В., Федюнина Т.В.</i> Оценка эффективности управленческих решений комплексного преобразования недвижимого имущества	117
<i>Кузнецова Е.В., Антонова Д.А., Макаренко В.О.</i> Выбор эффективных конструктивных решений при проектировании промышленных зданий	120
<i>Латыпова А.М.</i> Организация поверхностного стока на территории населенных пунктов Саратовской области	125
<i>Лукьянов О.М., Федюнина Т.В.</i> Роль строительства спортивных объектов в развитии муниципального образования г. Саратов	128
<i>Миллер В.В., Федюнина Т.В.</i> Плинтусная система отопления	131
<i>Муллагалиев А.Р., Шешегова И.Г.</i> Подготовка подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения г.Тетюши РТ	133
<i>Муравлева К.В., Ремизов А.В.</i> Анализ модели интеллектуальной энергетики	136
<i>Олатало О.А.</i> Проблемы применения системы прямых затрат в деятельности строительной организации	139
<i>Орлова С.С., Миркина Е.Н.</i> Оценка физического и морального износа зданий	141
<i>Орлова С.С., Миркина Е.Н.</i> Средства пассивной огнезащиты конструкций и коммуникаций зданий	144
<i>Плотников Р.В.</i> Актуальность и перспективы стандартизации пеллетного биотоплива	147
<i>Поваров А.В.</i> Совершенствование методов организации строительно-монтажных работ при монтаже и подключении блочно-модульного газового теплогенератора	150
<i>Поваров А.В., Федюнина Т.В.</i> Совершенствование организации и управления процессами технического обслуживания и ремонта газовых сетей в АО «Саратовгаз» с учетом требований по соблюдению нормативов санитарно-защитных зон	152
<i>Покровский Н.С., Нуруллин Ж.С.</i> Реконструкция станции водоподготовки города Мензелинск	157
<i>Попов И.Н., Верзилин А.А., Дюсмитова И.В.</i> Повышение термодинамической эффективности сушки зерновых культур за счет применения многорежимной сушки	160
<i>Попов И.Н., Сивицкий Д.В., Рыбальченко Е.А.</i> Обоснование состава мини-тэц в локальной системе энергообеспечения	162
<i>Рулев А.В., Усачева Е.Ю.</i> Анализ влияния рабочих агентов, используемых в зеотропных смесях тепловых насосов, на озоновый слой атмосферы	166
<i>Рулев А.В., Усачева Е.Ю.</i> Анализ влияния рабочих агентов, используемых в зеотропных смесях тепловых насосов, на потепление климата	169
<i>Рыжко Н.Ф., Рыжко Н.В., Рыжко С.Н., Бельтиков Б.Н.</i> энергосбережение при поливе усовершенствованными низконапорными ДМ «Фрегат»	172
<i>Рыжко Н.Ф., Рыжко Н.В., Рыжко С.Н., Шишенин Е.А.</i> Снижение энергозатрат при внесении минеральных удобрений при поливе многоопорными дождевальными машинами	176

<i>Рындин И.М., Поваров А.В.</i> Определение максимального угла поворота диска устройства ограничения расхода газа в сети газораспределения	180
<i>Салахова И. Ф., Хисамеева Л.Р.</i> Проектирование систем водоснабжения животноводческих ферм	184
<i>Салахова И. Ф., Хисамеева Л.Р.</i> Проектирование систем водоотведения животноводческих ферм	188
<i>Сафонов В.В., Азаров А.С.</i> Результаты исследований влияния нанопорошка Cu-Sn и присадки «WAGNER» на противоизносные свойства трансмиссионного масла	192
<i>Сафронов Н.И.</i> Отличия в производстве грибов вешенки и шампиньоны и требования к проектированию вентиляции для них	194
<i>Сафронов Н.И.</i> Модернизация устаревшего вентиляционного оборудования при минимальных экономических затратах	197
<i>Сивицкий Д.В., Верзилин А.А., Борисов Н.А.</i> Целесообразность применения средств автоматизации проектирования тепловых сетей с малым количеством потребителей	201
<i>Спиридонова Е.В., Сивицкий Д.В., Зайцев В.С.</i> Водоподготовка для тепловых сетей	203
<i>Спиридонова Е.В.</i> Повышение энергоэффективности биогазовой установки	208
<i>Спиридонова Е.В.</i> Методика определения энергоэффективности биогазовой установки	212
<i>Спиридонова Е.В., Федюнина Т.В.</i> Энергосбережение в системах отопления жилых зданий за счет уточнения теплопотерь	220
<i>Тимофеева М.В., Поваров А.В.</i> Повышение эффективности работы пожарной сигнализации в жилых зданиях	224
<i>Фахрутдинов А.Р., Шешегова И.Г.</i> К вопросу хозяйственно-питьевого водоснабжения поселка городского типа Алексеевское Алексеевского района РТ	227
<i>Филиппова Т.Ю., Белов А.В., Лагутина А.Д., Глухарев В.А.</i> Повышение эффективности газовых котлов за счет модернизации системы автоматического регулирования	229
<i>Хисамеева Л.Р., Кузнецова Е.С.</i> К вопросу об очистке сточных вод от соединений фосфора малых населенных пунктов	233
<i>Чех Е.В., Федосюк Н.А., Тимошук Н.А.</i> Факторы устойчивости инвестиционно-строительного комплекса при возведении объектов АПК в республике Беларусь	236
<i>Шахбазян С.С., Нуруллин Ж.С.</i> Реконструкция станции подготовки подземных вод города Болгар	240
<i>Ширинян А.С.</i> Усталостная долговечность асфальтобетонных покрытий	243
<i>Ширинян А.С., Михеева О.В.</i> Роль насосов в системах теплоснабжения	245

Научное издание

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА,
ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И
ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ**

**Материалы X Национальной конференции
с международным участием**

Подписано в печать 13.05.2020 г. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Times
Усл.печ.л. 15,6. Тираж 500. Заказ 37

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет им.
Н.И. Вавилова» 410012, Саратов, Театральная пл., 1.