

**Современные проблемы и
перспективы развития
строительства,
теплогазоснабжения
и энергообеспечения**

**Материалы XII Международной конференции
с международным участием**

Саратов - 2022

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 XII Национальной конференции
с международным участием

САРАТОВ

2022

УДК 69:62:71:72:33

ББК 38:85.11

С 56

Рецензенты:

Геннадий Григорьевич Угаров

доктор технических наук, профессор, профессор
кафедры "Электроснабжение промышленных предприятий"

Камышинского технологического института ФГБОУ ВО Волгоградского ГТУ

Данила Сергеевич Катков

кандидат технических наук, доцент
кафедры «Теплогасоснабжение и нефтегазовое дело»

Саратовского государственного технического университета имени Гагарина
Ю.А.

Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогасоснабжения и энергообеспечения: Материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. – 299 с.

ISBN 978-5-9999-3529-8

Материалы изданы в авторской редакции

УДК 69:62:71:72:33

ББК 38:85.11

С 56

©Коллектив авторов (тексты статей), 2022

© Саратовский ГАУ, 2022

ISBN ISBN 978-5-9999-3529-8

Секция 1

Основные проблемы водо-, газо-, теплоснабжения и энергообеспечения объектов

Научная статья

УДК 621.311.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОНОМНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ КОНЦЕНТРАЦИИ И КООПЕРАЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Виктория Сергеевна Абрамова¹, Владимир Алексеевич Глухарев²

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов, Россия

¹vikaabramova16@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5539-3479>

²gluharev-energo@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6117-7008>

Аннотация. Приводится актуальность применения автономных систем энергоснабжения сельскохозяйственных предприятий, разработка основных принципов кооперации сельскохозяйственных производств вокруг автономного источника. Определение основных показателей энергетической и экономической эффективности энергоснабжения.

Ключевые слова: кооперация производств, автономный источник энергии, газопоршневая установка, биогаз

Для цитирования: Абрамова В.С., Глухарев В.А. Определение эффективности автономной энергетической системы при концентрации и кооперации производителей сельскохозяйственной продукции// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.3-6.

Original article

DETERMINATION OF THE EFFECTIVENESS OF AUTONOMOUS THE ENERGY SYSTEM AT THE CONCENTRATION AND PRODUCER COOPERATION AGRICULTURAL PRODUCTS

Victoria Sergeevna Abramova¹, Vladimir Alekseevich Glukharev²

^{1,2}Saratov State Agrarian University named after N.I.Vavilov, Saratov, Russia

¹vikaabramova16@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5539-3479>

²gluharev-energo@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6117-7008>

Annotation. The relevance of the application of autonomous power supply systems of agricultural enterprises, the development of basic principles of cooperation of agricultural production around an autonomous source is given. Determination of the main indicators of energy and economic efficiency of energy supply.

Keywords: production cooperation, autonomous energy source, gas piston installation, biogas

For citation: Abramova V.S., Glukharev V.A. Determination of the efficiency of an autonomous Energy system in the concentration and cooperation of agricultural producers// Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp. 3-6.

Одним из актуальных направлений совершенствования энергообеспечения в сфере малой энергетики являются построение автономных систем энергообеспечения. В настоящее время широкое распространение получили газопоршневые и газотурбинные двигатели.

Использование автономного источника может решить ряд задач:

- Децентрализация;
- Стратегия развития России.

В качестве автономного источника предлагается использовать энергетический комплекс на основе газопоршневой электростанции. В качестве топлива используется природный газ и биогаз, так как в наших условиях эта установка будет работать на смеси газов, что приведет к экономии топлива.

Для эффективной работы газопоршневая установка должна быть загружена на 70-90%.

Основными преимуществами таких станций является следующее: стабильное и надежное энергоснабжение, высокий энергоресурс, низкая себестоимость вырабатываемой энергии, производство энергии двух видов (тепло и электричество), быстрая окупаемость, простота и удобство в эксплуатации.

Сельскохозяйственные предприятия характеризуются большой неравномерностью электрической нагрузки, которая в период максимальной нагрузке близка к полной нагрузке установки, а при минимальных нагрузках менее 50%.

Больше половины суток установка работает неэффективно, так как топливо потребляется, а работа не совершается. Для примера приводится график нагрузок коровника на 1000 голов (рис.1).

Решением данной проблемы послужит кооперация сельскохозяйственных предприятий. То есть, рядом с основным потребителем объединить ряд других небольших производств, чтобы нагрузка на газопоршневую электростанцию была равномерной.

Проблема несогласованности тепловой и электрической мощности решается путем установки пикового котла, например, пилетного.

В качестве примера предлагается схема автономного энергетического комплекса (рис.2).

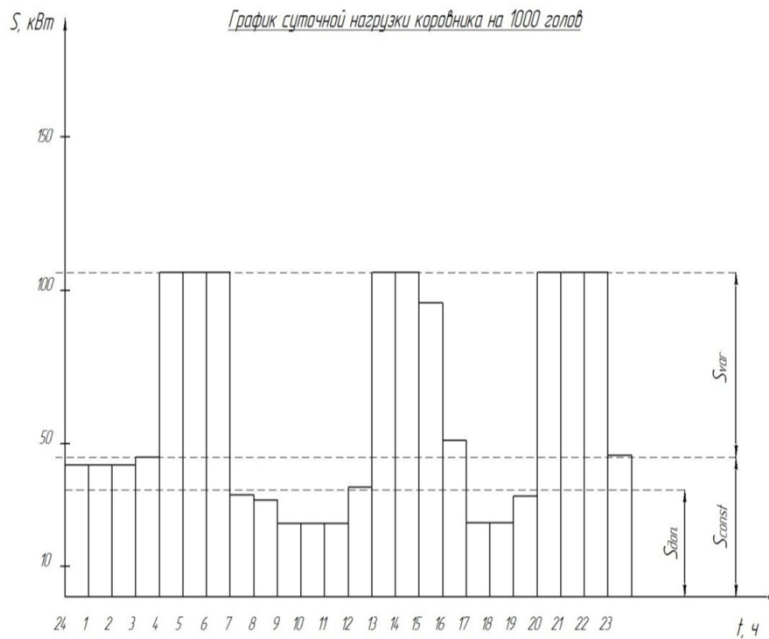


Рисунок 1 - График нагрузок коровника на 1000 голов

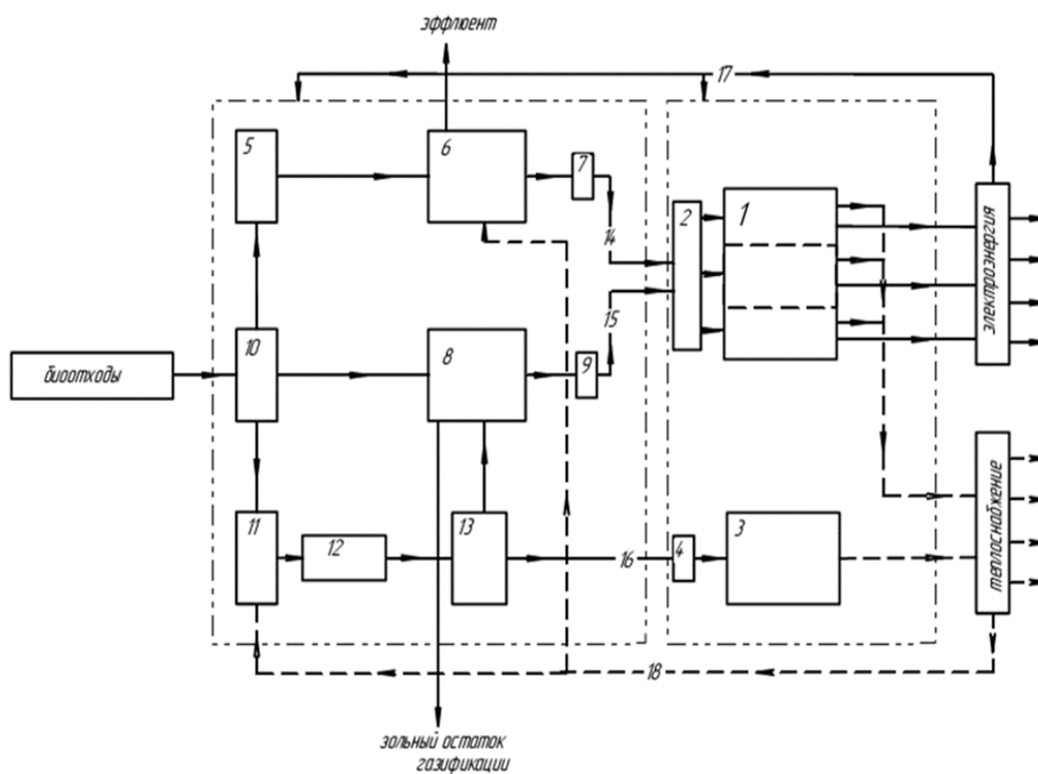


Рисунок 2 - Схема автономного энергетического комплекса:

1 - модуль газопоршневых когенерационных установок (ГПУ); 2 - узел подачи и дозирования газообразного топлива; 3 - пиковый твердотопливный котел (ПК); 4 - узел подачи и дозирования твердого топлива; 5 – подготовка жидких биоотходов; 6 – биогазовая установка (БГУ); 7 – очистка биогаза; 8 - газогенератор (ГГ); 9 - очистка синтез-газа; 10 - сортировка отходов; 11 - установки по обезвоживанию и сушке (ОСУ); 12 – установка по производству пеллет; 13 - склад пеллет; 14 – линия подачи биогаза; 15- линия подачи синтез-газа; 16 – линия подачи пеллет; 17 – линия подачи электроэнергии для собственного потребления; 18 - линия подачи тепловой энергии для собственного потребления

При совместном производстве тепловой и электрической энергии происходит уменьшение потерь, при этом сохраняются объемы выработки тепловой и электрической энергии, тем самым уменьшая расход топлива.

Для широкого внедрения таких комплексов необходимо определить состав производственного комплекса, в который будут входить энергетические установки и вспомогательные установки по электрической и тепловой нагрузке.

Список источников

1. Глухарев В.А. Совершенствование энерго- и электроснабжения сельскохозяйственных потребителей / «Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова», 2007, № 2, С. 36-37.
2. Глухарев В.А., Попов И.Н., Верзилин А.А., Рыхлов С.Ю. Способ получения тепловой и электрической энергии путем комплексной переработки отходов / Патент на изобретение RUS 2590536, 20.01.2015.
3. Глухарев В.А., Абдразаков Ф.К., Казаков А.М. Методика оценки надежности и экономичности электроснабжения птицефабрик от автономных источников / «Научное обозрение», 2012, № 1, С. 97-106.
4. Глухарев В.А., Рыхлов С.Ю., Попов И.Н. Определение параметров дизель-генератора мини-ТЭС в автономных системах по условиям устойчивости / Научное обозрение. – 2015. - №24. – С.163-166.
5. Глухарев В.А., Казаков А.М. Возможности использования автономных источников энергии для энерго- и электроснабжения птицефабрик // Актуальные проблемы энергетики АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». Саратов, 2010. С. 169-172.
6. Глухарев В.А., Рыхлов С.Ю., Попов И.Н., Верзилин А.А. Использование метода коэффициента спроса для определения параметров энергетических систем сельскохозяйственных предприятий / Аграрный научный журнал. – 2016. - №6 – С. 47-50.
7. Глухарев В.А., Казаков А.М., Суворов А.С. Определение запаса мощности для автономной системы электроснабжения // Материалы II Международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы энергетики АПК". Издательство "КУБиК", Саратов, 2011. С. 75-78.
8. Глухарев В.А., Володин В.В. Тверской А.К. Энерго- и электроснабжение предприятий АПК на основе автономных и возобновляемых источников энергии // Актуальные проблемы энергетики АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». Саратов, 2010. С. 110-113.
9. Глухарев В.А., Казаков А.М. Определение дефицита мощности при электроснабжении от автономного источника, работающего на биогазе / «Научное обозрение», 2011, № 6, С. 21-26.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Регина Сергеевна Акимова¹, Лилия Рахимзяновна Хисамеева²

^{1,2} Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

¹ regina-akimova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7172-1513>

² khisameeva_liliya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9873-4886>

Аннотация. В статье рассматривается один из вариантов реконструкции существующих канализационных очистных сооружений с увеличением мощности от 2500 до 4000 м³/сут.

Ключевые слова: канализационные очистные сооружения, сточные воды, механическая очистка, биологическая очистка, малый населенный пункт

Для цитирования: Акимова Р.С., Хисамеева Л.Р. Реконструкция очистных сооружений сточных вод малых населенных пунктов // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.7-11.

Original article

RECONSTRUCTION OF WASTEWATER TREATMENT PLANTS IN SMALL LOCALITIES

Regina Sergeevna Akimova¹, Liliya Rakhimzyanovna Khisameeva²

^{1,2} Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan, Russia

¹ regina-akimova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7172-1513>

² khisameeva_liliya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9873-4886>

Annotation. The paper proposes one option for reconstruction of existing wastewater treatment plant with an increase of the further output up from 2500 to 4000 cubic meters/day.

Keywords: wastewater treatment plants, waste water, primary treatment, biological treatment, small localities

For citation: Akimova R.S., Khisameeva L.R. Reconstruction of wastewater treatment plants of small settlements // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp. 7-11.

В последние годы проблема сточных вод приобретает все большую остроту и актуальность во многих регионах Российской Федерации, в том числе и в Республике Татарстан.

Очистка и обеззараживание хозяйственно-бытовых сточных вод должны осуществляться на общегородских или локальных канализационных очистных сооружениях [1, с. 134].

Основные задачи очистки сточных вод направлены на: удаление грубодисперсных примесей, песка, плавающих веществ; удаление органических загрязнений; удаление соединений азота и фосфора; обеззараживание очищенных сточных вод; обработку осадков сточных вод с целью получения побочной продукции или неопасного (малоопасного) отхода, предназначенного для размещения в окружающей среде.[1, с. 134; 2, с. 108].

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 [1, с. 135; 3, с. 31].

Объектом реконструкции являются существующие канализационные очистные сооружения производительностью 2500 м³/сут, расположенные в Республике Татарстан. В связи с увеличением количества жителей требуется увеличить мощность очистных сооружений до 4000 м³/сут. Существующие очистные сооружения включают в себя сооружения механической, биологической очистки, доочистки и обеззараживания [4, с. 51].

Сточные воды в самотечном режиме поступают на первую ступень механической очистки – автоматические грабельные решетки, а затем на тангенциальные песколовки. Удалив крупные загрязнения и взвешенные минеральные загрязнения, вода поступает в регулирующий резервуар, откуда подается на блоки биологической очистки, которые являются основой существующей технологической схемы. Биологическая очистка сточных вод в аэротенке, направлена на глубокое удаление биогенных элементов (азота и фосфора), а именно биологический процесс окисления органических загрязнений в аноксидных и аэробных условиях, обеспечивающий реализацию процессов нитриденитрификации и физико-химической дефосфотации. Конструктивной особенностью является выделение аноксидной и оксидных зон с установленными в них пространственных модулей и рециркуляцией иловой смеси. Также для удаления фосфора предусматривается химическая обработка коагулянтом (сульфат железа или оксихлоридом алюминия) [4, с. 52].

В качестве доочистки перед сбросом, в составе технологической схемы предусмотрены песчаные фильтры и обработка воды ультрафиолетом.

Описание принятой технологической схемы. Хозяйственно-бытовые сточные воды поступают по напорному трубопроводу от КНС и направляются на установки комбинированной механической очистки, для удаления крупных включений размером более 3 мм и песка, далее сточные воды самотеком

направляются на самопромывные барабанные сита тонкой очистки, на которых осуществляется отделение примесей размером более 1 мм. Очищенные от механических примесей сточные воды направляются в усреднитель, удаленные отходы с решеток и песок выгружаются шнековыми транспортерами в емкости для сбора осадка.

В усреднителе осуществляется усреднение стоков по составу и объему. Для предотвращения осаждения примесей в усреднителе предусмотрены погружные мешалки. Подача сточных вод на биологическую очистку осуществляется с помощью погружных насосов, включение и выключение насосов подачи стоков на очистку осуществляется по сигналу датчиков уровня, установленных в усреднителе. Линия подачи сточных вод на биологическую очистку оборудована электромагнитными расходомерами для контроля расхода сточных вод. Регулирование производительности насосов осуществляется с помощью частотных преобразователей.

Биологическая очистка стоков осуществляется на 3 блоках очистных сооружений: 1 блок - производительность 800 м³/сут, 2 блок - 1600 м³/сут, 3 блок - 1600 м³/сут. Каждый блок биологической очистки разделен на две параллельные технологические линии.

В каждом из блоков выделены следующие зоны для обеспечения глубокой биологической очистки стоков:

1) Анаэробная зона – очистка стоков активным илом в условиях отсутствия растворенного кислорода) для обеспечения удаления фосфатов (фосфора) из сточных вод. Для поддержания концентрации активного ила в анаэробную зону предусмотрен рецикл активного ила из аноксидной зоны. Анаэробные зоны оснащены погружными мешалками.

2) Аноксидная зона – очистка стоков активным илом в условиях низкого содержания кислорода для удаления нитратов и органических веществ из сточных вод. Для обеспечения требований к качеству очищенной воды по нитратам и поддержания концентрации активного ила в аноксидную зону предусмотрен рецикл из вторичного отстойника и нитрификатора. Аноксидные зоны оснащены погружными мешалками и насосами рециркуляции в анаэробную зону.

3) Аэробный биореактор с плавающей загрузкой – очистка стоков активным илом и прикрепленной биопленкой на биозагрузке в условиях интенсивной аэрации для удаления органических веществ, азота аммонийного, нитритов. Аэробный биореактор оснащен плавающей загрузкой и трубчатыми мембранными аэраторами, решетками для удерживания загрузки.

4) Аэротенк-нитрификатор – очистка стоков активным илом в аэробных условиях для удаления органических веществ, азота аммонийного, нитритов. Аэротенки-нитрификаторы оснащены системой аэрации (трубчатые мембранные аэраторы) и насосами рециркуляции ила в аноксидную зону.

5) Вторичные отстойники с тонкослойными блоками – отделение активного ила от воды.

Воздух в биореактор с плавающей загрузкой и аэротенк-нитрификатор подается от воздуходувных агрегатов, производительность воздуходувок регулируется с помощью частотных преобразователей.

Очищенные сточные воды после вторичных отстойников направляются на насосы в емкость очищенной воды, откуда насосами подаются на самопромывные дисковые фильтры доочистки с рейтингом фильтрации 10 мкм. В блоке доочистки осуществляется отделение остаточных количеств взвешенных веществ. Также при необходимости дополнительного снижения концентрации фосфора в очищенную воду перед фильтрами может подаваться раствор коагулянта для химического связывания остаточных количеств фосфатов. Продукт реакции с коагулянтом удаляется на дисковом фильтре.

После фильтров доочистки очищенные стоки самотеком направляются на установки ультрафиолетового обеззараживания воды, а затем отводятся на сброс в существующий коллектор и далее в водоем.

Осадки, образующиеся в процессе очистки сточных вод, должны подвергаться обработке для обезвоживания, стабилизации, снижения запаха, обеззараживания, улучшения физико-механических свойств, обеспечивающих возможность их экологически безопасной утилизации или размещения в окружающей среде [1, с. 135; 5, с. 68].

Избыточный активный ил, образующийся в процессе биологической очистки стоков, откачивается по сигналу систему управления из вторичных отстойников и направляется в илонакопитель. В илонакопителе осуществляется перемешивание ила с помощью эжекторных аэраторов. Из илонакопителя ил откачивается в блок обезвоживания размещенного в существующем здании механической очистки. Обезвоживание активного ила осуществляется на декантерных центрифугах. Перед подачей на центрифугу ил поступает в промежуточную емкость, откуда перекачивается насосами на декантеры. Перед подачей на декантеры ил обрабатывается раствором флокулянта для улучшения обезвоживания. Обезвоженный осадок (кек) после центрифуг собирается в емкости для хранения осадка (до утилизации), жидкая фаза (фугат) направляется в усреднитель.

Список источников

1. Акимова Р.С., Хисамеева Л.Р. Проектирование системы водоотведения для детского оздоровительного лагеря // Материалы VII Национальной конференции с международным участием «Основы рационального природопользования» / Под ред. С.М. Бакирова. Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021. - С.134-138.

2. Алимов Р.Ш., Хисамеева Л.Р. Ретехнологизация действующих очистных сооружений сточных вод// Материалы XI Национальной конференции с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения».- Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021.- С.108-114.

3. Кедрова Т. В., Хисамеева Л.Р. Проблемы очистки сточных вод малых населенных пунктов Республики Татарстан // Материалы 17 Научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности «ДАЛЬНЕ-

ВОСТОЧНАЯ ВЕСНА – 2019» . Комсомольск – на – Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2019.– С.30-33.

4. Акимова Р.С., Хисамеева Л.Р. Реконструкция очистных сооружений биологической очистки сточных вод малых населенных пунктов // Материалы XXIV Международной научно-практической конференции «Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии» – Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2022. – С. 50-55.

5. СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03–85. – Введ. 26.06.2019. – М.: Минстрой России, 2018. – 104 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГТУ-ТЭЦ ПУТЕМ УСТАНОВКИ ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ

Павел Георгиевич Антропов¹, Анна Эдуардовна Арискина²

^{1,2} Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия

¹apg.sstu@mail.ru

²ariskina.anna@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9168-5276>

Аннотация. В статье предложена тепловая схема, составленная на базе усовершенствования блоков ГТУ путем подключения паровой турбины. Рассмотрено использование парогазовой установки для обеспечения надежного и качественного энергоснабжения жилого района города. Получены результаты расчета эффективности парогазовой установки.

Ключевые слова: теплоэнергетика, парогазовая установка, газотурбинная установка, паротурбинная установка, газовая турбина, паровая турбина, эффективность системы, ТЭЦ

Для цитирования: Антропов П.Г., Арискина А.Э. Повышение эффективности ГТУ-ТЭЦ путем установки паровой турбины // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С. 12-17.

Original article

IMPROVING THE EFFICIENCY OF GTU-CHP BY INSTALLING A STEAM TURBINE

Pavel Georgievich Antropov¹, Anna Eduardovna Ariskina²

^{1,2} Saratov State Technical University named after Y.A. Gagarin, Saratov, Russia

¹apg.sstu@mail.ru

²ariskina.anna@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9168-5276>

Annotation. The article proposes a thermal scheme based on the improvement of GTU units by connecting a steam turbine. The use of a combined-cycle gas installation to ensure reliable and high-quality energy supply to a residential area of the city is considered. The results of calculating the efficiency of a combined cycle gas plant are obtained.

Keywords: thermal power engineering, combined-cycle gas plant, gas turbine plant, steam turbine plant, gas turbine, steam turbine, system efficiency, CHP

For citation: Antropov P.G., Ariskina A.E. Improving the Efficiency of GTU-CHP by Installing a Steam Turbine // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp. 12-17.

Учитывая масштаб потребностей, отечественная разработка и создание производства энергии для обеспечения ею страны является крупнейшей государственной задачей. Опыт развития энергетики показывает, что повышение тепловой экономичности энергоблоков возможно путем применения парогазовых технологий – соединение в одном теплофикационном энергоблоке газотурбинных и паротурбинных установок.

Инвестиционной программой ОАО РАО «ЕЭС России» до 2030 г. намечен значительный объём ввода в эксплуатацию современных парогазовых установок [1, с. 120].

Актуальность тематики обусловлена необходимостью повышения эффективности применения ПГУ в системах обеспечения жилых районов города из-за потребности в электрической мощности в связи с вводом новых жилых массивов.

Наиболее экономичной ПГУ является установка, работающая по чисто утилизационной схеме, в которой утилизируемая теплота уходящих газов используется для производства пара, направляемого в паровую турбину. При сооружении новых мощностей на электростанции, сжигающих только газовое топливо, приоритет за ПГУ утилизационного типа неоспорим. В этом типе ПГУ максимальная единичная мощность блока определяется мощностью газовых турбин.

При сочетании ГТУ и ПТУ (паротурбинной установки) температурный диапазон увеличивается, тем самым повышается КПД комбинированных установок [2, с. 123]. Газотурбинная надстройка по мощности может составлять 1/3 мощности паровой турбины. Показатели ПГУ и эффективность комбинированного использования газовых и паровых турбин в циклах существенно зависят от параметров и показателей ГТУ. Повышение начальной температуры газов и совершенствование турбомашин, приводящие к повышению КПД газотурбинной установки при автономной работе, при прочих равных условиях увеличивают долю газотурбинной мощности в комбинированных циклах. Это не только повышает КПД, но и снижает удельную стоимость всей ПГУ.

Общий электрический КПД парогазовой установки составляет 58 – 64 %. Для сравнения, у работающих отдельно паросиловых установок КПД обычно находится в пределах 33 – 45 %, в стандартных газотурбинных установках КПД составляет 28 – 42 %.

Рассмотрен ПГУ–блок, включающий в себя 3 блока ГТУ с котлом-утилизатором, в который дымовые газы поступают после ГТ, где нагревают воду и образующийся пар, и последующее подключение паровой турбины, повышающее эффективность газовой установки в целом. Принципиальная тепловая схема энергоблока представлена на рисунке 1.

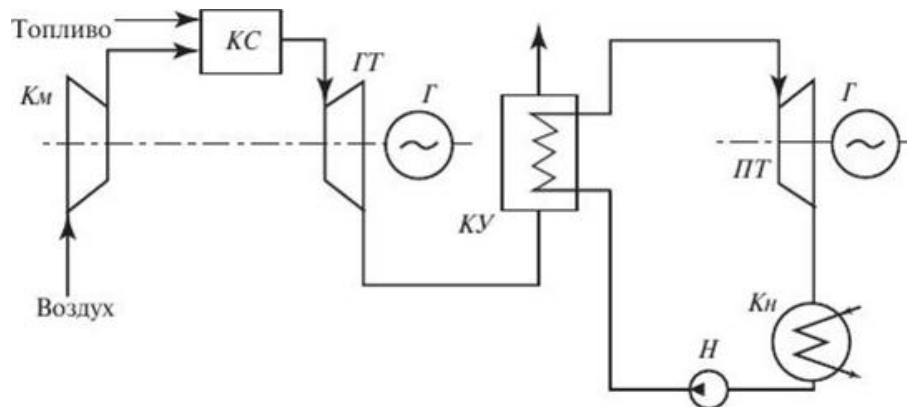


Рисунок 1 - Принципиальная тепловая схема

Основной этап проекта – это расчет газотурбинной части.

Исходными данными для расчета газотурбинной установки на номинальном режиме являются: температура наружного воздуха $t_{\text{нв}} = +15 \text{ }^\circ\text{C}$; температура газов перед турбиной $t_3 = 950 \text{ }^\circ\text{C}$; внутренний относительный КПД компрессора $\eta_{\text{к}} = 0,89$; внутренний относительный КПД турбины $\eta_{\text{т}} = 0,9$; степень сжатия $\pi_{\text{к}} = 6,8$; электрическая мощность ГТУ $N_e = 9 \text{ МВт}$; теплотворная способность природного газа $Q_{\text{H}}^{\text{p}} = 46,905 \text{ МДж/м}^3$.

Температура воздуха после сжатия в компрессоре:

$$T_2 = T_1 \cdot \left[1 + (\pi_{\text{к}}^{m_{\text{в}}} - 1) \cdot \frac{1}{\eta_{\text{к}}} \right]$$

Работа, затраченная на сжатие 1 кг воздуха в компрессоре:

$$l_{\text{к}} = T_1 \cdot C_{\text{p}}^{\text{в}} \cdot (\pi_{\text{к}}^{m_{\text{в}}} - 1) \cdot \frac{1}{\eta_{\text{к}}}$$

Температура продуктов сгорания после турбины:

$$T_4 = T_3 \cdot [1 - (1 - \pi_{\text{т}}^{-m_{\text{г}}}) \cdot \eta_{\text{т}}]$$

Работа, на расширение 1 кг рабочего тела в турбине:

$$l_{\text{т}} = T_3 \cdot c_{\text{p}}^{\text{г}} \cdot (1 - \pi_{\text{т}}^{-m_{\text{г}}}) \cdot \eta_{\text{т}}$$

Эффективная работа цикла газотурбинной установки:

$$l_{\text{э}} = l_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{мех}} - b \cdot l_{\text{к}}$$

Расход газа через турбину:

$$G_{\text{т}} = N_e / l_{\text{э}}$$

Расход воздуха, подаваемый компрессором:

$$G_{\text{к}}^{\text{в}} = b \cdot G_{\text{т}}$$

Расход топлива на ГТУ-ТЭЦ в натуральном топливе:

$$B_{\text{ГТУ}} = \frac{G_{\text{т}}}{1 + \alpha \cdot L_0}$$

Мощность электрическая:

$$N_e = N_{\text{т}} - N_{\text{к}}$$

Эффективный КПД ГТУ-ТЭЦ на натуральном топливе:

$$\eta_{\text{эф}} = \frac{N_{\text{э}}}{Q_{\text{н}}^{\text{р}} \cdot B_{\text{ГТУ(н)}}}$$

Таблица 1 - Результаты расчета ГТУ

| Наименование | Размерность | +15°C | -8°C | -25°C | -2,2°C |
|--|-------------|--------|--------|--------|--------|
| Мощность электрическая | МВт | 9,08 | 9,08 | 10,32 | 9,63 |
| Температура воздуха после компрессора | °C | 248,2 | 237,62 | 189,59 | 224,98 |
| Температура газов перед турбиной | °C | 950 | 950 | 950 | 950 |
| Температура продуктов сгорания после турбины | °C | 543,82 | 540,1 | 542,89 | 539,8 |
| Расход топлива ГТУ-ТЭЦ | кг/с | 0,5 | 0,51 | 0,76 | 0,59 |
| Общая электрическая мощность | МВт | 27,3 | 27,3 | 45,15 | 27,54 |
| Электрический КПД ГТУ | – | 0,35 | 0,35 | 0,27 | 0,32 |

Следующий этап – тепловой поверочный расчет котла-утилизатора ПГУ для уточнения количества и параметров генерируемого пара и продуктов сгорания. Поверочный тепловой расчет позволяет проверить границы изменения параметров и расхода генерируемого пара в КУ при экстремальных значениях температуры наружного воздуха, нагрузки ГТУ и других влияющих факторов.

В котле-утилизаторе (КУ) генерируется пар с параметрами: t_0, p_0, h_0 .

Температура пара в барабане: t_5

Энтальпия кипящей воды: h' ,

Энтальпия пара в барабане: h''

Давление перегретого пара примем равным сумме давления перегретого пара и гидравлического сопротивления пароперегревателя ΔP :

$$p_6 = p_0 + 0,1 \cdot p_0$$

Расход дымовых газов:

$$G_{\text{пс}} = \frac{N_e}{l_3}$$

Паропроизводительность КУ:

$$D_0 = \frac{G_{\text{пс}} \cdot (h_4 - h_5)}{h_0 - h'}$$

Расход воды на продувку котла:

$$D_{\text{пр}} = D_0 \cdot 0,04$$

Температура уходящих газов:

$$t_6 = t_5 - \frac{(D_0 + D_{\text{пр}})(h_5 - h_{\text{пв}})}{G_{\text{пс}} \cdot c_{\text{р}}^{\text{пс}}}$$

Тепловые мощности пароперегревателя, испарителя и экономайзера:

$$Q_{\text{пп}} = D_0(h_0 - h'')$$

$$Q_{\text{и}} = (D_0 + D_{\text{пр}})(h'' - h')$$

$$Q_{\text{эк}} = (D_0 + D_{\text{пр}})(h' - h_{\text{пв}})$$

Тепловая мощность КУ:

$$Q_{\text{ку}} = Q_{\text{пп}} + Q_{\text{и}} + Q_{\text{эк}}$$

Последним этапом теплового расчета является расчет энергетических характеристик паровой части.

Паровая турбина Т-10/11-5,2/0,2

Начальные параметры пара: p_0 и t_0

Внутренний КПД турбины η_{oi} .

С помощью HS-диаграммы состояния водяного пара определим параметры пара перед турбиной и после нее:

Энтальпия пара перед турбогенератором h_0 ;

Энтальпия теоретического процесса расширения h_{2t}

Конечная энтальпия реального процесса расширения:

$$h_2 = h_0 - (h_0 - h_{2t})\eta_{oi}$$

Полезный теплоперепад в турбине

$$\Delta H = h_0 - h_2$$

Определим мощность паровой турбины:

$$N_{пт} = \Delta H \cdot D_{пт}$$

Уточнённая мощность ПГУ

$$N_{\varepsilon}^{пгу} = N_{общ}^{гту} + N^{пту} \eta_m \eta_{\varepsilon г}$$

Разработанные методические положения расчета термодинамических и энергетических характеристик теплофикационных ПГУ позволили определить основные показатели работы ПГУ на характерных режимах работы. Наибольшее влияние на работу основного парогазового оборудования имеет температура наружного воздуха. На основе результатов расчета на разных режимах составлена Таблица 2, в которой сведены основные показатели работы блока в зависимости от температуры наружного воздуха.

Таблица 2 - Результаты расчета ПТУ

| Наименование | Размерность | +15°C | -8°C | -25°C | -2,2°C |
|-------------------------|-------------|---------|---------|--------|---------|
| Тепловая мощность КУ | МВт | 99,24 | 96,84 | 87,71 | 91,97 |
| Паропроизводительность | кг/с | 15,19 | 14,83 | 13,43 | 14,08 |
| Мощность ПТУ | кВт | 8828,88 | 8615,32 | 7802,9 | 8182,04 |
| Уточненная мощность ПГУ | МВт | 36,09 | 35,86 | 35,01 | 35,41 |

По результатам расчета тепловой схемы была составлена сравнительная диаграмма значений мощности ГТУ и ПГУ, на основании которой можно убедиться, что мощность ПГУ и отдельно ГТУ и ПТУ при увеличении температуры наружного воздуха повышается, тем самым доказывая эффективность применения паровых турбин совместно с блоками ГТУ.

В основу исследования положены методология системных исследований в энергетике, модели расчёта и обеспечения надежности систем энергетики и технико-экономического анализа теплоэнергетических установок и систем.

Системная экономия топлива при использовании отопительных ПГУ может обеспечить большую экономию топлива, несмотря на большую долю (до 20%) отдельной выработки электроэнергии главным образом за счет более высокого КПД, существенного снижения потерь энергии на перекачку теплоносителя и тепловых потерь.

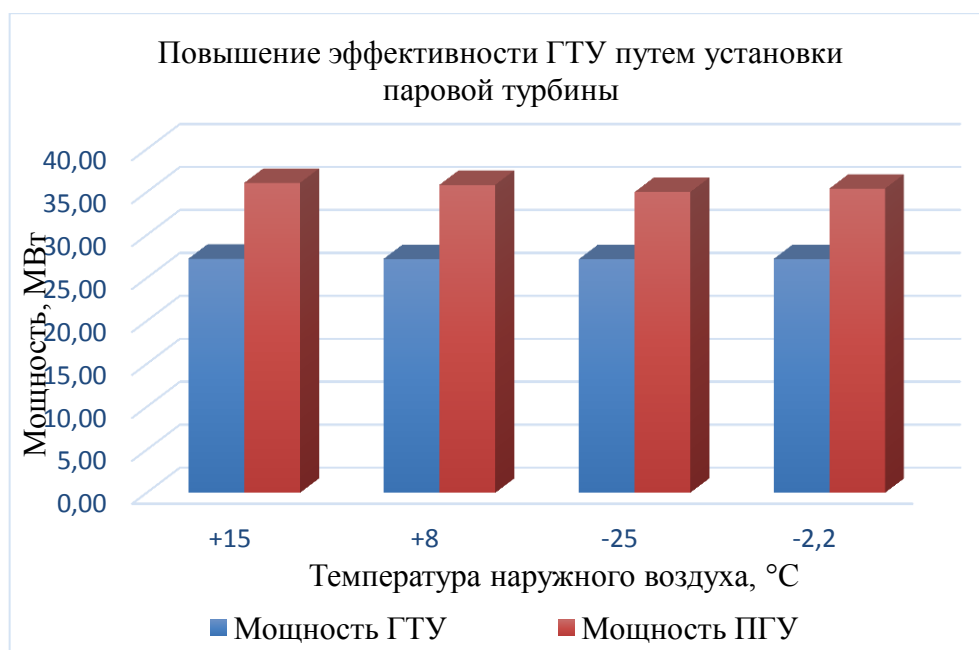


Рисунок 2 - Сравнительная диаграмма мощности ГТУ и мощности ПГУ

В качестве критериев и основных положений определения экономической эффективности парогазовых установок в системах теплоэнергоснабжения принимается коэффициент использования теплоты топлива и эксергетический КПД системы.

Проведено финансово – экономическое обоснование проекта: чистый дисконтированный доход 875,79 млн руб, индекс доходности 1,3 руб./руб., внутренняя норма доходности 13,98 %. Исходя из полученных экономических показателей, можно сделать вывод о целесообразности вложений в данный объект.

Список источников

1. Энергетическая стратегия России до 2030 года. 2009. -120 с.
2. И. А. Барский, И. К. Шаталов «Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели». Учебн. Пособие. Москва. 2003 – 123 с.
3. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учебное пособие для вузов / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; под ред. С.В. Цанева. – 2-е изд., стереот. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 584 с.
4. Основы современной энергетики. / Трухний А.Д., Макаров А.А., Клименко В.В. Москва. Издательство МЭИ. 2002
5. Цанев, С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций/ под ред. Цанева, С. В. - М. :Издательство МЭИ, 2002.

Научная статья
УДК 620.192

ОЦЕНКА ИЗНОСА УЧАСТКОВ ТРУБОПРОВОДА ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Сергей Мударисович Бакиров¹, Рауль Канатович Карабалин²

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

¹s.m.bakirov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9392-7627>

²raul8917@gmail.com

Аннотация. Представлены результаты наблюдений линейного объекта в виде трубопровода тепловой сети и структура причин прорывов трубопровода. Обозначены основные нагрузки на трубопровод и установлено, что в местах отводов и переходов прорывы превышают в 1,3...1,6 раза прямолинейных участков. Причем причинами прорывов мест отводов и переходов являются износы влияния электростатических, гидравлических и химических нагрузок. Предложен способ снижения прорывов из-за износа трубопровода тепловой сети.

Ключевые слова: надежность линейного объекта, наружная коррозия, внутренняя коррозия, срок эксплуатации, эксплуатация тепловых сетей

Для цитирования: Бакиров С. М. Оценка износа участков трубопровода линейного объекта теплоснабжения / С. М. Бакиров, Р.К. Карабалин // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.18-22.

Original article

EVALUATION OF WEAR OF PIPELINE SECTIONS OF A LINEAR HEAT SUPPLY FACILITY

Sergey Mudarisovich Bakirov¹, Raul Kanatovich Karabalin²

^{1,2} Saratov State Agrarian University N. I. Vavilova, Saratov, Russia

¹s.m.bakirov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9392-7627>

²raul8917@gmail.com

Annotation. The results of observations of a linear object in the form of a heating network pipeline and the structure of the causes of pipeline breaks are presented. The main loads on the pipeline are indicated and it is established that in the places of branches and transitions, breakthroughs exceed 1.3 ... 1.6 times the straight sections. Moreover, the causes of breaks in the places of branches and transitions are the wear and tear of the influence of electrostatic, hydraulic and chemical loads. A method is proposed for reducing breakthroughs due to wear of a heating network pipeline.

Keywords: reliability of a linear facility, external corrosion, internal corrosion, service life, operation of heat networks.

For citation: Bakirov S. M. Estimation of wear of pipeline sections of a linear heat supply facility / S. M. Bakirov, R.K. Karabalin // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Ed. S.M. Bakirov - Saratov: Saratov State Agrarian University, 2022. Pp. 18-22.

Введение. Тепловые сети являются промежуточным звеном между источником и потребителем тепла в системе теплоснабжения. Как правило, на тепловую сеть отводится малая часть эксплуатационных ресурсов по остаточному принципу, так как она имеет достаточно высокую степень конструктивной надежности по сравнению с источником и потребителем тепла. Потребители теплоты заинтересованы в обеспечении высокой конструктивной и эксплуатационной надежности своего оборудования, выполняют основные профилактические мероприятия и используют элементы и узлы оборудования из материалов высокого качества. Источники тепла – котельные установки находятся под действием многих факторов, величина которых непрерывно контролируется и регулируется.

Анализ эксплуатации тепловых сетей г. Саратова общей протяженностью около 2000 км показал, что сети находятся в удовлетворительном состоянии, порядка 65 % - изношено [1, 2]. В некоторых случаях отдельные участки эксплуатируются в предельном состоянии [3, 4], в котором дальнейшее использование оборудования приведет к аварии (рисунок 1).



а)



б)

Рисунок 1 – Аварии на тепловой сети
а) открытой прокладки; б) канальной прокладки

Подобные нарушения в работе тепловой сети (см. рисунок 1) приводят к остановке теплоснабжения потребителей. Продолжительность устранения такой аварии может достигать до 30 часов [4]. Аварийные остановки подачи теп-

ла сопровождаются существенным ущербом потребителей и поставщиков. Энергоснабжающая организация несет прямые убытки от затрат на ремонт данного участка: остановка подачи тепла, демонтаж поврежденного участка, покупка материала и монтажные работы. Потребители теплоты получают различные по величине стоимостные ущербы [5]. Например, при теплоснабжении тепличного комплекса в течение 30 часов без тепла в зимний период ущерб может быть оценен полной потерей выращиваемой культуры. В связи с этим современные тепличные комплексы переходят на индивидуальные системы теплоснабжения.

Проведенный анализ состояния эксплуатации системы теплоснабжения показал, что тепловые сети (магистральные, распределительные или потребительские) находятся в удовлетворительном состоянии и около 65 % аварий возникает по причине прорывов в тепловых сетях. Поэтому целью данной работы является оценить участки на тепловой сети с ускоренным износом, а также установить его причины.

Результаты исследований. Рассмотрим линейный объект в виде трубопровода тепловой сети и опишем виды его нагрузок (рисунок 2).

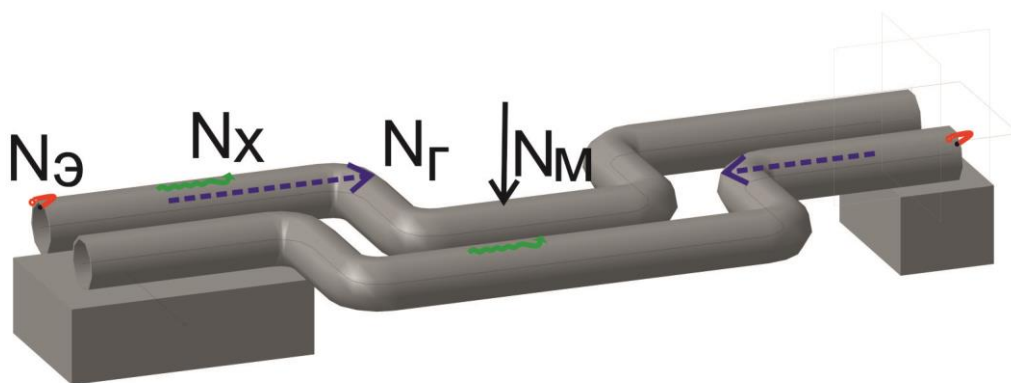


Рисунок 2 – Действие различных нагрузок на трубопровод тепловой сети ($N_{\text{э}}$ – действие электростатических нагрузок; $N_{\text{м}}$ – действие механических нагрузок; $N_{\text{г}}$ – действие гидравлических нагрузок; $N_{\text{х}}$ – действие химических нагрузок)

К трубопроводу тепловой сети выдвигается ряд требований: герметичность системы при максимальных давлениях, стойкость к коррозии, эластичность при изменении температур и т.п. Как видно из рисунка 2, помимо основной функции и термодинамической нагрузки (не указана на рисунке 2) влияют другие нагрузки. Гидравлические нагрузки $N_{\text{г}}$ оказывают влияние на стенки трубопровода при различных течениях, особенно в местах переходов диаметров или поворотах. В таких местах может образовываться кавитация, что негативно отражается на внутренней стенке трубопровода. При движении жидкости возникает трение о внутреннюю стенку трубопровода, что приводит к возникновению электростатического поля $N_{\text{э}}$. В этом случае наружная стенка становится катодом (если трубопровод не окрашен и не изолирован) и прикосновение любого проводящего электрический ток предмета, который заземлен, возникает элек-

трическая цепь в месте контакта. Это приводит к резкому уменьшению толщины стенки и снижению прочности трубопровода.

Вместе с этим теплоноситель, насыщенный солями, оказывает негативное действие на стенки. Даже слабоактивные соли вступают в химическую реакцию со стенками трубопровода Nx . Поэтому особое внимание уделяют водоподготовке [6]. Также наружная неизолированная стенка подвержена непрерывному окислению.

Наблюдения показывают, что чаще в 1,3...1,6 раз прорывы происходят около переходных или отводящих участках трубопровода. Структура причин отказов прямолинейных участков и отводов отличается, согласно рисунку 3.

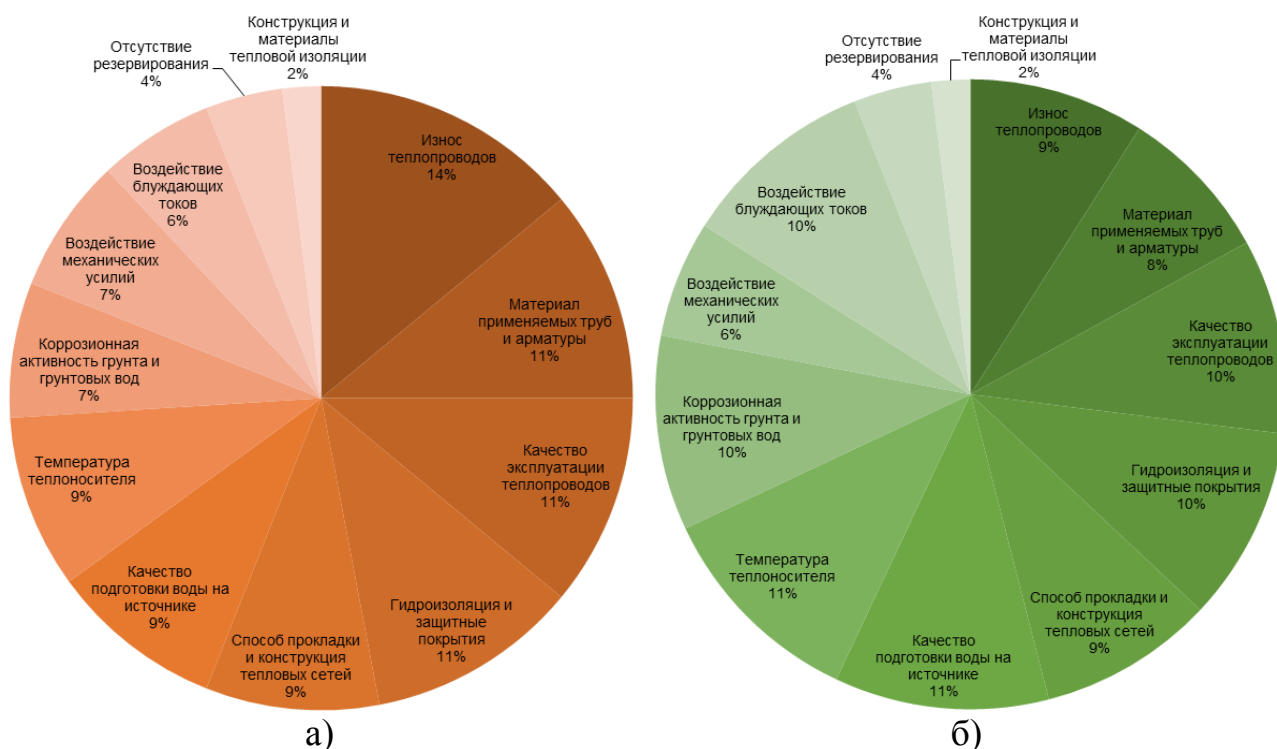


Рисунок 3 – Структура причин отказов трубопровода
а – прямолинейные участки; б – отводы, переходы

Отводы и переходы чаще выходят из строя по причинам большего влияния электростатических, гидравлических и химических нагрузок.

Вывод. Таким образом, на отдельных участках трубопровода тепловой сети в местах отводов, переходов и поворотах чаще проявляются причины прорывов и действие различных нагрузок на трубопровод. Одной из частых причин скорейшего износа и раннего выхода из строя (прорыва) трубопровода является несвоевременное обслуживание, которое включает в себя состав мероприятий борьбы с вышеизложенными нагрузками (гидравлическими, механическими, электрическими и химическими). Современным способом обслуживания является контроль состояния трубопровода без его демонтажа, например, прибором, определяющим толщину стенки в микронах по всему диаметру. Мониторинг изменения толщины стенки при влиянии (изменении) различных факторов (качество водоподготовки, гидроудары, тепловые нагрузки) позволит своевремен-

но устранять причины прорывов и определить закономерности изменения износа трубопровода.

Список источников

1. Повышение энергоэффективности теплоэнергетических установок и систем энергообеспечения предприятий и городов / Ю. Е. Николаев и др. // Отчет по НИР/НИОКР. – Саратов: Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А. – 2015. – 85 с.
2. Титов Г.И. Исследование надежности тепловых сетей / Г. И. Титов, Н.А. Новопашина // Региональная архитектура и строительство. № 2. – 2011. – с. 141-148.
3. Надежность систем энергетики и их оборудования: в 4 т. Т.4. Надежность систем теплоснабжения: справочник / под ред. акад. Ю.Н. Руденко. Новосибирск: Наука. – 2000. – 351 с.
4. Стрелков А.К. Эксплуатационные (функциональные) характеристики квартирных регуляторов давления и энергосбережение / А.К. Стрекалов, И.Ю. Зотова. – Градостроительство и архитектура. 2013. №4. – С. 80–82.
5. Ерошенко Г. П. Эксплуатационная ответственность производственных участков сельскохозяйственных предприятий / Г. П. Ерошенко, С.М. Бакиров. – Научное обозрение, 2010 № 5. – с. 8-11.
6. Куранов А. О. Водоподготовка для котельной. – Сантехника, 2020 № 3. – с. 62-64.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГАЗОПРОВОДА

Магомед Абакарович Будунов¹, Татьяна Васильевна Федюнина²

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г.Саратов, Россия

¹budunov05@gmail.com

²t.fediunina2010@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7676-1840>

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос применения полиэтиленовых труб при строительстве или реконструкции газопроводной сети в соответствии с ГОСТ 34715.1-2021 Системы газораспределительные

Ключевые слова: полиэтиленовые трубы, газопровод, трубы ПНД.

Для цитирования: Будунов М.А., Федюнина Т.В. Применение полимерных труб при строительстве газопровода // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С. 23-26.

Original article

APPLICATION OF POLYMER PIPES DURING THE CONSTRUCTION OF THE GAS PIPELINE

Magomed Abakarovich Budunov¹, Tatiana Vasilyevna Fedyunina²

^{1,2} Saratov State Agrarian University named after N.I.Vavilov, Saratov, Russia

¹budunov05@gmail.com

²t.fediunina2010@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7676-1840>

Annotation. The article discusses the use of polyethylene pipes in the construction or reconstruction of a gas pipeline network in accordance with GOST 34715.1-2021 Gas distribution systems

Keywords: polyethylene pipes, gas pipeline, HDPE pipes.

For citation: Budunov M.A., Fedyunina T.V. The use of polymer pipes in the construction of a gas pipeline // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International Participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp. 23-26.

Для прокладки газопроводных сетей используются не только стальные газопроводы, но и полиэтиленовые. Материал труб и соединительных деталей

выбирается исходя из технических условий прокладки, условий эксплуатации, свойств и характеристик транспортируемого газа.

Применение при проектировании полиэтиленовых газопроводов сообразуется с ГОСТ 34715.1-2021 Системы газораспределительные. Проектирование, строительство и ликвидация сетей газораспределения природного газа (дата введения 01.12.2021 г.). Согласно стандарту использование таких труб возможно только при условии, что максимальное рабочее давление газа не поднимается выше 1,2 МПа при температуре стенки трубы от -20°C до +40°C.

Полиэтиленовая газопроводная труба – это полимерное изделие, изготовленное посредством непрерывной экструзии из полиэтилена низкого давления. Такие трубы применяются при строительстве магистральных газопроводов и для транспортировки газа потребителям, то есть в распределительных сетях. Выпускается два вида труб: ПЭ 80 и ПЭ 100. Отличие заключается в том, что полиэтиленовые трубы ПЭ 100 имеют большую плотность, термостойкость, выдерживают более высокое давление и обладают лучшими прочностными и эксплуатационными характеристиками (табл. 1).

Таблица 1 – Технические характеристики полиэтиленовых газопроводных труб

| Свойство | Показатель |
|--------------------------|---|
| Теплопроводность | Низкая |
| Текучесть | 15 - 30 МПа |
| Прочность при растяжении | 100 - 170 кгс/см ² |
| Плотность | 0,94 - 0,95 г/см ³ |
| Пропускная способность | На 30% лучше, чем у стальных изделий |
| Гибкость и эластичность | Предел коэффициента гибкости до 7% от начальной формы |
| Внешний диаметр трубы | 16 - 400 мм |
| Толщина стенки трубы | 22 – 59 мм |
| Рабочие температуры | От - 20°C до + 60 °C |
| Температура плавления | До 135 °C |
| Срок эксплуатации | До 50 лет при соблюдении технических условий |

Трубы из полиэтилена, применяемые в газопроводной сети, должны состоять только из полимера или с дополнительными слоями для усиления стенок трубы. Имеются следующие модификации: полиэтиленовые, полиэтиленовые с внутренними соэкструзионными слоями, полиэтиленовые с защитной оболочкой из термопласта, которая снимается перед установкой трубы

ГОСТ 34715.1-2021 предусматривает применение труб ПЭ 80 или ПЭ 100 с удаляемым слоем в случаях возможного повреждения поверхности трубы при прокладке газопровода, в том числе в техногенных несвязных и гравийных грунтах, а также при их протяжке внутри изношенных стальных газопроводов; при использовании методов бестраншейной прокладки; в районах с сейсмичностью 6 и более баллов; в скальных и крупнообломочных грунтах [1].

Рассмотрим некоторые преимущества и недостатки газопроводных труб из полиэтилена низкого давления (таблица 2).

Таблица 2 – Преимущества и недостатки труб ПНД для газопроводов

| Преимущества | Недостатки |
|---|---|
| Небольшой удельный вес материала и простая технология монтажа. | Возможность прокладки только подземным способом, так как под воздействием солнечных лучей быстро приходят в негодность |
| Устойчивость к коррозионным процессам и воздействию агрессивных сред. | Значительный коэффициент линейного расширения. |
| Высокая скорость монтажных работ благодаря поставке материалов в бухтах (длина трубы может достигать нескольких сот метров в зависимости от ее диаметра). Благодаря чему появилось снизить количество стыков при прокладке длинных магистралей. | Ограниченный диапазон рабочей температуры. |
| Может применяться для прокладки сетей работающих под различным давлением (классификация трубопроводов по давлению предполагает деление на несколько категорий — высокого (1и 2 категория), среднего и низкого давления). | Полиэтиленовые трубы для газопровода (ГОСТ Р 50838-95) должны укладываться в металлический футляр при пересечении автомобильных и других транспортных магистралей, линий различных коммуникаций, при вводах в эксплуатационные колодцы. |
| Отличаются значительной долговечностью, срок их эксплуатации достигает 50 лет и более при соблюдении технологических требований к монтажу. | Глубина заложения в большинстве случаев не должна быть меньше чем 1 метр от уровня поверхности до верха трубы, а если температура воздуха в зимний период опускается до -40 градусов, тогда данный параметр увеличивается до 1,4 м. |
| Позволяют придавать нужный изгиб при монтаже в связи с прочностью и гибкостью | |
| Доступная стоимость продукции | |
| Экологичность и безвредность для здоровья людей | |
| Простота утилизации и возможность вторичной переработки | |

Несмотря на выявленные недостатки, трубы из полиэтилена получают широкое распространение при проектировании и строительстве газопроводной сети благодаря своим положительным качествам – простота и удобство монтажа, невысокие цены и трудозатраты, значительный срок службы.

Список источников

1. ГОСТ 34715.1-2021 Системы газораспределительные. Проектирование, строительство и ликвидация сетей газораспределения природного газа (дата введения 01.12.2021 г.) – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200178805>
2. Поваров А.В., Федюнина Т.В. Совершенствование организации и управления процессами технического обслуживания и ремонта газовых сетей в АО «Саратовгаз» с учетом требований по соблюдению нормативов санитарно-защитных зон // Современные проблемы и перспективы развития строитель-

ства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: мат-лы X нац.конф-ции с межд.участием – Саратов, 2020. С.151-156.

3. Поваров А.В., Трушин Ю.Е. Повышение эффективности обслуживания системы газоснабжения сельского населенного пункта / Научная жизнь. 2021. Т.16. № 8 (120). С.1140-1149.

4. Цапко А.С., Федюнина Т.В. Газотранспортные системы // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: мат-лы IX нац.конф-ции с межд. участием.- Саратов. 2019. С.284-287.

УДАЛЕНИЕ БОРА ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МЕТОДОМ ИОННОГО ОБМЕНА

Андрей Валерьевич Бусарев¹, Ирина Геннадьевна Шешегова², Арслан Рамилевич Муллагалиев³

^{1,2,3}Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г.Казань, Россия

¹reder100@myrambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7063-2519>

²ig-7@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6037-1776>

³mullagalievarslan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3377-1691>

Аннотация. Статья посвящена вопросу удаления бора из подземных вод методом ионного обмена. В статье представлены технологическая схема экспериментальной установки и анализ результатов исследований удаления из воды бора на ионообменном фильтре.

Ключевые слова: удаление бора из подземных вод, экспериментальная установка, ионообменный фильтр, ионообменная смола

Для цитирования: Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Муллагалиев А.Р. Удаление бора из подземных вод методом ионного обмена // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.27-30.

Original article

REMOVAL OF BORON FROM GROUNDWATER BY ION EXCHANGE METHOD

Andrey Valeryevich Busarev¹, Irina Gennadyevna Sheshegova², Arslan Ramilevich Mullagaliev³

^{1,2,3} Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

¹reder100@myrambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7063-2519>

²ig-7@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6037-1776>

³mullagalievarslan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3377-1691>

Annotation. The article is devoted to the issue of boron removal from groundwater by ion exchange method. The article presents a technological scheme of an experimental installation and an analysis of the results of studies of boron removal from water using an ion exchange filter.

Keywords: boron removal from groundwater, experimental installation, ion exchange filter, ion exchange resin

For citation: Busarev A.V., Sheshegova I.G., Mullagaliev A.R. Removal of boron from groundwater by ion exchange method // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.27-30.

Удаление бора из подземных вод применяемых с целью хозяйственно-питьевого водоснабжения в последние годы становится все более актуальной задачей. Содержание бора в соответствии СанПиН 2.1.4.1074-01 в питьевой воде не должно превышать 0.5 мг/л. Существует несколько методов удаления из воды бора, основным из которых является ионный обмен.

В Казанском государственном архитектурно-строительном университете проводились исследования процессов очистки воды от соединений бора с помощью ионообменных напорных фильтров. Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1.

В состав экспериментальной установки входят резервуар для исходной воды 1, модель напорного ионообменного фильтра 2, транспортирующие трубопроводы, насос Н-1, запорно-регулирующая арматура, а также система контрольно-измерительных приборов.

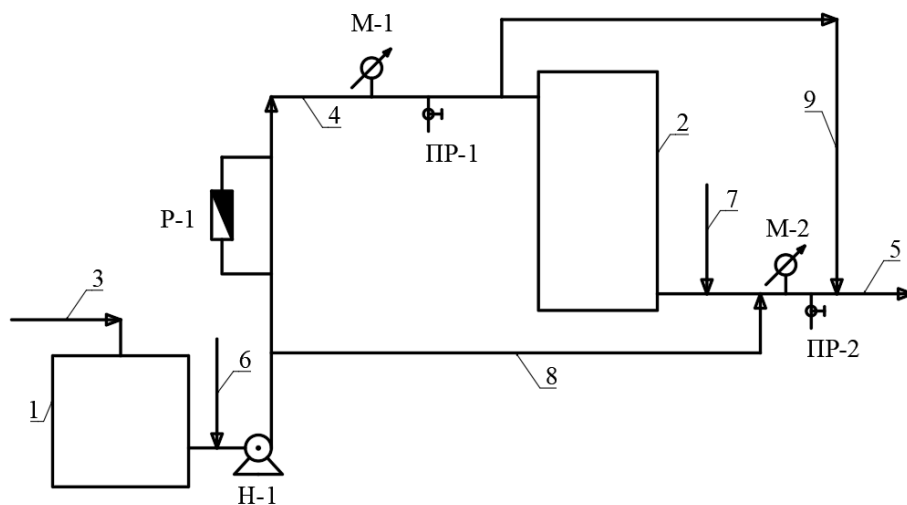


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

В резервуар 1 по линии 3 подается водопроводная вода, которая перекачивается на очистку в модель ионообменного фильтра 2 по трубопроводу и насосом Н-1. На этом трубопроводе установлены манометр Н-1 и пробоотборник ПР-1. Манометр Н-1 определяет давление на входе в ионообменный фильтр 2. Из пробоотборника ПР-1 отбирается проба исходной воды. Очищенная вода отводится в систему производственной канализации по трубопроводу 5. На этом трубопроводе установлены манометр М-2 и пробоотборник ПР-2. Данный

манометр показывает давление на выходе из модели ионообменного фильтра 2. Пробоотборник ПР-1 служит для отбора проб очищенной в фильтре 2 воды.

Раствор, содержащий борат-иона, насосом-дозатором по трубопроводу 6 подается во всасывающую линию насоса Н-1.

Высота загрузки ионообменной смолы в модели 2 составляет 1000 мм. Для исследований использовались иониты марки S-108 фирмы Purolite (США), IRA-743 фирмы Rohm and Haag (США), а также Гранион Д403 фирмы SUQINQ (Китай). Регенерация ионитов проводилась противотоком раствором серной кислоты, которая подавалась насосом-дозатором по линии 7. Водопроводная вода для взрыхления и отмывки ионита подавалась насосом Н-1 из резервуара 1 по трубопроводу 8. Регенерационные стоки отводились от модели ионообменного фильтра 2 по трубопроводу 9 в производственную канализацию.

Кроме манометров М-1 и М-2 в систему контрольно-измерительных приборов входит расходомер Р-1, который позволяет контролировать скорость фильтрования воды.

Температура сточной воды определялась спиртовым термометром с ценой деления $0,1^{\circ}\text{C}$. Активная реакция среды определялась с помощью рН-метра типа рН-340 с точностью до 0,1. Концентрация взвешенных веществ в пробах определялась весовым методом по рекомендациям работы [1]. Концентрация бора в воде производится с помощью флуориметра по методике изложенной в работе [2].

Эффективность очистки водопроводной воды от борат-ионов Ξ , %, определялась по формуле [3].

$$\Xi = \frac{C_6^{\text{исх}} - C_6^{\text{оч}}}{C_6^{\text{исх}}} 100 \quad (1)$$

где $C_6^{\text{исх}}$ – концентрация бора в исходной воде, мг/л;

$C_6^{\text{оч}}$ – содержание бора в очищенной воде, мг/л.

Анализ результатов экспериментальных исследований позволяет сделать следующие выводы:

а) температура воды, поступающей на очистку составляла $+19,8 \dots +20,2^{\circ}\text{C}$, её активная реакция не превышала 6,9-7,3, а содержание взвешенных веществ достигает 1,35-1,6 мг/л;

б) концентрация бора в исходной воде составляет 1,1-5,55 мг/л, а в очищенной – 0,14-0,89 мг/л;

в) все три испытанных ионита показали достаточно высокую эффективность очистки воды от борат-ионов. Эффективность удаления бора для ионита S-108 составила 79-81, для IRA-743 – 78-82%, для Гранион Д403 – 71-87%;

г) увеличение скорости фильтрования снижает эффективность удаления бора из природных вод;

д) рост давления на входе в ионообменный фильтр на эффективность извлечения бора практически не влияет;

е) увеличение содержания бора в исходной воде до 5-6 мг/л к изменению эффективности работы ионитов не приводит;

и) потери напора в ионообменном фильтре составляет 0,2-0,4 кгс/см².

Таким образом, с учетом места изготовления ионитов, для очистки воды от бора можно рекомендовать ионообменную смолу марки Гранион Д403.

Список источников

1. Калицун В.И., Ласков Ю.М. Лабораторный практикум по водоотведению и очистке сточных вод. – М.: Стройиздат, 2000. – 272с.
2. ГОСТ 31949-2019. Вода питьевая. Метод определения содержания бора. – М.: Стандартинформ, 2019. – 15 с.
3. Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчетов канализационных сооружений. – М.: Альянс, 2008 – 255 с.

РАЗВИТИЕ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ В МИРЕ

Алла Алексеевна Еремина¹, Ольга Валентиновна Михеева²

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

² omuk@inbox.ru , <https://orcid.org/0000-0001-7375-0281>

Аннотация: В статье рассматриваются пути формирования доставки газа в страны, где не имеется мест зарождения газа, развитие газоснабжения в целом.

Ключевые слова: газоснабжение, газ, газопровод, развитие.

Для цитирования: Еремина А.А., Михеева О.В. Развитие газоснабжения в России // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.31-35.

Original article

DEVELOPMENT OF GAS SUPPLY IN THE WORLD

Alla Alekseevna Eremina¹, Olga Valentinovna Mikheeva²

^{1,2} Saratov State Agrarian University. N.I. Vavilov, Saratov, Russia

² omuk@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7375-0281>

Annotation: The article discusses the ways of forming the delivery of gas to countries where there are no places of origin of gas, the development of gas supply in general.

Key words: gas supply, gas, gas pipeline, development.

For citation: Eremina A.A., Mikheeva O.V. Development of gas supply in Russia // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Ed. C.M. Bakirova - Saratov: Saratov State Agrarian University, 2022. Pp. 31-35.

Природный газ - самый экологически чистый не возобновляемый источник энергии. К тому же затраты на производство и транспортировку довольно низкие. Эти два признака делают его наиболее приемлемым для транспортировки. Поэтому расширение и поддержание газоснабжения - это одна из приоритетных задач, в том числе для Саратовского региона.

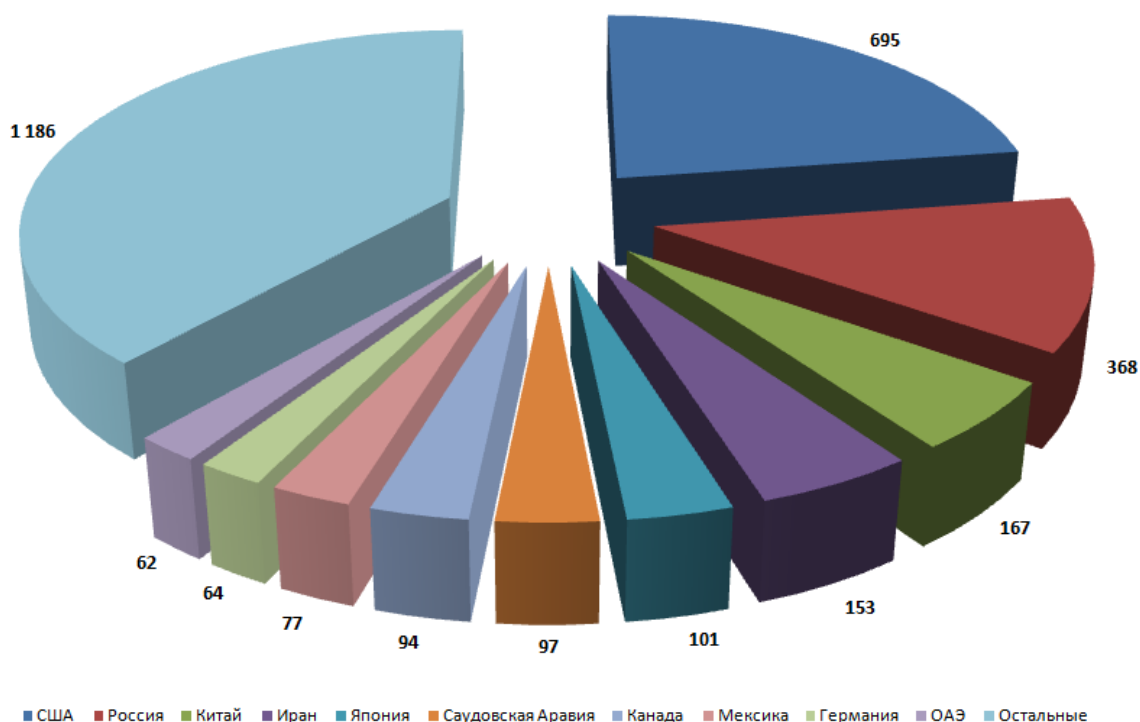


Рисунок 1 - Потребление природного газа по странам, млн.т.н.э [6]

Человечеству давно известно, что природный газ - горючее вещество. В земной коре он либо осаждается отдельно на нефтяном субстрате, либо в виде «газового шара» в состоянии газообмена, и растворяется в той же нефти или воде. На данный момент его использование в более традиционном смысле началось сравнительно недавно [1-3].

В 1792 году шотландский инженер Уильям Мердок использовал уголь для отопления своего дома после очистки от горящего газа (аналог природного газа), а затем для отопления системы на одном из заводов в Бирмингеме. ... Американцы воспользовались этим опытом в начале 19 века, и теперь, в 1816 году, в Мэриленде, первом городе Балтимора, установили уличные газовые фонари. Но добывался только угольный газ.

Постепенно разрабатываются технические планы, увеличивается добыча нефти, увеличивается переоценка нефти, и считалось, что нефтяные месторождения были бы очень неэффективными, если бы нефтяные месторождения просто «выбрасывали в воздух». Хотя невозможно отделить природный газ от сжигания угля, было изобретено его первое применение - уличное освещение. Первый крупный газопровод от месторождения природного газа до конца был построен в 1859 году в США и имеет протяженность около 9 км. Фактически, все началось только с централизованного газоснабжения. В то время газ не только транспортировался по газопроводам, но и до сих пор поставки газа распределялись таким образом.

За полтора века этот дешевый вид транспортировки газа набрал поистине бешеные обороты. например, на данном этапе в США строится 335 тысяч километров газопроводов [4-5].

XX веке в нашей стране началось строительство газопровода. Теперь в России

протяженность газопровода 171,2 тыс. км что является второй по протяженности газотранспортабельной системой в мире. Как видно, в нашей стране самые большие запасы этого вида топлива, экологически чистого и относительно недорогого. На рисунке 2 показана структура потребления природного газа в России.



Рисунок 2 - Структура потребления природного газа в России. [6]

Применение природного газа больше не ограничивается уличным освещением и приготовлением пищи. Сегодня газ используется для производства тепла или электроэнергии, для удовлетворения промышленных нужд, проектов и для замены бензина на альтернативное топливо.

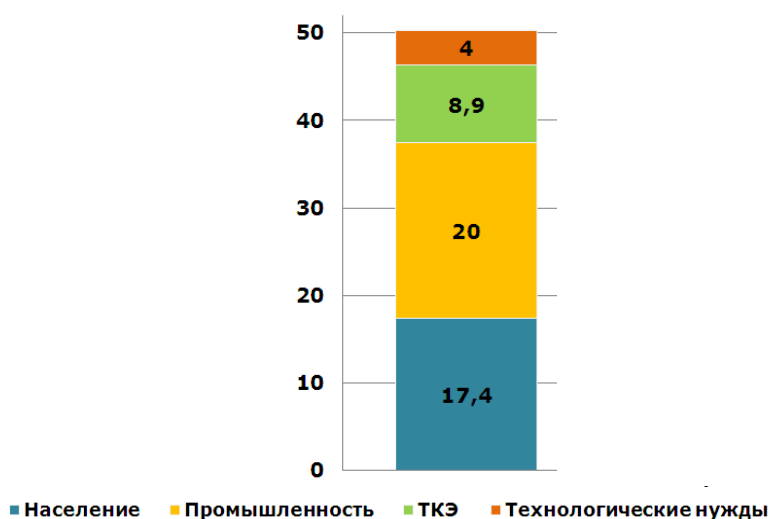


Рисунок 3 - Потребление газа по отраслям, млрд. м3 [6]

На рисунке 3 показано распределение потребления газа по отраслям народного хозяйства.

Но иногда оказывается, что строительство газопровода экономически невыгодно или просто невозможно. Бывает так, что в отдельных регионах, странах просто нет месторождений газа. Конечно, международная газотранспортная система уже существует, и газ с севера России, например, обогревает почти треть населения Европы, но есть еще много мест, где нет крупных газопроводов.

В этом случае используется транспортировка газа с помощью железнодорожного сообщения. Это происходит путем закачки сжиженного природного газа, природный газ охлаждается и при повышении давления закачивается в танкеры-газовозы. Этот вариант транспортировки позволяет доставлять природный газ в регионы и страны, где он другим способом транспортировки недоступен. Разгрузка происходит на специальных складах, куда газ поступает потребителям по трубопроводам.

Автономный газ - самый распространенный и популярный метод регулирования газоснабжения в России. В ней применяется получаемый как сопутствующий продукт нефтяной газ пропан, смешанный в разных пропорциях с бутаном. Такие смеси газов более калорийны, нежели природный метан, и их сжигание дает в 2-3 раза большее количество тепла. Такой газ (его называют СУГ) несколько дороже, чем обычный природный, но за счет выигрыша в калорийности его использование также признано экономически целесообразным. Газоснабжение в виде автономных систем применяется в местностях, не имеющих разветвленной газотранспортной сети. Автономное газоснабжение может быть организовано как на группу домов, так и на отдельно стоящее здание, предприятие. Сжиженный углеводородный газ доставляется непосредственно на место и закачивается в специальное хранилище газа, газгольдер, откуда по газопроводу низкого давления газ поступает непосредственно на использующее его оборудование.

Таким образом, способов организации газоснабжения немало. Подбор подходящего зависит от региона и от развития в нем системы транспортировки газа. Однако, газоснабжение возможно практически везде, поскольку в отсутствии магистральных газопроводов газа, возможно использование автономного газоснабжения.

Список источников

1. О влиянии инвестиций в топливно-энергетический комплекс на текущее состояние и долгосрочное развитие российской экономики. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://council.gov.ru/events/roundtbl/item/10/recommend.html>

2. Россия продолжает ставить на газ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vsp.ru/economic/2010/10/15/505863>

3. Язев В. Это не только залог развития газовой отрасли России, но и залог развития экономики страны [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rusoil.ru/opinions/o06-77.html>

4. Мониторинг. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.zondir.ru/articles/dobyv-prom/monitoring-i-kratkaya-harakteristika-gazovoj-otrasli.htm>

5. Газовая промышленность. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rb.ru/biz/markets/show/85/>

6. Потребление газа. Мировое потребление газа. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://admbaraba.ru/raznoe/potreblenie-gaza-mirovye-potreblenie-prirodnogo-gaza-dannye-o-naturalnom-gaze.html>

7. Ахтанов, К.С. Меры безопасности при эксплуатации котельных и газового оборудования / Ахтанов К.С., Михеева О.В. // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы XI Национальной конференции с международным участием. Саратов, 2021. С. 7-10.

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ТЕПЛИЦ И ОРАНЖЕРЕЙ

Евгения Евгеньевна Журина¹, Иван Николаевич Попов²

^{1,2} Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

¹ zurinaevgenia@gmail.com

² inpopovsgau@mail.ru

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ применения возможных способов обогрева теплиц и оранжерей в условиях эксплуатации. Раскрыта актуальность использования современных способов обогрева для выращивания овощей и растений, приведены показатели по разнообразным системам. Показано, что для максимальной эффективности использования обогрева в теплицах и оранжереях нужно использовать комбинированный способ обогрева и проводить дополнительные энергосберегающие мероприятия.

Ключевые слова: система отопления, водяное отопление, воздушное отопление, инфракрасные обогреватели, кабельный обогрев

Для цитирования: Журина Е.Е., Попов И.Н. Особенности теплоснабжения теплиц и оранжерей // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С. 36-40.

Original article

FEATURES OF HEAT SUPPLY OF GREENHOUSES AND CONSERVATORY

Evgenia Evgenievna Zhurina¹, Ivan Nikolaevich Popov²

^{1,2} Saratov State Agrarian University named after N.I.Vavilov, Saratov, Russia

¹ zurinaevgenia@gmail.com

² inpopovsgau@mail.ru

Annotation. The article presents a comparative analysis of the use of possible methods of heating greenhouses and conservatory in operation. Actuality of use of modern methods of heating for growing vegetables and plants has been disclosed, indicators for various systems have been given. It is shown that for maximum efficiency of heating in greenhouses and conservatory it is necessary to use a combined method of heating and carry out additional energy-saving measures.

Keywords: heating system, water heating, air heating, infrared heaters, cable heating

For citation: Zhurina E.E., Popov I.N. Features of heat supply of greenhouses and conservatory // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by S.M.Bakirov – Saratov: Saratov State Agrarian University, 2022. Pp. 36-40.

Система отопления теплиц и оранжерей является одним из важнейших элементов для выращивания разнообразных культур в зимний период, так как помогает соблюсти определенный температурный режим, столь необходимым для растений. Для создания и поддержания подобного режима, необходимо высококачественное отопительное оборудование. Равномерный обогрев теплицы и оранжереи - это гарантия получения оптимальных условий вегетации растений [2, с. 46].

При выборе системы обогрева теплицы, а их на сегодняшний день представлено безгранично много, можно и нужно исходить из нескольких определяющих факторов:

- понимание надобности того или иного способа и вида обогрева теплиц и оранжерей;
- установленной задачи функционирования и эксплуатации теплиц;
- материально-финансовых возможностей;
- обеспеченность тем или иным видам энергоресурсов для обогрева.

Все растения нуждаются в непрерывном тепле. Обеспечить растения теплом в зимние морозы, и в случае недостатка тепла в другие периоды года представляется непростой задачей. Для решения данной задачи необходимо учитывать что, для каждого растения характерна своя средняя температура, необходимая для нормального формирования и роста. Соответствующую температуру необходимо поддерживать в теплице и оранжереи [5, с. 14]. Нет сомнения, что растения, выращенные в теплице и оранжереи с правильным обогревом, будут лучше расти, овощи и фрукты будут быстро созревать, заметно удлинится сезон сбора урожая. Сомнения возникают в экономической целесообразности понесенных затрат на количество произведенного продукта.

В современных теплицах и оранжереях наряду с традиционными системами «водяного» и «воздушного отопления» широко применяются «новые» технологии обогрева.

Учитывая условия эксплуатации, в водяных системах применяются в основном отопительные регистры. В воздушных системах отопления используют различные воздухонагреватели или теплогенераторы, осуществляющие нагрев воздуха сооружения.

Многолетний опыт использования систем с «водяным» отоплением показал их низкую экономическую рентабельность, так как требуются большие капитальные затраты, а оборудование из-за эксплуатации во влажной атмосфере обладает ограниченным сроком службы, а из-за высочайшей инерционности характеристики микроклимата формируются со значительной задержкой, что приводит к перерасходу тепловой энергии.

В случае с «воздушным» отоплением, такие системы вновь стали очень популярными при проектировании инновационных полужакрытых теплиц. Используются нижние воздухопроводы в виде плёночных рукавов, размещенных под каждым рядом и обеспечивающих циркуляцию воздуха. В тоже время система рециркуляции, позволяет экономить затраты на обогрев и поддерживать оптимальный уровень CO_2 , за счёт чего в любой период года поддерживается оптимальный микроклимат. Теплица защищена от проникновения вредителей, а также не происходит застоя воздуха, что препятствует развитию заболеваний.

Исследования показали, что в разные периоды времени созревания растений необходимо и разный способ обогрева. Рассмотрим современные средства достижения необходимых параметров обогрева (рисунок 1).

Для обогрева теплиц и оранжерей, также используются радиационные обогреватели.

Применение излучающих обогревателей или инфракрасных (ИК) - панелей для обогрева теплиц и оранжерей завоевало широкую популярность [3, с. 62]. ИК обогреватели первоначально прогревают почву, камни и растения с помощью длинноволновых тепловых лучей. Нагретые тепловыми лучами поверхности отдают так называемое вторичное тепло окружающему воздуху. Такое тепло не выдувается и не пересушит воздух. Таким образом, при лучистом отоплении не используется излишняя энергия на обогрев воздуха и это является его главным преимуществом.

Существенным преимуществом может стать возможность зонального регулирования микроклимата. Так при наличии температурных датчиков реализуется преимущество раздельного управления излучателями, с возможностью размещать в одной части теплицы теплолюбивые экзоты, а другой – культуры, которым необходима прохлада.

При экономичном использовании оборудования сама организация ИК обогрева обходится довольно дорого. Требуемый эффект можно достичь лишь при определенном температурном диапазоне на теплоизлучающей поверхности. В свою очередь эту температуру можно приобрести при определенной температуре окружающей среды, которую первоначально необходимо получить. Но увеличение удельной мощности лучей негативно сказывается на состоянии растений, поэтому повышать мощность ИК обогревателей не рационально [4, с. 15].

Обогрев растений потолочными и настенными приборами зачастую бывает недостаточным, а с повышением температуры в помещении, не удается создать комфортных условий для корневой системы, так как плодородный грунт остается холодным.

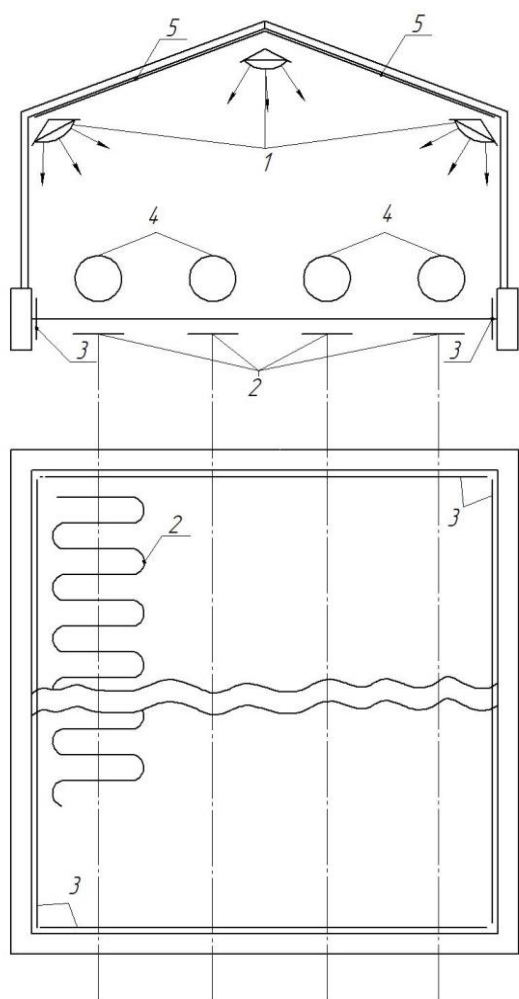


Рисунок 1 – Виды обогрева:

1 – ИК-излучатели; 2, 3 – кабельные подпочвенные и цокольные нагреватели; 4 – воздушные системы обогрева (рукава); 5 – пленочные системы обогрева.

Увеличение мощности на единицу площади приведет к пересушиванию почвы и корней растений. Поэтому данную систему стоит рассматривать как дополнительную.

Также можно заложить кабельную систему по всему внутреннему периметру облицовки цоколя теплицы, что ограничит проникновение холода вовнутрь и выровняет температурное поле у наружных стен.

С помощью кабельной системы также можно решить огромную проблему с обледенением организовав обогрев водоотводящих лотков. Кабельный обогрев поддерживает заданную температуру, обеспечивая таяние снега, снижая нагрузку на каркас конструкции, предотвращая деформацию. Благодаря датчикам, фиксирующим температуру, влажность и наличие осадков, возможен автоматический запуск работы системы без участия человека.

Очень хорошо проявили себя пленочные лучистые электронагреватели (ПЛЭН), которые позволяют эффективно конвертировать электрическую энергию в тепловую, снижая затраты на обогрев 1 м^2 помещения в несколько раз. Конструкция ПЛЭН включает резистивные нагревательные элементы и метал-

Исследования показали, что подогрев грунта благоприятно воздействует на начальной стадии, когда идет выращивание саженцев и рассады. В тоже время в остальные периоды с движением температурных полей происходит движение влаги к верхним слоям грунта и у растений слабо развивается корневая система, следовательно, вместе с подогревателями грунта необходимо дополнительно реализовывать глубокое увлажнение почвы.

В связи с этим хорошо зарекомендовал способ с применением систем кабельного нагрева грунта в теплицах и оранжереях. Нагревательные кабели предназначены для преобразования электрического тока в тепло. Данный способ считается не весьма затратным, но довольно эффективным, для почвенного обогрева.

Заключается он в закладке в грунт кабеля и ленты определенной мощности [1, с. 183]. Использование кабельного нагрева требует мощности 100 Вт на 1 м^2 площади грунта, для чего потребуется нагревательный кабель длиной 6-7 м. Увеличе-

лическую подложку выступающую в роли ИК-резонатора. Инфракрасная пленка может быть использована в качестве системы антиобледенения, так как плёнка обеспечивает равномерный прогрев, что приводит к одновременному подтаиванию пласта снега и его сходу. Однако, следует отметить единственный недостаток ПЛЭН – это их стоимость.

Для создания тепла в теплице и оранжерее приходится инвестировать огромные материальные и временные ресурсы, кроме этого необходимо вкладывать в средства обеспечения безопасности. Следует позаботиться о резервном варианте обогрева при выходе основного способа из строя, или в случае возникновения чрезвычайных погодных условий. Это возможно достигнуть комбинированием традиционных и новых систем обогрева. Климатические особенности нашего региона, где в период с октября по март диапазон температур в среднем может колебаться от плюс 6,5°С до минус 8,5°С и достигать экстремальных значений до минус 31°С не позволяют небрежно относиться к вложенным средствам.

Из представленных данных видно, что комбинирование традиционных способов обогрева с новыми видами отопительного оборудования позволит существенно упростить и снизить металлоёмкость систем обогрева, обеспечит эксплуатационную маневренность, зонирование площади теплиц и оранжерей, создавая оптимальные условия воздушной среды и почвенные температуры. В тоже время необходимо вести дальнейшие работы по созданию комбинированных энергосберегающих систем для обогрева теплиц и парников, обратив внимание на режимы их работы, способы регулирования и автоматизированные системы управления параметрами микроклимата.

Список источников

1. Андреев А.М. Секреты теплицы. – М.: Эксмо, 2011. - 224 с.
2. Бондарева О.Б., Устройство теплиц и парников: Конструкции устройств обогрева, вентиляции и полива в индивидуальных теплицах. – М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2007. – 92 с.
3. Беккет, Кеннет. Растения под стеклом /Перевод с англ. М.Г. Барабанщикова; Под редакцией И.В. Дрягиной. – М.: Мир, 2018. - 197 с.
4. Октябрьская Т. А. Выращивание овощей в защищенном грунте. – М.: Издательский дом МСП, 2015.
5. Скрипник И. А. Теплицы, парники, пленочные укрытия, оранжереи и другие укрывные сооружения. – Донецк: Агентство Мультипресс, 2019.

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ СЕЛЬСКИХ МЕСТ

Ильдар Ринатович Зарипов¹, Ирина Геннадьевна Шешегова²

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

¹00zarpiov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6049-2818>

²ig-7@mail.ru, <https://orcid.org/0000-00016-037-1776>

Аннотация. В статье поднимается проблема обеспечения питьевой водой сельских мест. В статье представлена технология подготовки подземной воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения с.Кошки-Теняково РТ, включающая методы осветления, умягчения и обеззараживания.

Ключевые слова: проблемы водоснабжения сельских мест, подземная вода, анализ качества воды, технология водоподготовки

Для цитирования: Зарипов И.Р., Шешегова И.Г. К вопросу обеспечения питьевой водой сельских мест // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С. 41-44.

Original article

ON THE ISSUE OF PROVIDING DRINKING WATER RURAL PLACES

Ildar Rinatovich Zaripov¹, Irina Gennadyevna Sheshegova²

^{1,2,3} Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

¹00zarpiov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6049-2818>

²ig-7@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6037-1776>

Annotation. The article raises the problem of providing drinking water to rural areas. The article presents the technology of underground water preparation for domestic drinking water supply in the village of Koshki-Tenyakovo republic of Tatarstan, including methods of clarification, softening and disinfection.

Keywords: problems of rural water supply, underground water, water quality analysis, water treatment technology.

For citation: Zaripov I.R., Sheshegova I.G. On the issue of providing drinking water to rural areas // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp. 41-44.

Обеспечение населения питьевой водой высокого качества является одной из наиболее важных проблем, актуальность которой с каждым годом возрастает. Особенно остро стоит проблема обеспечения водой питьевого качества населения сельских мест. Основными причинами сложившейся ситуации являются:

- дефицит качественной питьевой воды, обусловленный недостаточной мощностью отдельных водопроводов;
- неудовлетворительное санитарно-техническое состояние водопроводных сооружений и сетей;
- отсутствие зон санитарной охраны источников водоснабжения;
- ухудшение качества воды природных источников, в ряде случаев делающего их непригодными для хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- использование природных вод без очистки и обеззараживания.

Эти проблемы характерны для любого региона России, в том числе и для Республики Татарстан (РТ).

В целях улучшения ситуации в отрасли водоснабжения по государственной программе «Обеспечение качественным жильем и услугами жилищно-коммунального хозяйства населения на 2014-2020 годы» осуществляется реконструкция и проектирование объектов водоснабжения. В рамках данной программы действует программа «Водообеспечение на селе», в соответствии с которой ведется строительство объектов обеспечения населения питьевой водой.

Село Кошки-Теняково является административным центром Кошки-Теняковского сельского поселения расположенного в Буинском муниципальном районе вюго-западной части РТ. Количество проживающих в жилом секторе составляет порядка 300 чел. В населенном пункте функционирует сельскохозяйственное предприятие ООО Агрофирма «Тахаръял», в состав которого входят молочно-товарная ферма, машинно-тракторный парк и зерноток. На территории села имеется средняя общеобразовательная школа, дом культуры, фельдшерско-акушерский пункт и магазины.

В настоящее время с. Кошки-Теняково действует объединенный хозяйственно-питьевой противопожарный водопровод. Источником водоснабжения являются три артезианские скважины. Показатели качества подземной воды артезианских скважин приведены в таблице. Общая протяженность водопроводной сети составляет 5700 м. Часть наружной сети водоснабжения требует замены в связи с износом. На водопроводной сети расположены две водонапорные башни Рожновского объемом $V=50 \text{ м}^3$, высотой $H=18\text{м}$.

Таблица – Анализ качества подземных вод

| № | Показателя качества | Ед.изм | Результат анализа |
|---|-----------------------|---------|-------------------|
| 1 | Мутность | мг/л | 0,58 |
| 2 | Цветность | градусы | 5 |
| 3 | Запах 20° / 60°С | балл | 1 / 1 |
| 4 | Водородный показатель | рН | 7,2 |

| | | | |
|----|-----------------------------|----------|-------|
| 5 | Окисляемость перманганатная | мг/л | 1,15 |
| 6 | Жесткость общая | мг-экв/л | 11,6 |
| 8 | Железо общее | мг/л | 0,1 |
| 9 | Сухой остаток | мг/л | 802 |
| 11 | Сульфаты | мг/л | 133,8 |
| 12 | Нитраты | мг/л | 39,9 |
| 13 | Хлориды | мг/л | 77,4 |

По результатам анализа воды из скважины выявлено превышение общей жесткости до 11,6 мг-экв/л (при норме до 7 мг-экв/л[1]). В настоящее время подготовка подземной воды не осуществляется.

Для обеспечения населения качественной питьевой водой была разработана технология подготовки подземной воды. При разработке технологии учитывался предыдущий опыт водоподготовки для хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных пунктов со схожим качеством исходной воды [2-5]. Водоподготовка включает методы осветления, умягчения и обеззараживания. Осветление предусмотрено на механическом фильтре, умягчение – на ионообменных фильтрах и обеззараживание – реагентом «диоксид хлора и хлор». Технологическая схема подготовки подземной воды для хозяйственно-питьевых нужд представлена на рисунке 1.

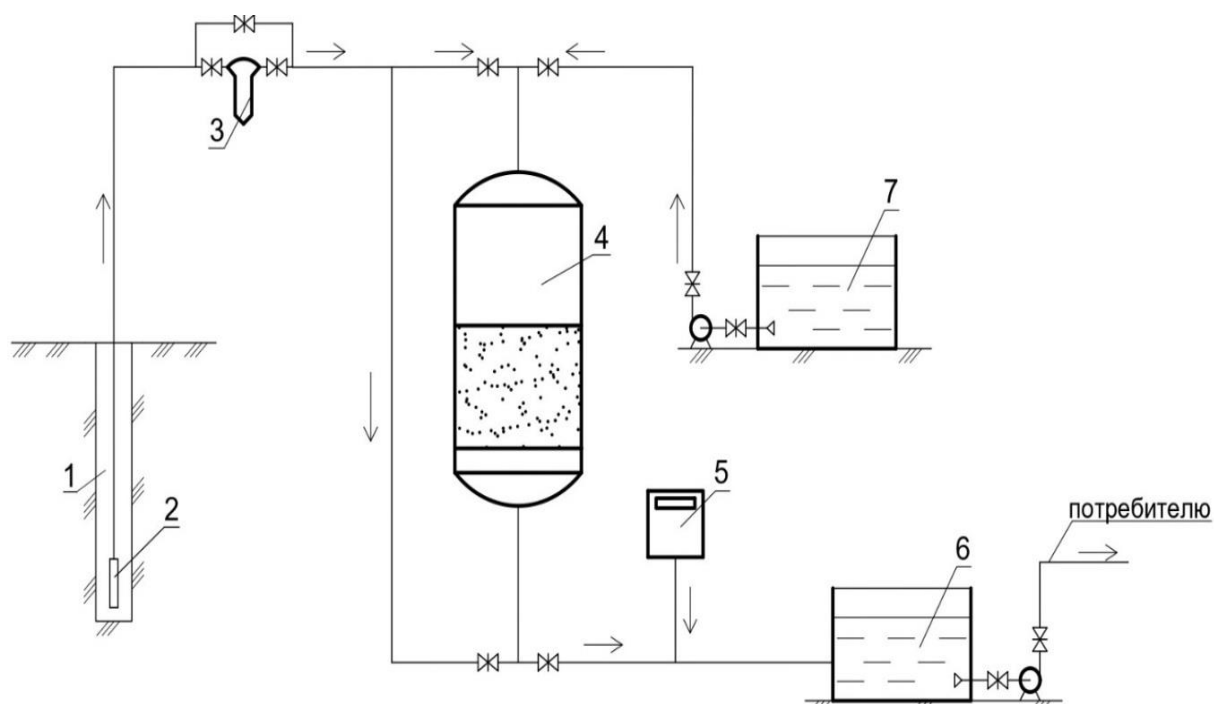


Рисунок 1 – Технологическая схема подготовки подземных вод

1 – артезианская скважина; 2 – насос; 3 – механический фильтр; 4 – ионообменный фильтр; 5 – установка по получению реагента «диоксид хлора и хлор»; 6 – емкость умягченной воды, 7 – емкость солевого раствора.

Список источников

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. Пискунович Ю.И., Шешегова И.Г. Подготовка подземной воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения жилого микрорайона // Тенденции развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Мат-лы международной научно-практической конференции. Саратов, ООО «Амрит», 2016. С. 200-202
3. Бадрутдинова Н.Р., Шешегова И.Г. Подготовка подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения поселка городского типа Васильево РТ // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Мат-лы XI Нац. конференции с международным участием. Саратов, 2021. С.13-16.
4. Фахрутдинов А.Р., Шешегова И.Г. К вопросу хозяйственно-питьевого водоснабжения поселка городского типа Алексеевское Алексеевского района РТ // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Мат-лы IX Нац. конференции с международным участием. Саратов, 2020. С. 226-228.
5. Муллагалиев А.Р., Шешегова И.Г. Подготовка подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения г.Тетюши РТ // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Мат-лы IX Нац. конференции с международным участием Саратов, 2020. С. 132-135.

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА В Г. САРАТОВЕ

Игорь Михайлович Земских¹, Андрей Владимирович Поваров²

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

¹zemigr181@gmail.com

²povarov-av2012@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8763-457X>

Аннотация. Представлены прорабатываемые проектные решения по газоснабжению жилого комплекса на основе современных нормативно-технических требований.

Ключевые слова: жилой комплекс, многоквартирный дом, потребители газа, расход газа, система газоснабжения, система контроля загазованности

Для цитирования: Земских И.М., Поваров А.В. Газоснабжение жилого комплекса в г. Саратове // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С. 45-47.

Original article

GAS SUPPLY OF A RESIDENTIAL COMPLEX IN SARATOV

Igor Mikhailovich Zemskikh¹, Andrey Vladimirovich Povarov²

^{1,2} Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹zemigr181@gmail.com

²povarov-av2012@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8763-457X>

Annotation. The developed design solutions for gas supply of a residential complex based on modern regulatory and technical requirements are presented.

Keywords: residential complex, apartment building, gas consumers, gas consumption, gas supply system, gas pollution control system

For citation: Zemskikh I.M., Povarov A.V. Gas supply of a residential complex in Saratov // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Ed. C.M. Bakirova - Saratov: Saratov State Agrarian University, 2022. Pp. 45-47.

Жилой комплекс «Вишневое» запроектирован к строительству в Волжском районе города Саратова. Участок под строительство расположен вдоль улиц 4-й Овсяной проезд и Нижняя Сорговая улица. Площадь участка строительства составляет 3,3 га.

На генеральном плане строительства расположены 8 многоквартирных домов, детская площадка, автомобильная парковка, зеленая зона, детский сад, магазин и котельная.

Каждый из многоквартирных девятиэтажных домов жилого комплекса состоит из двух секций с размерами в осях 40800x12600 мм.

Дома кирпичные с классом капитальности II. Высота жилых помещений 2,7 м. Общая площадь одно и двухкомнатных квартир составляет от 47,99 м² до 59,32 м².

Для проектирования эффективной системы газоснабжения жилого комплекса «Вишневое» проводился расчет часовых и годовых расходов газа всеми потребителями жилого комплекса. Годовой расход газа среднего давления по жилому комплексу составил 2453200 м³/год, часовой расход - 991 м³/ч; годовой расход газа низкого давления составил 342943,1 м³/год, часовой расход - 190,52 м³/ч.

Схема газоснабжения жилого комплекса решена исходя из условия расположения газораспределительной станции, характера планировки местности и застройки, расположения сосредоточенных потребителей и современных нормативно-технических требований [1, с. 5, 7].

Распределение газа от газораспределительной станции проектируется по двухступенчатой схеме, включающей газопроводы среднего и низкого давления. Газопровод среднего давления обеспечивает газом отопительную котельную и два шкафных газорегуляторных пункта. Газопроводы низкого давления обеспечивают газом жилые многоквартирные дома. Схема газопроводов среднего и низкого давления принята тупиковая (рис. 1). Были учтены вопросы грамотной организации и управления процессами технического обслуживания и ремонта системы газоснабжения эксплуатирующей организацией г. Саратова [2, с.153].

Для обеспечения безопасной эксплуатации бытового газового оборудования многоквартирных домов необходима установка систем автоматического контроля загазованности, предназначенной для перекрытия подачи газа в случае его утечки.

Очень важным критерием обеспечения безопасного использования газа в быту является проведение первичного инструктажа с абонентами до первичного пуска газа и перед вселением жильцов в квартиры.

При реализации проекта газоснабжения жилого комплекса предусматривается установка газового оборудования отечественного производства: газовые плиты ПГ 4 производства Чайковского завода газовой аппаратуры г. Чайковский; газорегуляторные пункты шкафные - производства ООО Завод «Газмашпром» г. Саратов; котельное оборудование - производства АО «Газаппарат» г. Саратов.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Яна Анатольевна Ключева¹, Лилия Рахимзяновна Хисамеева²

^{1,2} Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

¹ yankaa7@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9775-4807>

² khisameeva_liliya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9873-4886>

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы выбора метода обезвоживания осадков сточных вод и проектирования здания цеха механического обезвоживания с размещением оборудования.

Ключевые слова: канализационные очистные сооружения, цех механического обезвоживания, осадки сточных вод

Для цитирования: Ключева Я. А., Хисамеева Л.Р. Современные методы и оборудование для механического обезвоживания осадков сточных вод // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С. 48-53.

Original article

MODERN METHODS AND EQUIPMENT FOR MECHANICAL DEWATERING OF SEWAGE SLUDGE

Yana Anatolyevna Klyueva¹, Liliya Rakhimzyanovna Khisameeva²

^{1,2} Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan, Russia

¹ yankaa7@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9775-4807>

² khisameeva_liliya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9873-4886>

Annotation. This article discusses the issues of choosing a method for dewatering sewage sludge and designing a mechanical dewatering shop building with equipment placement.

Keywords: sewage treatment plants, mechanical dewatering shop, sewage sludge

For citation: Klyueva Y.A., Khisameeva L.R. Modern Methods and Equipment for Mechanical dewatering of Sewage sludge // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp. 48-53.

Эффективность работы очистных сооружений канализации является актуальной проблемой проектируемых и работающих станций. В современных условиях под эффективностью следует понимать такую работу сооружений, при которой операционные затраты минимизированы, сооружения обеспечивают нормативную очистку, внедряются мероприятия по модернизации и усовершенствованию энергоэффективности и безаварийности работы [1, с.113-114]. Сооружения по обработке осадков сточных вод влияют на качество очистки сточных вод и окружающую среду, и могут подвергаться ретехнологизации одновременно с сооружениями биологической очистки, так и самостоятельно.

Сложность внедрения современных методов очистки городских сточных вод состоит в том, что большинство очистных сооружений были построены в 80-90-х гг. прошлого века и в настоящее время нуждаются в реконструкции, так как морально и физически устарели и не соответствуют современным требованиям. Объем финансовых средств необходимый для реконструкции значителен, а возможности ограничены. Поэтому всегда встает вопрос о необходимости проведения реконструкции очистных сооружений, с минимальными финансовыми вложениями, максимальным использованием существующих сооружений и получением требуемого нормативного качества очистки сточных. [1, с.115].

Согласно 32.13330.2018 при проектировании очистных сооружений с нагрузкой свыше 15000 человек надлежит предусматривать обезвоживание осадков механическими методами, иловые площадки допускаются только в качестве резервных сооружений [2, с.86]. Все жидкие осадки должны обезвоживаться до влажности не более 82% естественным или механическим методами (с использованием обезвоживающего оборудования, либо с использованием фильтрующих мешков или геотуб) [2, с.69].

Применение метода обезвоживания осадков, образующихся на сооружениях водопроводно-канализационного хозяйства городов и промышленных предприятий, позволяет снизить объемное количество осадков, их влажность, перевести осадки из жидкого состояния в нетекучее и подготовить их к последующей утилизации или долговременному складированию на специально обустроенных полигонах.

Для обезвоживания жидких осадков используют два основных физических принципа [3, с.231]:

- фильтрация жидкой фазы через фильтрующий элемент под давлением;
- отделение жидкой фазы под действием центробежных сил, в тысячи раз превышающих гравитационное поле.

Технологии обезвоживания в большой степени отождествляются с используемым обезвоживающим оборудованием.

По принципу фильтрации работают следующие методы обезвоживания [3, с.231]:

- ленточные фильтр-прессы, в которых давление на осадок формируется протягиванием сдвоенной фильтровальной ленты, внутри которой находится осадок, через последовательность специальных валков;

- камерные фильтр-прессы, в которых давление формируется высоконапорным насосом, закачивающим жидкий осадок в совокупность камер, внутри которых имеются фильтрующие элементы;

- шнековые прессы (дегидраторы, обезвоживатели), в которых давление формируется шнеком, а в роли фильтрующего элемента выступает цилиндрическая сетка (стационарная, либо подвижная наборная);

- одноразовые фильтрующие мешки и фильтрующие трубы (геотубы), в которых осадок обезвоживается под собственным весом.

Для минимальных расходов осадка применимы мешочные фильтры, для небольших расходов (до 200 м³ осадка/сут) — шнековые обезвоживатели.

На средних и больших расходах осадка (до 5000 м³ осадка/сут) применимы центрифуги, ленточные и камерные фильтр-прессы.

Для сверхбольших расходов в настоящее время, как правило, применяют центрифуги, единичная производительность которых может превышать 4000 м³/сут. Метод весьма компактен. Требуется использование сложного оборудования и системы автоматизации процесса [3, с.232].

При выполнении дипломного проекта была поставлена задача, разработать здание цеха механического обезвоживания (ЦМО) биологических очистных сооружений сточных вод п.г.т. Камские Поляны Нижнекамского муниципального района РТ.

На очистных сооружениях п.г.т. Камские Поляны предусмотрена глубокая биологическая очистка стока, в том числе от биогенных элементов и доочистка очищенных сточных вод. Основные стадии обработки сточных вод включают в себя: механическую очистку; биологическую очистку в аэротенке с использованием процессов нитри-денитрификации и реагентной дефосфотации с отстаиванием во вторичных отстойниках; доочистку биологически очищенную воду на микрофильтрах и обеззараживание на установках УФО; утилизация осадка первичных отстойников и избыточного ила – уплотнение стабилизированного осадка и обезвоживание на шнековых дегидраторах. Эффективность очистных сооружений обеспечивает требования нормативов по ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения.

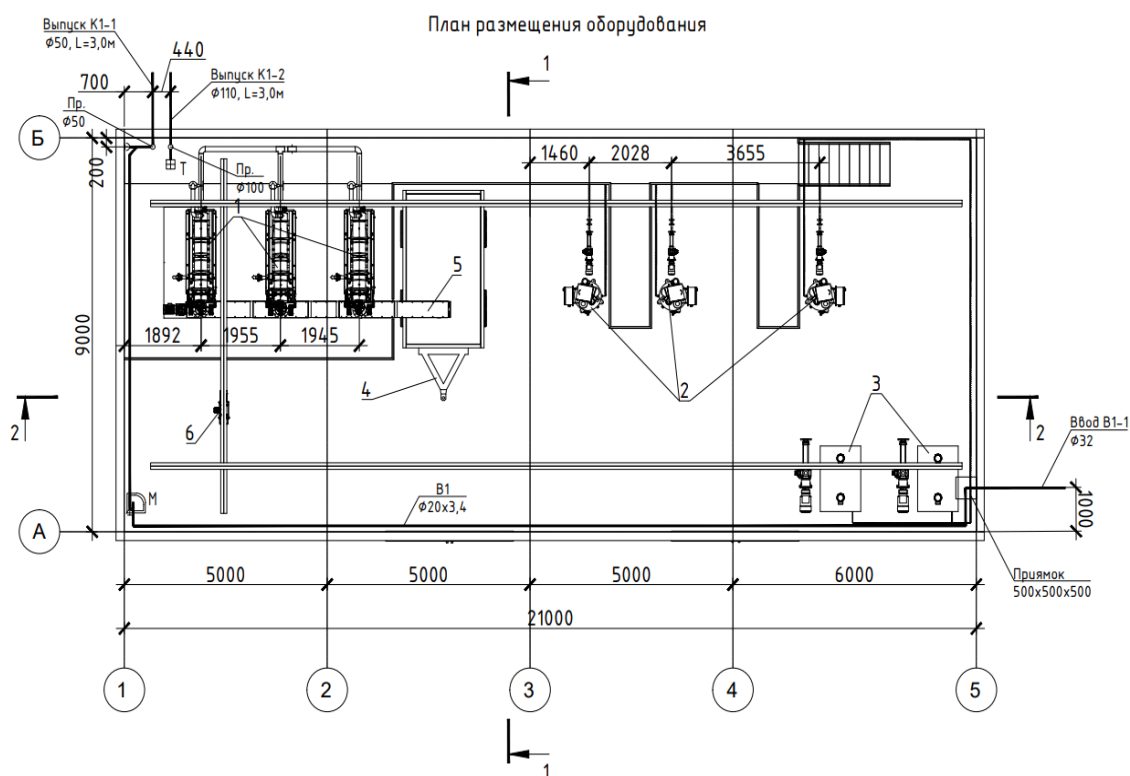
Объемно - планировочного решения здания, подбор и установка оборудования и трубопроводов проектировалось с использованием BIM-технологий (рисунок 1). Преимущества использования данной технологии: создание модели будущего объекта; вариантность проектирования и выбор оптимального на основе проектных данных и оценочной стоимости; ускорение процесса проектирования; быстрое устранение ошибок в проекте за счет сборки всех разделов в едином пространстве; доступ всех участников строительного процесса к информации об объекте и т.д.

Проектируемое здание ЦМО представляет собой одноэтажное каркасное здание из стальных профилей. Размеры по осям 21 м x 9 м с высотой до балки 8,0 м. Здание ЦМО предназначено для размещения технологического оборудования (шнековый обезвоживатель, шнековый транспортер, станции приготовления и дозирования раствора флокулянта, станции приготовления и дозирования раствора коагулянта). Рабочих мест нет. Обслуживание происходит со-

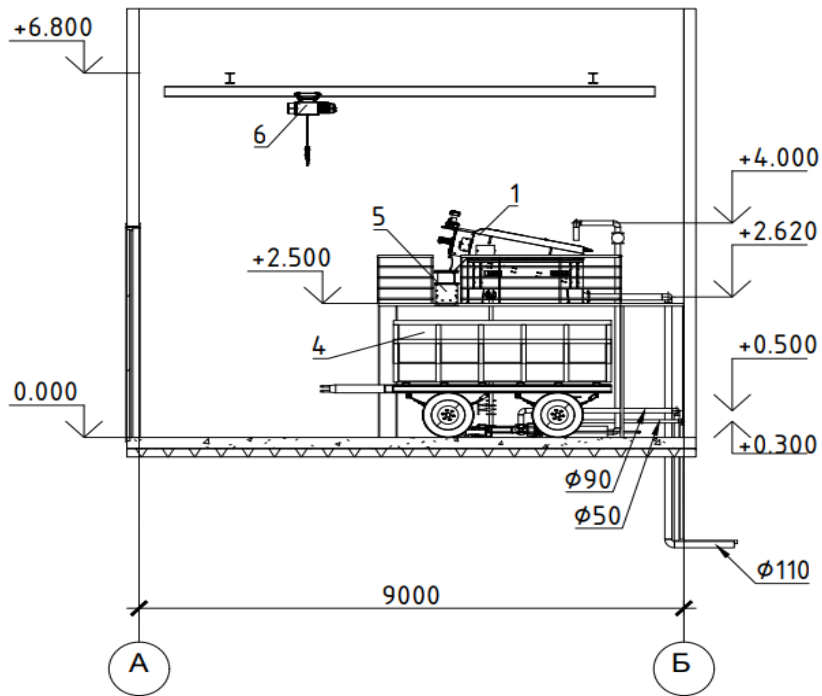
трудниками, имеющими постоянные рабочие места в здании АБК. Санитарно-бытовые помещения находятся в существующем здании АБК и соответствуют СП 2.2.1.1312-03, в соответствии с группами производственных процессов и СП 44.13330-2012 от 27.12.2010.

Принятое оборудование шнековые прессы (обезвоживатели) серии SDE разработаны для обработки осадка хоз-бытовых и промышленных сточных вод. Комбинация вращающихся дисков и перфорированного барабана гарантирует оптимальный эффект обезвоживания и максимальное качество фильтрата.

Принцип работы. Осадок сточных вод с добавлением флокулянта подается через флокулятор в барабан и продвигается через наклонный барабан с дисками с помощью шнека. Обезвоживание происходит с помощью ряда движущихся и неподвижных дисков барабана, через образующиеся зазоры отфильтрованная вода удаляется на сброс. Твердые частицы далее отводятся шнеком на фильтрующее сито с круглыми или клиновидными отверстиями и прессуются в конической части с помощью пресса, выжимая воду из твердых частиц.



1-1



2-2

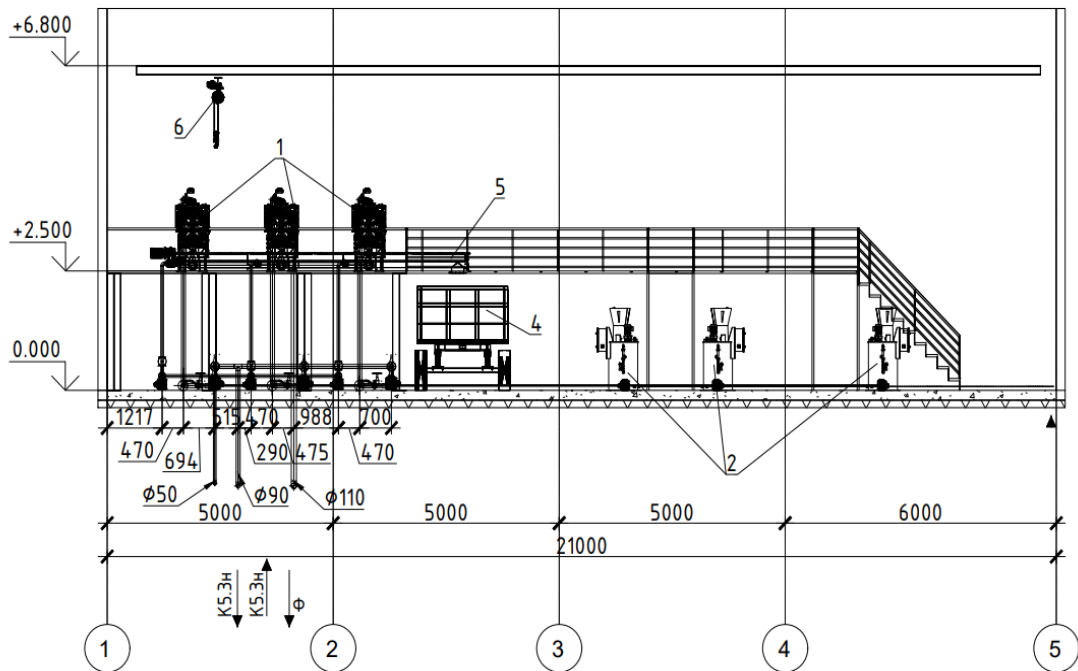


Рисунок 1- Здание цеха механического обезвоживания с оборудованием:

1- шнековый обезвоживатель производительностью 1,5 м³/час; 2 - станция приготовления флокулянта; 3 - станция приготовления коагулянта; 4 - прицеп тракторный самосвальный; 5 - шнековый транспортер осадка; 6 - кран мостовой подвесной однопролетный грузоподъемностью 1,0 т.

Фильтрат после фильтрующего сита уходит на сброс. Грязная вода, образующаяся в последнем секторе, откачивается циркуляционным насосом (входит в комплект поставки) в резервуар-накопитель. Периодически в автоматическом режиме происходит промывка барабана с помощью воды, подаваемой под давлением.

Если количество сухого вещества меняется, то происходит автоматическая настройка уровня сжатия с помощью нажимной пластины в конической части, чтобы обеспечить максимально возможную сухость кека на выходе после шнекового пресса.

Список источников

1. Алимов Р.Ш., Хисамеева Л.Р. Ретехнологизация действующих очистных сооружений сточных вод // Материалы 19 Научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности «ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ВЕСНА – 2021». Комсомольск – на – Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2021.– С.113-118.

2. Хисамеева Л.Р., Селюгин А.С., Абитов Р.Н, Бусарев А.В., Урмитова Н.С. Обработка осадков городских сточных вод: Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2015. – 107 с.

3. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 10-2019. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов. – с. 417.

АНАЛИЗ СХЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Анна Александровна Корнилова¹, Аида Ханифовна Низамова², Александр Сергеевич Селюгин³

^{1,2,3} Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Казань, Россия

¹ nuta181@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1142-8905>

² nizamova_a_h@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9934-429X>

³ sa.789@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2427-3698>

Аннотация. На основе анализа выявлены направления развития систем холодного и горячего водоснабжения зданий повышенной этажности, их специфические особенности и наиболее рациональные проектные решения с учетом современных тенденций по водосбережению.

Ключевые слова: внутренний водопровод, многоэтажное здание, зонная схема, строительные нормы, технические требования, водосбережение, повысительная насосная станция, zonal scheme, water supply

Для цитирования: Корнилова А.А., Низамова А.Х., Селюгин А.С. Анализ схем проектирования систем водоснабжения многоэтажных зданий // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С. 54-57.

Original article

ANALYSIS OF SYSTEM DESIGN SCHEMES WATER SUPPLY OF MULTI-STOREY BUILDINGS

Anna Alexandrovna Kornilova¹, Aida Khanifovna Nizamova², Alexander Sergeevich Selyugin³

^{1,2,3} Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

¹ nuta181@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1142-8905>

² nizamova_a_h@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9934-429X>

³ sa.789@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2427-3698>

Annotation. Based on the analysis, the directions for the development of cold and hot water supply systems for high-rise buildings, their specific features and the most rational design solutions, taking into account current trends in water saving, were identified.

Keywords: internal water supply, multi-storey building, zonal scheme, building codes, technical requirements, water saving, booster pumping station, zonal scheme, water supply

For citation: Kornilova A.A., Nizamova A.Kh., Selyugin A.S. Analysis of schemes for designing water supply systems for multi-storey buildings // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.54-57.

Многоэтажные здания считаются сложными конструкциями, которые имеют многопрофильное использование: жилые помещения, помещения гостиниц, административного назначения, кроме того, в цокольных этажах устраиваются многоуровневые парковки. [4, с.2]. Для строительства таких зданий требуются серьезные инженерные решения.

Строительство зданий многофункционального назначения – основополагающее направление развития современной городской инфраструктуры. На многие показатели жизни города положительно влияет размещение объектов различного назначения в одном объеме, за счет чего достигается оптимизация городского пространства: в виде экономии земельных ресурсов, энергетических ресурсов, времени жителей многоэтажных многофункциональных застроек. За счет создания зеленых зон на уровне земли и на эксплуатируемых кровлях многофункциональных многоэтажных зданий дополнительно решаются вопросы организации отдыха, досуга и оздоровления населения. На нижних этажах одиночного здания, объединяющем несколько многоэтажных жилых домов могут располагаться инфраструктурные объекты [3, с.92].

Планировка помещений здания должна обеспечивать правильное разделение жителей и посетителей объектов административного назначения, выделение удобных площадок для разгрузки товаров торговых точек, наличие парковок и т.д.

Строительство и проектирование таких зданий требует использования правильного расположения объекта, детальной проработки геологии участка строительства, обеспечения необходимой устойчивости и прочности сооружения.

На данных объектах должна быть обеспечена высокая степень коммунального благоустройства для безопасного и комфортного пребывания и проживания людей. Важной составляющей коммунального благоустройства зданий являются системы холодного и горячего водоснабжения.

Основные требования, которые предъявляют к инженерным системам при проектировании таких зданий – выполнение технического задания на проектирование и технических условий на подключения [2, с.5].

Современные системы холодного и горячего водоснабжения зданий повышенной этажности – это сложные инженерные системы, сооружения и оборудования, техническое совершенство которых в значительной степени определяют уровень благоустройства зданий и населенных пунктов.

Проектирование систем холодного и горячего водоснабжения жилых комплексов повышенной этажности, которые состоят из жилой части и объектов инфраструктуры (нижние этажи) – ведется на основании действующей нормативной документации и опыта проектирования подобных объектов. В то же время, поскольку множество объектов являются частями единого комплекса, проектирование имеет специфические особенности, в частности: дублирование или резервирование отдельных элементов системы, устройство отдельной системы пожаротушения, использование дополнительного оборудования, направленное на экономию воды. [3, с.92].

Для обеспечения нормативных требований в части допустимых давлений воды у санитарно-технических приборов, рационального использования воды питьевого качества и энергетических ресурсов необходимо предусмотреть:

- однозонную схему водоснабжения с установкой регуляторов давления в жилых домах высотой 54 м включительно для этажного (квартирного) регулирования давлений (напоров) воды у санитарно-технических приборов;
- зонное водоснабжение в жилых домах высотой 54 м и выше, в том числе с установкой в нижних этажах зон регуляторов давления;
- установку современной водоразборной и наполнительной арматуры, обеспечивающей сокращение расхода питьевой воды.

Применение регуляторов давления устанавливает практически одинаковое для всех этажей оптимальное расчетное давление (напор) воды, распределение потока по этажам, исключает вероятность сбоев в подаче холодной и горячей воды на верхние этажи в часы максимального водоразбора [1, с.67].

При зонировании систем водопровода подачу воды в каждую зону следует предусматривать самостоятельными повысительными насосными установками.

При проектировании систем водоснабжения в зданиях повышенной этажности существует ряд особенностей, влияющих на то какая схема зонирования наиболее целесообразна. Существуют различные варианты схемных решений по зонированию систем водоснабжения таких зданий:

1 вариант: Коллекторная схема, когда стояки системы водоснабжения прокладываются в нише лестнично-лифтового холла, откуда обеспечивается ввод в квартиру трубопроводов горячей и холодной воды. Система водоснабжения оснащена счетчиками горячей и холодной воды, которые вместе с фильтрами, регуляторами давления и обратными клапанами установлены на коллекторе в этой же нише на каждом этаже здания. Для подачи воды на вторую зону предусматривается транзитный магистральный трубопровод.

2 вариант: В жилых домах с двухзонным водоснабжением в целях исключения прокладки в квартирах горизонтальных трубопроводов, объединяющих стояки в секционные узлы (в месте раздела зон водоснабжения), целесообразно выполнять следующее:

- циркуляционные стояки 1-й зоны прокладывать рядом с водоразборными, при этом их объединение в секционные узлы осуществлять в техническом подполье, подвальном или промежуточном техническом этаже между жилой и нежилой частью здания;
- циркуляционные стояки 2-й зоны также прокладываются рядом со стоя-

ками 1-й зоны с их последующим объединением в секционные узлы в тех же помещениях, что и секционные узлы первой зоны.

3 вариант: Для подачи воды в систему водоснабжения 1-й и 2-й зоны предусматривается установка насосного оборудования. Магистральные трубопроводы первой зоны прокладываются под потолком подвала. Для подачи воды в систему водоснабжения второй зоны предусмотрен главный водопроводный стояк. Магистральные трубопроводы 2-ой зоны прокладываются по чердаку. Это наиболее часто принимаемый вариант при проектировании зданий жилого назначения. [2, с.10].

В качестве выводов можно сказать, что предложенные в настоящей статье решения позволяют проектировать систему внутреннего водопровода зданий повышенной этажности с учетом современных тенденций по водосбережению, а также создавать комфортную среду для проживания на объектах высотного строительства [6, с.17].

Список источников

1. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий: актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*: издание официальное: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2020 г. N 920/пр: дата введения 2021-01-07. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573741260> (дата обращения: 05.03.2022). – Текст: электронный.

2. Низамова А.Х. Проектирование водоснабжения и водоотведения высотных зданий: учебное пособие/ А.Х. Низамова, Р.Н. Абитов. – Казань: КГА-СУ, 2021 – 127 с.

3. Бартова Л.В., Бушмакина Н.В., Петухова Е.О. Водоснабжение и водоотведение многофункциональных комплексов // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2019. – Т. 10, № 2. – С. 92–105.

4. Бутко Д.А., Мельников И.С. Обзор инженерных систем (водоснабжения) существующих высотных зданий, и существующих зданий с нетиповыми и объёмно-планировочными решениями. Литературный обзор// Наукоеведение. – 2013 – №3 – с. 1-6.

5. Сайриджинов С.Ш. Особенности проектирования и эксплуатации систем водоснабжения высотных зданий// Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов. Т.7, №2 – с. 38-47.

6. Викулина В.Б. Современный подход к проектированию систем внутреннего водоснабжения высотных зданий// Системные технологии 1. – 2021 – №38 – с. 14-17.

К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА

Дарья Ивановна Маргинова¹, Александр Сергеевич Селюгин²

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

¹ a.selyugin@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2427-3698>

²dasha.marginova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2951-5230>

Аннотация. Целью работы является разработка очистных сооружений хозяйственно-бытовых стоков жилого дома, входящего в состав жилого комплекса. Исходя из анализа современных технологических схем очистных сооружений разработана технология очистки сточных вод жилого комплекса, включающая песколовки, нитрификаторы и денитрификаторы, вторичные отстойники, фильтры глубокой очистки биологически очищенных сточных вод, установку ультрафиолетового обеззараживания, установку обработки осадков. Разработанные очистные сооружения позволяют очистить сточные воды жилого комплекса до нормативов сброса в водоем рыбохозяйственного значения.

Ключевые слова: жилой комплекс, бытовые сточные воды, очистка, нитрификация, денитрификация, дефосфотация, обеззараживание, обработка осадка

Для цитирования: Маргинова Д.И., Селюгин А.С. К вопросу очистки бытовых сточных вод жилого комплекса // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.58-61.

Original article

ON THE ISSUE OF DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT OF A RESIDENTIAL COMPLEX

Daria Ivanovna Marginova¹, Aleksandr Sergeevich Selyugin²

^{1,2}Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

¹ a.selyugin@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2427-3698>

²dasha.marginova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2951-5230>

Annotation. The purpose of the work is to develop treatment facilities for household wastewater of a residential building that is part of a residential complex. Based on the analysis of modern technological schemes of sewage treatment plants, a technology for wastewater treatment of a residential complex has been developed, including sand traps, nitrifiers and denitrifiers, secondary settling tanks, deep purification

filters for biologically treated wastewater, an ultraviolet disinfection unit, and a precipitation treatment unit. The developed treatment facilities make it possible to purify the wastewater of the residential complex up to the standards of discharge into a reservoir of fishery significance.

Keywords: residential complex, domestic wastewater, purification, nitrification, denitrification, dephosphation, disinfection, sludge treatment

For citation: Marginova D.I., Selyugin A.S. On the issue of domestic wastewater treatment of a residential complex// Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Edited by C.M. Bakirov – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp.58-61.

Целью работы является совершенствование технологических схем очистки бытовых сточных вод малых населенных мест и отдельных объектов, в т. ч. современных жилых комплексов. Данная тема актуальна, так как имеет своей целью достижение качественных показателей работы сооружений очистки бытовых сточных вод жилого комплекса.

Так как в жилом комплексе образуются в основном бытовые сточные воды, то их можно отводить в централизованную муниципальную систему водоотведения, подключившись в городскую водоотводящую сеть. Если городские очистные сооружения находятся на значительном удалении от объекта и прокладка трубопроводов экономически нецелесообразна, то решение данного вопроса может быть реализовано строительством локальных очистных сооружений.

В данном случае очистке подлежат бытовые сточные воды 14-ти этажного 2-х секционного жилого дома, входящего в состав жилого комплекса, в количестве 308 м³/сут, которые поступают на очистку на очистные сооружения.

Исходя из анализа современных технологических схем очистных сооружений, основными вариантами интенсификации их работы является разделение аэротенков на зоны нитрификации и денитрификации и реагентная дефосфотация сточных вод. При применении данных методов предложен следующий вариант очистных сооружений жилого комплекса (рис. 1).

Бытовые стоки жилого комплекса поступают в усреднители 1 из которых погружным насосом сточная вода подается в песколовки 2. Удаление биогенных элементов из сточных вод на очистных сооружениях предусмотрено биологическими методами [1], поэтому из песколовки сточная вода поступает в денитрификаторы 3. Перемешивание иловой смеси в денитрификаторах и поддержание ее во взвешенном состоянии производится механическими мешалками. Для подачи воздуха в нитрификаторы используется воздухопроводка 8. Для осуществления циркуляции нитраты по трубопроводу нитратсодержащего рецикла R_N поступают в денитрификаторы 3.

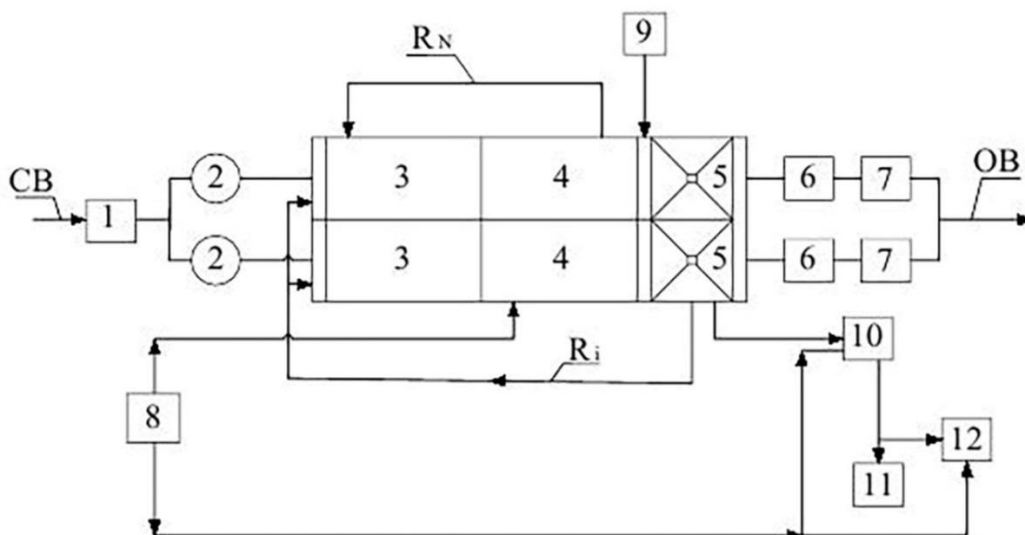


Рисунок 1 - Схема очистных сооружений жилого комплекса

1– усреднители; 2– тангенциальные песколовки; 3 – денитрификаторы; 4 – нитрификаторы; 5 – вторичные отстойники; 6 – фильтры доочистки; 7 – установки ультрафиолетового обеззараживания; 8 – воздуходувки; 9 – реагентное хозяйство; 10 – аэробные стабилизаторы; 11– шнековый дегидратор; 12 – аварийный накопительный резервуар.

Удаление фосфатов предусмотрено реагентным способом, при котором ионы реагента взаимодействуют с растворимыми солями ортофосфорной кислоты, вследствие чего происходит образование мелкодисперсного коллоидного осадка фосфата. В то же время химический реагент вступает в реакцию со щелочами, содержащимися в воде, образуя осадок из крупных хлопьев. Этот осадок вызывает коагуляцию мелкодисперсного коллоидного осадка фосфата и взвешенных веществ, а также адсорбирует некоторую часть органических соединений, содержащих фосфор, далее этот осадок выводится из системы.

В качестве реагентов рекомендуется использовать соли двух и трёхвалентных металлов [2]. До поступления иловой смеси во вторичные отстойники 5 из реагентного хозяйства 9 в распределительный лоток вторичных отстойников добавляется сернокислый алюминий ($Al_2(SO_4)_3$). В проекте принята станция приготовления и дозирования растворов из сухих и жидких полиэлектролитов (коагулянтов, флокулянтов) в состав которой входят: общая несущая рама; емкость для приготовления растворов реагентов; миксер для приготовления рабочего раствора; блок пускателей для ручного управления; насосы дозаторы (основной и резервный); датчики уровня с контроллером; система трубопроводов подачи воды, растворов реагентов, перелива и опорожнения [3].

После вторичных отстойников 5 очищенная вода поступает на сетчатые барабанные фильтры, предназначенные для глубокой очистки воды. Эффективность их очистки определяется размером ячейки сетки, выполненной из нержавеющей проволоки или полимерной нити [4]. После установки ультрафиолетового обеззараживания 7 очищенная вода отводится на утилизацию.

Циркуляционный активный ил из вторичных отстойников 5 подается в денитрификаторы 3. Избыточный активный ил из вертикальных отстойников 5

поступает в аэробные стабилизаторы 10. Стабилизированный активный ил поступает на механическое обезвоживание в шнековом дегидраторе 11 [5]. Активный ил вначале поступает в накопительную емкость, из которой насосом подается в шнековый дегидратор. В иловую смесь подается флокулянт из установки приготовления и дозирования флокулянта [3]. Кек из дегидратора удаляется в контейнер и вывозится на утилизацию. На случай аварии в сооружениях для механического обезвоживания осадка в разработанной схеме предусмотрен аварийный накопительный резервуар 12.

В разработанной схеме очистки бытовых сточных вод жилого комплекса повышена эффективность удаления фосфатов и азота, а также взвешенных веществ, сокращены затраты на электроэнергию воздуходувок. Разработанные очистные сооружения позволяют очистить сточные воды жилого комплекса до нормативов сброса в водоем рыбохозяйственного значения.

Список источников

1. Воропаева Н. Ю., Шлёкова И.Ю. Интенсификация процесса денитрификации при биологической очистке сточных вод // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2018. №2 (13). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/intensifikatsiya-protssessa-denitrifikatsii-pri-biologicheskoy-ochistke-stochnyh-vod>.

2. Мишуков Б.Г. Глубокая очистка городских сточных вод [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мишуков Б.Г., Соловьева Е.А.— Электрон. текстовые данные. СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. 180 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30006>.

3. Станции приготовления и дозирования растворов из сухих и жидких полиэлектролитов (коагулянтов, флокулянтов). [Электронный ресурс]: статья VK КОМПЛЕКТ. Режим доступа: <http://www.vkk-pumps.ru/rbpe1.htm>

4. Барабанные фильтры [Электронный ресурс]: статья «ЕВРО АКЦЕНТ БИО» // Электрон. текст. дан. НПП «Гидрикс»: 2013. Режим доступа: <https://hydrig.ru/barabannye-filtry>.

5. Шнековый дегидратор MDQ EKOTON Tsurumi Pump [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://ru.ekoton.com/~screw_dehydrators_ekoton_tsurumi/

УТИЛИЗАЦИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Диана Эдуардовна Минуллина ¹, Лилия Рахимзяновна Хисамеева ²

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Казань, Россия

¹diana98claymore@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0235-5329>

²khisameeva_liliya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9873-4886>

Аннотация. Статья посвящена ресурсосбережению при утилизации организованных и неорганизованных выбросов от технологических сооружений при эксплуатации нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих установок.

Ключевые слова: отходы, утилизация отходов, организованные выбросы, неорганизованные выбросы

Для цитирования: Минуллина Д.Э., Хисамеева Л.Р. Утилизация вредных выбросов от технологического оборудования на нефтяных месторождениях // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.62-64.

Original article

UTILIZATION OF HARMFUL EMISSIONS FROM TECHNOLOGICAL EQUIPMENT IN OIL FIELDS

Diana Eduardovna Minullina ¹, Lilia Rakhimzyanovna Hisameeva ²

^{1,2} Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan, Russia

¹diana98claymore@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0235-5329>

²khisameeva_liliya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9873-4886>

Annotation. The article is devoted to resource saving during the disposal of organized and unorganized emissions from technological facilities during the operation of oil production and oil refineries.

Keywords: waste, waste disposal, organized emissions, fugitive emissions

For citation: Minullina D.E., Khisameeva L.R. Utilization of harmful emissions from technological equipment at oil fields // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.62-64.

В процессе эксплуатации нефтедобывающих скважин и нефтеперерабатывающих установок от технологического оборудования в атмосферу выделяются загрязняющие вещества. Вредные выбросы выделяются от оборудования в проекте обустройства скважин Гарейского нефтяного месторождения НГДУ «Азнакаевскнефть», где предусматривается строительство установки предварительного сброса воды УПСВ, позволяющей принять продукцию добывающих скважин Гарейского месторождения нефти, Татсуксинского поднятия Тлячи-Тамакской разведочной зоны и обеспечить подготовку нефти для дальнейшей транспортировки автомобильным транспортом, также подготовку отделившейся подтоварной воды для закачки в систему ППД [1, с.2]. На этапе проектирования объектов Гарейского нефтяного месторождения НГДУ «Азнакаевскнефть» предусмотрено сокращение вредных неорганизованных выбросов и утилизация нефтешлама и замазученной ветоши.

Источники выбросов подразделяются на организованные и неорганизованные. К неорганизованным относятся выбросы от уплотнений и соединений технологического оборудования, трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры, расположенных на наружных площадках технологических установок; к организованным – «воздушки» дренажных емкостей, факельная установка, свеча пункта налива нефти от сооружений установки предварительного сброса воды (УПСВ).

Сокращение вредных выбросов в окружающую среду достигается комплексом мероприятий и технико-технологических решений, таких как [2, с.19]:

- повышение надежности и герметичности оборудования и трубопроводов;
- установка предохранительных клапанов, защищающих все аппараты и трубопроводы, работающие при избыточном давлении, от превышения давления сверх допустимых значений со сбросом на факел;
- применение запорно-регулирующей арматуры соответствующего класса герметичности;
- применение герметичных электронасосных агрегатов и насосов с двойными торцевыми уплотнениями, исключающими утечки перекачиваемой среды в штатном режиме работы;
- контроль ведения технологического процесса и применением автоматизированной системы управления технологическим процессом, предупреждающей возникновение аварийных ситуаций и обеспечивающей минимизацию ошибочных действий обслуживающего персонала;
- установка сигнализаторов дозрывных концентраций углеводородных газов и паров на наружных площадках и в технологических помещениях, с целью обнаружения утечек продукта и предотвращения дальнейшего развития аварии; наружные площадки технологической аппаратуры оснащены газоанализаторами, сигнализирующими об утечке вредных газообразных веществ;
- применение герметичной системы аварийного и планового дренажа оборудования и трубопроводов;
- проектирование герметичной системы сброса газообразных углеводородов в закрытую факельную систему при аварийных повышениях давления и аварийной разгрузке технологических установок;

- применение конструкции факела, обеспечивающей бездымное сжигание газа, что сокращает общее количество выбросов вредных веществ в атмосферу при горении;

- использование технологического оборудования, установленного на платформах, оснащаемых бетонными площадками, в которых собираются все дождевые стоки, а также возможные утечки жидких продуктов.

В соответствии с требованиями по обращению с отходами предусматривается утилизация шлама, образующегося при очистке трубопроводов и емкостей от нефти и замазочной ветоши [3, с.6].

Шлам очистки трубопроводов и емкостей (бочек, контейнеров, цистерн) от нефти после зачистки оборудования вывозится спецавтотранспортом на полигон размещения отходов, где подлежит накоплению и обезвреживанию, а замазочная и промасленная ветошь вывозится на свалку в смеси с ТБО в отношении 1:3.

Список источников

1. Минуллина Д.Э., Хисамеева Л.Р. Проектирование установки предварительного сброса пластовой воды нефтедобывающих скважин // Основы рационального природопользования: Материалы VII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021. 179-182 с.

2. ГОСТ Р 58367-2019. Обустройство месторождений нефти на суше. Технологическое проектирование. – Введ. 2019-04-15 – М: Стандартинформ, 2019. – 121 с.

3. ГОСТ Р 57677-2017. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация отходов недропользования. - М.: Стандартинформ, 2019. - 15с.

К ВОПРОСУ УДАЛЕНИЯ БОРА ИЗ ПРИРОДНЫХ ВОД

Арслан Рамилевич Муллагалиев¹, Андрей Валерьевич Бусарев², Ирина Геннадьевна Шешегова³

^{1,2,3}Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г.Казань, Россия

¹mullagalievarslan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3377-1691>

²reder100@myrambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7063-2519>

³ig-7@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6037-1776>

Аннотация. Статья посвящена вопросу удаления бора из подземных вод. В статье рассмотрено влияние повышенного содержания бора в питьевой воде на здоровье населения, приведены допустимые концентрации бора в питьевой воде в разных странах, источники возникновения бора в подземных водах. Рассмотрены методы, используемые для удаления бора из подземных вод и рекомендации по их применению.

Ключевые слова: удаление бора из подземных вод, методы удаления бора из подземных вод, осаждение, сорбция, ионный обмен, мембранные технологии

Для цитирования: Муллагалиев А.Р., Бусарев А.В., Шешегова И.Г. К вопросу удаления бора из природных вод // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.65-68.

Review article

ON THE ISSUE OF BORON REMOVAL FROM NATURAL WATERS

Arслан Ramilevich Mullagaliev¹, Andrey Valeryevich Busarev², Irina Genadyevna Sheshegova³

^{1,2,3} Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

¹mullagalievarslan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3377-1691>

²reder100@myrambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7063-2519>

³ig-7@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6037-1776>

Annotation. The article is devoted to the issue of boron removal from groundwater. The article examines the effect of increased boron content in drinking water on the health of the population, shows the permissible concentrations of boron in drinking water in different countries, the sources of boron in groundwater. The methods used to remove boron from groundwater and recommendations for their use are considered.

Keywords: boron removal from groundwater, boron removal methods from groundwater, precipitation, sorption, ion exchange, membrane technologies

For citation: Mullagaliev A.R., Busarev A.V., Sheshegova I.G. On the issue of Boron Removal from Natural Waters // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp. 65-68.

В настоящее время для водоснабжения многих населенных пунктов широко применяется подземные воды. Часто эти воды содержат соединения бора.

Высокое содержание бора в питьевой воде вызывает нарушение солевого обмена веществ, повышение сахара в крови, негативно влияет на сосуды головного мозга, снижает кислотность в желудке, т.е. достаточно негативно влияет на человеческий организм. Таким образом бор является биологически активным соединением, обладающим довольно высокой токсичностью [1].

Согласно [2] содержание соединений бора в питьевой воде не должно превышать 0,5 мг/л. В Европейском Союзе содержание бора в воде питьевого качества не допускается более 0,3 мг/л [1], в Японии не может превышать 0,2 мг/л [3].

Концентрация бора в подземных водах может достигать 3-5 мг/л [1]. Источником бора в воде являются бороносные породы (амарит, бура, борациит, калибарит) сложенные известково-магнезиально-железистыми силикатами и алюмосиликатами, соленостные отложения, а также вулканические породы [4]. Источником соединений бора в воде природных источников является пластовые воды нефтеносных месторождений, рапа соленых озер, термальные источники в зонах вулканической активности [4]. Концентрация бора в природных источниках водоснабжения увеличивается при их контакте с производственными сточными водами (стоки предприятий кожевенной, стекольной, текстильной, металлургической промышленности), а также с хозяйственно-бытовыми стоками, содержащими моющие средства [4].

Бор в воде обычно находится в виде ионов (анионов) борных кислот. При активной реакции среды равной 2-6 бор присутствует в воде в виде ортоборной кислоты (H_2BO_3), при рН достигающей 7-11 – в форме тетра-пента-гекса и других полиборных кислот, а при рН равной 12-14 – в форме метаборной кислоты (HBO_2).

Существует несколько методов удаления из воды бромид-ионов [1,3-6]:

- а) осаждение бора и борат-ионов в виде трудно растворимых соединений при обработке природных вод специальными реагентами;
- б) сорбция соединений бора неорганическими сорбентами;
- в) мембранные технологии;
- г) ионный обмен с помощью искусственных ионитовых смол.

В последнее время проводились исследования по удалению бора из природных вод методом экстракции с применением твердых экстрагентов модифицированных добавками типа ДМФА или ДМСО [5].

Все эти методы удаления из природных вод бора могут быть интенсифицированы при увеличении активной реакции среды обрабатываемой воды [1, 3-5].

Осаждение соединений бора применяется только при его содержании более 1 г/л, т.е. это способ предварительного удаления борат-ионов [1,3]. Процесс осаждения бора трудозатратный и технологически сложный. Этот способ может быть использован только при рН обрабатываемой воды равной 10-12, значит перед осаждением необходимо обработать воду раствором NaOH, а затем, после удаления бора, подкислить ее до рН 6,5-8,5 [5]. В качестве реагентов для осаждения соединений бора используется водный раствор сернокислого алюминия ($Al_2(SO_4)_3$) или железосодержащие коагулянты ($FeCl_3$, $FeSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$) [5].

Для удаления бора методом сорбации в качестве сорбентов применяются оксид алюминия, диоксид циркония, диоксид кремния [5]. Этот способ используется, когда содержание борат-ионов не превышает 10мг/л [1,3]. Сорбция зависит от рН. С увеличением рН от 7 до 10 сорбция бора увеличивается, а при дальнейшем увеличении рН > 10 резко снижается. Эффективность данного метода не превышает 60% [5].

Мембранные технологии применяются, когда концентрация бора составляет 4-5 мг/л [1,3,4]. Удаление бора в этом случае осуществляется с помощью электродиализа или обратного осмоса [1,3,4]. Эффективность этого метода очистки составляет 95-98% [1,5]. Селективность к бору мембран зависит от рН разделяемой жидкости [6]. Так же экспериментально установлено, что селективность мембран обратноосмотических установок возрастает с понижением температуры. Недостатком этого метода очистки, кроме необходимости повышения активной реакции воды до 10-11, является достаточно большой расход электроэнергии. При высоких значениях рН также наблюдается снижение производительности полупроницаемых мембран [1,3,4].

Наиболее приемлимым методом удаления из природных вод соединений бора является ионный обмен с применением высокоселективных анионообменных смол. Ионообменные смолы селективные к бору отличаются от обычных ионообменных смол тем, что их сорбционная способность по бору выше в 30 раз. Существующие смолы имеют высокую механическую прочность, химическую стойкость, динамическую обменную емкость по бору, не токсичны, эффективно регенерируются. Бор-селективные сорбенты эффективно работают в растворах с диапазоном значений рН от 6 до 10, при этом в широком интервале концентраций бора, при температуре до 60°C [6]. При использовании этого метода химический состав очищаемой воды практически не изменяется. Определенная сложность при использовании этих ионитов заключается в необходимости их периодической регенерации. Анионитовые смолы регенерируются растворами кислот (серной, соляной) или поваренной соли [1,5,7]. Также следует отметить высокую стоимость зарубежных селективных смол. В настоящее время разрабатывается новый отечественный сорбент для селективного извлечения бора из природных вод с целью повышения эффективности и снижения расходов на процесс обезборивания [7].

Список источников

1. Алексеев Л.С., Ивлева Г.А., Аль-Амри З.С. Очистка подземных вод питьевого назначения от бора. – М.: Вестник МГСУ. – №8. – 2011. – С. 312-315.
2. 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.
3. Евтеева Т.А. Удаление бора из подземных вод [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://zont-online.shop/wp-content/uploads/2020/06/Техническая-документация-ZONT-SMART-2.0.pdf>
4. Очистка воды от бора [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.vagner-ural.ru/vodopodgotovka-po-vidu-ochischaemyh-zagryzheniy/ochistka-vody-ot-bora-i-broma>.
5. Иванова С.А. Разработка технологии очистки природных вод от соединений бора, аммония и железа: 05.17.01: диссертация на соискание ученой степени канд.техн.наук. – М., 2015. – 104 с.
6. Очистка воды от боры. Группа компаний «H2O-Мастер» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://h2o-master.ru/promyshlennaya/ochistka-vody-ot-bora.html>.
7. Алексеев Л.С, Ивлева Г.А, Аль-Амри З.С. Очистка подземных вод питьевого назначения от бора // ГОУ ВПО МГАКХИС, 2012. – С. 20-22.

Научная статья
УДК 621.313.5

ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

Алексей Сергеевич Орлов

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия, myalexeyorlov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7710-4102>

Аннотация. Рассмотрено применение ветроэнергетических установок на территории России. Приведены преимущества, недостатки при использовании энергии ветра.

Ключевые слова: ветроэнергетика, ветроэлектрические установки, ветер, энергия

Для цитирования: Орлов А.С. Ветроэнергетика как альтернативный источник энергии // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.69-71.

Original article

WIND POWER AS AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE

Alexey Sergeevich Orlov

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia, myalexeyorlov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7710-4102>

Annotation. The use of wind power plants in Russia is considered. The advantages and disadvantages of using wind energy are given.

Keywords: wind energy, wind power plants, wind, energy

For citation: Orlov A.S. Wind power as an alternative energy source // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M. Bakirov – Saratov: Saratov State University. 2022. Pp.69-71.

Целесообразность использования любой ветровой установки в первую очередь зависит от силы ветра в регионе установки. Характеристика распределения ветровых ресурсов по территории России представлена на рисунке 1.

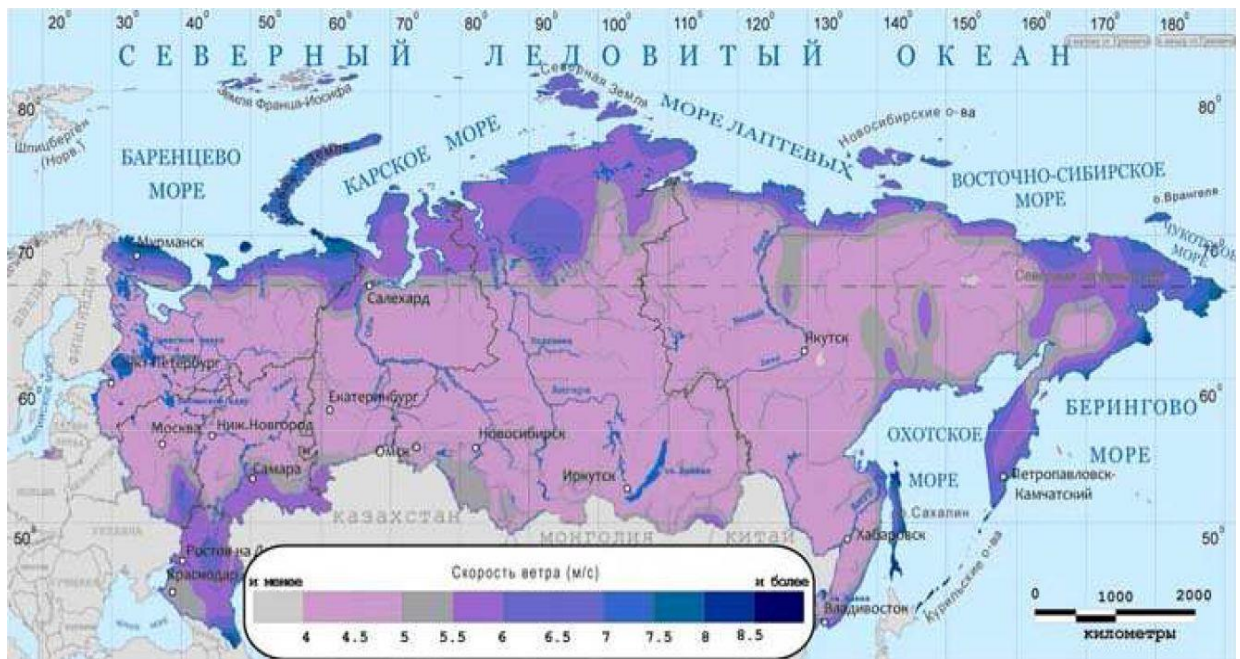


Рисунок 1 - Среднегодовая скорость ветра на высоте 50 м на территории России [1]

Из рисунка 1 видно, что наиболее перспективными регионами для установки ветровых станций являются: морские побережья, степные районы Поволжья и юг европейской части России.

В целом наша страна обладает колоссальным потенциалом энергии ветра. Береговая линия Северного Ледовитого океана на протяжении 12 тысяч км характеризуется ветрами со среднегодовой скоростью более 5...7 м/с. Потенциальная суммарная мощность ветра на Севере может быть достигнута на уровне 45 млрд. кВт. В настоящее время эффективно работают ветряные электростанции (ВЭС) на территории Новой Земли, Амдермена, мыса Уэлен, островов Врангеля, Шмидта, Командорах (острове Беринга) [2, с. 75]. Ветроэлектрические установки (ВЭУ) повсеместно заменяют на Севере малые дизельные электростанции, следует отметить, что доставка топлива к дизельным электростанциям, расположенным на Севере Канады, обходится вдвое дороже самого топлива. Эксплуатация ветроэнергетической установки целесообразна при среднегодовой скорости ветра не менее 4 м/с, при малом количестве безветренных дней, при отсутствии высоких деревьев, лесопосадки, высотных зданий, в местах, где частично либо полностью отсутствует централизованное электрообеспечение, либо наблюдаются частые перебои с ним.

Избыточную энергию ВЭУ может накапливать в аккумуляторных батареях и по мере необходимости отдавать потребителю. ВЭУ комбинируют с солнечными батареями и дизельным генератором для непрерывных поставок энергии [3, с. 139].

Рассмотрим основные преимущества и недостатки при использовании энергии ветра.

К преимуществам можно отнести:

- экологичность установок;
- низкая себестоимость вырабатываемой электроэнергии;

- энергетическая эффективность (энергии, выработанной на ВЭУ в течение всего срока службы, в пять-десять раз больше, чем энергии, затраченной на создание и функционирование этой установки).

К недостаткам относятся:

- высокие удельные капиталовложения по сравнению с традиционными топливно-энергетическими ресурсами (ТЭР). ВЭУ характеризуются высокой капиталоемкостью оборудования, необходимостью создавать большие площади энергоустановок, «перехватывающих» поток используемой энергии, дополнительными затратами на преобразование и аккумулирование энергии;

- трудности, связанные с невозможностью постоянного сопряжения производства электроэнергии с ее потреблением (графиком нагрузки) или интегрирования энергетических установок на базе ВИЭ в общую силовую сеть.

В заключении следует отметить, что развитие возобновляемой энергии и технологий аккумулирования энергии будет означать снижение доли централизованной крупной энергетики, следовательно, автономизацию и независимость от крупных энергетических компаний - потребителей.

Список источников

1. Поппель О.С., Анисимов А.М. Когенерационные автономные ветроустановки с теплоаккумуляторами // Энергия: экономика. Техника. Экология. 2010. №3. С. 2-8.

2. Кензеев М.В. Ветроэнергетика России: тренды и прогноз // В сборнике: Новое в развитии предпринимательства: инновации, технологии, инвестиции. Материалы VII Международного научного конгресса. Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, 2019. С. 72-78.

3. Дзюбан Д.П., Орлова С.С. Нетрадиционные виды энергетики // В сборнике: Основы рационального природопользования. Материалы VI Национальной конференции с международным участием. Саратов, 2020. С. 138-140.

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Светлана Сергеевна Орлова¹, Ольга Валентиновна Михеева², Татьяна Анатольевна Панкова³, Елена Николаевна Миркина⁴

^{1,2,3,4}Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

¹ orlovass77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9350-0893>

² omuk@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7375-0281>

³ vtanja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4619-765X>

⁴ docentmirkina@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3867-1937>

Аннотация. Рассмотрены основные противопожарные требования к устройству систем вентиляции в зданиях; правила размещения оборудования, воздухопроводов и каналов системы в объеме здания, с учетом категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности; особенности аварийной системы вентиляции. Приведены способы снижения пожарной опасности вентиляционного оборудования и элементов.

Ключевые слова: пожарная опасность, вентиляция, дым, аварийная вентиляция, воздухопроводы, вентиляционные каналы

Для цитирования: Орлова С.С., Михеева О.В., Панкова Т.А., Миркина Е.Н. Пожарная опасность систем вентиляции // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.72-77.

Original article

FIRE HAZARD OF VENTILATION SYSTEMS

Svetlana Sergeevna Orlova¹, Olga Valentinovna Mikheeva², Tatyana Anatolyevna Pankova³, Elena Nikolaevna Mirkina⁴

^{1,2,3,4} Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹ orlovass77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9350-0893>

² omuk@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7375-0281>

³ vtanja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4619-765X>

⁴ docentmirkina@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3867-1937>

Annotation. The basic fire-prevention requirements to the device of systems of ventilation in buildings are considered; rules for the placement of equipment, air ducts and system channels in the volume of the building, taking into account the category of premises for explosion and fire hazard; features of the emergency ventilation

system. Ways to reduce the fire hazard of ventilation equipment and elements are given.

Keywords: fire hazard, ventilation, smoke, emergency ventilation, air ducts, ventilation ducts

For citation: Orlova S.S., Mikheeva O.V., Pankova T.A., Mirkina E.N. Fire hazard of ventilation systems // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M. Bakirov – Saratov: Saratov State University. 2022. Pp.72-77.

Проблема обеспечения пожарной безопасности систем вентиляции актуальна по нескольким причинам. Во-первых, такая система может стать мощным фактором для распространения пламени. Во-вторых, правила ее проектирования и монтажа, как таковые, не гарантируют обеспечения пожарной безопасности. В-третьих, при правильном проектировании, установке и эксплуатации вентиляционного оборудования оно станет системой, защищающей от возникновения или распространения огня.

Данный вопрос невозможно рассмотреть без знания общего механизма возникновения пожара. В процессе всегда участвует два фактора: горючая среда и источник возгорания. Чем мельче элементы среды, тем они легче воспламеняются. Поэтому особую опасность представляют газы и мелкодисперсные частицы (пыль от муки, табака и т.д.). В помещениях, где присутствуют подобные факторы, обеспечение безопасности вентиляционной системы особенно актуально, так как возгоранию предшествует взрыв, а вызвать его может даже небольшая искра от выключателя [1, с. 212].

Причинами, по которым вентиляционное оборудование может стать источником пожара могут быть следующие моменты: неверный расчет; применение не огнестойких материалов; некачественный монтаж и обслуживание систем; применение агрегатов в обычном исполнении во взрывоопасных помещениях; высокие температуры на поверхности оборудования; отсутствие заземления и токозащитных устройств и многое другое в различных сочетаниях.

Пожарную безопасность систем вентиляции обеспечивают на всех стадиях ее существования: при проектировании, монтаже и эксплуатации.

При проектировании необходимо строгое соблюдение правил размещения оборудования и элементов системы в объеме здания, с учетом категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности. Также в процессе проектирования системы необходимо учитывать особенности помещения и установленного оборудования, подстраиваться под архитектурные особенности здания и его планировку [2, с. 122].

Одной из важнейших задач на стадии монтажа является обеспечение герметичности соединений элементов системы (особенно если речь идет о системах для помещений категорий А и Б и их вхождения в перегородки и несущие стены).

Правильное использование оборудования стадии эксплуатации – важнейший фактор для поддержания его безопасности. Стоит проводить плановые

осмотры электрических и механических узлов, проверять прочность герметизации соединений.

Пожаро- и взрывоопасными помещениями в общественных зданиях являются книгохранилища, столярные мастерские, киноаппаратные, помещения архивов, щелочные и кислотные аккумуляторные, помещения для содержания баллонов с горючими газами и т. п. Эти помещения по пожарной опасности могут быть отнесены к категориям А, Б, В и Е.

Для помещений, относящихся по пожарной опасности к категориям А, Б и Е, применение как полной, так и частичной рециркуляции воздуха для систем воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха не допускается. Особое внимание следует уделять вентиляционным установкам в помещениях стационарных щелочных и кислотных батарей, в которые следует оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией. Для кислотных и щелочных аккумуляторных батарей следует предусматривать отдельные вентиляционные устройства, при этом выброс газов должен производиться через шахту, выведенную выше крыши здания на 1,5 м, и иметь защитное приспособление от попадания в нее атмосферных осадков. Вентиляция должна быть обособленной от общей системы вентиляции здания и дымоходов.

Газы должны отсасываться из верхней и нижней частей помещения со стороны, противоположной притоку свежего воздуха. Если потолок разделен балками на отсеки, то отсос нужно предусматривать из каждого отсека отдельно. Аварийную вытяжную вентиляцию нужно предусматривать в помещениях, в которых возможны внезапные поступления в воздух больших количеств взрывоопасных и ядовитых веществ. При аварийном выделении в помещение газов и паров тяжелее воздуха (необходимо учитывать их температуру при поступлении в помещение) приемные отверстия следует размещать на высоте 0,3—1 м от уровня пола, а при выделении газов и паров легче воздуха — в верхней зоне.

Для горючих газов и паров отверстия размещают непосредственно под перекрытием помещения или не ниже 0,4 м от него, считая до верхнего края проема. Устья проемов (отверстия шахт, труб и др.) для выброса воздуха, удаляемого системами аварийной вентиляции наружу, требуется располагать на высоте не менее 3 м от уровня прилегающей территории, не ближе 20 м или на 6 м выше приемных устройств систем приточной вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления (при горизонтальном расстоянии от них не менее 20 м), а также выше рабочих площадок открыто расположенных производственных установок и оборудования, если площадки расположены ближе 20 м от места выброса воздуха. Если аварийная вентиляция предназначена для выброса наружу воздуха с содержанием горючих газов и паров, то устья проемов выкидных устройств не должны размещаться ближе 20 м от таких возможных источников воспламенения, как огневые печи, дымовые трубы и т. п. [3, с. 40]. Аварийную вентиляцию следует запускать от автоматических газоанализаторов, которые при достижении 20% нижнего предела взрываемости газов или паров автоматически включают аварийную систему вентиляции.

Для жилых, общественных и вспомогательных зданий промышленных предприятий с числом этажей более трех воздухопроводы систем вентиляции с ме-

ханическим побуждением, кондиционирования воздуха и воздушного отопления надлежит проектировать с общим вертикальным вытяжным или приточным коллектором, объединяющим поэтажные ответвления воздуховодов не более чем для каждых 10 этажей, а для вытяжных систем с естественным побуждением — не более чем для 25 этажей.

Для 2 – 5-этажных зданий, а также для каждых не более чем пяти этажей многоэтажных зданий допускается объединение отдельных вертикальных поэтажных вытяжных или приточных воздуховодов в горизонтальные коллекторы. Горизонтальные коллекторы, объединяющие воздуховоды из различных этажей, не допускается размещать в коридорах, лестничных клетках и других помещениях, являющихся путями эвакуации из зданий. Воздуховоды в помещениях с производствами категорий А, Б и Е, а также воздуховоды систем местных отсосов взрывоопасных веществ не должны размещаться в подвалах и в подпольных каналах. Для всех помещений с взрывоопасными категориями производств запрещена скрытая прокладка вытяжных воздуховодов. Воздуховоды, в которых возможны отложения горючих веществ, следует проектировать с люками для периодической их очистки. Для помещений с производствами категорий А, Б, В и Е воздуховоды и коллекторы должны предусматриваться из несгораемых материалов. Они также должны быть несгораемыми, если по ним транспортируется воздух, пыле- и газовоздушные смеси с температурой вспышки 80°C или содержащие взрывоопасные или горючие вещества.

В помещениях жилых и общественных зданий, а также в помещениях вспомогательных зданий предприятий воздуховоды, пересекающие стены и перегородки с нормируемым пределом огнестойкости 0,75 ч и более и междуэтажные перекрытия, а также коллекторы, следует устраивать из труб, коробов, блоков или другой конструкции со стенками из несгораемых материалов с пределом огнестойкости 0,5 ч или защитой стенок воздуховодов для обеспечения такого же предела огнестойкости [4, с. 119].

Для каждого помещения с производствами категорий А, Б, В и Е следует проектировать обособленные воздуховоды. Количество воздуха, перемещаемого по воздуховодам вытяжных систем местного отсоса, должно рассчитываться так, чтобы концентрации взрывоопасных газов, паров и пыли в воздуховодах не превышали 50% нижнего предела их взрываемости. Не допускается устройство на стенках воздуховодов, а также пропуск через них и монтаж электрогазопроводов и различных тепло- и трубопроводов [5, с. 188]. Вентиляционные и отопительные каналы могут устраиваться и в противопожарных стенах при условии, что в местах прохождения каналов противопожарная стена будет иметь предел огнестойкости не менее требуемого.

Трубопроводы, воздуховоды, шахты и отопительно-вентиляционное оборудование с горячими поверхностями, способными вызвать в помещении опасность воспламенения материалов или взрыва газов, паров жидкостей и пыли, должны изолироваться несгораемыми материалами для снижения температуры поверхностей до безопасной величины во всех случаях и в том числе, когда есть целесообразность использования этого тела для отопления помещений. Если горячие поверхности трубопроводов, воздуховодов, шахт и отопительно-

вентиляционного оборудования не создают опасности воспламенения или взрыва, то они могут изолироваться трудносгораемыми материалами за исключением расположенных на чердаке шахт и воздухопроводов, поверхности которых должны изолироваться несгораемыми материалами [6, с. 139].

Воздуховоды, предназначенные для перемещения горючих газов, паров и пыли следует располагать над воздухопроводами с более низкими температурами. При местном удалении горючих газов с нижним пределом взрыва менее 10% к объему воздуха необходимо в вентиляционных каналах делать предохранительные люки (отдушины) с клапанами. Отходящие от люков трубы необходимо выводить непосредственно наружу вертикально по кратчайшему пути. Сечение этих труб должно быть не менее сечения вентиляционного канала. Предохранительные люки следует устраивать до поворота каналов или сразу над поворотами, но не за ними. При удалении запыленного воздуха вентиляционными системами с местными отсосами рекомендуется использовать вертикальные и горизонтальные коллекторы с устройствами для механизированного удаления осаждающейся в них пыли (шнеки, смывные устройства и т. п.).

Во всех случаях отверстия вентиляционных систем для забора или выброса воздуха следует располагать в местах, исключающих возможность попадания в них искр. С целью очистки подаваемого воздуха от пыли перед калориферами рекомендуется устанавливать масляные, бумажные и другие фильтры. Установка фильтров после калориферов допускается при условии применения для фильтров масел, застывающих при температуре выше расчетной наружной температуры холодного периода года.

В заключении следует отметить, что организация пожарной безопасности вентиляционных систем – это комплекс мер, который позволит максимально снизить риск возникновения пламени из-за работы самого оборудования и повысить вероятность успешного устранения возгорания в случае возникновения пожара по другим причинам.

Список источников

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. Саратов, 2017. С. 210-213.

2. Орлова С.С., Панкова Т.А. Особенности обеспечения взрывоустойчивости зданий // В сборнике: Основы рационального природопользования. Материалы VII Национальной конференции с международным участием. Саратов, 2021. С. 121-123.

3. Орлова С.С., Миркина Е.Н. Особенности устройства противодымных вентиляционных систем в зданиях // В сборнике: Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспече-

ния. Материалы XI Национальной конференции с международным участием. Саратов, 2021. С. 39-41.

4. Орлова С.С., Миркина Е.Н. Пожарная безопасность зданий торговых центров // В сборнике: Основы рационального природопользования. Материалы VII Национальной конференции с международным участием. Саратов, 2021. С. 117-120.

5. 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. Саратов, 2018. С. 187-189.

6. 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.

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СЖИЖЕННОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА В РЕЗЕРВУАРЕ В РЕЖИМЕ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ

Наталья Николаевна Осипова¹, Святослав Геннадиевич Культяев², Андрей Константинович Матазов³

^{1,2,3}Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия

¹osnat75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8452-0120>

²svyatoslav@kulytaev.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2038-11422>

³metra175@mail.ru.

Аннотация. Определена величина понижения температуры жидкой фазы газа в резервуаре при протекании процесса испарения в расчете на 1 кг испарившегося продукта, вычислена величина компенсирующей температуры за счет притока тепла из грунта, определено результирующее воздействие колебаний температуры жидкой фазы в резервуаре на возможность формирования ледяной шубы вокруг сосуда.

Ключевые слова: сжиженный углеводородный газ, резервуар, испарение газа, понижение температуры, приток тепла

Для цитирования: Савенков Н.С., Федюнина Т.В. Применение средств автоматизации в инженерных системах зданий // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.78-82.

Original article

CHANGING THE TEMPERATURE OF LIQUEFIED HYDROCARBON GAS IN THE TANK IN THE MODE OF GAS CONSUMPTION

Natalia Nikolaevna Osipova¹, Svyatoslav Gennadievich Kulytaev², Andrey Konstantinovich Matazov³

^{1,2,3}Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

¹osnat75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8452-0120>

²svyatoslav@kulytaev.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2038-11422>

³metra175@mail.ru.

Annotation. The magnitude of the decrease in the temperature of the liquid phase of the gas in the reservoir during the evaporation process per 1 kg of the evaporated product was determined, the value of the compensating temperature due to the influx of heat from the soil was calculated, the resulting effect of fluctuations in the

temperature of the liquid phase in the reservoir on the possibility of forming an ice coat around the vessel was determined.

Key words: liquefied hydrocarbon gas, reservoir, gas evaporation, temperature decrease, heat inflow

For citation: Savenkov N.S., Fedyunina T.V. Application of automation tools in engineering systems of buildings // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.78-82.

Регазификация сжиженного углеводородного газа в резервуаре зависит от многочисленных факторов, таких как компонентный состав сжиженного углеводородного газа [1], температурные условия эксплуатации сосудов [2], наличие постоянного забора из резервуара газовой фазы [3], объем используемого сосуда [4] и т.д. Процесс испарения газа в резервуаре проходит в виде постоянного повторения цикла, первый этап которого - охлаждение газа за счет внутренней энергии жидкой фазы, второй этап – теплоотвод из окружающей среды. Предположим, что в момент времени τ весь испаряемый газ подается потребителю, т.е. $Q_{\text{пер}} = Q_{\text{потр}}$

В этом случае тепло, затраченное на испарение жидкой фазы, определится по выражению:

$$Q_{\text{пер}} = r\Delta G, \quad (1)$$

где r - скрытая теплота парообразования, кДж/кг; ΔG - количество испарившегося газа, кг.

При этом теплота, затрачиваемая на испарение, понизит температуру жидкой фазы в резервуаре, $^{\circ}\text{C}$:

$$\Delta t_1 = \frac{Q_{\text{пер}}}{c_p(G - \Delta G)}, \quad (2)$$

где c_p – теплоемкость газа при постоянном давлении, кДж/(кг· $^{\circ}\text{C}$); G – общая масса газа в резервуаре, кг.

В это время к подземному резервуару подводится тепло из окружающего грунтового массива, количество которого определяется по формуле [5]:

$$Q_{\text{гр}} = kF_{\text{см}}(t_6 - t_{\text{гр}}), \quad (3)$$

где $F_{\text{см}}$ – площадь смоченной поверхности резервуара, м^2 ; k – коэффициент теплопередачи от грунтового массива к жидкой фазе, кДж/ $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ [6]; t_6 – температура жидкой фазы бутана, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{гр}}$ – температура грунта, $^{\circ}\text{C}$.

Количество испаренного газа в подземной емкости за счет притока тепла можно определить по формуле [7]:

$$G = \frac{F_{\text{см}} k P_6 (t_6 - t_{\text{гр}})}{r_6 P_{\text{атм}}}. \quad (4)$$

Площадь смоченной поверхности жидкой фазой резервуара с учетом требований ГОСТ 6533-78* определяется:

$$F_{\text{см}} = \varphi(2\pi R(1-2h) + 4\pi Rh) = \varphi(2\pi R(1-R) + 2\pi R^2) = 2\pi R l \varphi, \quad (5)$$

где φ – уровень заполнения резервуара бутаном, доли.

Подведенное тепло повысит температуру жидкой фазы в резервуаре:

$$\Delta t_2 = \frac{Q_{\text{гр}}}{c_p (G - \Delta G)}. \quad (6)$$

При разбиении на малые промежутки времени процесса испарения газа общее изменение температуры жидкой фазы в момент времени τ , определится:

$$\Delta t = -\Delta t_1 + \Delta t_2, \quad (7)$$

где Δt_1 – изменение температуры за счет охлаждения газа, $^{\circ}\text{C}$; Δt_2 – изменение температуры за счет теплоотвода окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$.

Для определения изменения температуры жидкой фазы газа в резервуаре были проведены расчеты. В расчетах использовались следующие исходные данные:

- геометрический объем резервуара $5,0\text{ м}^3$, $2,5\text{ м}^3$, $1,5\text{ м}^3$, $1,0\text{ м}^3$;
- уровень заполнения резервуара бутаном 90%, 50%, 35%, 20% [8, 9];
- климатические зоны эксплуатации: умеренно-холодная, умеренно-теплая;
- температура сжиженной фазы бутана минус 15°C .
- температура грунтового массива по [6] в соответствующих климатических зонах эксплуатации.

Результаты расчетов изменения температуры в расчете на 1 кг испаренного газа в подземных резервуарах с учетом уровня заполнения жидкой фазой представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Изменение температуры жидкой фазы газа в подземном резервуаре при испарении (в расчете на 1 кг испарившегося газа)

| Объем резервуара, м^3 | Уровень заполнения жидкой фазой, % | | | | | | | |
|---|------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 |
| Понижение температуры | | | | | | | | |
| 5,0 | 0,09 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,16 | 0,20 | 0,27 | 0,41 |
| 2,5 | 0,18 | 0,20 | 0,23 | 0,27 | 0,32 | 0,41 | 0,54 | 0,81 |
| 1,5 | 0,27 | 0,31 | 0,35 | 0,41 | 0,49 | 0,61 | 0,82 | 1,23 |
| 1,0 | 0,45 | 0,51 | 0,58 | 0,68 | 0,81 | 1,02 | 1,36 | 2,04 |
| Повышение температуры за счет притока тепла (компенсирующие воздействие) | | | | | | | | |
| 5,0 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| 2,5 | 1,12 | 1,12 | 1,12 | 1,12 | 1,12 | 1,12 | 1,12 | 1,13 |
| 1,5 | 1,10 | 1,10 | 1,10 | 1,10 | 1,10 | 1,10 | 1,10 | 1,10 |
| 1,0 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,33 | 1,33 | 1,33 |
| Результирующее влияние постоянного отбора паров из сосуда | | | | | | | | |
| 5,0 | 0,88 | 0,87 | 0,85 | 0,83 | 0,81 | 0,77 | 0,70 | 0,56 |
| 2,5 | 0,94 | 0,92 | 0,89 | 0,85 | 0,80 | 0,72 | 0,58 | 0,31 |
| 1,5 | 0,82 | 0,79 | 0,75 | 0,69 | 0,61 | 0,48 | 0,28 | -0,13 |
| 1,0 | 0,87 | 0,82 | 0,74 | 0,65 | 0,51 | 0,31 | -0,03 | -0,71 |

Анализ таблицы 1 показал, что понижение температуры жидкой фазы в резервуаре увеличивается по мере опорожнения резервуара. В то же время теплоприток к смачиваемой поверхности резервуара из грунтового массива остается стабильным. При регазификации газа в резервуаре, не превышающем его естественную испарительную способность, результирующая температура имеет положительные значения и уменьшается по мере опорожнения резервуара (положительные числа в табл.1). При регазификации газа, в количестве, превышающем естественную испарительную способность результирующая температура принимает отрицательные значения, что свидетельствует о недостаточной величине смоченной поверхности эксплуатируемого резервуара (недостаточной величине теплопритока). Данное обстоятельство приводит к нарастанию ледяной шубы вокруг резервуара и прекращению испарения газа в емкости. Таким образом, для резервуаров объемом 1,0 м³ минимальный уровень заполнения должен быть принят на уровне не менее 30%, для резервуаров объемом 1,5 м³ не менее 25% для исключения данного явления.

Вывод. Установлено, что при постоянном испарении сжиженного газа в резервуаре происходит снижение температуры жидкой фазы за счет расходования внутренней теплоты парообразования. При наличии у сосуда достаточной величины смоченной поверхности для притока тепла, образование снежной шубы на внешней поверхности резервуара не происходит. В противном случае происходит образование льда и промораживание грунтового массива вокруг резервуара.

Список источников

1. Постарнак Д.А., Курицын Б.Н. Применение бутано-этановых смесей в системах баллонного газоснабжения // Математические методы в технике и технологиях. ММТТ. 2013. № 13-1(59). С. 220–221.
2. Zakaria Z. B. Heat and mass transfer studies in liquefied petroleum gas storage operations / Z.B. Zakaria, A. Mustafa, H. Mat // Universiti Teknologi Malaysia, 2006.
3. Sang Hyub Oh Evaluation of changes in cylinder volume due to gas filling and subsequent release / Sang Hyub Oh, Byung Moon Kim and Namgoo Kang // VIPM & IOP Publishing Ltd. 2013. Vol.50. №4. P.318–325.
4. Todd W., Drennan P.E. Protect Tanks from Overpressure and Vacuum // Baker Engineering and Risk Consultants. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 2019. <https://www.aiche.org/resources/publications/cep/2019/december>
5. Курицын Б.Н., Кузнецов С.С. Исследование тепломассообмена в подземных резервуарах сжиженного газа // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2012. № 2. С. 112–115.
6. Бычкова И.М., Поберий А.А. К определению коэффициента теплопередачи при теплообмене горловины подземного резервуара с окружающим грунтовым массивом // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2018. № 9. С. 282–288.

7. Курицын Б.Н., Осипова Н.Н., Максимов С.А. Моделирование теплообмена при хранении сжиженного газа в подземных резервуарных установках под воздействием естественных температур грунта и наружного воздуха // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер. Строительство и архитектура. 2012. Вып.2 (26). С. 35–46.
8. Осипова Н.Н., Дьяченко К.В. Обоснование уровня заполнения подземных резервуаров техническим бутаном // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2019. № 11. С. 473–476.
9. Культяев С.Г. Формирование условий для создания избыточного давления в подземной емкости технического бутана // Техническое регулирование в транспортном строительстве. 2020. № 4 (43). С. 302–309.

Научная статья
УДК 697.7

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ТОРГОВОГО ЗДАНИЯ

Андрей Владимирович Поваров

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия, povarov-av2012@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8763-457>

Аннотация. Рассмотрен способ совершенствования системы горячего водоснабжения торгового здания в г. Саратове за счет применения солнечных коллекторов с особенностями их установки на крыше здания.

Ключевые слова: торговое здание, водогрейный отопительный котел, система горячего водоснабжения, солнечный коллектор, энергия

Для цитирования: Поваров А.В. Совершенствование системы горячего водоснабжения торгового здания // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.83-86.

Original article

IMPROVING THE SYSTEM HOT WATER SUPPLY OF A COMMERCIAL BUILDING

Andrey Vladimirovich Povarov

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia, povarov-av2012@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8763-457>

Annotation. A method for improving the hot water supply system of a commercial building in Saratov through the use of solar collectors with the features of their installation on the roof of the building is considered.

Keywords: commercial building, hot water heating boiler, hot water supply system, solar collector, energy

For citation: Povarov A.V. Improving the hot water supply system of a commercial building // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Ed. C.M. Bakirova - Saratov: Saratov State Agrarian University, 2022. Pp.83-86.

Теплоснабжение и горячее водоснабжение торговых объектов, имеющих значительные площади традиционными способами требует затрат большого количества природного топлива. Возобновляемые источники энергии, к кото-

рым относится и солнечная энергия, неисчерпаемы, экологически чисты, не имеют отходов и дешевы.

Торговый дом «Аврора» находится в самом центре города Саратова и является одним из первых объектов коммерческой недвижимости нового формата города. Здание четырехэтажное с цокольным этажом, общей площадью 6400 м². Основной составляющей торгового дома являются операторы розничной торговли.

Система горячего водоснабжения здания по степени централизации приготовления горячей воды - местная. По циклу приготовления горячей воды – двухконтурная. По применению рециркуляции - с рециркуляционным трубопроводом. По рециркуляционному трубопроводу не использованная и остывшая до 35-40°С вода повторно отводится в водонагреватель, расположенный в тепловом пункте или в котельной, где она снова подогревается до нужной температуры.

В котельной здания имеется два водогрейных отопительных котла Viessmann Vitoplex 100, номинальной тепловой мощностью 720 кВт каждый, которые в отопительный период полностью удовлетворяет потребность в теплоснабжении и горячем водоснабжении. Однако, в неотапительный период года использование таких мощных котлов нерационально, так как нагрузка на горячее водоснабжение составляет всего 0,0023 Гкал/ч (2,68 кВт/ч).

Снижение затрат энергии в неотапительный период и снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за счет совершенствования системы горячего водоснабжения с использованием плоских солнечных коллекторов в здании торгового дома «Аврора» в г. Саратове является актуальной задачей.

Проведенные исследования показали, что для установки коллекторов на крыше здания торгового дома «Аврора» лучше всего подходит кровля над техническим этажом, так как это самая высокая точка над уровнем и степень затенения плотностью окружающей застройки минимальна.

Панели солнечных коллекторов рационально разместить на юго-восточной стороне кровли здания, что позволит минимизировать затраты на прокладку трубопровода от солнечных коллекторов до оборудования системы ГВС, расположенной в бойлерной [1, 2].

С целью использования солнечных коллекторов для горячего водоснабжения здания торгового дома «Аврора» была выбрана двухконтурная схема с принудительной циркуляцией теплоносителя, так как коллекторы планируется расположить на крыше технического этажа, а поскольку бойлер будет располагаться в специальном техническом помещении, ниже коллекторов, то требуется принудительная циркуляция теплоносителя [3, с. 275].

Установка двухконтурная сезонного действия с принудительной циркуляцией возможна с врезкой в существующую систему горячего водоснабжения здания торгового дома.

Энергия, необходимая для нагрева 360 л воды:

$$W_{min} = 0,0011 \cdot V_{общ} (T_k + T_n), \quad (1)$$

где W_{min} - минимальное количество энергии необходимое для нагрева воды, кВт·ч;

0,0011 - коэффициент плотности воды;

$V_{общ}$ - общий объем воды в системе ГВС, $V_{общ} = 360$ л;

T_k - температура воды после нагрева, °С;

T_n - температура воды до нагрева, °С.

$$W_{min} = 0,0011 \cdot 360 \cdot (65 - 5) = 23,76 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Требуемое количество солнечных коллекторов, шт.:

$$N_{min} = \frac{W_{min}}{s_k \cdot S \cdot t} \quad (2)$$

где N_{min} - минимальное количество плоских солнечных коллекторов, необходимых для нагрева общего объема воды, шт.;

W_{min} - минимальное количество энергии, необходимое для нагрева воды, кВт·ч;

s_k - площадь системы теплообмена одного плоского солнечного коллектора, м²;

S - среднее значение интенсивности солнечной радиации, Вт/м²;

t - время интенсивного воздействия солнечной радиации, час.

Таким образом, для нагрева требуемых 360 литров воды необходима установка 7 солнечных коллекторов общей площадью 14 м².

Гидравлическое подключение осуществляется с левой стороны, так как в одном ряду будет подключаться меньше пяти коллекторов. Подающую линию необходимо провести вдоль коллектора, а не вертикально вниз из-за неплотностей в месте подключения коллектора, поскольку вследствие смещения из-за термических нагрузок возможно повреждение оборудования [3, с. 275]. Подающую линию нужно прокладывать с подъемом по направлению к клапану, а обратную линию с подъемом по направлению к полю коллекторов (рис. 1).

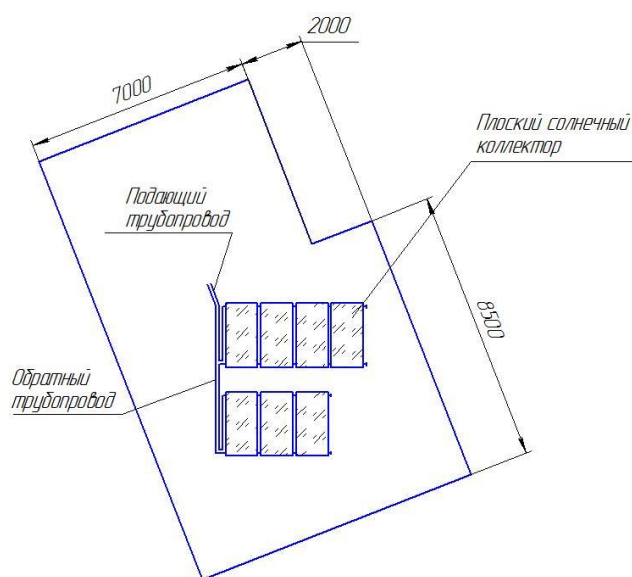


Рисунок 1 - Расположение рядов коллекторов на кровле здания торгового дома «Аврора»

Применение солнечных коллекторов для горячего водоснабжения здания торгового дома «Аврора» в неотапительный период года позволит снизить затраты на топливо и сократить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу города.

Список источников

1. Альтернативные источники энергии [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://alter220.ru/news/alternativnye-istochniki-energii.html> (дата обращения 25.02.2022).

2. Полимерные солнечные батареи и их преимущества [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://solarb.ru/polimernye-solnechnye-batarei-i-ikhpreimushchestva> (дата обращения 25.02.2022).

3. Стрельников В.А. Об опыте применения солнечных коллекторов в климатических условиях Саратовской области / В.А. Стрельников, Д.С. Катков, Ф.Н. Лавриненко // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы VI международной научно-практической конференции. Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2018. Вып. 1. - С. 274-276.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ВОДОРОДА

Александр Владимирович Рулев¹, Павел Михайлович Бакутин², Дарья Сергеевна Михайлова²

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

²Профессионально – педагогический колледж Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия

¹ nautech@inbox.ru

² bakutin_pavel@mail.ru

² dashenka.mihailova.2003@mail.ru

Аннотация. В статье описана возможность использования газотранспортной системы для доставки водорода до потребителей. В настоящее время существуют два наиболее обсуждаемых варианта доставки водорода по газотранспортной системе: смешивание водорода с природным газом, т.е. транспортирование газоводородной смеси, и использование газопровода для транспортировки чистого водорода. Приведен анализ комплекса мероприятий по минимизации разрушения материала трубопроводов, вызванного проникновением водорода в кристаллическую структуру трубопровода.

Ключевые слова: водород, газопровод, природный газ, водородная деградация, защитные покрытия, ингибиторы

Для цитирования: Рулев А.В., Бакутин П.М., Михайлова Д.С. Анализ возможности использования газотранспортной системы для транспортировки водорода // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.87-90.

Original article

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING A GAS TRANSMISSION SYSTEM FOR HYDROGEN TRANSPORTATION

Alexander Vladimirovich Rulev¹, Pavel Mikhailovich Bakutin², Darya Sergeevna Mikhailova²

¹Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin, Saratov, Russia

²Professional Pedagogical College of Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A., Saratov, Russia

¹ nautech@inbox.ru

² bakutin_pavel@mail.ru

² dashenka.mihailova.2003@mail.ru

Annotation. The article describes the possibility of using a gas transmission system to deliver hydrogen to consumers. Currently, there are two most discussed options for the delivery of hydrogen through a gas transmission system: mixing hydrogen with natural gas, i.e. transporting a gas-hydrogen mixture, and using a gas pipeline to transport pure hydrogen. The analysis of a set of measures to minimize the destruction of the pipeline material caused by the penetration of hydrogen into the crystal structure of the pipeline is given.

Keywords: hydrogen, gas pipeline, natural gas, hydrogen degradation, protective coatings, inhibitors

For citation: Rulev A.V., Bakutin P.M., Mikhailova D.S. Analysis of the possibility of using a gas transmission system for hydrogen transportation // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International Participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp.- 87-90.

В связи с принятием в 2020 г. «Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года», «Водородной стратегии ЕС», стратегий использования водорода в качестве топлива с нулевым выбросом для Австралии, Японии, Китая, Канады и нескольких штатов США новым стратегически важным энергоносителем, позволяющим решить проблемы изменения климата, выбросов углекислого газа в атмосферу и декарбонизации наиболее энергоемких сфер экономики, становится водород.

Этот с одной стороны самый легкий элемент периодической системы, с другой - самое распространённое химическое вещество во Вселенной, можно использовать в качестве заменителя угля, нефти и газа в энергетике, транспортной и строительной отраслях, промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве.

В настоящее время, в условиях общемирового перевода энергетических систем на сокращение выбросов парниковых газов, с одной стороны требуется сокращения использования природного газа, с другой во многих регионах мира происходит расширение инфраструктуры, использующий природный газ в качестве основного энергоносителя. Эти две тенденции создают большой уровень неопределенности в отношении будущей роли природного газа и связанной с ним инфраструктуры в энергетической системе. В связи с этим уже сейчас необходимо найти решение, которое поможет избежать дорогостоящих инвестиций и облегчить интеграцию транспортной инфраструктуры природного газа в систему безуглеродной энергетики. Для решения этой проблемы предлагается использовать газотранспортную систему для доставки водорода до конкретных потребителей. В настоящее время существуют два наиболее обсуждаемых варианта доставки водорода по газотранспортной системе: смешивание водорода с природным газом, т.е. транспортирование газоводородной смеси, и

использование газопровода для транспортировки чистого водорода. Применение существующей газотранспортной системы для транспортировки водорода совместно с природным газом ограничена 10 %, в долгосрочной перспективе цифра может увеличиться до 20% [1].

В случае смешивания водорода с природным газом в вышеуказанном отношении результаты исследований [2] указывают, что в связи с техническими ограничениями на смешивание и трудностями в процессе разделения водорода, существенного сокращения выбросов парниковых газов не происходит.

Анализ экономически эффективных методов транспортировки водорода, включая трубопроводный, а также автомобильный и железнодорожный вид транспорта, показал, что транспортировка водорода по трубопроводу демонстрирует самый высокий долгосрочный экономический потенциал в условиях повышающегося спроса на водородное топливо, поскольку его транспортировка на большие расстояния оказывает решающее влияние на его конечную стоимость для потребителя.

Техническая возможность использования газопроводной системы для транспортировки по ней водорода зависит от комплекса мероприятий по минимизации разрушения материала трубопроводов, вызванного проникновением водорода в кристаллическую структуру трубопровода, и обеспечения безопасной доставки водорода до потребителя. Основные механизмы разрушения углеродистых сталей, вызванные водородом, хорошо изучены и являются одной из причин отказа оборудования в нефтегазовой промышленности [3]. Здесь выделяют два основных механизма деградации материала трубопровода: деградация зон термического воздействия (сварных соединений) и распространение усталостных трещин в трубопроводе, связанное с проникновением водорода в кристаллическую структуру металла и ее разрушением.

Водородную деградацию материала трубопровода частично, либо полностью можно устранить, используя для изготовления трубопроводов специальные виды стали, не подверженные водородному старению, а также различные модификации трубопровода, которые уменьшают водородное охрупчивание: применение дополнительных защитных покрытий, ограничивающих адсорбцию газообразного водорода в материале трубопровода; добавление газообразных ингибиторов к водороду, препятствующих любым реакциям между материалом трубопровода и транспортируемым водородом; использование специализированных водородопроводов, сочетающих в себе преимущества двух отдельных трубопроводов, где внутренний трубопровод предназначен для транспортировки водорода, а внешний обеспечивает необходимую стабильность работы и безопасность эксплуатации трубопровода.

Однако, в настоящее время не существует способа нанесения защитного покрытия на уже находящиеся в эксплуатации газопроводы без их выемки из грунта, в котором они прокладываются, что значительно увеличит сложность работ и затраты на переоборудование газопроводов в водородопроводы. При применении газообразных ингибиторов может достигаться эффект, аналогичный эффекту защитного покрытия, поскольку ингибиторы предотвращают адсорбцию водорода материалом трубопровода, не требуют модификации трубо-

провода, поскольку легко добавляются в потоку транспортируемого водорода. К недостаткам ингибиторов относятся их токсичность и опасность использования, связанные с конкретным типом используемого ингибитора, возможно необходима будет последующая обработка и дополнительная очистка водорода. Использование для транспортировки водорода конструкции «труба в трубе», где внешний трубопровод (существующий газопровод) будет обеспечивать механический защитный барьер, а внутренний использоваться для доставки водорода отличается большой капиталоемкостью и требует выемки трубопровода из грунта, в котором он прокладывается, что значительно увеличивает сложность и стоимость такого переоборудования газопровода.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что использование защитных покрытий или комбинированных трубопроводов типа «труба в трубе» потребуют выемки существующих трубопроводов, что значительно увеличит капитальные затраты в переоборудование трубопроводов, а применение различных ингибиторов как альтернатива возможно только при соответствующем технико-экономическом обосновании и экспериментальных исследованиях на промышленных площадках, располагающих соответствующим оборудованием.

Список источников

1. N.Gerhardt, J. Bard, R. Schmitz, M. Beil, M. Pfennig Wasserstoff im zukünftigen Energiesystem: Fokus Gebäudewärme: Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE, Hannover, 2020, 46p.
2. Ogden J, Jaffe AM, Scheitrum D, McDonald Z, Miller M. Natural gas as a bridge to hydrogen transportation fuel: insights from the literature. Energy Pol 2018.
3. Арчаков Ю.И. Водородная коррозия стали. - М. : Металлургия, 1985. - 192 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ ЗДАНИЙ

Никита Сергеевич Савенков¹, Татьяна Васильевна Федюнина²

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов, Россия

¹nekk.sav@mail.ru

²t.fediunina2010@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7676-1840>

Аннотация. В статье рассматривается вопрос применения средств автоматизации при строительстве различных инженерных систем зданий для комфортных условий проживания и работы. Наиболее подробно рассматриваются контроллеры ZONT.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, датчики, контроллеры, инженерные системы, автоматизация, контроллеры отопления ZONT

Для цитирования: Савенков Н.С., Федюнина Т.В. Применение средств автоматизации в инженерных системах зданий // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.91-95.

Original article

APPLICATION OF AUTOMATION TOOLS IN ENGINEERING SYSTEMS OF BUILDINGS

Nikita Sergeevich Savenkov¹, Tatiana Vasilyevna Fedyunina²

^{1,2}Saratov State Agrarian University named after N.I.Vavilov, Saratov, Russia

¹nekk.sav@mail.ru,

²t.fediunina2010@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7676-1840>

Annotation. The article discusses the use of automation tools in the construction of various engineering systems of buildings for comfortable living and working conditions. The ZONT controllers are considered in the most detail.

Keywords: energy efficiency, energy saving, sensors, controllers, engineering systems, automation, heating controllers ZONT

For citation: Savenkov N.S., Fedyunina T.V. Application of automation tools in engineering systems of buildings // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.91-95.

При строительстве зданий и, особенно, при его оснащении инженерными системами жизнеобеспечения все более значимое место занимает вопрос автоматизации. Главным образом это связано с ужесточением требований по энергоэффективности зданий, а также с повышением запросов на комфортность жильцов или посетителей, сотрудников административных и промышленных объектов. На рынке недвижимости уже происходит перенасыщение дешевым, обычным жильем и увеличивается спрос на более качественные варианты. Одним из примеров может служить система «умный дом».

С помощью автоматизации инженерных систем можно отслеживать или держать постоянный контроль над всеми необходимыми параметрами. Например, при автоматизации системы отопления, мы можем оптимизировать температурные показатели, показатели давления и напряжения, объем теплоносителя в рабочем контуре и т.д.

Необходимо отметить, что использование такой системы не только уменьшает энергозатраты, а в связи с этим и платежи, но и может снизить до минимума возникновение аварийных ситуаций. Если автоматика фиксирует серьезное отклонение показателей от нормативных или заданных, то подается сигнал на пульт управления. Далее оператор или микропроцессор принимает решение о дальнейших действиях. К примеру, в отапливаемом помещении идет понижение температуры, становится холодно. Температурный датчик (контроллер) на это реагирует, подается команда на увеличение мощности котла. Или если фиксируется угроза поломки нагревательного элемента в связи с его перегревом, то на него перестает подаваться напряжение.

Основу автоматизированных инженерных систем составляют датчики и контроллеры. Основным преимуществом которых является функциональность и универсальность. Управляющая схема модуля работает следующим образом: информация считывается датчиком, подается на контроллер, который принимает решение о корректировке мощности системы для удовлетворения текущих потребностей объекта, или об отключении какого-либо прибора или системы в случае возникновения аварийной ситуации.

Наибольшая эффективность автоматизированных систем достигается на крупных объектах, где присутствуют различные сложные комплексы по кондиционированию, отоплению, вентиляции, состоящие из большого количества приборов. Авторы разработок специальных программ по автоматизации инженерных систем прогнозируют экономию ресурсов порядка 50 % за счет повышения энергоэффективности зданий и создания комфортного микроклимата внутри помещений, что влечет за собой уменьшение заболеваемости сотрудников и повышение их работоспособности.

Российский рынок предлагает достаточно большой ассортимент датчиков, контроллеров и других составляющих для автоматизации инженерных систем от различных производителей. При рассмотрении какой-то определенной позиции, например, контроллера, можно сформулировать плюсы и минусы определенной модели.

На ежегодной Всероссийской выставке «Aquatherm Moscow 2022» компанией Microline были представлены образцы так называемых умных контроллеров отопления ZONT (рис.1, 2).



Рисунок 1 – Пример комплектации ZONT SMART 2.0



Рисунок 2 – Примеры установки автоматического оборудования ZONT

Контроллеры ZONT имеют существенное отличие от других контроллеров. С их помощью можно осуществлять дистанционный контроль через веб-сервис и приложение для мобильных устройств с использованием передачи данных по каналам связи GSM и Wi-Fi. При этом данные контроллеры способны управлять разнообразными теплогенераторами (котлами) плавно регулируя подачу тепла, необходимую на данный момент и передавать большое количество информации о системе: температура, давление теплоносителя, статус работы, текущий уровень мощности, сообщение о неисправности (рис.3)

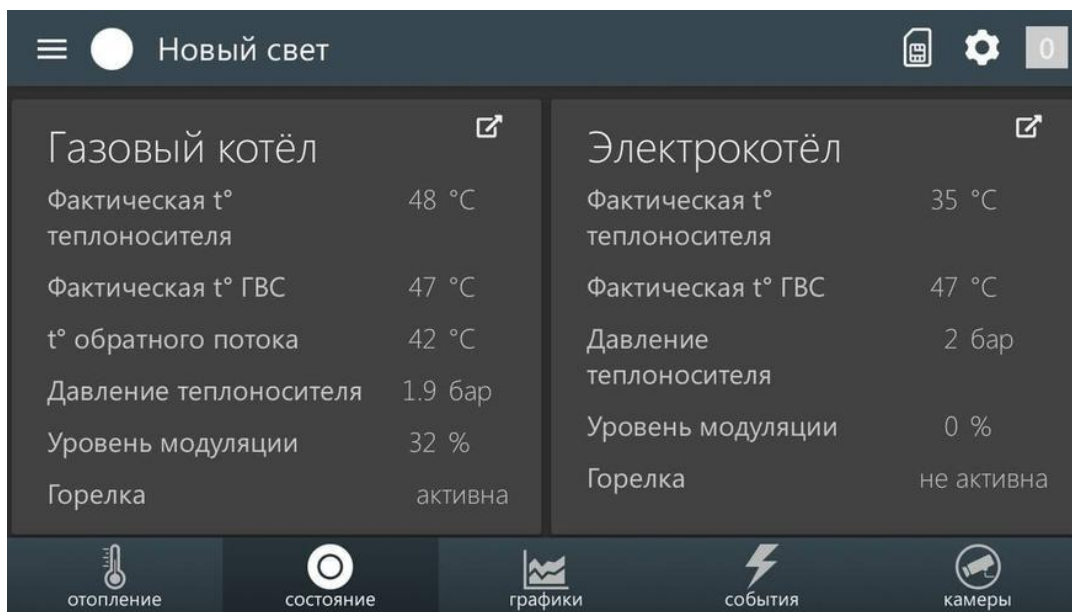


Рисунок 3 – Показатели с контроллера ZONT

Приборы автоматизации ZONT выпускаются различными модификациями. Рассмотрим некоторые из них (табл.1).

Рассмотрим линейку универсальных контроллеров для объектов с многоконтурной системой отопления (табл.1).

Таблица 1 – Линейка универсальных контроллеров для объектов с многоконтурной системой отопления ZONT

| Наименование | ZONT SMART 2.0 | ZONT H1000+ | ZONT H2000+ |
|--|----------------|-------------|-------------|
| GSM-связь (подключение через интернет) | | | да |
| GSM-связь и Wi-Fi (встроенный) | да | да | |
| До двух котлов в системе отопления | да | да | да |
| Более двух котлов в системе отопления | | да | да |
| Три управляемых контура | да | да | да |
| До 12 управляемых контуров | | да | да |
| Свыше 12 управляемых контуров | | | да |
| Управление котлом по цифровой шине (встроенные адаптеры) | | | да |

| | | | |
|---|----|----|----|
| Управление котлом по цифровой шине (внешние адаптеры) | да | да | да |
| Добавление блоков расширения | | | да |
| Сценарии работы электроприборов | да | да | да |

Необходимо отметить, что оборудование постоянно модернизируется и модифицируется.

В связи с ужесточением требований по энергосбережению, с ростом потребностей улучшения микроклимата в помещении, можно порекомендовать собственникам объектов недвижимости и застройщикам в большем масштабе задействовать различные средства автоматизации инженерных систем.

Список источников

1. Инструкция ZONT SMART 2.0 [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://zont-online.shop/wp-content/uploads/2020/06/Техническая-документация-ZONT-SMART-2.0.pdf>
2. Заева К.А., Федюнина Т.В. Современные системы отопления частных домов // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Мат-лы X Нац. конференции с международным участием. Саратов, 2020. С. 100-102.
3. Пчелинцев М.В., Федюнина Т.В., Саидов Ф.Ф. Энергосберегающие решения при проектировании систем отопления и вентиляции торговых центров // Основы рационального природопользования. Мат-лы конференции – Саратов, 2020. С. 185-187.
4. Спиридонова Е.В., Федюнина Т.В. Энергосбережение в системах отопления жилых зданий за счет уточнения теплопотерь // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Мат-лы X Нац. конференции с международным участием. Саратов, 2020. С. 219-223.
5. Быков М.А., Федюнина Т.В. Бесконтактные способы и средства измерения температуры // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Мат-лы X Нац. конференции с международным участием. Саратов, 2020. С. 67-69

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ ВНУТРЕННЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Инзиля Фидаилевна Салахова¹, Лилия Рахимзяновна Хисамеева²

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Казань, Россия

¹inzilya.salakhova@bk.ru, <https://orcid.org/000-0003-4899-7869>

²khisameeva_liliya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9873-4886>

Аннотация: Целью работы является рассмотрение современных энергоэффективных методов проектирования и эксплуатации систем водоснабжения высотных зданий для комфортного проживания в них людей.

Ключевые слова: высотные здания, водоснабжение, зонная система, насосная станция, коллекторная система, доочистка, энергоэффективность

Для цитирования: Салахова И.Ф., Хисамеева Л.Р. Современный подход к проектированию систем внутреннего водоснабжения высотных зданий// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.96-101.

Original article

MODERN APPROACH TO SYSTEM DESIGN INDOOR WATER SUPPLY OF HIGH-RISE BUILDINGS

Inzilya Fidailevna Salakhova¹, Liliya Rakhimzyanovna Khisameeva²

^{1,2} Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan, Russia

¹inzilya.salakhova@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4899-7869>

²khisameeva_liliya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9873-4886>

Abstract: The aim of the work is to consider modern energy-efficient methods for designing and operating water supply systems for high-rise buildings for comfortable living in them.

Key words: high-rise buildings, water supply, zone system, pumping station, collector system, post-treatment, energy efficiency

For citation: Salakhova I.F., Khisameeva L.R. Modern approach to the design of internal water supply systems of high-rise buildings// Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp.96-101.

Высотные здания являются объектами повышенного риска, значительно отличающимися от других типов зданий по требованиям к надежности, безопасности, ресурсосбережению систем водоснабжения и водоотведения [1, с 40]. Со строительством высотных зданий возникает вопрос: как подать воду питьевого качества, на самые высокие этажи, соблюдая напор и расход у потребителя, чтобы не возникали непроизводственные расходы.

Чтобы избежать присутствия трубопроводов с высоким давлением в жилых высотных зданиях применяется система зонирования водоснабжения. Зонные системы водоснабжения применяют в высотных зданиях высотой более 50 м, когда напор в сети превышает максимально допустимый (60 м для хозяйственно-питьевого водопровода и 90 м для противопожарного). Высотные здания делятся на зоны определенной высоты, разделенные техническими этажами. При проектировании системы водоснабжения высотного здания важной частью является необходимость устройства первой (нижней) зоны так, чтобы максимально использовать гарантийный напор городского водопровода.

Организация зонирования оказывает существенное влияние на требования, предъявляемые к насосам и на потребление ими электроэнергии.

Насосная станция для обеспечения стабильного давления в водопроводе – необходимый элемент системы водоснабжения. При зонировании систем водопровода подачу воды в каждую зону следует предусматривать самостоятельными повысительными насосными установками. Помещения для насосных станций (установок) систем водяного пожаротушения должны быть с отдельным выходом наружу или в лестничную клетку с выходом наружу [2, с.179].

Для снижения гидравлической неустойчивости работы внутренних сетей, когда температура воды резко изменяется при включении смесителей у соседей или в рядом расположенном помещении, целесообразно использовать коллекторную разводку. При коллекторной схеме квартирные трубопроводы являются тупиковым, не имеют общего участка (от стояка до прибора), что делает их работу независимой. Этажный коллекторный узел учета воды выполняет ряд функций: перекрытие потока рабочей среды в этажных и квартирных трубопроводах ХВС и ГВС; предварительная грубая очистка воды от механических примесей; равномерное поквартирное распределение потока воды в системах ХВС и ГВС; автоматическая регулировка давления воды с целью обеспечения устойчивой работы бытовых приборов у каждого из потребителей; поквартирный учет расхода воды. Схема поэтажного коллектора представлена на рисунке 1 [3, с.106].

Еще одной немаловажной проблемой остается возможность ухудшения качества воды в процессе ее транспортировки потребителю. Это может быть вызвано следующими причинами:

- остаточное содержание взвешенных веществ, микроскопических водорослей могут образовывать рыхлые отложения на стенках трубопроводов, которые периодически выносятся потоком воды и попадают потребителю;

- в стальных трубах при взаимодействии металла с водой образуются отложения или продукты коррозии в виде соединений железа, что вызывает

ухудшение качества воды по мутности, цветности, общему железу, в воде могут присутствовать кусочки ржавчины;

- при авариях, нарушении целостности труб, неисправности арматуры и неправильной эксплуатации водопроводной сети возможно загрязнение водопроводной воды, подмешивание горячей воды в холодную [4, с112].

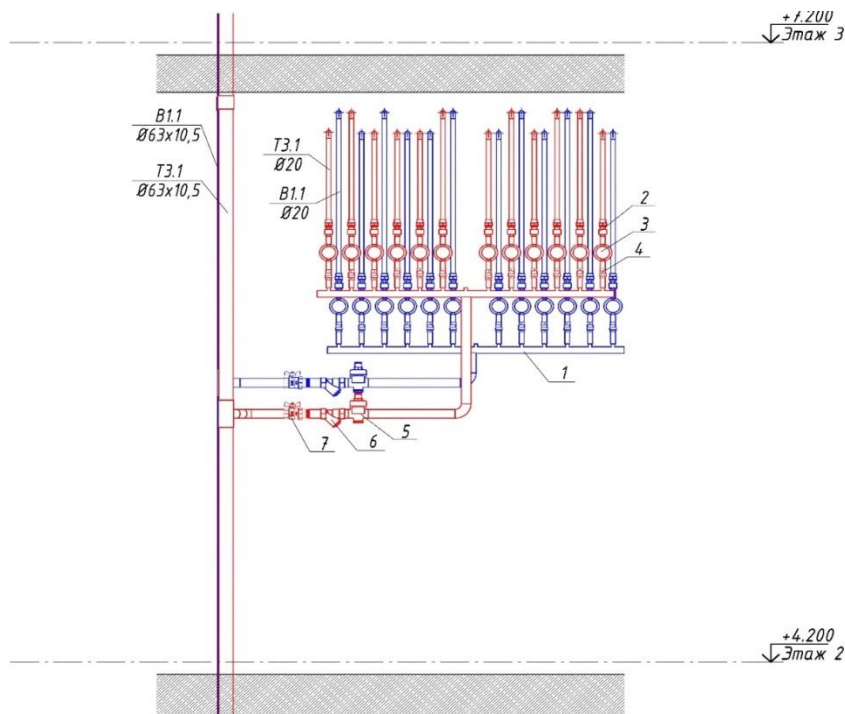


Рисунок 1 – Схема поэтажного коллектора

1 – поэтажный распределительный коллектор; 2 – клапан обратный, пружинный, муфтовый; 3 – крыльчатый счетчик с импульсным выходом; 4 – кран шаровый, служащий для прекращения подачи воды в отдельные квартиры; 5 – регулятор давления, для автоматического регулирования давления рабочей среды; 6 – сетчатый фильтр; 7 – кран шаровый, служащий для прекращения подачи воды во все квартиры, расположенные на данном этаже.

Поэтому в современных зданиях устраивают водоочистные устройства.

Целью доочистки водопроводной воды, во-первых, является улучшение ее потребительских качеств (умягчение, удаление привкусов и запахов) а во-вторых, - нейтрализация возможного ухудшения качества воды после ее нахождения в распределительной сети города.

Эффективным и простым методом удаления запахов, привкусов, побочных продуктов хлорирования и озонирования, тяжелых металлов, органических примесей антропогенного происхождения является сорбция. В бытовых фильтрах, устанавливаемых в каждой квартире, наиболее применяемым сорбентом является активированный уголь. Этот метод по своей универсальности, простоте, дешевизне остается практически незаменимым в домашних системах водоочистки. Установка бытовых фильтров в квартире имеет ряд технологических недостатков. Главный из них – потребитель не способен проконтролировать время замены фильтра, вследствие чего происходит залповый сброс задержанных примесей. Эффективность и безопасность применения сорбционных филь-

тров гарантируется главным образом своевременной заменой картриджа с сорбционной загрузкой.

В настоящее время мембранным методам отдается все большее предпочтение ввиду их простоты обслуживания. Преимущество мембран заключается, во-первых, в том, что они в одну ступень приготавливают воду высокого качества, а во-вторых не требует частого обслуживания и замены, как сорбционные фильтры. Так же защищают сантехнику и оборудование от продуктов коррозии стальных труб, окалины и взвешенных веществ. Принцип действия мембранных методов заключается в том, что вода, содержащая растворенные и нерастворенные примеси, продавливается через полупроницаемую перегородку (мембрану) под действием давления. Содержащиеся в воде примеси задерживаются на мембране и затем в виде концентрата сбрасываются в канализацию. Высокая степень очистки воды на мембранах обеспечивается благодаря малому размеру их пор [4,с113].

Жилой комплекс состоит из четырех корпусов, объединенных в подземной части автостоянкой, по адресу: г. Москва, ул. Кронштадтский, 14.

Корпуса 1 и 4 представляют собой многоэтажные жилые здания башенного типа, в каждом из которых на подземном располагаются технические помещения, внеквартирные хозяйственные кладовые, подземная автостоянка. На первом этаже здания располагаются встроенные помещения общественного назначения.

Исходя из принятых источников водоснабжения и требований, предъявляемых к качеству воды, проектируются следующие системы хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения: хозяйственно-питьевой водопровод холодной воды 1 зоны В1.1; хозяйственно-питьевой водопровод холодной воды 2 зоны В1.2; противопожарный водопровод 1 зоны В2.1; противопожарный водопровод 2 зоны В2.2; автоматическая система пожаротушения 1 зоны В21.1; автоматическая система пожаротушения 2 зоны В21.2; трубопровод горячей воды 1 зоны Т3.1; трубопровод горячей воды 2 зоны Т3.2; трубопровод горячей воды циркуляционный 1 зоны Т4.1; трубопровод горячей воды циркуляционный 2 зоны Т4.2 [2, с181].

Точки подключения к централизованным системам холодного водоснабжения на водопроводе диаметром $\varnothing=300$ мм, проходящему по Кронштадтскому бульвару и внутриквартальному проезду. Вода из наружной сети водопровода поступает в проектируемое помещение индивидуального теплового пункта, где устанавливается ультрафильтрационная мембранная установка и насосные станции хозяйственно-питьевого назначения. После насосов вода с требуемым расходом и напором подается на хозяйственно-питьевые нужды корпуса 1,4, первой очереди.

Проектом предусматривается размещение водоразборных стояков в нишах межквартирного коридора с подключением к ним поэтажных коллекторов, к которым присоединяются трубопроводы подачи холодной и горячей воды, проходящие в пространстве подшивного потолка. На присоединениях квартирных трубопроводов к коллекторам следует предусматривать запорную арматуру, обратные клапаны и приборы учета водопотребления. На присоединении кол-

лекторов к стоякам следует устанавливать запорную арматуру, фильтр и этажный регулятор давления [3, с207].

Ввод водопровода осуществляется в помещение расположенное в подземном этаже, двумя вводами хозяйственно – противопожарного водопровода диаметром Ø200 мм и рассчитан на пропуск хозяйственно-питьевого расхода здания и на автоматическое пожаротушение с внутренним противопожарным водопроводом. На вводе водопровода устанавливается водомерный узел со счетчиком и двумя обводными линиями с электрифицированными задвижками. Перед счетчиком устанавливается механический фильтр для питьевой воды.

Для обеспечения требуемым напором водопотребителей жилого дома запроектированы повысительные насосные установки с частотно- регулируемым электроприводом: насосная установка хозяйственно-питьевого водоснабжения 1 зоны марки АЛЬФА СПДс 3 15SV06 5,5 кВт КЧ 80 мм (2 рабочих, 1 резервный) с параметрами: $Q = 25,45$ м³/ч, $H = 74,6$ м, $N = 3 \times 5,5$ кВт; насосная установка хозяйственно-питьевого водоснабжения 2 зоны марки АЛЬФА СПДс 3 15SV10 11 кВт КЧ 80 мм (2 рабочих, 1 резервный) с параметрами: $Q = 25,20$ м³/ч, $H = 122,1$ м, $N = 3 \times 11,0$ кВт. Установки поставляются в комплекте с запорной арматурой, обратным клапаном, всасывающим и напорным коллекторами, гидробаком $V=25$ л, вентилем, манометром, шкафом управления.

Насосная установка систем хозяйственно-питьевого водоснабжения включается при падении давления на напорном коллекторе. При увеличении водоразбора вода забирается из мембранного бака. Когда давление падает до установленного значения пуска, первым запускается один насос, подключенный к внешнему частотному преобразователю (в шкафу). Если этот насос не может поддерживать давление, включается один (или два) насос без частотного преобразователя. Смена насосов осуществляется автоматически и зависит от нагрузки, наработки и технической неисправностей. При снижении потребления воды насосы будут отключаться один за другим, и последним отключится насос с частотным преобразователем. Функция частотного регулирования чередуется между насосами автоматически.

Внутренние магистральные системы хозяйственно-питьевого водопровода, прокладываемые в подземной части здания, монтируются из стальных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75* (до Ду50 включительно) и ГОСТ 10704-91 (Ду65 и более). Согласно специальным технологическим условиям, стояки хозяйственно-питьевого водопровода жилой части здания монтируются: холодное водоснабжение из полипропиленовых труб PN20, горячее водоснабжение из полипропиленовых труб (армированные стекловолокном) PN25. Главные стояки монтируются из стальных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75* (до Ду50 включительно) и ГОСТ 10704-91 (Ду65). Разводки труб под потолком внеквартирного коридора из стальных водогазопроводных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75* в негорючей теплоизоляции. Стояки хозяйственно-питьевого водопровода прокладываются в нишах с устройством лючков в местах установки арматуры. Для первой зоны применяется арматура PN16, для второй зоны на подземных этажах PN25, на надземных PN16. Монтаж систем водоснабжения

должен производиться в соответствии с СП 7313330.2016 «Внутренние санитарно-технические системы зданий».

Одним из важнейших аспектов проектирования и эксплуатации систем водоснабжения зданий является энергоресурсосбережение, т.е. снижение затрат на производство, передачу и потребление энергоресурсов и воды [2, с 181].

В целях экономии расходования воды предусматривается: снижение избыточного напора регуляторами давления; установка приборов учета воды; установка современной водоразборной и наполнительной арматуры, обеспечивающей сокращение расхода питьевой воды; применение эффективной теплоизоляции на трубопроводах горячей воды.

В целях экономии электроэнергии предусматривается: применение насосных установок с частотным регулированием электродвигателей; зонное водоснабжение в домах высотой 54м и выше.

Шумозащитные мероприятия: использование малошумного насосного оборудования; акустическая изоляция помещений насосных станций, установка на виброоснование насосных установок хозяйственно-питьевого водоснабжения; установка вибровставок на обвязке насосов; использование крепежных элементов трубопроводов с мягкими резиновыми прокладками; звукоизоляция трубопроводов в местах пересечения с перекрытиями и стенами [5].

В качестве выводов можно сказать, что предложенные в настоящей статье решения позволяют проектировать систему внутреннего водопровода высотных зданий с учетом современных тенденций по водосбережению, а также создавать комфортную среду для проживания на объектах высотного строительства.

Список источников

1. Сайриддинов С.Ш. Особенности проектирования и эксплуатации систем водоснабжения высотных зданий // Градостроительство и архитектура. 2017. Т.7, №2. С. 38-47. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.02.7.

2. Салахова И.Ф., Хисамеева Л.Р. Проектирование систем водоснабжения высотных зданий // Основы рационального природопользования: Материалы VII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021. 179-182 с.

3. Салахова И.Ф., Хисамеева Л.Р. Особенности проектирования коллекторной разводки высотных зданий // 6-я международная научно – практическая конференция «Проектирование и строительство» – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. 206-209 с.

4. Салахова И.Ф., Хисамеева Л.Р. Доочистка хозяйственно – питьевой воды в современных зданиях // Всероссийской студенческой научно-практической конференции «Эффективные технологии в области водоподготовки и очистки в системах водоснабжения и водоотведения» – Волгоград: ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 2022. 112-1114 с.

5. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01–85*. Введ. 01.01.2016. – М: Минрегион России, 2016. – 68с.

© Салахова И.Ф., Хисамеева Л.Р., 2022

ВОЗМОЖНОСТЬ ИНТЕНСИФИКАЦИИ МИКРОВОЛНОВОЙ СУШКИ ЗЕРНА С СОХРАНЕНИЕМ ЦЕЛОСТНОСТИ

Дмитрий Валерьевич Сивицкий

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.
г.Саратов, Россия, sivitkiy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5999-6995>

Аннотация. Представлены результаты аналитических исследований возможности интенсификации тепломассообменных процессов при микроволновой сушке зерна. Определены граничные условия тепломассообмена, позволяющие сохранить качество высушиваемого зерна, влияние режимов сушки на качество сушки и возможности повышения производительности сушильных установок без снижения качества материала.

Ключевые слова: микроволновая сушка, электрическая сушка, сушка зерна, растрескивание зерна при сушке, граничные условия микроволновой сушки

Для цитирования: Сивицкий Д.В. Возможность интенсификации микроволновой сушки зерна с сохранением целостности // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.102-104.

Original article

POSSIBILITY OF INTENSIFICATION OF MICROWAVE DRYING OF GRAIN WITH PRESERVATION OF INTEGRITY

Dmitiry Valerevich Sivitskiy

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia, sivitkiy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5999-6995>

Annotation. The results of analytical studies of the possibility of intensification of heat and mass transfer processes during microwave drying of grain are presented. The boundary conditions of heat and mass transfer are determined, allowing to preserve the quality of the dried grain, the influence of drying modes on the drying quality and the possibility of increasing the productivity of drying plants without reducing the quality of the material.

Keywords: Microwave drying, electric drying, grain drying, grain cracking during drying, boundary conditions of microwave drying

For citation: Sivitsky D.V. The possibility of intensification of microwave grain drying with preservation of integrity // Modern problems and prospects of develop-

ment of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp.102-104.

Технология сушки приобретает особое значение в естественных зонах возделывания с повышенной влажностью, где именно сушка считается более проблематичным звеном в послеуборочной обработке зерна. Сушка зерна – это важный завершающий обработку зерна технологический этап, при котором сырьё доводится до кондиционной влажности, которая для зерновых культур не должна превышать 14% [1].

Важно, чтобы технология сушки зерна обеспечивала минимальный расход топлива, минимальное травмирование зерна, а также гарантировала правильный режим сушки, который позволит получить физиологическое дозревание и улучшение качества зерна.

В настоящее время при наличии большого количества зерносушилок, а также разнообразия их видов отмечается нерациональное их использование. В результате чего расход топлива становится выше, а производительность зерносушилок ниже паспортных значений. Для того чтобы гарантировать высокое качество сушки, необходимо не только умелое эксплуатирование и бесперебойность работы зерносушильной техники, но и применение правильно подобранных режимов сушки, обеспечивающих высокую производительность установок, сохранение качества и лежкости зерна [2].

Микроволновая сушка отличается экологичностью и высокой эффективностью, однако режимы изучены мало и требуют эмпирического обоснования.

При исследованиях процессов сушки зерна в качестве факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на процесс сушки, принимаются температура зерна и интенсивность микроволнового излучения. 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 [3].

Качество зерна после сушки зависит, с одной стороны, от предельной температуры зерна, которая ограничивается пищевыми свойствами зерна и не должна превышать 60 °С [4], с другой стороны от перепада влажности между поверхностью и центром зерновки, избыточная величина которой приводит к появлению трещин на поверхности зерна. При сушке зерна происходит разрушение его структуры вследствие развития в зерне объемно-напряженного состояния, обусловленного неравномерным распределением влаги по частям зерна и разной скоростью ее удаления, и как следствие образование микротрещин зерновки. В свою очередь, появление трещин на поверхности зерновки приводит к ухудшению лежкости зерна [5].

Неоспоримым достоинством микроволновой сушки является противоположность градиентов влажности и температуры в зерновке. Такая противоположность градиентов способствует снижению внутренних напряжений, приво-

дящих к растрескиванию зерновки и требует переопределения режимов сушки с целью определения таких параметров сушильного агента, при которых будет наблюдаться наибольшая интенсивность процесса сушки, но при этом, сохраняться как целостность зерновки, так и ее пищевая ценность.

Таким образом применение микроволновой сушки с высокоинтенсивным процессом теплообмена в процессе сушки требует дальнейших математических и практических исследований.

Список источников

1. Инструкция по сушке продовольственного, кормового зерна, маслосемян и эксплуатации зерносушилок: приказ Министерства хлебопродуктов СССР от 26 марта 1982г. №9-3-82. – 33 с.
2. Пунков, С.П., Стародубцева А.И. // Хранение зерна, элеваторно-складское хозяйство и зерносушение: учебник, – 2-е изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1990. – 331 с.
3. Баум, А.Е., Резчиков В.А. // Сушка зерна: учеб. для вузов, – М.: Колос, 1983. – 223 с.
4. Лыков, А.В. // Теория сушки: учебник для вузов. – М.: Энергия, 1968. - 124 с.
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. ISSN 1815-4972.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

Елена Владимировна Спиридонова¹, Татьяна Васильевна Федюнина²

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

¹spiritlena77@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-7087-3398>

²t.fediunina2010@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7676-1840>

Аннотация. В статье приводится проектное решение солнечного коллектора для использования в системах теплоснабжения зданий.

Ключевые слова: теплоснабжение; солнечный коллектор; энергия; проектные решения; горячее водоснабжение; аккумулятор теплоты.

Для цитирования: Спиридонова Е.В., Федюнина Т.В. использование систем солнечных коллекторов для теплоснабжения зданий // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.105-112.

Original article

USE OF SOLAR COLLECTOR SYSTEMS FOR HEAT SUPPLY OF BUILDINGS

Elena Vladimirovna Spiridonova¹, Tatiana Vasilyevna Fedyunina²

^{1,2} Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹spiritlena77@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-7087-3398>

²t.fediunina2010@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7676-1840>

Annotation. The article presents a design solution of a solar collector for use in building heat supply systems.

Keywords: heat supply; solar collector; energy; design solutions; hot water supply; heat accumulator

For citation: Spiridonova E.V., Fedyunina T.V. The use of solar collector systems for heat supply of buildings // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by S.M. Bakirov – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp.105-112.

Основной проблемой при выборе проектных решений солнечных коллекторов для использования в системах теплоснабжения является то, что поступ-

ление солнечной радиации на поверхность солнечных коллекторов является резко переменной величиной.

Дневное количество солнечной энергии, поступающей в июне, на территории Российской Федерации в 5-10 раз (в зависимости от района) превышает поступление ее в декабре. В средней полосе на 1 м² горизонтальной поверхности приходится 950-1050 кВт ч/год солнечной энергии, причем полезно может быть использовано 20-45% этой энергии. В районах с умеренным и холодным климатом в настоящее время наиболее целесообразно использовать солнечную энергию для горячего водоснабжения сезонных потребителей.

Основной задачей теплового расчета солнечного коллектора является определение его теплопроизводительности, площади, объема теплового аккумулятора, выбор массового расхода теплоносителя в коллекторе и оптимальной ориентации коллектора. Исходные данные включают: характеристики климата для места расположения солнечного коллектора (среднемесячное дневное количество суммарной E и диффузной E_D солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность в течение года, температура наружного воздуха t_g , принимаемые по СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология»), характеристики коллектора солнечной энергии (эффективный оптический КПД η_o и коэффициент тепловых потерь k_k , геометрические размеры модуля, вид тепловой нагрузки отопления, суточное потребление горячей воды и температуры холодной и горячей воды, характеристики аккумулятора теплоты (удельный объем, коэффициент теплопотерь, наличие температурной стратификации).

При расчете систем солнечных коллекторов теплоснабжения необходимо определить располагаемое количество солнечной энергии, тепловую нагрузку отопления и горячего водоснабжения и теплопроизводительность солнечного коллектора.

Обычно солнечная система теплоснабжения включает коллектор солнечной энергии, состоящий из ряда модулей, соединенных между собой по параллельно-последовательной схеме, аккумулятор теплоты, насос или вентилятор для подачи теплоносителя, топливный дублер, систему распределительных трубопроводов и комплекс устройств для управления системой. Располагаемое количество солнечной энергии, Дж/(м²·мес), поступающей на поверхность коллектора, установленного под определенным углом β к горизонтальной плоскости, можно определить по формуле

$$E_k = ER, \quad (1.1)$$

где E – количество солнечной энергии, поступающее на горизонтальную плоскость, Дж/(м²·мес); R – коэффициент пересчета.

Среднемесячная величина коэффициента пересчета солнечной энергии с горизонтальной на наклонную поверхность определяется по формуле

$$R = \left(1 - \frac{E_D}{E}\right) R_{II} + \frac{E_D}{E} \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho \frac{1 - \cos \beta}{2}, \quad (1.2)$$

где E и E_D – месячное поступление суммарной и диффузной солнечной энергии на горизонтальную плоскость, Дж/(м² мес), принимается по Справочнику по климату; R_{II} – коэффициент пересчета прямой солнечной радиации с

горизонтальной плоскости на наклонную; β – угол наклона коллектора к горизонтальной плоскости; ρ – альbedo (отражательная способность) поверхности Земли, принимаемое равным 0,2 для лета и 0,7 для зимы.

Коэффициент пересчета прямой солнечной радиации рассчитывается по формуле

$$R_{II} = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cos \delta \sin \omega_{3,n} + \frac{\pi}{180} \omega_{3,n} \sin(\varphi - \beta) \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta \sin \omega_3 + \frac{\pi}{180} \omega_3 \sin \varphi \sin \delta}, \quad (1.3)$$

где φ – широта местности, град; δ – склонение Солнца, град; ω_3 и $\omega_{3,n}$ – часовой угол захода Солнца на горизонтальной и наклонной поверхности, град;
 $\omega_3 = \arccos(-\operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}\delta)$. (1.4)

Величина $\omega_{3,n}$ принимается меньшей из двух значений – первое равно ω_3 , а второе определяется по формуле

$$\omega_{3,n} = \arccos(-\operatorname{tg}(\varphi - \beta) \operatorname{tg}\delta). \quad (1.5)$$

Расчет тепловой нагрузки теплоснабжения выполняется для каждого месяца в том случае, когда солнечная система предназначена для отопления, и для периода эксплуатации – для установок горячего водоснабжения. Расход теплоты, Дж/мес, на отопление может быть определен по формуле

$$Q_o = k_{об} V_{зд} (t_g - t_n) n_c, \quad (1.6)$$

где $k_{об}$ – приведенный объемный коэффициент теплопотерь здания, Вт/(м³ °C); $V_{зд}$ – объем отапливаемых помещений здания, м³; t_g и t_n – температура внутреннего и наружного воздуха, °C; n_c – число секунд в месяце.

Расчет максимальных тепловых потоков на отопление по СП 124.13330.2012. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003"» для солнечных систем не требуется, так как здания, оборудуемые системами солнечных коллекторов, должны иметь улучшенную теплоизоляцию, кроме того, требуется расход теплоты в каждый месяц отопительного периода.

Расход теплоты, Дж/мес, на горячее водоснабжение определяется по формуле

$$Q_{г.в.} = G_g n_{жс} c 10^3 (t_2 - t_x) n_d, \quad (1.7)$$

где G_g – суточный расход горячей воды на 1 человека (по нормам), л/(чел сут); $c_p = 4,19$ кДж/(кг °C) – удельная теплоемкость воды; t_2 и t_x – температуры горячей и холодной воды, °C; n_d – число дней в месяце; $n_{жс}$ – число жителей.

Суммарный расход теплоты, Дж/мес, на отопление и горячее водоснабжение в данном месяце равен:

$$Q_n = Q_o + Q_{г.в.} \quad (1.8)$$

В основе расчета теплопроизводительности солнечного коллектора заложены уравнения, позволяющие рассчитать мгновенную тепловую производительность коллектора солнечной энергии и температуру среды в аккумуляторе теплоты. Теплопроизводительность коллектора, Вт,

$$Q_k = A \eta_k I_k = A F_R [\eta'_o k_i I_k - k_k (t_{к1} - t_n)], \quad (1.9)$$

где Q_k – мгновенная производительность коллектора, Вт; A – площадь поверхности коллектора, м²; F_R – коэффициент отвода теплоты из коллектора; η_k – КПД коллектора; I_k – интенсивность солнечной радиации, поступающей на поверхность коллектора; η'_o – оптический КПД коллектора при падении сол-

нечных лучей по нормали к его поверхности; k_i – коэффициент, учитывающий влияние угла падения солнечных лучей на оптический КПД; k_k – коэффициент теплопотерь коллектора, Вт/(м² К); $t_{к1}$ – температура теплоносителя на входе в коллектор, °С; t_n – температура наружного воздуха, °С.

По уравнению (1.9) можно рассчитать мгновенную или часовую теплопроизводительность солнечного коллектора. Следует отметить, что коллектор дает полезную энергию только при условии, если интенсивность потока солнечной энергии, поступающей на его поверхность, превышает пороговый уровень, Вт/м²:

$$I_{nop} = \frac{t_k}{\eta'_o k_i} (t_{к1} - t_n). \quad (1.10)$$

Величина I_{nop} определяется характеристиками коллектора и температурой теплоносителя на входе в него. Чем выше эффективность коллектора, т.е. чем выше оптический КПД и ниже коэффициент теплопотерь коллектора, тем при более низком значении интенсивности поступающего потока солнечной радиации коллектор дает полезную энергию. Это практически достигается путем применения двухслойного остекления плоского коллектора вместо одинарного селективного покрытия лучепоглощающей поверхности коллектора, использования вакуумированных коллекторов.

Температура среды в аккумуляторе теплоты в конце данного часа определяется по уравнению

$$M_a c_a T'_a = M_a c_a T_a + Q_k - Q_n - Q_a, \quad (1.11)$$

где M_a – масса теплоаккумулирующей среды, кг; c_a – удельная изобарная теплоемкость среды, Вт ч/(кг °С); T_a и T'_a – температура среды в конце предыдущего и данного часа, °С; Q_k – часовая производительность коллектора, Вт-ч; Q_n – часовая нагрузка теплоснабжения, Вт ч; Q_a – теплопотери аккумулятора теплоты, Вт ч.

Для расчета системы необходимо знать ее теплопроизводительность за длительный период (месяц, сезон, год). Трудность заключается в том, что температура теплоносителя на входе в коллектор не является постоянной величиной, а зависит от характеристик системы и внешней среды. Если принять ее постоянной для данного месяца, то месячная теплопроизводительность коллектора, Вт-ч, может быть рассчитана по формуле

$$Q = AF_R \eta_o E_{cp} n_d \left(1 - \frac{I_{nop}}{0,178 E_{cp}} \right). \quad (1.12)$$

где η_o – среднемесячная величина оптического КПД коллектора; E_{cp} – среднемесячное количество солнечной энергии, поступающей на поверхность коллектора, Вт ч/(м² день); n_d – число дней в месяце.

Суммируя месячные значения, получим годовую теплопроизводительность коллектора.

Следует отметить, что не вся энергия, производимая коллектором, может быть полезно использована потребителем. Теплопроизводительность системы солнечных коллекторов меньше теплопроизводительности коллектора на величину тепловых потерь соединительных трубопроводов, которые могут иметь значительную длину в больших массивах коллекторов, тепловых потерь аккумуля-

мулятора теплоты и неиспользуемого избыточного количества теплоты, которое зависит от соотношения площади поверхности коллектора, объема аккумулятора теплоты, тепловой нагрузки и располагаемого количества солнечной энергии.

При проектировании систем теплоснабжения с использованием солнечной энергии следует исходить из того, что за счет солнечной энергии экономически целесообразно покрывать только определенную долю годовой тепловой нагрузки, как правило, не более 50%, а остальную нагрузку должен обеспечивать дополнительный (резервный) источник энергии – котельная или теплосеть. Месячная доля солнечной энергии в покрытии тепловой нагрузки или месячная степень замещения топлива определяется следующим образом:

$$f_m = \frac{Q_c^m}{Q_n^m} = 1 - \frac{Q_d^m}{Q_n^m}, \quad (1.13)$$

где Q_c^m – месячное количество теплоты, отпускаемой потребителям системой солнечных коллекторов, Вт ч; Q_n^m – месячная тепловая нагрузка отопления и горячего водоснабжения, Вт ч; Q_d^m – месячное количество теплоты, отпускаемой дополнительным источником теплоснабжения потребителям, Вт ч.

Аналогично получим годовую степень замещения топлива солнечной энергией.

Учитывая, что системы солнечных коллекторов требуют больших капиталовложений, недопустимо проектировать системы с завышенными по сравнению с оптимальными размерами коллектора и аккумулятора. Площадь поверхности коллектора должна быть выбрана таким образом, чтобы весь избыток полезной теплоты, даваемой коллектором и не используемый потребителем, мог быть передан в аккумулятор теплоты и использован по требованию потребителя. Если коллектор выбран из расчета отсутствия избытка полезной теплоты, то при этом его удельная теплопроизводительность, Вт ч/(м² год), будет максимальной, однако такая система солнечных коллекторов будет характеризоваться низкой долей солнечной энергии в обеспечении нагрузки. Если система солнечных коллекторов используется совместно с тепловой сетью, то следует выбирать такую площадь поверхности коллектора, чтобы возникающий избыток тепловой энергии мог быть аккумулирован самой тепловой сетью. При этом удельная тепловая производительность системы солнечных коллекторов будет ниже, чем в первом случае, а степень замещения топлива, напротив – выше.

В районах с годовым поступлением 1000-1050 кВт-ч/(м² год) солнечной энергии можно получить в системах солнечных коллекторов горячего водоснабжения до 350, 425 и 550 кВт ч/(м² год) полезной теплоты при применении соответственно плоского неселективного, селективного и вакуумированного стеклянного трубчатого коллекторов. При весьма низких температурах теплоносителя удельная теплопроизводительность системы с плоским неселективным коллектором может достигать 500 кВт ч/(м² год). В то же время системы солнечных коллекторов отопления в тех же условиях и с плоским коллектором дают 250 кВт ч/м² полезной теплоты в год.

В летний период КПД котлов невысок, поэтому их целесообразно отключать, а горячее водоснабжение жилых домов обеспечивать за счет солнечной

энергии. При этом каждый 1 кВт·ч солнечной теплоты экономит до 3-5 кВт·ч теплоты от котлов. В отопительный период установку солнечных коллекторов следует использовать для предварительного подогрева воды перед котлами.

При проектировании системы теплоснабжения с использованием системы солнечных коллекторов необходимо обеспечить высокий коэффициент использования солнечной установки, оптимальную величину степени замещения (без неиспользуемого избытка полезной энергии или с невысокой его величиной), надежность солнечной установки и ее элементов при эксплуатации, низкую стоимость и экономическую эффективность, а также ее конкурентоспособность с традиционными источниками теплоснабжения. Как правило, эти требования не могут быть выполнены одновременно и поэтому следует искать компромиссные решения, стремясь к максимально возможной в данных условиях экономической эффективности. Однако следует принимать во внимание, что солнечные установки не только обеспечивают экономию традиционных топливно-энергетических ресурсов вследствие замещения их солнечной энергией, но также снижают загрязнение окружающей среды, поскольку являются источником экологически чистой энергии.

Для предварительного расчета систем теплоснабжения с использованием солнечной энергии может быть рекомендован метод, основанный на зависимости степени замещения / от безразмерного параметра $\Theta = E_k \frac{A}{Q_n}$ (рис 1.1). При построении этих зависимостей принята базовая система с плоским коллектором солнечной энергии с двухслойным остеклением, имеющим отношение $\frac{k_k}{\eta_o} = 6,3$ Вт/(м² К), оптимальный угол наклона к горизонту и южную ориентацию, а также с удельным объемом водяного аккумулятора теплоты 0,05 м³/м². В случае применения других типов коллекторов расчет должен быть скорректирован.

В качестве расчетного периода принимается один месяц для систем отопления, один год для систем горячего водоснабжения круглогодичного действия (или летний сезон для сезонных установок). Соответственно определяют количество солнечной энергии E_k , поступающей на поверхность коллектора, и тепловую нагрузку Q_n для указанных периодов. Для систем солнечных коллекторов отопления и горячего водоснабжения пользоваться данной графической зависимостью можно только на месячной основе. Коэффициент пересчета количества солнечной энергии с горизонтальной плоскости (табличные значения) на наклонную поверхность коллектора можно ориентировочно принимать для коллектора с оптимальным углом наклона, равным 1,4 для солнечной системы коллекторов отопления (угол наклона коллектора к горизонту β_{opt} равен широте местности φ плюс 15°), 1,05 для сезонных установок горячего водоснабжения ($\beta_{opt} = \varphi - 15^\circ$) и 1,1 для систем круглогодичного действия ($\beta_{opt} = \varphi$).

С помощью зависимостей, приведенных на рис. 1.1, можно решать две задачи: 1) определение площади поверхности коллектора, обеспечивающей заданную степень замещения f ; 2) определение годового значения степени замещения $f_{год}$ при заданной площади поверхности коллектора A .

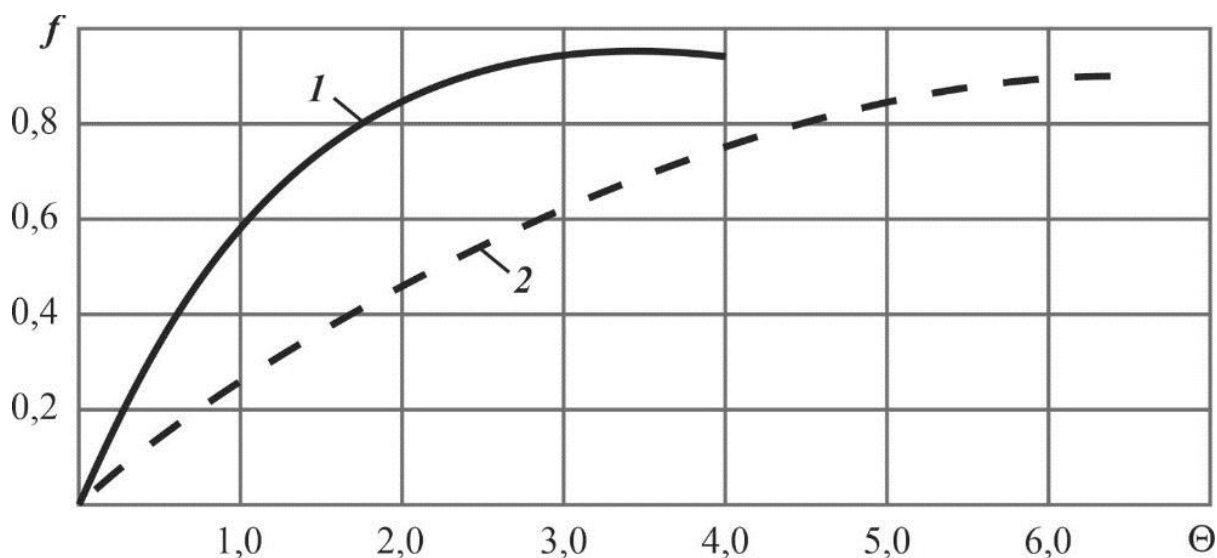


Рисунок 1.1 - Диаграмма для расчета солнечных водонагревательных установок (1) и солнечных установок теплоснабжения (2).

Последовательность решения второй задачи: для расчетного периода (год, сезон, месяц) определяют Q_n и E_k , рассчитывают параметр θ и по графику находят степень замещения f . Затем рассчитывают годовые (месячные) значения количества энергии, даваемой солнечной установкой Q^c и дополнительным источником энергии (ДИЭ):

$$Q_{\text{диз}} = (1 - f)Q_k.$$

Площадь поверхности коллектора, м^2 , необходимая для обеспечения заданной степени замещения, определяется по формуле

$$A = \theta \frac{Q_k}{E_k}. \quad (1.14)$$

При этом величину θ определяют по существующему графику.

Список источников

1. Наумова О.В., Чесноков Б.П. Повышение энергоэффективной инженерных систем отопления, вентиляции и теплоснабжения. Основы проектирования и расчета / Саратов, 2015.

1. 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.

2. 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.

3. Спиридонова Е.В., Федюнина Т.В. Энергосбережение в системах отопления жилых зданий за счет уточнения теплопотерь. В сборнике: Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы X Национальной конференции с международным участием. Саратов, 2020. С. 219-223.

4. Спиридонова Е.В., Федюнина Т.В. Техничко-экономическое обоснование проектных решений системы теплоснабжения В сборнике: Основы рационального природопользования. Материалы VI Национальной конференции с международным участием. Саратов, 2020. С. 193-197.

5. Адаричев Д.В., Федюнина Т.В. Актуальность использования вакуумных солнечных коллекторов // Актуальные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: мат-лы VII очной Межд.научно-практ.конф-ции. – Саратов, 2018. С.26-29.

ОРГАНИЗАЦИЯ НОВОЙ СИСТЕМЫ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ БЛАГОВЕЩЕНСКОГО АРМАТУРНОГО ЗАВОДА

Эльвина Ильгизовна Султанова¹, Аида Ханифовна Низамова², Александр Сергеевич Селюгин³

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г.Казань, Россия

¹elvinka1810@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0788-9984>

²nizamova_a_h@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9934-429X>

³sa.789@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2427-3698>

Аннотация. Обратное водоснабжение – передовое направление развития водоснабжения производственных предприятий. Применение оборотных циклов дает возможность использовать воду повторно после необходимой очистки, что резко сокращает объемы потребляемой воды предприятием. Формирование оборотного водоснабжения в производственных процессах позволяет повысить экономические характеристики работы предприятий, а также минимизировать негативную нагрузку на окружающую среду.

Ключевые слова: вода, водопользование, обратное водоснабжение, оборотные циклы, металлургическая промышленность, арматурный завод, градирни

Для цитирования: Султанова Э.И., Низамова А.Х., Селюгин А.С. Организация новой системы оборотного водоснабжения Благовещенского Арматурного Завода // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.113-116.

Original article

ORGANIZATION OF A NEW WATER RECYCLING SYSTEM FOR THE BLAGOVESHCHENSK VALVE PLANT

Elvina Ilgizovna Sultanova¹, Aida Khanifovna Nizamova², Alexander Sergeevich Selyugin³

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г.Казань, Россия

¹elvinka1810@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0788-9984>

²nizamova_a_h@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9934-429X>

³sa.789@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2427-3698>

Annotation. Recycled water supply is an advanced direction in the development of water supply for industrial enterprises. The use of recycling cycles makes it possible to reuse water after the necessary treatment, which drastically reduces the amount of water consumed by the enterprise. The formation of circulating water supply in production processes can improve the economic performance of enterprises, as well as minimize the negative impact on the environment.

Keywords: water, water use, circulating water supply, circulating cycles, metallurgical industry, valve plant, cooling towers

For citation: Sultanova E.I, Nizamova A.H., Selugin A.S. Organization of a new water recycling system for the Blagoveshchensk Valve Plant // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State University, 2022

Вода играет важную роль в металлургической промышленности. Она используется во многих технологических процессах для охлаждения металлургических печей и конденсации пара, охлаждения производимой продукции, в качестве поглощающей и транспортирующей среды в сложных процессах обогащения сырья и топлива, а также при уборке окалины от прокатных станов, для охлаждения и очистки газов и других целей [1]. Применение воды для процессов охлаждения имеет масштабы, во многом превосходящие масштабы всех остальных видов потребления воды. Металлургическую отрасль принято считать главным потребителем воды в промышленности, она потребляет около 30% воды используемой в промышленности [2].

Для оборотного водоснабжения металлургической промышленности нет готовых типовых решений. В каждом отдельном случае приходится рассматривать все особенности производства, технологические процессы, происходящие на предприятии, производственные мощности, степень загрязнения вод и много других факторов. И только после подробного анализа можно приступать к проектированию системы и подбору оборудования установки системы оборотного водоснабжения.

Оборотная система технического водоснабжения характеризуется многократным использованием циркуляционной воды с охлаждением ее в охладителях различного типа и с восполнением потерь воды в системе.

По типам применяемых охладителей оборотные системы классифицируются на: оборотные системы с водоемами-охладителями; градирнями-охладителями различных типов; брызгальными бассейнами [3].

По количеству последовательно соединенных контуров охлаждения схемы оборотного водоснабжения делятся на одно-, двухконтурные и т.д. [3].

Системы, состоящие из одного контура, применяются: при постоянном расходе воды в системе; при отсутствии разрыва струи воды на выходе из технологического оборудования; при наличии технической возможности применяемого оборудования (градирни, чиллеры) отвести выделенное тепло; для технологического оборудования, из которого вода выходит с температурой ниже 45°C. В состав двухконтурной системы оборотного водоснабжения входят два

контур, которые не зависят друг от друга: рабочий и охлаждения. Такую систему применяют: при не постоянном расходе воды в рабочем контуре; при наличии разрыва струи на выходе из технологического оборудования. Для технологического оборудования, из которого вода выходит с температурой выше 45°C , или при разности температур входа-выхода воды более 12°C необходимо использовать двухконтурную схему [4].

Основные типы применяемых градирен разделяются по методу создания потока охлаждающего воздуха: атмосферные, башенные с естественной тягой, вентиляторные с принудительной тягой или наддувом, эжекционные [3].

На арматурном заводе в г.Благовещенск в цикле охлаждения производственного водоснабжения осуществлялась централизованная система оборотного водоснабжения. Согласно требованиям технического задания, предъявленным к организации новой системы оборотного водоснабжения предназначенного для охлаждения оборудования, была принята децентрализация системы с применением локальных оборотных циклов «вентиляторных градирен». Градирни размещены в непосредственной близости к оборудованию. Водоснабжение производится по одноконтурной замкнутой схеме с непрерывной подпиткой систем хозяйственно-питьевой водой из централизованной городской сети.

Рассмотрим принцип работы одной из пяти независимых подсистем оборотного водоснабжения завода.

Предусмотрена разработка новой подсистемы оборотного водоснабжения кузнечно-прессового цеха, в котором осуществляется охлаждение оборудования:

1. Электродвигателей индукционных канальных для плавки латуни;
2. Установок электрошлакового переплава предназначенных для получения расплавов из стали и цветных металлов, расплавления флюса и изготовления отливок методом электрошлакового переплава.

Требования к системе водяного охлаждения:

- расход охлаждающей воды: $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ – для электродвигателя для переплавки латуни; $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ – для установки электрошлакового переплава;
- температура охлаждающей воды: не более $- 30^{\circ}\text{C}$;
- предполагаемый нагрев воды: 10°C – для электродвигателя для переплавки латуни, не более 40°C – для установки электрошлакового переплава;
- давление в системе охлаждения: в пределах $4-6 \text{ кг}/\text{см}^2$ – для электродвигателя для переплавки латуни, $2,5 \text{ кг}/\text{см}^2$ – для установки электрошлакового переплава.

Хозяйственно-питьевая вода из городской сети с давлением $0,2 \div 0,3 \text{ МПа}$ поступает по байпасной линии минуя регулирующий клапан в регулируемую емкость. Емкость оснащена сигнализатором верхнего и нижнего уровня с блокировками по предельному нижнему 10% и верхнему 90% уровню, датчиком-регулятором температуры с сигнализацией по верхнему значению температуры 30°C , датчиком давления.

При достижении уровня в емкости 50% , включается центробежный насос, который осуществляет непрерывную циркуляцию оборотной воды в системе. Насосы оснащены датчиками давления на всасывающей линии, датчиками дав-

ления и температуры, а также манометрами, установленными на линии нагнетания.

Далее обратная вода с температурой не выше 30°C и давлением не выше 0,6 МПа поступает в коллектор обратной воды и затем, пройдя фильтры тонкой очистки, подается на охлаждение обслуживаемого оборудования. Контролирование расхода обратной воды осуществляется датчиком расхода.

Фильтры тонкой очистки оборудованы датчиками-сигнализаторами перепада давления, срабатывание сигнализации которых происходит при перепаде давления 0,15 МПа.

После охлаждения оборудования поток обратной воды с температурой 40 ÷ 45°C поступает в коллектор обратной воды и направляется на охлаждение в вентиляционную градирню, в которой охлаждение осуществляется за счет контакта воды с направленным потоком атмосферного воздуха и ее частичного испарения при ее стекании по оросителю тонкими пленками. Регулирование температуры воды осуществляется путем увеличения или уменьшения скорости вращения вентилятора градирни.

Охлажденная вода из градирни самотеком поступает в емкость за счет геодезической разницы уровней. Подпитка системы хозяйственно-питьевой водой осуществляется по показанию датчика расхода при помощи регулирующего клапана.

Применение систем охлаждения оборотного водоснабжения в промышленности позволяет добиться снижения негативного воздействия на окружающую среду, уменьшить водопотребление, повысить энергоэффективность и экономичность промышленного предприятия.

Список источников

1. Аксенов В.И., Аксенов В.И., Щеклеин С.Е., Подберезный В.Л. и др. Водное хозяйство промышленных предприятий: справочное издание. Книга 4. / под ред. В.И. Аксенова. М.: Теплотехник, 2007, 239с.

2. Свиридова Т.В., Шайхина С.У., Кутляхметова З.М., Пелагеина А.А. Природоохранная деятельность металлургических предприятий // Теория и технология металлургического производства. 2012. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/prirodoohrannaya-deyatelnost-metallurgicheskikh-predpriyatij>

3. ИТС 20-2016 Промышленные системы охлаждения // Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям: утвержден Росстандарт от 01.02.2017г.: дата введения 2017-07-01. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293748/4293748600.htm>

4. Низамова А.Х., Урмитова Н.С., Абитов Р.Н. Модернизация системы оборотного водоснабжения // Сборник трудов X Специализированной выставки и Конгресса «Чистая вода. Казань», 17 – 19 октября 2019 г. 2019. Режим доступа: <http://xn--80adbcdebw5a3aebpn5e.xn--p1ai/CW2019.pdf>

© Султанова Э.И., Низамова А.Х., Селюгин А.С., 2022

Научная статья
УДК 697.1

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ АУДИТОРИЙ

Юрий Евгеньевич Трушин

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г.Саратов, Россия, yura.truschin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4240-7955>

Аннотация. Приведены результаты экспертизы эффективности работы системы отопления лекционных аудиторий.

Ключевые слова: Микроклимат. Система отопления.

Для цитирования: Трушин Ю.Е. Результаты исследования системы отопления лекционных аудиторий / Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова - Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.117-123.

Original article

THE RESULTS OF THE STUDY OF THE HEATING SYSTEM OF LECTURE HALLS

Yuri Evgenievich Trushin

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia,
yura.truschin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4240-7955>

Annotation. The results of the examination of the efficiency of the heating system of lecture halls are presented.

Keywords: Microclimate. Heating system.

For citation: Trushin Yu.E. Results of the study of the heating system of lecture halls / Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Edited by S.M. Bakirov - Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.117-123.

Цель проведенного исследования заключалась в выявлении причин неблагоприятных параметров микроклимата в лекционной аудитории.

Для решения проблемы были проведен поверочный расчет отопления, выполнено исследование функционирования системы отопления, проведен контроль утечек тепла здания, разработаны мероприятия по улучшению параметров микроклимата лекционного помещения.

Исходные данные

Объект представляет собой 5-этажное кирпичное здание Г-образной формы. Строительный объем здания 52000 м^3 , высота 22,30 м, ширина -15,04 м, длина крыльев 100 м и 74,8м. Общая площадь 16527 м^2 , полезная площадь 11805 м^2 (рисунок 1, 2).



Рисунок 1 - Фото западного фасада здания

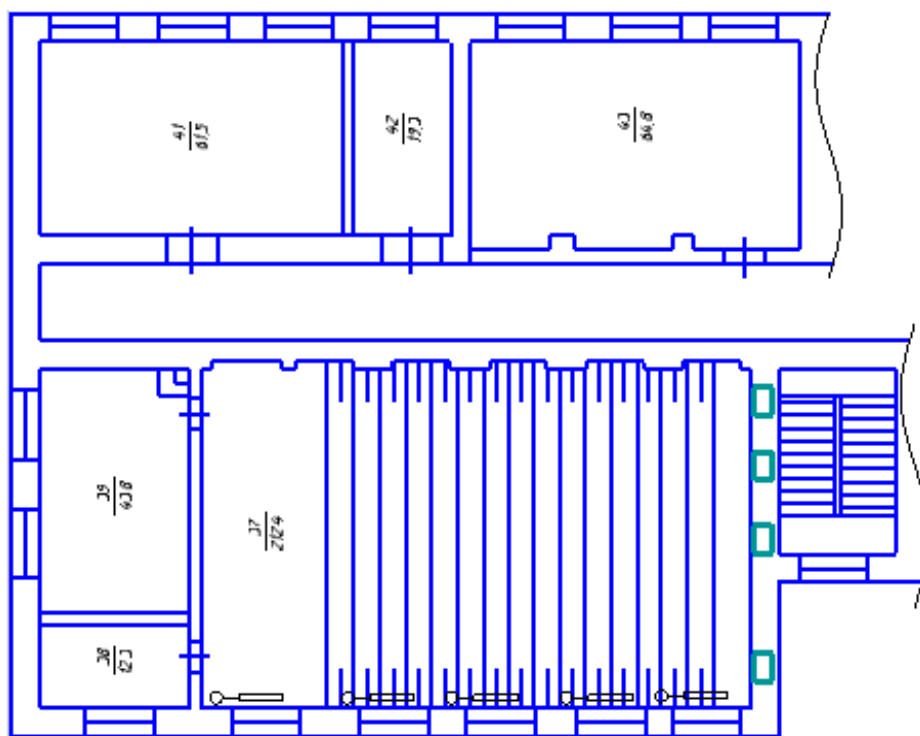


Рисунок 2 - План лекционной аудитории

Исследуемые лекционные аудитории расположены на 2 и 4 этажах, северного крыла здания, имеют 212,4 м² учебной площади каждая. Длина помещений- 18,28 м, ширина- 11.28 м (рисунок 2).

Высота каждого этажа 3,4 м², высота лекционных аудиторий 6,3 м. Наружные фасады здания ориентированы на Юг и Восток. Здание имеет цокольный этаж и теплый чердак. Стены – кирпич, керамические, гипсолитовые блоки.

Здание имеет бескаркасную систему с продольным расположением несущих стен. Стены – кирпич 630 -830 мм, керамические, гипсолитовые блоки. Перекрытия – многпустотные ж/б плиты перекрытия толщиной 220 мм.

Перегородки - кирпичные, толщиной 120 мм.

Пространственная жесткость здания обеспечивается совместной работой внешних и внутренних стен, плитами перекрытия и лестничной клеткой.

Исходные данные инженерных расчетов определены из источников [1, 2], характеристика системы отопления здания сведена в таблице 1:

1. Назначение здания- общественное (учебное заведение);
2. Район постройки- город Саратов;
3. Расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях здания:
 $t_{в}=18^{\circ}\text{C}$;
4. Расчетное значение относительной влажности внутреннего воздуха:
 $\varphi_{в}=50\%$;
5. Средняя температура наиболее холодной пятидневки: $t=-25^{\circ}\text{C}$;
6. Средняя температура отопительного периода: $t=-5^{\circ}\text{C}$;
7. Средняя температура наиболее холодного месяца: $t=-34^{\circ}\text{C}$;
8. Относительная влажность наружного воздуха для самого холодного месяца: $\varphi_{н}=66\%$;
9. Расчетная скорость ветра для холодного периода года: $v=3,2\text{ м/с}$;
10. Продолжительность отопительного периода: $N=198\text{ дней}$;
11. Влажностная зона: В нормальная.

Таблица 1 - Таблица исходных данных

| Параметры | Здания учебного корпуса |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Число этажей | 5 |
| Чердачное покрытие | имеется |
| Ориентация главного фасада | восток |
| Вид отопления | Централизованное, открытое |
| Система отопления | Однотрубная (верхний розлив) |
| Количество тепловых пунктов в здании | 1 |

Система отопления

Система отопления здания однотрубная с верхней разводкой, представляет собой замкнутый контур, по которому осуществляется движение теплоносителя. Такая конструкция не предусматривает наличие магистрали обратного действия для перемещения остывшей рабочей среды.

Нормальная работа системы отопления зависит от правильного расчета трубопроводов, который заключается в подборе экономичных, то есть минимально допустимых диаметров труб, обеспечивающих подачу в нагревательные приборы требуемого количества теплоносителя при располагаемом циркуляционном давлении.

Проведем гидравлический расчет главного циркуляционного кольца системы отопления корпуса.

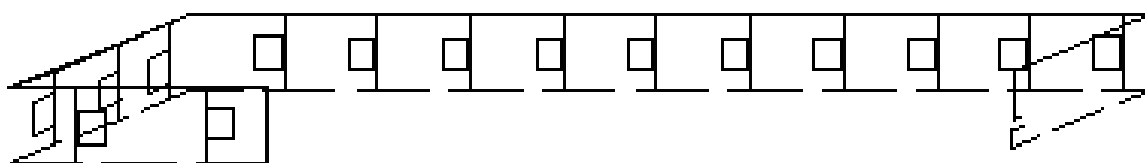


Рисунок 3 - Схема трубопроводов наибольшего по протяженности циркуляционного кольца системы отопления корпуса

На рисунке 3 представлена схема наибольшего по протяженности циркуляционного кольца системы отопления, присоединенного к основному стояку, отходящему от теплового узла корпуса. Разводка – верхняя, обратный трубопровод проходит по подвальному помещению, возвращаясь в тепловой узел. На каждом стояке циркуляционного кольца установлены радиаторы отопления (по одному отводу на каждом этаже, включая цокольный этаж).

Количество стояков – 16шт. Общая протяженность циркуляционного кольца – 229,6м. Температурный перепад подающего и обратного теплоносителей $\Delta t=90-60=30^{\circ}\text{C}$.

Расчет трубопроводов системы водяного отопления провели по следующей методике.

1. Вычерчиваем в масштабе схему системы отопления с указанием магистральных трубопроводов, стояков, нагревательных приборов, арматуры и всех деталей, представляющих собой местные сопротивления.

2. Определяем расчетные участки трубопроводов, то есть участки, по которым протекает неизменное количество теплоносителя при определенной скорости движения. Проставляем номера и длины участков и значения тепловых нагрузок всех нагревательных приборов и участков.

3. Выявляем главное циркуляционное кольцо системы отопления, самое большое по протяженности кольцо, проходящее через наиболее удаленный от теплового ввода в здание нагревательный прибор, и определяем общие потери давления в нем, которые не должны превышать расчетного циркуляционного давления в системе:

$$\sum(Rl + Z) \leq P, \quad (1)$$

$$\sum(65 \cdot 8.7 + 430.9) = 996.4 \leq P,$$

где R – удельная потеря давления на трение (на 1 м длины трубы) на данном участке циркуляционного кольца, Па/м; l – длина участка, м.

Потеря давления (Па) в местных сопротивлениях участка трубопровода:

$$Z = \sum \zeta P_d, \quad (2)$$

$$Z = 3,5 \cdot P_d$$

где $\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке;

Динамическое давление потока жидкости, Па равно:

$$P_d = \omega^2 \rho / 2, \quad (3)$$

$$P_d = 0,5^2 \cdot 983 / 2 = 122,8, \text{ Па},$$

где ω – скорость движения теплоносителя – воды, м/с; ρ – плотность воды, кг/м³.

Расчетное циркуляционное давление (Па) в системах водяного отопления принимается, исходя из средней потери давления, равной 100 Па на каждый метр наиболее протяженного расчетного циркуляционного кольца.

4. Определяем среднюю удельную потерю давления на трение (Па/м) в трубопроводах рассчитываемого кольца:

$$R_{cp} = \frac{0,65P}{\sum l}, \quad (4)$$

$$R_{cp} = \frac{0,65 \cdot 122,8}{8,7} = 1609, \text{ Па},$$

где 0,65 – коэффициент, учитывающий долю потери давления на трение от общих потерь давления в трубопроводах; $\sum l$ – общая длина всех участков кольца, м.

5. Вычисляем расходы теплоносителя – воды (кг/ч) через отдельные участки циркуляционного кольца по формуле:

$$Q_m = \frac{3,6\Phi}{4,19\Delta t}, \quad (5)$$

$$Q_m = \frac{3,6 \cdot 140175}{4,19 \cdot 30} = 4014, \text{ кг/ч},$$

где Φ – тепловая нагрузка участка, Вт; Δt – расчетный температурный перепад теплоносителя, °С.

6. По найденному значению R_{cp} и расходам теплоносителя на участках, пользуясь номограммой расчета диаметров трубопроводов водяного отопления, подбираем диаметры труб сети. Для этого из точки, соответствующей расходу теплоносителя на данном участке, восстанавливаем перпендикуляр к оси Q_m до пересечения с линией того диаметра трубопровода, при котором значение удельной потери давления на трение R будет ближе к расчетному R_{cp} . При этом определяются фактические значения R и скорость теплоносителя ω .

В процессе выбора диаметра следует учитывать максимально допустимые скорости движения воды в трубопроводах в соответствии с СП 60.13330.2020: для общественных зданий при $d_y=15\text{мм}$ -1,2 м/с, при $d_y\geq 20\text{мм}$ -1м/с.

Диаметры трубопроводов считаются подобранными верно, если имеется некоторый запас давления (не более 10%) в кольце на неучтенные местные сопротивления и возможные неточности в монтаже системы отопления, то есть:

$$\frac{P - \Sigma(Rl + Z)}{P} 100 \leq 10\% , \quad (6)$$
$$\frac{21537 - 996.3}{21537} 100 = 6.2\% \leq 10\% .$$

Общие потери давления равны 21537,29 Па, что составляет 6,2%. Следовательно, расчет произведен верно.

После наибольшего кольца необходимо рассчитать еще наименьшее по длине кольцо. Тогда диаметры труб остальных, промежуточных по протяженности циркуляционных колец можно определить без расчета.

В нашем случае сопоставление результатов расчета и диаметров смонтированных трубопроводов показало идентичность, поэтому дальнейшие расчеты не целесообразны.

Результаты исследования системы отопления лекционной аудитории

Исследование осуществлялось с использованием тепловизора «Testo 865». Тепловизор «Testo 865» является профессиональным инструментом для бесконтактного измерения температуры от -20°C до $+280^{\circ}\text{C}$ и построения высокоточных термограмм поверхности удаленных объектов.

Тепловизионная камера имеет достаточно высокое разрешение изображения, визуализирует разность температур от $0,12^{\circ}\text{C}$, распознает холодную и горячую точки. Прибор подходит для диагностики систем отопления, трубопроводов, электрических сетей, зданий и сооружений.

Выявлено:

1) Температура теплоносителя в системе 47°C , что является нарушением эффективности работы системы отопления.

2) На термограммах приборов отопления видны нерабочие секции отопления, требующие промывки.

3) Применение на окнах полиэтиленовой пленки путем наклейки на стекло окна в качестве энергосберегающего мероприятия эффекта не показало.

4) Применение на окнах зеркальной фольги путем наклейки на стекло окна в качестве энергосберегающего мероприятия, показало энергичное отражение тепловых потоков, однако эффект энергосбережения не выявлен. Солнечная радиация не поступает в помещение.

5) Проведенное исследование фасада стены лекционных аудиторий показал значительные тепловые потоки наружу, в районе всех оконных простенков. Это свидетельствует о высокой теплопроводности данных элементов стены. В данных зонах в помещении располагаются приборы отопления, для которых выполнены ниши $0,18\text{ м}$. Со стороны фасада в этих местах также имеются архитектурные ниши. Таким образом, толщина стены в районе простенка составляет $0,55\text{ м}$ и является низкого качества.

В целях временного повышения эффективности отопления, можно порекомендовать установку зеркального отражателя за блок батареи отопления.

Для полного устранения данного недостатка, следуя [3] рекомендуется наружная теплоизоляция стекловолокном с последующей штукатуркой.

В связи с тесной связью работы систем отопления и вентиляции [4, 5] необходимо проведение исследования системы вентиляции помещений.

Список источников

1. СП 131.13330.2020 Строительная климатология.

2. СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

3. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.

4. Трушин Ю.Е. Исследование микроклимата кухни жилых квартир / Основы рационального природопользования. Материалы VII Национальной конференции с международным участием. Саратов, 2021. С. 195-198.

5. Пензин В.Э., Трушин Ю.Е. Модернизация систем вентиляции при капитальном ремонте зданий / Инновационные технологии в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении. Материалы V Международной научно-практической конференции/ Саратов - 2017. С. 173-177.

К ВОПРОСУ РЕКОНСТРУКЦИИ СООРУЖЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Татьяна Павловна Федорова¹, Лилия Рахимзяновна Хисамеева², Рамис Шамилевич Алимов³.

^{1,2,3} Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

¹ feta123@mail.ru , <https://orcid.org/0000-0002-9754-1705>

² khisameeva_liliya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9873-4886>

³ r4mis97@yandex.ru , <https://orcid.org/0000-0002-7595-3290>

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы реконструкции блока биологической очистки сточных вод, где определяющим фактором на выбор схемы является охрана окружающей среды и экономическая целесообразность.

Ключевые слова: бытовые сточные воды, очистные сооружения канализации, реконструкция, биологическая очистка

Для цитирования: Фёдорова Т.П., Хисамеева Л.Р., Алимов Р.Ш К вопросу реконструкции сооружений биологической очистки сточных вод// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.124-128.

Original article

ON THE ISSUE OF RECONSTRUCTION OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT FACILITIES

Tatiana Pavlovna Fedorova¹, Lilia Rakhimzyanovna Hisameeva², Ramis Shamilevich Alimov³

^{1,2,3} Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan, Russia

¹ feta123@mail.ru , <https://orcid.org/0000-0002-9754-1705>

² khisameeva_liliya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9873-4886>

³ r4mis97@yandex.ru , <https://orcid.org/0000-0002-7595-3290>

Annotation. This article discusses the issues of reconstruction of the biological wastewater treatment unit, where environmental protection and economic feasibility are the determining factors for choosing a scheme.

Keywords: domestic wastewater, sewage treatment plants, reconstruction, biological treatment

For citation: Fedorova T.P., Hisameeva L.R., Alimov R.S. On the Issue of Reconstruction of Biological Wastewater Treatment Facilities// Modern problems and

prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by С.М.Бакиров – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.124-128.

Основными источниками загрязнения водных объектов являются хозяйственно-бытовые сточные воды, содержащие загрязнения минерального и органического происхождения. 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 [1, с. 31]. Источниками биогенных веществ, которые присутствуют в сточных водах, являются продукты жизнедеятельности человека, производственные сточные воды пищевой промышленности. Основные задачи очистки сточных вод направлены на: удаление грубодисперсных примесей, песка, плавающих веществ; удаление органических загрязнений; удаление соединений азота и фосфора; обеззараживание очищенных сточных вод; обработку осадков сточных вод с целью получения побочной продукции или неопасного (малоопасного) отхода, предназначенного для размещения в окружающей среде.[2, с. 108].

Объектом обследования являются действующие очистные сооружения канализации (ОСК) г. Заинска расположенные в Республике Татарстан, введенные в эксплуатацию в 1961г. На ОСК поступает смесь сточных вод хозяйственно-бытового от жилого сектора, от коммунального сектора, хозяйственно-бытовые стоки от местных предприятий. Выпуск очищенных сточных вод происходит в реку Бугульдинку. Поступление сточных вод характеризуются неравномерностью в течение суток и сезонными колебаниями. Фактический приток значительно меньше заложенных в проекте значений, что связано с мероприятиями по снижению потребления водных ресурсов [3,с.138].

Очистные сооружения канализации (ОСК) г. Заинска построены в две очереди:

- I-ая очередь ОСК (БОС-1) введена в эксплуатацию в 1961 г., проектная производительность 8,7 тыс. м³/сут;

- II-ая очередь ОСК (БОС-2) введена в эксплуатацию в 1976 г., проектная производительность 7 тыс. м³/сут.

Проектная производительность БОС-1,2 составляет 15,7 тыс. м³/сут. Фактическая производительность по данным эксплуатирующей организации ООО «Заинск-Водоканал» составляет 6-10 тыс. м³/сут. (рисунок 1).

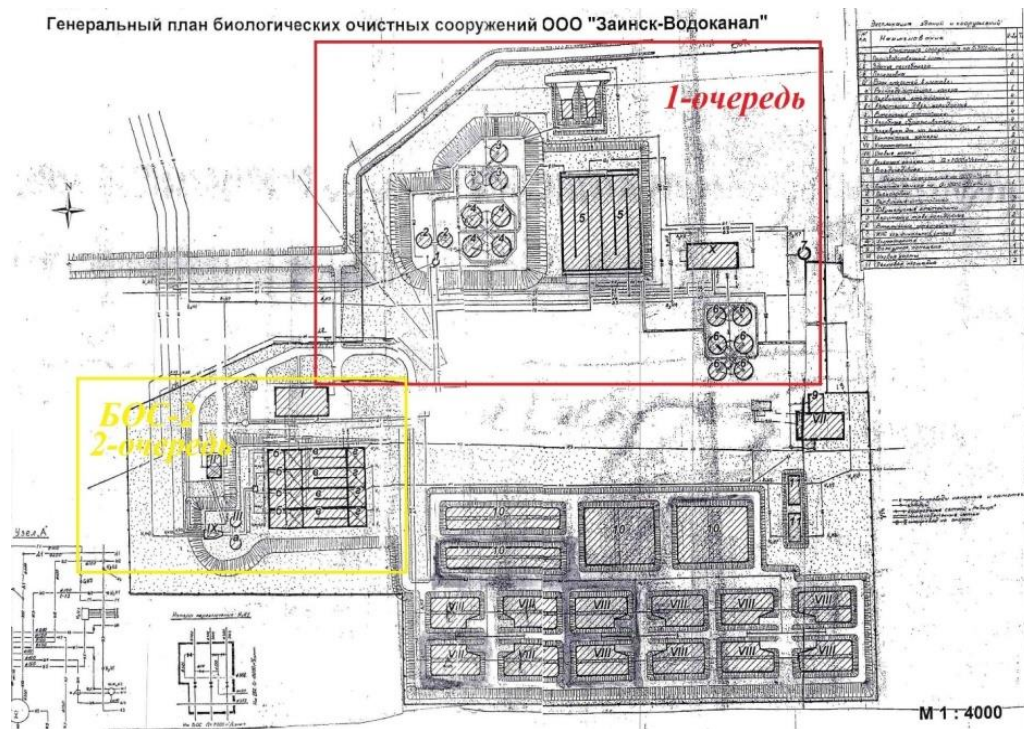


Рисунок 1 - Генплан очистных сооружений БОС-1,2

В состав БОС-1 входят: приемная камера, песколовки, первичные вертикальные отстойники, двухъярусные отстойники, трехкоридорные аэротенки, вторичные отстойники, воздуходувная станция с воздуходувками, иловые карты, водоизмерительный лоток, КНС хозяйственных стоков, здание хлораторной установки.

В состав БОС-2 входят: приемная камера, песколовка, аэротенки двухкоридорные, вторичные отстойники, иловые карты, аэробные сбразживатели, контактная камера.

Принцип работы БОС-1 и БОС-2 различаются только по количеству и форме технологических емкостей. На БОС-1 сырой осадок после первичных отстойников удаляется в двухъярусные отстойники, а на БОС-2 в аэробные сбразживатели.

Из первичных отстойников осветленная вода поступает в аэротенки. Аэротенки вертикального типа двухкоридорные с 25% регенерацией активного ила. На бетонном полу уложены собранные в один луч трубчатые аэраторы, исходящие от одного стояка-воздухпровода и закрепленные к днищу аэротенка с помощью бетонных пригрузов. По аэраторам подается воздух для аэрации воды и поддержания жизни микроорганизмов. В присутствии кислорода в воде происходит окисление органических веществ. Из аэротенков вода по лоткам и по трубе поступает во вторичные отстойники вертикального типа. Вода, как и в первичных отстойниках, падает на отражательный щит, и активный ил собирается в конусной части отстойника. Затем эрлифтами водовоздушная смесь откачивается в иловый сборный лоток, а вода поднимается вверх по лоткам уже очищенная и уходит по трубе в контактный резервуар, где хлорируется в течение 30 минут и поступает в реку Бугульдинка.

Активный ил из илового лотка поступает опять в аэротенки рассредоточено. Рассредоточивается с помощью шиберов, которые имеются в каждом аэротенке. Избыточный ил из лотка насосом откачивается в сбрасыватель или в лоток распределительной камеры. Время отстаивания ила во вторичных отстойниках 1,5-2 часа.

В результате визуального осмотра сооружений биологической очистки сточных вод, обнаружено, что конструкции имеют множество повреждений, значительно влияющих на несущую способность и существенно снижающих эксплуатационные свойства сооружения в целом (рисунок 2): разрыхление и разрушение бетона стеновых панелей, днища и перегородок; оголение и коррозия арматурных стержней несущих элементов; нарушение герметичности ограждающих конструкций, течи; коррозия закладных деталей и металлических конструкций; на щитовых затворах наблюдается сквозная коррозия.



Рисунок 2 – Аэротенки I и II очереди

Необходим капитальный ремонт аэротенков, замена запорной арматуры, опускных устройств и системы аэрации с изменением ее раскладки, что позволит существенно повысить эффективность использования кислорода воздуха, для обеспечения процессов биологической очистки за счет высоких массообменных характеристик и снизит расход воздуха на аэрацию.

В сложившейся ситуации при «традиционной» схеме выявлена низкая эффективность протекания процессов биологической очистки, а именно в работе аэротенков, и достижение требований на сброс загрязняющих веществ невозможно без применения специальных технологий, требующих реконструкцию очистных сооружений и ретехнологизацию сооружений биологической очистки [3, с.139].

Основным недостатком узла биологической очистки является неэффективная очистка сточных вод от органических и биогенных элементов (соединения азота и фосфора). Обусловлено это тем, что в проектных решениях заложены устаревшие требования к очистке по отмеченным компонентам и недостаточная вместимость аэротенков для полного протекания процессов окисления. От-

каз от совместного осаждения сырого осадка и избыточного активного ила на первичных отстойниках позволит разгрузить и сами отстойники и аэротенки, таким образом увеличить эффективность степень очистки относительно существующей ситуации.

В качестве недостатков в работе биологической очистки, также следует отметить:

1) Количество подаваемого воздуха не может регулироваться гибко, кроме как отключением и включением воздуходувок, что приводит к большим потерям электроэнергии. Для повышения энергоэффективности очистки необходима система автоматического контроля расхода воздуха в зависимости от концентрации растворенного кислорода в аэротенке.

2) Дооснащение аэротенков оптическими датчиками онлайн контроля растворенного кислорода.

3) Аэрационная система состоит из трубчатых аэраторов. Аэрация пристеночная и частично рассредоточенная, по всей длине аэротенка равномерная. В перспективе при замене системы аэрации или проведении планово-текущих ремонтов желательно переходить на рассредоточенную систему распределения воздуха в аэротенках.

Таким образом, анализ работы системы водоотведения г.Заинска, показал необходимость реконструкцию очистных сооружений, которая позволит увеличить эффективность очистки сточных вод, снизив вредное воздействие на реку, также позволит увеличить надежность работы всей системы водоотведения.

Список источников

1. Кедрова Т. В., Хисамеева Л.Р. Проблемы очистки сточных вод малых населенных пунктов Республики Татарстан // Материалы 17 Научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности «ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ВЕСНА – 2019». Комсомольск – на – Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2019.– С.30-33.

2. Алимов Р.Ш., Хисамеева Л.Р. Ретехнологизация действующих очистных сооружений сточных вод// Материалы XI Национальной конференции с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения».- Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021.- С.108-114.

3. Ключева Я.А., Федорова Т.П.,Хисамеева Л.Р. Мероприятия по реконструкции канализационных очистных сооружений бытовых сточных // 6-я международная научно – практическая конференция «Проектирование и строительство» – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. 137-140 с.

4. СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03–85. – Введ. 26.06.2019. – М.: Минстрой России, 2018. – 104 с.

© Фёдорова Т.П., Хисамеева Л.Р., Алимов Р.Ш. ,2022

СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Татьяна Васильевна Федюнина

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова, г. Саратов, Россия, t.fediunina2010@yandex.ru , <https://orcid.org/0000-0001-7676-1840>

Аннотация. В статье выполнен теоретический анализ основных видов конструктивных решений по тепловой защите зданий. Необходимо учитывать, что ужесточение современных требований к микроклимату в помещениях требует более ответственного отношения к выбору теплоизоляционного материала и варианта энергосберегающей технологии.

Ключевые слова: тепловая защита, ограждающие конструкции, теплоизоляционный материал, энергоэффективность, энергосбережение

Для цитирования: Федюнина Т.В. Современные конструктивные решения теплоизоляции ограждающих конструкций // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.129-135.

Original article

MODERN DESIGN SOLUTIONS THERMAL INSULATION OF ENCLOSING STRUCTURES

Tatiana Vasilyevna Fedyunina

Saratov State Agrarian University named after N.I.Vavilov, Saratov, Russia, t.fediunina2010@yandex.ru , <https://orcid.org/0000-0001-7676-1840>

Annotation. The article provides a theoretical analysis of the main types of structural solutions for thermal protection of buildings. It should be borne in mind that the tightening of modern requirements for indoor microclimate requires a more responsible attitude to the choice of thermal insulation material and the option of energy-saving technology.

Keywords: thermal protection, enclosing structures, thermal insulation material, energy efficiency, energy saving

For citation: Fedyunina T.V. Modern constructive solutions of thermal insulation of enclosing structures // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp.129-135.

Согласно Своду правил по тепловой защите зданий (актуализированная редакция СНиП 23-02-2003) во всех строящихся или реконструируемых зданиях общей площадью более 50 м² необходимо устройство тепловой защиты ограждающих конструкций для поддержания определенного температурно-влажностного режима. Уровень тепловой защиты зависит от предназначения здания и устанавливается в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами.

К наружным ограждениям зданий относятся: стены, покрытия (чердачные перекрытия), перекрытия пола первого этажа или пола подвала при отапливаемом подвале.

Применение традиционных для России строительных материалов и технологий не в полном объеме могут обеспечить выполнение новых, более жестких, современных норм по термическому сопротивлению наружных ограждающих конструкций зданий [7].

Для устранения таких несоответствий при строительстве новых объектов все большее распространение получает применение трехслойных конструкций стен из кирпича, легкобетонных блоков и панелей, а также монолитного железобетона. В таких конструкциях существует возможность использовать утеплитель в качестве среднего слоя между несущей стеной и защитно-декоративной облицовкой. Также рациональным и эффективным способом повышения теплозащиты эксплуатируемых зданий является дополнительное наружное утепление ограждающих конструкций.

Можно отметить, что в современной практике наибольшее распространение получили следующие варианты конструктивных решений по утеплению здания:

- трехслойные стены с утеплителем в качестве среднего слоя (с вентилируемым зазором или без него);
- наружное утепление зданий со штукатурным покрытием;
- наружное утепление ограждающих конструкций с вентилируемым зазором и облегченной защитно-декоративной облицовкой.

При выборе теплоизоляционного материала необходимо обращать внимание на теплотехническую эффективность и эксплуатационную надежность конструкций, трудность монтажа, возможность ремонта в процессе эксплуатации, технико-экономическую эффективность, а также физико-технические свойства, такие как: паропроницаемость, плотность, прочностные и деформативные характеристики, морозостойкость, гидрофобность и водостойкость, биостойкость и отсутствие токсичных выделений при эксплуатации [4,8].

В зависимости от типа конструктивного решения по теплоизоляции ограждающих конструкций авторами [1] предлагается ориентировочная классификация по назначению представленных на отечественном рынке волокнистых теплоизоляционных материалов (табл.1).

Классификация разработана на основе анализа физико-технических свойств и эксплуатационных характеристик материалов с учетом рекомендаций производителей и специфики условий эксплуатации.

Таблица 1 – Классификация теплоизоляционных материалов в зависимости от конструкции наружного утепления здания

| Наименование материала | Марка | Нормативный документ или фирма-производитель |
|--|--|---|
| Материалы для конструкций с теплоизоляцией в качестве среднего слоя и с облицовкой кирпичом | | |
| Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем | П75 П125 | ГОСТ 9573-96 ТУ 5762-010-04001485-96 |
| Плиты из стеклянного волокна "URSA" | П-30, П-35, П-45, П-60, П-75, П-85 | "Флайдерер-Чудово" ТУ 5763-002-00287697-97 |
| Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты | "Кавити Баттс" | ЗАО "Минеральная Вата" ТУ 5762-009-45757203-99 |
| Плиты из минеральной ваты "Isomat" | "Нобасил LF", "Нобасил LFK-NGR", "Нобасил М" | Фирма "Isomat" (Словакия) |
| Изделия из стеклянного волокна "Isover" | Плиты RKL, RKL-A OL-E, OL-A | "Изовер-Альстрем" (Финляндия) |
| Материалы для конструкций наружной теплоизоляции стен с вентилируемым зазором | | |
| Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем | П125, П175 | ГОСТ 9573-96 ТУ 5762-010-04001485-96 |
| Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты | "Венти Баттс" | ЗАО "Минеральная Вата" ТУ 5762-003-45757203-99 |
| Изделия из минеральной ваты "Rockwool" | Плиты "Фасад Баттс", "Венти Баттс" | "Rockwool" (Дания) |
| Изделия из стеклянного волокна "URSA" | Маты М-25, плиты П20, П-30, П-35, П-45, П-60, П-75 | "Флайдерер-Чудово" ТУ 5763-002-00287697-97 |
| Изделия из стеклянного волокна "Isover" | Плиты RKL, RKL-A, OL-K | "Изовер-Альстрем" (Финляндия) |
| Изделия из минеральной ваты "Рагос" | Плиты TL, AKL, RAL-1 RAL-4 | "Partec" (Финляндия) |
| Материалы для наружного утепления стен со штукатурным покрытием | | |
| Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем | П175, П225 | ГОСТ 9573-96, ТУ 5762-010-04001485-96 |
| Плиты пенополистирольные | Марка 35 - 50 | ГОСТ 15588-86 |
| Изделия из стеклянного волокна "URSA" | Плиты П-85 | "Флайдерер-Чудово" ТУ 5763-002-00287697-97 |
| Плиты из минеральной ваты | "Фасад Баттс" | ЗАО "Минеральная Вата" ТУ 5762-002-45757203-99 |
| Плиты из минеральной ваты "Rockwool" | "Фасад Баттс" | "Rockwool" (Дания) |
| Плиты из стеклянного волокна "Isover" | OL-K, OL-A, OL-E | "Isover" (Финляндия) |
| Плиты из минеральной ваты | Нобасил-ТЕ, Нобасил-TFL | "Isomat" (Словакия) |
| Изделия из минеральной ваты "Рагос" | Плиты RAL4 | "Partec" (Финляндия) |
| Материалы для конструкции утепления совмещенной крыши, чердачного перекрытия на проходном и полупроходном чердаке | | |
| Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем | П175, П225, П175, П200 | ГОСТ 9573-96 ТУ 5762-010-04001485-96 |
| Плиты минераловатные повышенной жесткости на синтетическом связующем | ППЖ-200 | ГОСТ 22950-95 |
| Плиты минераловатные | П175-ГС П200-ГС | ТУ 5762-001-05299710-94 |

| | | |
|---|--------------------|---|
| гофрированной структуры | | |
| Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты | "Руф Баттс" | ЗАО "Минеральная Вата" ТУ 5762-005-45757203-99 |
| Плиты из минеральной ваты "Rockwool" | "Хардрок" | "Rockwool" (Дания) |
| Изделия из минеральной ваты "Рагос" | TKL | "Partec" (Финляндия) |
| Плиты из минеральной ваты | "Нобасил JPS" | "Isomat" (Словакия) |
| Плиты из стеклянного волокна "Isover" | OL-КА, OL-LA, OL-K | "Isover" (Финляндия) |

Наибольший интерес вызывает система наружного утепления фасадов с вентилируемой воздушной прослойкой [9]. Как следует из названия, фасады такого типа представляют собой конструкцию, в которой между утеплителем и защитной облицовкой расположена вентилируемая воздушная прослойка (рис.1). При отрицательных температурах наружного воздуха водяные пары перемещающиеся из помещения наружу, попадают в утепляющий слой и вызывают повышение влажности утеплителя, что влечет за собой снижение его теплозащитных характеристик. А присутствие в конструкции вентилируемой прослойки позволяет удалять влагу восходящим потоком воздуха. Таким образом, теплоизоляционный материал круглый год остается в сухом состоянии и сохраняет теплозащитные качества, что ведет к увеличению энергосбережения.

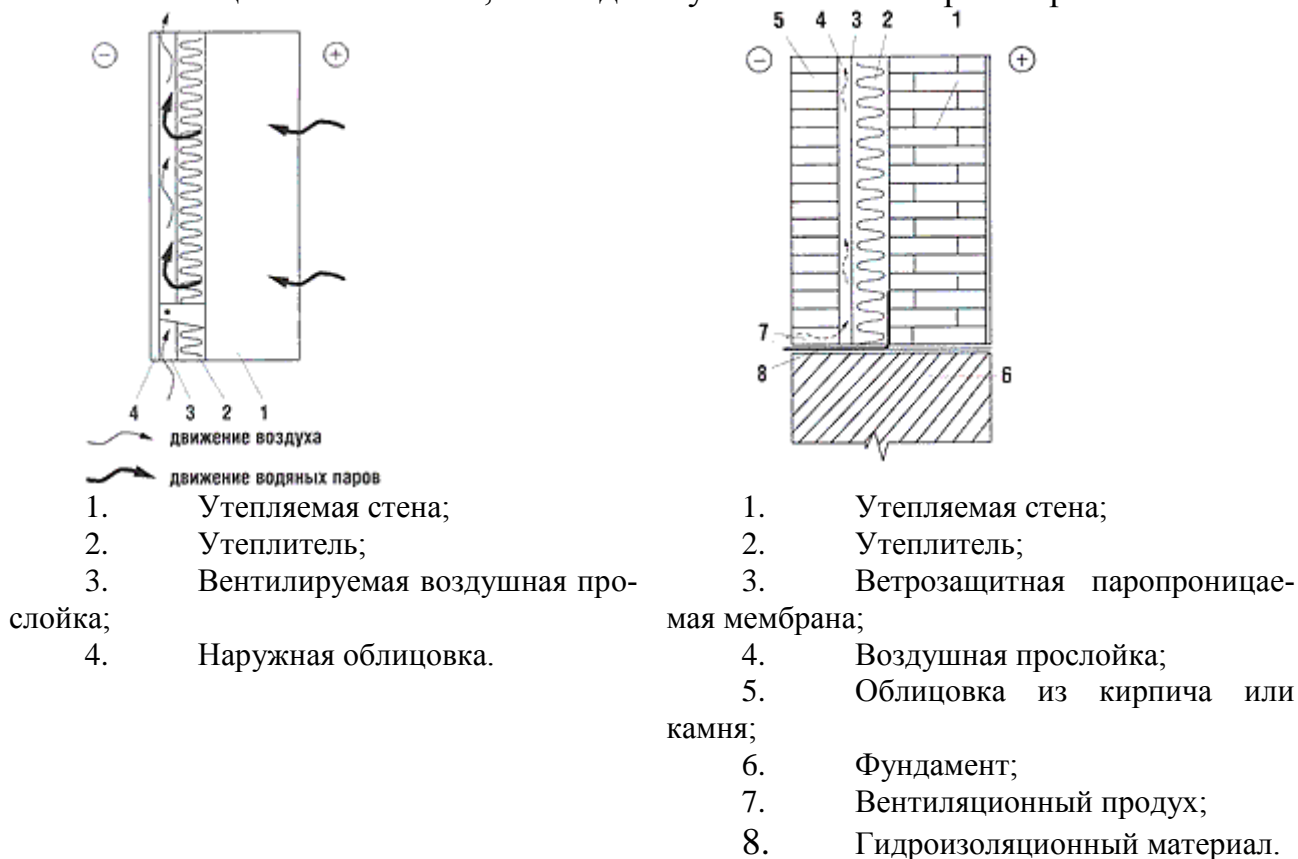


Рисунок 1 – Системы наружного утепления фасадов с вентилируемой воздушной прослойкой [2]

Следует отметить, что когда речь идет о теплозащите, то, в основном, рассматривается вопрос о несущих стенах. Но необходимо помнить и о других ограждающих конструкциях, таких как фундамент, покрытия (чердачные перекрытия), перекрытия пола первого этажа или пола подвала при отапливаемом подвале.

В последнее время все больший интерес проявляется к теплоизоляции фундамента для предотвращения сырости, а также в связи с эксплуатацией подвальных помещений. В них устраиваются гаражи, бассейны, тренажерные залы, офисы и т.д. Наружная теплоизоляция работает в очень сложных условиях, так как происходит непосредственный контакт с почвой, длительное воздействие воды, многократные циклы замерзания/оттаивания, поэтому материал должен не впитывать влагу и не сжиматься под давлением грунта. На сегодняшнее время всем этим требованиям соответствует экструдированный полистирол. Он имеет высокую прочность на сжатие, обладает низкой теплопроводностью, которая остается стабильной долгие годы, и практически нулевым водопоглощением.

Как альтернативу пенополистиролу для теплоизоляции применяют напыляемый пенополиуретан. Он имеет ряд преимуществ: монтаж не требует дополнительного крепежа, конечное покрытие выходит без неровностей, щелей и стыков. Для напыления не требуется подготовка поверхности, кроме обеспыливания. В итоге образуется прочная, герметичная скорлупа, обладающая дополнительными гидроизолирующими свойствами. Но это более дорогой вариант теплоизоляции, так как его применение предполагает наличие специального оборудования.

При утеплении кровли особое внимание уделяется таким качествам, как пожаробезопасность и вес. Другие характеристики определяются типом кровли: плоская, скатная, неэксплуатируемая, эксплуатируемая.

Для плоской кровли теплоизоляционный материал должен обладать повышенной прочностью к воздействию ветровой, снеговой нагрузки, а также давлению, оказываемому при хождении людей.

Наибольшее распространение для утепления крыш получили следующие материалы: пенополистирольные плиты, плиты из минеральной ваты или базальтового волокна, пеностекло и пенобетон.

В последние годы на рынке сухих строительных смесей активно предлагается штукатурная смесь, в которой вместо обычного песка используется пористый наполнитель с низкой теплопроводностью (вермикулит, перлит, древесные опилки, гранулы пеностекла, пенополистирольные шарики и др.) – «теплая штукатурка». Различные наполнители меняют теплопроводность смеси. Например, «теплая штукатурка» с пенополистирольным наполнителем уступает по теплоизолирующим свойствам пенополистиролу и нуждается в гидроизоляции и финишной декоративной облицовке.

При рассмотрении «теплой штукатурки» с гранулами пеностекла необходимо отметить, что такое покрытие не накапливает влагу, пропускают воздух и водяной пар. В застывшем виде теплоизоляция представляет собой экологически безопасное, прочное, огнестойкое покрытие с высокими теплоизолирующими

щими свойствами. Еще одно их преимущество – отсутствие необходимости во внешней отделке. Получаемая поверхность имеет вполне привлекательный декоративный вид. Такую штукатурку можно применять при отделке фасадов и стен зданий, оконных откосов, гаражей, подвалов, лоджий и балконов, а при реконструкции сложного фасада можно даже выполнять лепные работы. Недостаток «теплых штукатурок» на основе пеностекла – их относительно высокая стоимость, хотя она компенсируется за счет многих положительных свойств.

При проведении анализа всех представленных утеплителей наилучшим является жидкая керамическая теплоизоляция. Наиболее часто она используется для теплоизоляции технологического оборудования, трубопроводов, арматуры. Но также рекомендуется и для теплоизоляции фасадов, крыш, бетонного пола.

Жидкая керамическая теплоизоляция по внешнему виду напоминает обычную краску, но обладает свойствами утеплителя. Материал представляет собой акриловое связующее, наполненное стеклянными вакуумированными микросферами, которые и выполняют основную роль теплоизолятора. При этом такая теплоизоляция российского производства толщиной 1 мм заменяет 50-60 мм минеральной ваты.

Материал наносится на бетон, кирпич и другие строительные материалы как обычная краска, имеет высокую адгезию и образует легкое (не создает дополнительных нагрузок на несущие конструкции), гибкое, эластичное и прочное полимерное покрытие, не подверженное горению, устойчивое к повреждениям, паронепроницаемое и атмосферостойкое. Срок службы такого покрытия – не менее 15 лет [3].

В заключении хотелось бы отметить, что правильно выполненная теплоизоляция не только сохраняет тепло, но еще и защищает конструкцию дома от негативного влияния внешних факторов, снижает эксплуатационные издержки и поддерживает комфортный температурно-влажностный режим в помещении.

Список источников

1. Шойхет Б.М., Ставрицкая Л.В. Эффективные утеплители в ограждающих конструкциях зданий [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=203
2. Как лучше утеплять стены – снаружи или изнутри? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.know-house.ru/avtor/tech4.html>
3. Горгома О. Теплоизоляция ограждающих конструкций: цель одна – решения разные [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://365-tv.ru/index.php/stati/stroitelstvo/399-teploizolyatsiya-ograzhdayushchikh-konstruktsij-tsel-odna-resheniya-raznye>
4. Широченко К.А., Федюнина Т.В. Пеностекло: идеальный утеплитель // Культурно-историческое наследие строительства: вчера, сегодня, завтра. Мат-лы межд. научно-практ. конференции. - Саратов, 2014. С. 145-148.
5. Федюнина Т.В. Показатели эффективности систем отопления // Основы рационального природопользования. Материалы VI Национальной конференции с международным участием. – Саратов: 2020. – С. 200-203.

6. Спиридонова Е.В., Федюнина Т.В. Энергосбережение в системах отопления жилых зданий за счет уточнения теплопотерь // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы X Национальной конференции с международным участием. – Саратов: 2020. – С. 219-223.

7. Федюнина Т.В. Эффективность энергосбережения проектируемых и реконструированных зданий // Актуальные проблемы и перспективы инновационной агроэкономики. Сборник статей Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции. – Саратов: 2020. – С. 387-393.

8. Заева К.А., Федюнина Т.В. Утепление дома пенофенолом // Основы рационального природопользования. Материалы VI Национальной конференции с международным участием. - Саратов, 2020. С. 100-101.

9. Быков М.А., Федюнина Т.В. Влажностной режим ограждающих конструкций // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы X Национальной конференции с международным участием. - Саратов, 2020. С. 71-73.

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

Татьяна Васильевна Федюнина

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова, г. Саратов, Россия, t.fediunina2010@yandex.ru , <https://orcid.org/0000-0001-7676-1840>

Аннотация. В статье приводится классификация зданий по энергоэффективности, рассматриваются основные направления по сбережению энергии при новом строительстве или реконструкции уже имеющейся городской застройки, предлагаются мероприятия для снижения энергозатрат при обслуживании здания.

Ключевые слова: реконструкция, градостроительная застройка, энергоэффективность, энергосбережение, энергоёмкость, здание с эффективным использованием энергии, санация

Для цитирования: Федюнина Т.В. Современные конструктивные решения теплоизоляции ограждающих конструкций // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.136-141.

Original article

ON THE ISSUE OF IMPROVING ENERGY EFFICIENCY DURING CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION URBAN REAL ESTATE

Tatiana Vasilyevna Fedyunina

Saratov State Agrarian University named after N.I.Vavilov, Saratov, Russia, t.fediunina2010@yandex.ru , <https://orcid.org/0000-0001-7676-1840>

Annotation. The article provides a classification of buildings by energy efficiency, discusses the main directions for saving energy during new construction or reconstruction of existing urban development, suggests measures to reduce energy consumption during maintenance of the building.

Keywords: reconstruction, urban development, energy efficiency, energy conservation, energy intensity, building with efficient use of energy, rehabilitation

For citation: Fedyunina T.V. Modern constructive solutions of thermal insulation of enclosing structures // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National

В 2021 году, как и в предшествующие годы, государственная политика нашей страны была направлена на рост энергоэффективности. При этом стоит отметить что, согласно Государственного доклада о состоянии энергосбережения и повышения энергоэффективности, энергоёмкость за последние 10 лет снизилась лишь на 9%, а последние 4 года вообще не снижается. Таким образом, цель по снижению на 60% энергоёмкости при сохранении текущих темпов будет достигнута только в 2043 году с существенным отставанием от плана. Низкими темпами осуществляется установка приборов учета. К 1 июля 2012 г. должно было полностью завершиться оснащение многоквартирных домов коллективными приборами учета потребляемых ресурсов. Спустя 7 лет уровень «оприборенности» МКД составил всего 61%. Уровень внедрения современных технологий в области энергосбережения недостаточный: только 27% введенных в эксплуатацию в 2018 г. МКД обладают повышенными классами энергетической эффективности (А++, А+, А, В, С), всего 5% вводимых в эксплуатацию МКД оснащены ИТП с погодным регулированием. В результате, на сегодняшний день более половины всех существующих в стране МКД (54%) потребляет вдвое больше энергии по сравнению с их современными аналогами. [1]

Из доклада министра природных ресурсов и экологии России Александра Козлова от 24.02.2021 г. запасов нефти хватит на 59 лет, а природного газа на 103 года. Эти цифры немного разнятся с оценкой «Росгеологии» опубликованной 21.09.2021 г. Если в 2010 году запасы нефти превышали 28 млрд. тонн, то сейчас они составляют чуть больше 19. Шесть лет назад резервы газа оценивались в 70 триллионов кубометров, сейчас – 49,2. За минувшие 25 лет разведали в 10 раз меньше, чем за предыдущие годы. Таким образом, по оценке «Росгеологии» газа хватит на 70 лет, нефти на 30.

Основными потребителями энергоресурсов можно назвать города. Город – это целостная энергетическая система, которая функционирует в едином социальном, экономическом, природном и физическом пространстве. Эффективное энергосбережение должно распространяться на все этапы проектирования: начиная с отдельного дома и заканчивая развитием всего города.

В соответствии с требованиями Евросоюза с 2020 года в Европе разрешено строительство зданий удовлетворяющих требованиям энергоэффективности.

Согласно европейской классификации энергоэффективных зданий, здания и сооружения можно разделить на несколько типов (табл.1)

Таблица 1 – Классификация зданий и сооружений по уровню годового потребления энергии [2]

| Классификация зданий | Годовое потребление энергии, кВт·ч/м ² |
|-------------------------------|---|
| Старое здание | 300 |
| Новое здание | 150 |
| Дом низкого энергопотребления | 60 |
| Пассивный дом | 15 |
| Дом нулевой энергии | 0 |
| Дом плюсовой энергии | Вырабатывает больше энергии, чем потребляет |

В России строительство и реконструкция зданий и сооружений выполняется на основании требований свода Правил 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

Для оценки достигнутой в проекте здания или в эксплуатируемом здании потребности энергии на отопление и вентиляцию, установлены следующие классы энергосбережения (таблица 2) в % отклонения расчетной удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемой (базовой) величины.

Проектирование зданий с классами энергосбережения D, E не допускается. Классы A, B, C устанавливаются для вновь возводимых и реконструируемых зданий на стадии разработки проектной документации.

К энергетическим характеристикам здания также относится тепловая мощность систем отопления и вентиляции, которая выражает величину тепловых затрат, образуемых системами отопления и вентиляции в расчетном режиме (или в режиме при наиболее неблагоприятных условиях). [3].

Для снижения процента потребляемых энергоресурсов и увеличения энергетической эффективности зданий предлагается использование следующих методов:

- анализ и совершенствование архитектурно-строительных решений;
- использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии;
- оптимизация систем обеспечения микроклимата зданий и сооружений[4].

Таблица 2 - Классы энергосбережения жилых и общественных зданий

| Обозначение класса | Наименование класса | Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого, % | Рекомендуемые мероприятия, разрабатываемые субъектами РФ |
|---|---------------------|---|--|
| При проектировании и эксплуатации новых и реконструируемых зданий | | | |
| A++ | Очень высокий | Ниже -60 | Экономическое стимулирование |
| A+ | | От -50 до -60 включительно | |
| A | | От -40 до -50 включительно | |

| | | | |
|--------------------------------------|------------|------------------------------|---|
| В+ | Высокий | От -30 до -40 включительно | Экономическое стимулирование |
| В | | От -15 до -30 включительно | |
| С+ | Нормальный | От -5 до -15 включительно | Мероприятия не разрабатываются |
| С | | От +5 до -5 включительно | |
| С- | | От +15 до +5 включительно | |
| При эксплуатации существующих зданий | | | |
| Д | Пониженный | От +15,1 до +50 включительно | Реконструкция при соответствующем экономическом обосновании |
| Е | Низкий | Более +50 | Реконструкция при соответствующем экономическом обосновании, или снос |

К архитектурно-строительным решениям можно отнести не только пассивные способы, такие как: выбор формы, протяженности, высоты здания, учет рельефа местности, направления ветра и стороны света, но так же и теплозащитные свойства ограждающих конструкций. Всё это учитывается ещё на этапе проектирования нового здания. При реконструкции уже имеющегося здания из всего перечисленного можно изменить только теплоизоляцию.

Самые энергоёмкие системы в здании – отопление, вентиляция и кондиционирование. Потери при неправильной установке и эксплуатации этих систем могут привести к тому, что до 40% оплаты за обслуживание будет тратиться впустую.

Когда рассматривается вопрос энергоэффективности, то, как правило, имеются в виду вопросы теплоизоляции и архитектурные решения. А по эксплуатации здания наблюдается минимум контроля по вопросу уменьшения теплопотерь. И это не правильно. Ведь когда здание уже введено в эксплуатацию, то уже мало что можно сделать со строительными конструкциями.

Решение вопроса энергосбережения здания начиная проектом и заканчивая эксплуатацией в условиях действительности достаточно затруднителен. Даже если на начальном этапе дом был спроектирован с учетом всех принципов энергоэффективности, то это не значит, что показатели сохраняться и во время строительства и во время эксплуатации. На это есть несколько причин. Застройщик, генподрядчик стремятся к удешевлению проекта, рабочие низкой квалификации не смогут сделать работу качественно, экономический эффект от энергоэффективности виден не сразу, а по истечению времени.

В связи со сказанным, необходимо осуществлять всеобщий энергетический контроль не только на стадии проектирования здания, но и в период его эксплуатации.

Под выполнение Федерального закона от 23.11.2009 №261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении измене-

ний в отдельные законодательные акты» попадает и проведение реконструкции жилищного фонда. В соответствии с законом муниципальным образованиям необходимо снизить на 40 % удельное потребление энергоресурсов после 2020 года.

Автором [5] предлагаются основные направления экономии энергоресурсов как при новом строительстве, так и при проведении капитального ремонта или реконструкции. (рис.1)

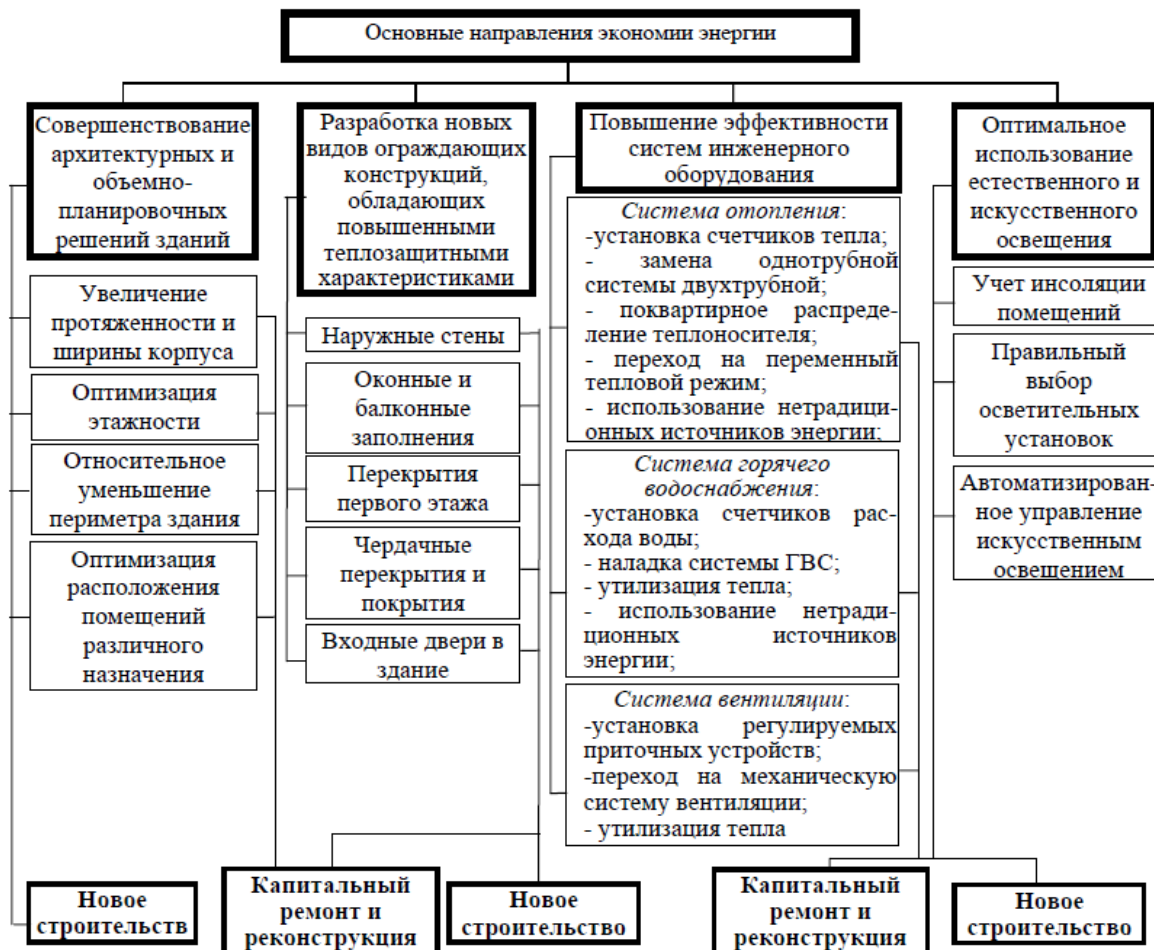


Рисунок 1 – Основные направления экономии энергии

При рассмотрении энергосберегающих мероприятий при реконструкции городских территорий необходимо проведение комплексной энергетической санации. Необходимо отметить, что санацию целесообразно проводить в рамках программ капитального ремонта и модернизации многоквартирных зданий сообразуясь с энергетически эффективными градостроительными решениями.

К энергетически обязательным мероприятиям по сбережению энергии при реконструкции дома можно отнести: утепление кровель, чердаков и фасадов, перекрытий подвалов, замена окон и балконных дверей, обновление систем отопления, горячего водоснабжения и вентиляции.

При системном внедрении технологий и мероприятий эксплуатационные энергозатраты в секторе ЖКХ можно сократить в 2-2,5 раза. При этом удельная

доля энергосбережения за счет совершенствования градостроительных решений составит 8-10%, архитектурно-планировочных – о 15%, конструктивных систем – до 25%, инженерных систем, включая системы вентиляции – до 30 %, за счет совершенствования технологии эксплуатации, включая установку приборов учета, контроля и регулирования – до 20%.

Реализация энергосберегающих мероприятий требует значительных материальных затрат. Поэтому при проведении энергетической санации необходимо выделить приоритетные объекты, для которых реализация энергоэффективных мероприятий будет экономически целесообразна.

С точки зрения энергосбережения приоритетность проведения мероприятий при проектировании энергоэффективной реконструкции застройки определяется пятью факторами, показанными в таблице:

1. Классом энергоэффективности объекта.
2. Физическим износом и техническим состоянием.
3. Экономической целесообразностью.
4. Расположением объекта в зоне реконструкции.
5. Принадлежностью объекта к памятникам архитектуры.

В завершении хотелось бы отметить, что для полноценной реализации программы по энергосбережению при реконструкции городской застройки желательно предусматривать разработку информационного обеспечения и системы мониторинга реализации программных мероприятий.

Список источников

1. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышения энергоэффективности [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.digital-energy.ru/2020/01/03/industry/opublikovan-doklad-o-sostoyanii-energoberezeniya>
2. Федюнина Т.В. Аспекты энергоэффективной реконструкции градостроительной застройки // Основы рационального природопользования. Мат-лы конференции – Саратов, 2021. С.201-207
3. Свод правил 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525>
4. Лысев В.И., Шилин А.С. Направления повышения энергоэффективности зданий и сооружений – Научный журнал НИУ ИТМО. Серия Холодильная техника и кондиционирование, №2/3, 2017. С. 18-25
5. Мартынова Е.В. Методические основы энергетически эффективной реконструкции городской застройки / Дисс. На соиск.степени к.т.н. – Ростов-на-Дону- 2014. 208 с.
6. Бакина Ю.Л., Спиридонова Е.В. Энергосбережение при совместном проектировании систем водяного отопления и приточной вентиляции // Основы рационального природопользования: мат-лы VI Нац.конф-ции с междун.участием – Саратов, 2020. С.124-126.

© Федюнина Т.В., 2022

Секция 2
Тенденции совершенствования строительных технологий и процессов

Научная статья
УДК 69.045

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ

Альфия Идрисовна Балабекова

Пугачевский гидромелиоративный техникум им. В.И. Чапаева-филиал ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова, г. Пугачев, Россия, Balabekovaai@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0305-0719>

Аннотация. Рассмотрены история развития, применение и преимущества применения BIM-технологии в России.

Ключевые слова: BIM-моделирование, программное обеспечение, проектирование

Для цитирования: Балабекова А.И. Информационное моделирование зданий// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.142-144.

Original article

BUILDING INFORMATION MODELING

Alfiya Idrisovna Balabekova

Pugachev hydromeliorative College named after V.I. Chapaev -branch of Saratov State Agrarian University named after N.I.Vavilov, Pugachev, Russia, Balabekovaai@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0305-0719>

Annotation. The history of development, application and advantages of using BIM technology in Russia are considered.

Keywords: BIM modeling, software, design.

For citation: Balabekova A.I. Information Modeling of buildings// Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State University.2022 . Pp.142-144.

Строительная отрасль в настоящее время применяет более десятка информационных технологий, которые максимально востребованы в строительном производстве.

Строительное производство считается консервативным, так как современные технологии внедрять сложно, поскольку основные требования к строительным объектам — это соблюдение нормативной базы, стандартизации и безопасности [1]. Для этого требуется проведение проектирования, качественного контроля, а также соответствующее обучения персонала.

Но учитывая вопрос конкурентоспособности, инновации в строительной отрасли идут с немалой скоростью. Они меняют вид строительной площадки, увеличивают прибыль и приводят к выигрышам проектных тендеров.

Рассмотрим BIM-моделирование. Идея BIM-моделирования берет свое начала с 1970-х годов. Словосочетание “строительная модель” впервые упомянул в 1985 году Саймон Раффл, а впоследствии Роберт Айш — разработчик программного обеспечения, которое применялось для реконструкции аэропорта Хитроу. Родоначальниками современных BIM программ были приложения RUCAPS, ArchiCAD, Sonata и Reflex. На сегодняшний день ключевые игроки мирового рынка информационного моделирования зданий — это Autodesk, Bentley Systems, Nemetschek, Pentagon Solutions, Dassault Systemes, AECOM, Trimble Navigation, Synchro Software, Asite Solutions, Beck Technology.

Технология подразумевает не только виртуальное моделирование здания, но и комплексное представление в цифровом виде функциональных и физических характеристик объекта. BIM учитывает возведение, оснащение, управление, эксплуатацию объекта, возможности сноса и ремонта, то есть охватывает весь жизненный цикл объекта. Все составляющие проектирования, которые имеют отношение к строительному объекту, непременно учитываются в едином проекте. При удалении или замене какого-то элемента или дополнения, вся модель рассчитывается с этой корректировкой.

По примерным расчетам объем рынка BIM на сегодняшний день в России оценивается в 110 млн долларов. Данная цифра неточная, так как включает в себя стоимость обучения и стоимость продаваемого программного обеспечения, а также услуги по внедрению и сопровождению проектов с применением BIM.

19 июля 2018 года опубликовано Поручение Президента РФ, согласно которому BIM объявлялся приоритетной областью развития строительства в России. К началу декабря 2021 года 85% участников строительного рынка России только начали внедрять технологии информационного моделирования, включая Building Information Modeling (BIM), а потому не готовы полностью переходить на них. При этом согласно постановлению Правительства РФ, с 1 января 2022 года использование BIM-технологий будет обязательным при строительстве объектов в рамках госконтрактов.

BIM-технологии дают возможность специалистам:

- контролировать технологические процессы строительных работ;
- рассчитывать сметы;
- оперировать моделью участникам проекта;

- вносить необходимые корректировки;
- производить расчеты материальных ресурсов.

Согласно исследованию, в котором приняла участие 541 проектная организация, 22% компаний полностью перешли на BIM-технологии. Очевидно, что BIM-проектирование будет продолжать развиваться и набирать обороты в ближайшие годы. Существует ряд компаний, которые начали разрабатывать BIM-модели 5-10 лет назад. Сейчас данные технологии применяют большинство строительных организаций не только в Москве, но и в крупных городах. Количество BIM-проектов увеличивается, что обусловлено совершенствованием нормативно-правовой базы и снижением цены на BIM-разработку. Считается, что переход к информационной системе моделирования сократит сроки строительства, при этом повысит качество строительных объектов и оптимизирует использование материальных и человеческих ресурсов.

Список источников

1. Федюнина Т.В. Аспекты энергоэффективной реконструкции градостроительной застройки // Основы рационального природопользования: мат-лы VII нац. конф-ции с межд. участием. – Саратов. 2021. С.201-206

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТНОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗА СЧЕТ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ

Татьяна Игоревна Боднар,¹ Галина Владимировна Проваторова²

^{1,2}Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,
г. Владимир, Россия

¹ tatasofa1983@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7522-4506>

² asf.inst@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8922-9420>

Аннотация. Развитие дорожно-строительной отрасли является важнейшим условием функционирования экономических систем современных государств. Государственная политика в области дорожного строительства определяет необходимость повышения экономической эффективности их деятельности и качества выполняемых работ и услуг как основных факторов конкурентоспособности. Целью данной работы является анализ и разработка комплекса мероприятий, повышающих эффективность деятельности предприятия за счет рационального использования ресурсов путем оптимизации бизнес планов на примере предприятия дорожно-строительной отрасли, работающего в условиях анклава.

Ключевые слова: эффективность работы предприятия, ресурсосбережение, рентабельность, стратегия развития

Для цитирования: Боднар Т.И., Проваторова Г.В. Повышение конкурентоспособности предприятий за счет эффективного использования ресурсов // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С. 145-149.

Original article

INCREASING THE COMPETITIVENESS OF ENTERPRISES THROUGH THE EFFICIENT USE OF RESOURCES

Tatiana Igorevna Bodnar¹, Galina Vladimirovna Provatorova²

^{1,2}Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov, Vladimir, Russia

¹ tatasofa1983@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7522-4506>

² asf.inst@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8922-9420>

Annotation. The development of the road construction industry is an important condition for the functioning of the economic systems of modern states. The state policy in the field of road construction determines the need to increase the economic

efficiency of their activities and the quality of work and services performed as the main factors of competitiveness. The purpose of this work is to analyze and develop a set of measures that increase the efficiency of the enterprise's activities through the rational use of resources by optimizing business plans on the example of a road construction industry enterprise operating in an enclave. Keywords: enterprise efficiency, resource saving, profitability, development strategy Annotation. The development of the road construction industry is an important condition for the functioning of the economic systems of modern states. The state policy in the field of road construction determines the need to increase the economic efficiency of their activities and the quality of work and services performed as the main factors of competitiveness. The purpose of this work is to analyze and develop a set of measures that increase the efficiency of the enterprise's activities through the rational use of resources by optimizing business plans on the example of a road construction industry enterprise operating in an enclave.

Keywords: enterprise efficiency, resource saving, profitability, development strategy

For citation: Bodnar T.I., Provatorova G.V. Increasing the competitiveness of through the efficient use of resources // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.145-149.

Хорошая финансовая устойчивость предприятия не случайное совпадение, это результат грамотно продуманного управления всеми факторами хозяйствования, которые определяют результат деятельности предприятия.

Определяющую роль для результатов производственно-финансовой работы организации играет анализ хозяйственной деятельности. С помощью него прорабатывается стратегия и тактика повышения эффективности предприятия, определяются планы и управленческие решения, контролируется их выполнение, а также выявляются резервы для развития [1 с. 363].

Возрастет необходимость в специализированных организациях, располагающих современной строительной техникой, профессиональным коллективом работников, которые умеют применить новые технологии при строительстве дорог.

Таким образом, российской дорожно-строительной отрасли требуется активное внедрение инновационных технологий, более грамотной юридической регламентации процесса строительства, приток квалифицированных специалистов, обеспечение современной техникой и оборудованием.

Исследование путей повышения конкурентоспособности предприятий дорожного строительства, в связи с этим, является первостепенным теоретическим и практическим направлением. Поэтому при планировании текущей деятельности дорожно-строительного предприятия становится актуальным выработки стратегии его развития за счет эффективного использования ресурсов, учитывающей все особенности функционирования современного рынка и регулирующего его законодательства.

Исследования в данной работе выполнялись на базе ОАО «Черняховский «Райавтодор» в Калининградской области. Особенностью предприятия является то, что работа ведется в условиях анклава и сопряжена с дополнительными трудностями доставки дорожно-строительных материалов и топлива, поэтому вопросы повышения эффективности использования ресурсов и внедрения современных ресурсосберегающих технологий являются приоритетными.

Эффективность работы предприятия – это комплексное многостороннее понятие. Чтобы оценить работу предприятия и его экономическую эффективность нельзя проанализировать только один какой-либо показатель [3, с 37]. В данное время на практике всегда используют систему показателей в качестве комплексной и разносторонней оценки, которая обуславливает связь между собой и показывает сильные и слабые стороны рассматриваемого предприятия.

Для каждой компании главная цель это получение прибыли. И главной составляющей поставленной цели является понятие «эффективность».

Чтобы оценить уровень работы организации, для этого нужно произвести расчет эффективности деятельности компании, сравнить прибыль с затратами или ресурсами. Напрямую зависит рентабельность предприятия от прибыли: рентабельность выше, если выше прибыль.

Схематично методы повышения эффективности деятельности предприятий можно представить в следующем виде (рис.1).



Рисунок 1 - Методы повышения эффективности деятельности предприятий

В последнее время в сфере дорожного строительства наметились тенденции к активному освоению инноваций: госзаказ и многие коммерческие структуры отрасли демонстрируют повышенный спрос на передовые технологии, строительные подрядчики уже освоили большинство импортных материалов и разработок, идет работа по созданию федеральной системы внедрения инноваций в дорожном строительстве по примеру других стран [2, с 25].

Программа улучшений направлена на повышение эффективности работы предприятия, основные мероприятия будут направлены: на увеличение прибыльности деятельности организации за счет снижения издержек и увеличения

оборота; осуществление инвестиции в пределах получаемой чистой прибыли и привлекаемых долгосрочных источников финансирования с учетом состояния чистого оборотного капитала; обновление основных фондов.

Мероприятия, входящие в предлагаемую программу приведены ниже:

1. Организация ресурсосбережения путем газификации АБЗ;
2. Организация энергосбережения путем внедрения технологии низкотемпературной подготовки битума на АБЗ;
3. Лизинг как механизм обновления производственных мощностей;
4. Кадровая политика на перспективу.

Исходя из выше сказанного, можно рекомендовать блок направлений развития, на который необходимо обратить особое внимание ОАО «Черняховский «Райавтодор».

Ресурсосбережение

Учитывая значительное сокращение вредных выбросов в атмосферу, меньшие эксплуатационные затраты при работе АБЗ на газе, такие, как меньшая стоимость топлива, снижение удельных расходов топлива, упрощение технологического процесса, облегчение эксплуатации оборудования, можно говорить о быстрой окупаемости капитальных затрат.

Выбрано направление на переход на альтернативный вид топлива и разработан проект «Автономное сжиженным углеводородным газом (СУГ) АБЗ».

Энергосбережение

Одной из главных проблем при использовании битума в дорожной отрасли является сохранение качества вяжущего при его подготовке к смешению с минеральными составляющими асфальтобетонной смеси. Поэтому на сегодняшний день подобная технология подачи битума в дозатор является устаревшей

Возможным вариантом решения отмеченных недостатков является изменение режимов работы, геометрических параметров технологического оборудования и циклограммы подготовки битума. В основу проекта мероприятий по энергосбережению на АБЗ и битумном хозяйстве взяты «Технология низкотемпературной подготовки битумов», которая защищена Патентами Российской Федерации [4,5].

Лизинг

В целях увеличения и обновления своих основных фондов, согласно предложенным мероприятиям по повышению эффективности деятельности предприятия, а также в целях сокращения расходов предприятия по аренде дополнительной техники у сторонних предприятий, изношенности собственного парка и срывов сроков поставок инертных материалов и асфальта к объектам производства работ для ОАО «Черняховский «Райавтодор» рекомендуется реализация обновления транспортного подразделения посредством покупки автотранспортных средств в лизинг. Предприятию необходимо приобрести автотранспорт *Камаз 65201-6013-43*.

Кадровая политика

Кадровая политика на перспективу включает в себя решение следующих основных задач: создание корпоративной культуры с внедрением системы социальной поддержки; максимальное использование существующих и вновь

привлеченных человеческих ресурсов и мощностей; снижение затрат на реализацию проектов за счет организации собственного кадрового потенциала, управления закупочными и иными расходами, внедрения автоматизированных систем управления человеческими ресурсами и материальными потоками; организацию специальной подготовки, обучения и повышения квалификации кадров, а также семинары и тренинги для высшего руководства, формирование кадрового резерва

Таким образом, выполненное исследование создает методическую основу для разработки эффективной инновационной стратегии развития ОАО «Черняховский «Райавтодор» и мероприятий по повышению эффективности управленческих решений в данной организации, которые могут применяться на подобных предприятиях.

Практические результаты и рекомендации работы реализуются в деятельности ОАО «Черняховский «Райавтодор». Достоверность результатов, полученных в работе, подтверждается хорошим согласованием результатов теоретического моделирования с результатами практических работ, проверкой полученных моделей с реальным изменением входных и выходных параметров.

Список источников

1. Богдановская, А.В. Анализ хозяйственной деятельности в промышленности / Под ред. А.В. Богдановской, П.Н. Виногорова. – Минск: Высшая школа, 1997. – 363 с.

2. Акимова, Е.М. Категории прибыли в бухгалтерском и налоговом учете. // Научные труды коллектива кафедры Экономики и управления в дорожном строительстве/ Под общей редакцией д-ра экон. наук, проф. Х.М. Гумба/ Моск. гос. строит. ун-т.– М.: МГСУ, 2015. – с. 25–32.

3. Руденский А. В. Оценка энергозатрат на выполнение строительных и ремонтных работ - объективный критерий технической эффективности принимаемых решений / А. В. Руденский // Дороги и мосты: сб. Информавтодор. - М. - вып. 17/1, 2007. - с. 37-44.

4. Патент РФ № 106257 Технологическая линия подготовки битума для приготовления горячих асфальтобетонных смесей МПК E01C 19/45 /С.С. Саенко, Ю.Я. Никулин, О.О. Мелихов – 20011111937/03; заявлено – 29.03.2011; опубл. 10.07.2011 Бюл. № 19. приоритет 29.03.2011. – с. 1

5. Патент РФ № 109147 Технологическая линия подготовки битума для приготовления горячих асфальтобетонных смесей МПК E01C 19/08 /С.С. Саенко – 2011121474/03; заявлено – 27.05.2011; опубл. 10.10.2011 Бюл. № 28. приоритет 27.05.2011. – с. 2

Научная статья
УДК 629.488

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ

Ольга Валентиновна Михеева¹, Елена Николаевна Миркина², Светлана Сергеевна Орлова³, Татьяна Анатольевна Панкова⁴

^{1,2,3,4} Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹ omuk@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7375-0281>

² docentmirkina@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3867-1937>

³ orlovass77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9350-0893>

⁴ tanja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4619-765X>

Аннотация. В статье рассмотрены основные принципы технического обслуживания зданий и сооружений, целью которого является обеспечение эффективной и безопасной эксплуатации оборудования и коммуникаций.

Ключевые слова: техническое обслуживание, эксплуатация.

Для цитирования: Михеева, О.В. Общие принципы технического обслуживания инженерных систем и сооружений / О.В. Михеева, Е.Н. Миркина, С.С. Орлова, Т.А. Панкова // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С. 150-155.

Original article

GENERAL PRINCIPLES OF MAINTENANCE OF ENGINEERING SYSTEMS AND FACILITIES

Olga Valentinovna Mikheeva¹, Elena Nikolaevna Mirkina², Svetlana Sergeevna Orlova³, Tatyana Anatolyevna Pankova⁴

^{1,2,3,4} Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹ omuk@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7375-0281>

² docentmirkina@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3867-1937>

³ orlovass77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9350-0893>

⁴ tanja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4619-765X>

Annotation. The article discusses the basic principles of maintenance of buildings and structures, the purpose of which is to ensure the efficient and safe operation of equipment and communications.

Key words: maintenance, operation

For citation: Mikheeva, O.V. General principles of maintenance of engineering systems and structures / O.V. Mikheeva, E.N. Mirkina, S.S. Orlova, T.A. Pankova //

Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by С.М. Bakirov – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.150-155.

Техническое обслуживание инженерных систем предусматривает собой комплекс мероприятий, целью которых является обеспечение эффективной и безопасной эксплуатации оборудования и коммуникаций. Необходимо проведение специального обслуживания зданий, а также таких систем как, водоснабжение, кондиционирование, вентиляция, отопление, электроснабжение и других необходимых для комфортной жизни населения инженерных систем и сооружений. Обслуживание зданий и сооружений привязано к определенным временам года и должно иметь периодичность. Строгое соблюдение сроков и действующих норм по эксплуатации и техническому обслуживанию инженерных систем и сооружений позволяет сократить затраты (в долгосрочной перспективе) и дальнейшие капиталовложения на функционирующий объект.



Рисунок 1 - Укрупненный перечень мероприятий, выполняемых в процессе технической эксплуатации зданий

Полноценное обслуживание инженерных систем и зданий в течение всего нормативного периода осуществляется согласно разработанному графику планово-предупредительных работ и технологическим картам. Сюда включаются технические стандарты, разрешенные/запрещенные действия, обязанности, сроки. [1-5]



Рисунок 2 – Наружные инженерные сети

В настоящее время невозможно самостоятельное функционирование инженерных систем и сооружений. Даже максимальная автоматизация узлов сооружений требует наблюдения за их корректной работой человека. Более того доверять обслуживанию следует исключительно опытным и квалифицированным специалистам, которые позаботятся о сохранении исправного состояния всех частей системы и тем самым смогут предотвратить многие серьёзные аварийные ситуации. Под техническим обслуживанием инженерных систем подразумевают выполнение следующих действий, а именно своевременное выявление и устранение поломок; наблюдение за рабочим состоянием оборудования и систем; сезонная подготовка инженерных сетей; плановый (предупредительный) ремонт; текущее устранение поломок в результате возникновения аварийных ситуаций; капитальный ремонт (производится по истечении сроков эксплуатации сетей, оборудования, агрегатов); поставка необходимых запасных частей и расходных материалов.

Техническое обслуживание зданий и сооружений должны включать в себя работы по поддержанию в исправном состоянии элементов и внутренних систем, заданных параметров и режимов работы его конструкций. Система технического обслуживания обеспечивает стабильное функционирование зданий и инженерных систем в течение установленного срока службы здания.

Контроль за техническим состоянием следует осуществлять путем проведения *плановых* и *внеплановых* осмотров.

Целью осмотров является установление возможных причин возникновения дефектов и выработка мер по их устранению.

Плановые осмотры зданий делят на:

- общие осмотры - комплекс работ в ходе которых проводится осмотр здания в целом, включая конструкции, инженерное оборудование и внешнее благоустройство;

- частичные осмотры - комплекс работ, который предусматривает осмотр отдельных элементов здания или помещений.

Общие осмотры должны производиться два раза в год в весенний и осенний период (до начала отопительного сезона). [6-10]

Внеплановые осмотры проводятся после ливней, ураганных ветров, обильных снегопадов, наводнений и других явлений стихийного характера, вызывающих повреждения отдельных элементов зданий, а также в случае аварий на внешних коммуникациях или при выявлении деформации конструкций и неисправности инженерного оборудования, нарушающих условия нормальной эксплуатации.

Основным документом, отражающим техническое состояние зданий и сооружений, является технический журнал (рисунок 3). В журнал заносят информацию о результатах наблюдений за объектом и его конструктивными элементами; периодических техосмотрах; инструментальных наблюдениях за осадками и прочими деформациями элементов сооружения; фактах грубых нарушений правил эксплуатации и мерах по их пресечению; проведенных капитальных ремонтах (в частности, указываются сроки, место, объем и характер работ); проведенных реконструкциях объекта.

| Дата проведения осмотра | Наименование цеха, Участка и их конструктивных элементов | Данные о результатах наблюдения, фактах нарушения правил технической эксплуатации, результаты инструментальных замеров осадок, прогибов и других деформаций отдельных элементов. Характер необходимого ремонта (текущего, капитального), перечень намеченных работ и их объем |
|-------------------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | | |
| | | |
| | | |

Рисунок 3 - Пример технического журнала

По указанным сведениям, можно не только проследить историю эксплуатации сооружения, но и сформировать представление о его техническом состоянии на конкретный период времени. Сведения журнала используются для планирования ремонта и при заполнении дефектных ведомостей.



Рисунок 4 - Удаление гигантской наледи с фасада здания [11]

В перечень работ по техническому обслуживанию инженерных систем зданий входят:

Обслуживание инженерных сетей, что включает в себя обслуживание приточной вентиляции, теплогенерирующих установок, тепловых пунктов зданий.

Также необходимо поддержание в работоспособном состоянии систем отопления зданий.



Рисунок 5 - Наведение порядка в щите электроснабжения [11]

Обслуживающие компании обеспечивают уборку территории и внутренних помещений, а именно влажную уборку и клининг всех помещений; очистку от снега территорий и кровли; уход за ливневыми стоками; обслуживание фасада зданий (услуги альпинистов).

Таким образом, техническое обслуживание инженерных систем и сооружений является важной составляющей частью эксплуатационной надёжности зданий и сооружений. Без надлежащего обслуживания снижается эксплуатационная надёжность, срок службы, увеличивается физический износ зданий и сооружений.

Список источников

1. Ширшиков Б.Ф. «Организация, планирование и управление строительством (2016)»
2. Фокин С.В.; Шпортько " О.Н. «Технология обслуживания, ремонт и монтаж отдельных узлов системы водоснабжения. (2020)»
3. Полуянович Н.К. , Дубяго М.Н. «Эксплуатация электротехнических систем объектов ЖКХ. Учебное пособие (2020)»
4. Михеева, О.В Статистический анализ и расчет надежности трубопроводов / Михеева О.В., Колосова Н.М. // Аграрный научный журнал. 2014. № 11. С. 55-58.

5. Михеева, О.В К вопросу о расчете ущерба в результате аварии на гидротехническом сооружении / Михеева О.В., Орлова С.С. // Аграрный научный журнал. 2014. № 9. С. 38-42.

6. Михеева, О.В. Основные научно-технические проблемы при эксплуатации каналов в земляном русле. / Михеева О.В. // В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития мирового сельского хозяйства. IV Международная научно-практическая конференция. Под редакцией И.Л. Воротникова. 2013. С. 268-269.

7. Техническое обслуживание инженерных зданий и сооружений [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://climatstar.ru/articles/tehnicheskoe-obslyzhivanie-inzhenernykh-sistem-zdaniy-i-sooruzheniy-keys-fips/9>. <https://lidermsk.ru/articles/52/sistemyi-tehnicheskoy-ekspluatatsii-remonta-i-rekonstruktsii-zdaniy-i-sooruzhenij/>

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Татьяна Анатольевна Панкова¹, Светлана Сергеевна Орлова², Ольга Валентиновна Михеева³, Елена Николаевна Миркина⁴

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова, г. Саратов, Россия

¹vtanja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4619-765X>

²orlovass77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9350-0893>

³omuk@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7375-0281>

⁴docentmirkina@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3867-1937>

Аннотация. В данной статье анализируется проблема строительства в условиях плотной городской застройки.

Ключевые слова: проектирование, строительство, эксплуатация, здание, метод, способ, оценка, мероприятия

Для цитирования: Панкова Т.А., Орлова С.С., Михеева О.В., Миркина Е.Н. Применение средств автоматизации в инженерных системах зданий // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.156-160.

Original article

ANALYSIS OF THE PROBLEM OF CONSTRUCTION IN CONDITIONS OF DENSE URBAN DEVELOPMENT

Tatiana Anatolyevna Pankova¹, Svetlana Sergeevna Orlova², Olga Valentinovna Mikheeva³, Elena Nikolaevna Mirkina⁴

^{1,2}Saratov State Agrarian University named after N.I.Vavilov, Saratov, Russia

¹vtanja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4619-765X>

²orlovass77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9350-0893>

³omuk@inbox.ru,

⁴docentmirkina@rambler.ru,

Annotation. This article analyzes the problem of construction in conditions of dense urban development.

Keywords: design, construction, operation, building, method, method, assessment, measures

For citation: Pankova T.A., Orlova S.S., Mikheeva O.V., Mirkina E.N. Application of automation tools in engineering systems of buildings // Modern problems

and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International Participation / Edited by S.M.Bakirov – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp.156-160.

Строительство в условиях плотной городской застройки – обычное явление в современном мире. Такие условия возведения зданий и сооружений имеют ряд трудностей для строительства, связанных с ограниченностью площади строительной площадки.

Нередко в условиях городской застройки можно наблюдать слишком близкое расположение строящихся зданий к существующим (рисунок 1-2).



Рисунок 1 - Расположение зданий на улице Сакко и Ванцетти в г. Саратове



Рисунок 2 – Расположение зданий на улице Советской в г. Саратове

Такое слишком близкое расположение строящихся зданий по отношению к существующему нередко приводит к нарушению целостности близлежащих

зданий, ухудшению прочностных и деформационных характеристик здания, снижению долговечности, дополнительным деформациям конструктивных элементов здания и приводит к нарушению комфортного проживания людей как в существующем так и в новом строящемся здании. Заметным деформациям существующего здания могут начаться еще в начальный период строительства, а к концу строительства нового здания деформации существующего здания могут достигнуть аварийных значений.

Поэтому особенности проектирования фундаментов новых зданий и разработка мероприятий по поддержанию надежности существующих зданий в условиях плотной застройки требуют тщательного рассмотрения и учета характеристик проектируемых зданий и возможных конструкций их фундаментов, а также необходима оценка технических характеристик и состояния конструкций существующих зданий.

Для обеспечения долговременной сохранности и нормальных параметров эксплуатации объектов, находящихся в зоне наблюдения нового строительства, необходимо предусмотреть выполнение специальных технологических мероприятий и конструктивных решений.

Каждое здание в городской застройке следует рассматривать как долгоживущую систему, взаимодействующую как с другими системами, так и с внешней техногенной и природной средой. Проектировщикам, строителям и эксплуатирующим организациям необходимо овладеть умением и искусством проектирования, строительства и эксплуатации объектов, которые должны сохранять свои положительные качества и надежность в течение длительного периода эксплуатации в условиях изменяющихся архитектурно-технических, инженерно-геологических и социальных факторов.

Эксплуатационная надежность объекта строительства должна быть обеспечена на всех основных этапах его создания: на этапе разработки проекта, на этапе строительства объекта и на этапе его эксплуатации.

При создании объекта нового строительства проект предусматривает определенный уровень его надежности, который устанавливается нормативными требованиями, обеспечивается профессиональным уровнем проектировщиков и качеством исходной информации, в основном инженерно-геологической.

В период строительно-монтажных работ в зависимости от качества материалов, изделий, конструктивных элементов, а также в зависимости от соблюдения технологических требований исходная надежность здания становится меньше предусмотренной проектом.

С началом эксплуатации здания в его отдельных фрагментах происходят изменения под воздействием различных негативных факторов техногенного и природного характера, которые приводят к снижению его надежности.

Факторы негативного воздействия на здание могут быть локальными и случайными, но чаще всего эти факторы действуют постоянно. По мере накопления дефектов в здании или его элементах возникают нарушения эксплуатационной пригодности, развиваются предаварийные или аварийные ситуации.

К наиболее разрушительным негативным явлениям при строительстве относится подтопление территории застройки грунтовыми водами. Негативные

факторы затопления имеют пролонгированное действие, охватывают грунтовой массив, фундаменты и многие конструктивные элементы здания, приводят к ухудшению физико-механических свойств материалов подземной части здания и грунтов основания.

Общим итогом проявления этих негативных процессов является снижение надежности элементов и здания в целом по многим критериям и, главным образом, по критериям надежности «по деформации» и «по несущей способности».

На основании анализа опыта строительства и эксплуатации зданий и сооружений в условиях плотной городской застройки можно сделать следующие выводы:

- строительство нового здания в непосредственной близости от существующего в большинстве случаев приводит к развитию дополнительных деформаций конструкций существующего дома;

- деформации существующего здания зависят от его конструктивной схемы и материала несущих конструкций, соотношения высот нового и существующего зданий, расстояния между ними и взаимного расположения домов в плане;

- характер и направление деформаций новой и существующей застройки зависят от степени осуществления осадки существующего дома и завершения процесса укрепления грунта его основания.

Дополнительные деформации существующих зданий в условиях плотной застройки часто возникают даже в тех случаях, когда проект строящегося здания предусматривает и принимает меры по уменьшению ее воздействия. Следовательно, существующие в настоящее время методы учета и снижения взаимного влияния зданий и сооружений в условиях плотной городской застройки не позволяют в полной мере определить степень влияния зданий друг на друга и требуют дальнейшего изучения.

Для строительства зданий в условиях плотной городской застройки необходимо стремиться к сохранению эксплуатационных свойств существующих зданий и сооружений вокруг застроенной территории. Для этого проводится геотехническая оценка влияния нового строительства на изменение напряженно-деформированного состояния оснований и фундаментов существующего здания, в том числе инженерных коммуникаций, воздействие на окружающий грунтовой массив, возможное увеличение или понижение уровня грунтовых вод.

После выполнения геотехнического прогноза становятся известны радиус зоны влияния и величины дополнительных деформаций оснований и фундаментов существующих зданий и сооружений.

На основании полученных результатов перед началом земляных работ проводится усиление оснований и фундаментов существующего здания, расположенного в непосредственной близости от строительной площадки. Обычно для этого устанавливают буроинъекционные сваи, сваи типа «Титан», цементируют грунт под подошвой фундамента, армируют его железобетонной обоймой или используют другие способы укрепления грунта в зависимости от конкретного объекта и конкретных инженерно-геологических условий.

Работы выполняются в соответствии с нормативными документами, произведенными расчетами и проектом на производство работ. Усиление фундаментов проводится с целью обеспечения статического равновесия здания на период нулевого цикла объекта строительства.

Перед началом земляных работ необходимо установить шпунт, в условиях слабых грунтов, высокого уровня грунтовых вод, при сооружении глубоких подземных сооружений «стена в грунте», цель которых предотвратить обрушение грунта за пределами строительной площадки. «Стена в грунте» может быть использована в дальнейшем как несущий элемент подземной части здания. Шпунт впоследствии, как правило, извлекается из земли для дальнейшего использования. Этот вид устройства земляного ограждения, представляющий собой устройство ограждающих и несущих стен подземной части здания путем бетонирования узких глубоких траншей под защитой глиняного раствора методом вертикально подвижной трубы, что позволяет сократить объем земляных работ, так как совмещает устройство фундаментов и стен подземной части здания.

Шпунтовые ограждения — вид устройства земляных ограждений в виде тонких подпорных стенок, устойчивых, за счет глубокого погружения в грунт, соединенных между собой специальными захватами, позволяющими фиксировать элементы в вертикальном положении друг относительно друга. Материал шпунта, способ погружения и сечение устанавливаются в зависимости от особенностей каждого объекта.

Следует отметить, что оптимальный выбор приведенных мероприятий для единичного объекта, хотя и связанный с критериями надежности и экономичности, тем не менее возможен только в результате комплексного подхода к решаемой задаче, основанного на детальном рассмотрении самого объекта и прилегающих к нему территорий и соседних объектов, а также анализа влияния выбранных мероприятий на инженерную инфраструктуру города в целом.

Сегодня мы сталкиваемся со многими проблемами, решение которых может осуществить грамотный городской дизайн [1, с. 80].

Поэтому строительство в условиях плотной городской застройки должно не только обеспечивать качество и долговечность возводимых зданий и сооружений, но и обязывать выполнение ряда условий по обеспечению устойчивого баланса и сохранению эксплуатационных свойств близлежащих зданий, а также поддерживать удобство проживания жителей существующих зданий и сооружений.

Список источников

1. Адылев А.А., Панкова Т.А. Концепции градостроительства при формировании современной устойчивой среды // Основы рационального природопользования: материалы VI Национальной конференции с международным участием. Саратов, 2020. С 80-81.

Научная статья
УДК 699.816

БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ ВТОРИЧНОГО ЖИЛИЩНОГО ФОНДА Г. САРАТОВА

Андрей Владимирович Поваров

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия, povarov-av2012@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8763-457X>

Аннотация. Рассмотрены вопросы безопасной технической эксплуатации и повышения противопожарной безопасности домов вторичного жилищного фонда г. Саратова, построенных в стиле «сталинский ампир».

Ключевые слова: многоквартирный дом, технический износ, электросиловое оборудование, пожарная безопасность, автоматическая пожарная сигнализация

Для цитирования: Поваров А.В. Безопасная эксплуатация зданий вторичного жилищного фонда г. Саратова // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.161-164.

Original article

SAFE OPERATION OF BUILDINGS OF THE SECONDARY HOUSING FACILITY OF THE CITY OF SARATOV

Andrey Vladimirovich Povarov

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia, povarov-av2012@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8763-457X>

Annotation. The issues of safe technical operation and improvement of fire safety of houses of the secondary housing stock in Saratov, built in the style of "Stalin's Empire" are considered.

Keywords: apartment building, technical deterioration, electric power equipment, fire safety, automatic fire alarm

For citation: Povarov A.V. Safe operation of buildings of the secondary housing stock in Saratov // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Ed. S.M. Bakirova - Saratov: Saratov State Agrarian University, 2022. Pp.161-164.

Многоквартирные дома, построенные в архитектурном стиле «сталинский ампир», являются ярким украшением г. Саратова. Неповторимый внешний об-

лик выделяет их на общем фоне остальных зданий своей монументальностью и незыблемостью (рис. 1). В настоящее время в Саратове эксплуатируется около 130 подобных домов, в которых проживает значительное количество людей [1].

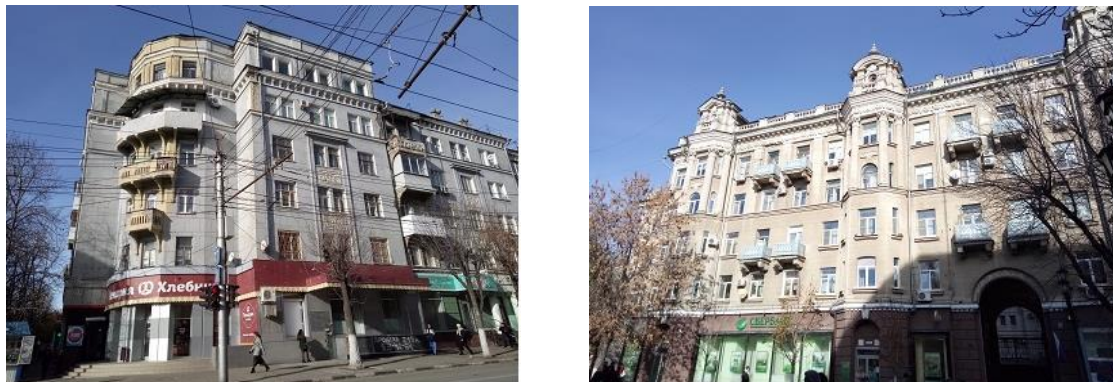


Рисунок 1 - Дома г. Саратова, построенные в стиле «сталинский ампи́р»

За годы эксплуатации подверглись техническому износу несущие и ограждающие конструкции данных домов, а также инженерные коммуникации, в том числе, электросиловое оборудование. Устаревшая и несоответствующая современным требованиям электропроводка и электрооборудование зачастую являются причиной возникновения пожаров в рассматриваемых домах (рис. 2) [2, 3].



Рисунок 2 – Изношенная электропроводка и оборудование

Для недопущения возникновения пожаров в домах вторичного жилищного фонда и гибели проживающих людей необходимо рассмотреть возможность установки в них противопожарного оборудования.

В качестве объекта исследования был выбран жилой многоквартирный дом, выполненный в архитектурном стиле «сталинский ампи́р», расположенный по адресу: г. Саратов, ул. Лермонтова, д. 31 (рис. 3).

Назначение здания – жилой дом. Количество этажей - 5; количество подъездов - 4; общая площадь - 3122,12 м²; количество квартир - 39.

Материал стен – кирпич; степень огнестойкости – II. Год постройки - 1956. Управляющая компания - УК «ДЕЗ-Поволжье», г. Саратов.



Рисунок 3 – Жилой многоквартирный дом по адресу: ул. Лермонтова, д. 31

Согласно существующим нормам пожарной безопасности, исследуемый жилой объект должен быть оснащен системой автоматической пожарной сигнализации, способной своевременно обнаружить места возгорания и сформировать управляющие сигналы для системы оповещения о пожаре [4, 5].

При внедрении системы автоматической пожарной сигнализации (АПС) на рассматриваемом жилом объекте могут использоваться дымовые и ручные пожарные извещатели [5]. Также рационально будет использовать панель охранно-пожарную Контакт GSM 5-2 (ООО «Ритм»), а для обнаружения пожара применить извещатели пожарные дымовые оптико-электронные ДИП-141 «Марко» (ИП-212-141) и ручные ИПР-513-10 (ТД «Рубеж») [5].

Установка извещателей ДИП 141 «Марко» возможна во все помещения квартир дома, кроме вспомогательных: санузлов, ванных комнат. Количество автоматических пожарных извещателей определяется необходимостью обнаружения загораний на контролируемой площади помещений или зон помещений. В каждом защищаемом помещении следует устанавливать не менее двух пожарных извещателей, включенных по логической схеме «ИЛИ», когда сигнал «пожар» формируется при срабатывании любого одного извещателя [5].

Для оповещения жителей о пожаре необходимо применить систему речевого оповещения пожарную РОКОТ с акустическими системами АС-2-3 [6].

Оповещатели Сфера с надписью «Выход» должны устанавливаться перед выходами и в коридорах на путях эвакуации. На входе можно установить оповещатель свето-звуковой Маяк-12КП [5].

Рассмотренные технические мероприятия позволят защитить помещения многоквартирного дома от пожара, хотя в конечном итоге каждый собственник жилья должен сам определиться в отношении мер противопожарной безопасности для обеспечения сохранности своего имущества. Однако, стоит отметить, что затраты на защиту квартиры от пожара будут гораздо меньше по сравнению с ликвидацией последствий самого пожара.

Список источников

1. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://srtv.gks.ru/>? (дата обращения 12.03.2022).
2. Статистика пожаров в России – данные МЧС России по годам [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rusind.ru/statistika-pozharov-v-rossii.html> (дата обращения 12.03.2022).
3. МЧС России. Главное управление по Саратовской области [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://64.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/operativnaya-informaciya/svodka-chs-i-proisshestviy/4676116> (дата обращения 12.03.2022).
4. Постановление Правительства РФ от 01.09.2021 № 1464 «Об утверждении требований к оснащению объектов защиты автоматическими установками пожаротушения, системой пожарной сигнализации, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/70878.html/> (дата обращения 22.03.2022).
5. СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования».
6. Система речевого оповещения пожарная «Рокот» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.arsenal-sib.ru/opoveshenie/pribory/rokot2/> (дата обращения 22.03.2022).

ИСПЫТАНИЯ БЛОКОВ АРБОЛИТА ИЗ КАМЫША

Юрий Евгеньевич Трушин

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г.Саратов, Россия, yura.truschin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4240-7955>

Аннотация. Анализ результатов испытаний блоков арболита.

Ключевые слова: камыш, бетон, арболит, прочность, испытания

Для цитирования: Трушин Ю.Е. Испытания блоков арболита из камыша // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова - Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.165-170.

Original article

TESTS OF BLOCKS OF ARBOLITE MADE OF REEDS

Yuri Evgenievich Trushin

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia
yura.truschin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4240-7955>

Annotation. The results of the examination of the efficiency of the heating system of lecture halls are presented.

Keywords: reed, concrete, arbolite, strength, testing

For citation: Trushin Yu.E. Tests of blocks of arbolite made of reeds // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Edited by S.M. Bakirov - Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.165-170.

По причине роста стоимости строительных материалов, их удаленности от места строительства начинающие предприниматели нередко используют местный строительный материал[1]. В местах произрастания камыша предприниматели часто организуют производство стройматериалов на основе камыша и минеральных вяжущих. Это, в том числе, блоки арболита – камышевит. Этот строительный материал может применяться для изготовления стеновых блоков, возведения из них малоэтажных зданий[2-4].

Широкое использование материалов и изделий из камыша в практике строительства возможно при условии проведения научно-исследовательских, экспериментальных работ в технологии изготовления и применения данного строительного материала. Серьезное внимание при этом должно быть уделено

вопросам повышения биостойкости, огнестойкости, водонепроницаемости и других качеств строительных материалов из камыша, от которых зависит долговечность и эксплуатационная надежность конструкций зданий [5-7]. Как показала практика, камышит удовлетворяет требованиям строительства и вполне может быть использован в качестве полноценного, дешевого строительного материала.

На испытания представлена партия блоков арболита с наполнителем из камыша, произведенная предпринимателем для собственного удовлетворения нужд в строительстве сельскохозяйственных помещений.

Одним из важнейших параметров строительного материала на основе бетона является показатель прочности [8,9].

Прочность бетона определяют измерением минимальных усилий, разрушающих выпиленные из конструкций образцы бетона при их статическом нагружении с постоянной скоростью роста нагрузки[8].

Для проведения испытаний методом выпиливания подготовлены образцы размером 20*20 см по ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. Были подготовлены к исследованиям 3 образца строительного материала, рисунок 1.



Рисунок 1 - Испытуемые арболитовые блоки в лаборатории

В помещении для испытаний согласно требований ГОСТ [8] выдерживается температура (20 ± 5) °С и относительная влажность воздуха не менее 55%. Образцы были выдержаны до испытания при указанных условиях в распалубленном виде в течение более 24 ч.

Перед испытанием образцы подвергнуты визуальному осмотру, с целью выявления наличия дефектов в виде трещин, сколов ребер, раковин и инородных включений. Образцы, имеющие трещины, сколы ребер глубиной более 10 мм, раковины диаметром более 10 мм и глубиной более 5 мм, следы рассло-

ния и недоуплотнения бетонной смеси, испытанию не подлежат. В данных отобранных образцах дефектов не выявлено. Поэтому образцы подлежали дальнейшему проведению испытаний.

В начале, на образцах выбирают опорные грани, к которым будут приложены усилия в процессе нагружения. Опорные грани отформованных образцов-кубов, должны быть те, чтобы сжимающая сила при испытании была направлена параллельно слоям укладки бетонной смеси в формы.

Нагружение образцов проводят непрерывно с постоянной скоростью нарастания нагрузки до его разрушения. При этом время нагружения образца до его разрушения должно быть не менее 30 с. Максимальное усилие, достигнутое в процессе испытания, принимаем за разрушающую нагрузку.

Разрушенный образец подвергается визуальному осмотру. В журнале испытаний отмечаем:

- наличие крупных (объемом более 1 см^3) раковин и каверн внутри образца;

- наличие зерен заполнителя размером более $1,5 \text{ см}^3$, комков глины, следов расслоения.

Результаты испытаний образцов, имеющих перечисленные дефекты структуры и характер разрушения, не учитываются.

При испытании на сжатие образцы-кубы устанавливаются одной из выбранных граней на нижнюю опорную плиту испытательной машины (пресса) центрально, относительно его продольной оси, используя риски, нанесенные на плиту испытательной машины. Дополнительную опорную плиту устанавливаем так, чтобы плита испытательной машины (пресса) с шарниром и дополнительная опорная плита прилегали к противоположным граням образца, рисунок 2.

После установки образца на опорные плиты испытательной машины или дополнительные стальные плиты совмещаем верхнюю плиту испытательной машины с верхней опорной гранью образца так, чтобы их плоскости полностью прилегали одна к другой. Образец нагружают до разрушения при постоянной скорости нарастания нагрузки ($0,6 \pm 0,2$) МПа/с.



Рисунок 2 - Образец №3 в испытательной машине

Результаты испытаний заносятся в таблицу 1.

Таблица 1 - Результаты испытаний прочности контрольных образцов на сжатие

| Маркировка серии образцов | Нормируемые характеристики прочности и плотности бетона | | Характеристика образца | | | Результаты испытания | | |
|---------------------------|---|---|------------------------|--------------|-------------------------|--------------------------|--|---|
| | Проектный класс бетона, по прочности, МПа | Отпускная (передаточная) прочность или промежуточная прочность, МПа | Масса, г | Размеры, см | Средняя плотность, кг/м | Разрушающая нагрузка, кН | Прочность образца, приведенная к базовому размеру, МПа | Средняя прочность образцов в серии, МПа |
| 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| №1 | - | $R_{отпуск} = 70\% B15$ | 5890 | 20x19x39,5 | 392 | 1320 | 13,0 | |
| №2 | | | 5480 | 20x18,5x39,6 | 439 | 1430 | 13,8 | |
| №3 | | | 5870 | 20x18,5x39,5 | 408 | 1400 | 14,1 | |
| средняя прочность | | | | | 413 | | 1383,3 | 13,6 |

Обработка и оценка результатов испытаний

Прочность бетона на сжатие R , МПа, вычисляем с точностью до 0,1 МПа по формуле:

$$R = \alpha \frac{F}{A} K_W$$

где F -разрушающая нагрузка, Н; A -площадь рабочего сечения образца, мм²; α - масштабный коэффициент для приведения прочности бетона к прочности бетона в образцах базовых размера и формы; K_W - поправочный коэффициент для бетона, учитывающий влажность образцов в момент испытания.

Коэффициенты принимаются в зависимости от влажности в помещении из ГОСТ 10180-2012. Расчеты и результаты испытаний представлены в табличной форме.

Полученные результаты и выводы, рекомендации по производству:

Исследования на прочность образцов были выполнены на лабораторной установке Испытательный Пресс в соответствии ГОСТ10180-2012, расчетным путем получено среднее значение прочности на сжатие, то есть арболитовый блок выдержал среднюю нагрузку.

$R = 1360$ МПа, при $F_{сред} = 1383,3$ кг, что отвечает требованиям относящимся к теплоизоляционному блоку;

Арболит в зависимости от средней плотности в высушенном до постоянной массы состоянии отвечает как теплоизоляционный - со средней плотностью 413 кг/м³ (до 500 кг/м³).

Арболит в зависимости от прочности на сжатие образцов-кубов присваивается класс В1 - теплоизоляционный арболит; показатель прочности при сжатии характеризуется марками: М15 - для теплоизоляционного арболита.

Вывод: арболитовый блок полученный по рецептуре на камышовом заполнителе представляется теплоизоляционным и явно не дотягивает по прочности до конструкционного. Конструкционный блок должен выдерживать нагрузку от 2000 кг.

Практика испытаний арболита показала, что при изготовлении арболита плотностью 500 кг/м^3 фактически нереально достичь минимальной конструкционной прочности в 21 кгс/см^2 (класс по прочности В 1,5). Такая прочность при плотности 500 кг/м^3 получается только при условии применения качественной арболитовой щепы, т. е. щепы, которая на 100% соответствует ГОСТ 19222-84.

Показатель прочности арболита при сжатии характеризуют классами и марками. Для конструкционного арболита М25 - класс по прочности В1,5 - В2 прочность на сжатие $21-27 \text{ кгс/см}^2$. Для строительства одноэтажного или двухэтажного строения необходимо использовать конструкционный арболит с минимальной маркой по прочности М25 - класс по прочности В1,5 (минимальная прочность на сжатие примерно 21 кгс/см^2 .)

Для того, чтобы получить качественный арболит необходимо понимать, что производство арболита кардинально отличается от производства других видов бетонов, как легких (керамзитобетон), так и ячеистых (газобетон и пенобетон). Несмотря на небольшое количество компонентов и кажущуюся простоту изготовления, производство арболита является трудоемким и трудно контролируемым процессом в виду того, что щепа и цемент по своей природе не сцепляются друг с другом.

Для получения качественного арболита, который соответствует всем требованиям ГОСТ 19222-84 необходимо соблюсти целый ряд технологических моментов.

Производство арболита в холодное время года возможно при стабильной круглосуточной температуре внутри помещения не ниже $+12 \text{ }^\circ\text{C}$. При более низкой температуре возникает проблема с гидратацией цемента и соответственно с качеством блока.

Для производства арболита желательно использовать высокомарочные цементы, как минимум от М400 и выше. Надо обязательно иметь ввиду, что характеристики цемента, на момент производства, будут меньше заявленных производителем на 40-50 единиц.

В производстве арболита в качестве химических добавок используется либо хлорид кальция или сернокислый глинозем (самостоятельно или в сочетании с известью). Химические добавки вводятся в состав приготавливаемой смеси исключительно в виде водных растворов, т. е. после предварительного замачивания и растворения в воде.

Вода для приготовления арболита должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732-79. Температура воды очень сильно влияет на быстроту гидратации (схватывания) цемента, которая наиболее эффективна при температуре во-

ды от 15 градусов и выше. При меньшей температуре воды скорость гидратации цемента резко падает и качественного схватывания раствора не происходит. Вышеизложенные выводы и замечания по соблюдению температурного режима воды, воздуха, качеству цемента и соблюдение общей технологии обеспечит повышение класса и марки арболитового блока.

Список источников

1. Бирверт А.С., Трушин Ю.Е. Актуальность оценки недвижимого имущества для принятия решений в сфере управления недвижимостью. В сборнике: Проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы VIII Национальной конференции с международным участием. Под редакцией Ф.К. Абдразакова. 2018. -С. 51-54.

2. Рассадникова Н.С., Трушин Ю.Е. Строительный материал из камыша. В сборнике: Современные технологии в строительстве, теплоснабжении и энергообеспечении. Материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2015. -С. 196-199.

3. Трушин Ю.Е. Местный строительный материал. В сборнике: Исследования в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении. Материалы международной научно-практической конференции. Под редакцией Ф.К. Абдразакова. 2016. - С. 297-299.

4. Трушин Ю.Е. Технология строительного материала из камыша. В сборнике: Исследования в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении. Материалы международной научно-практической конференции. Под редакцией Ф.К. Абдразакова. 2016. - С. 292-297.

5. Эгамов Исмоил. Физико-химические и технологические основы разработки арболитовых материалов: диссертация ... кандидата технических наук 02.00.04 / Эгамов Исмоил; [Место защиты: Институт химии].- Душанбе, 2010.- 141 с.

6. Якубов С. Э. Теплопроводность и механические свойства строительных материалов на основе минерального и растительного сырья: диссертация ... кандидата технических наук 01.04.14.- Душанбе, 2006.- 164 с.

7. Обрезкова В. А. Исследование предварительно напряженных изгибаемых конструкций из поризованного арболита : диссертация ... кандидата технических наук 05.23.01.- Ульяновск, 2005.- 154 с.

8. ГОСТ 28570-90. Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкций.

9. 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ОПТИМИЗАЦИЮ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ВСЕХ ФАЗАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОЕКТА

**Евгения Вячеславовна Чех¹, Наталья Александровна Федосюк²,
Наталья Александровна Тимошук³**

^{1,2,3}Брестский государственный технический университет, г. Брест, Республика Беларусь

¹evgeniya.v.cheh@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0850-8218>

²fedosyuk.nata.2017@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3700-8095>

³timanat73@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3662-2800>

Аннотация. В статье рассмотрены основные тенденции формирования систем управления проектами в Республике Беларусь с учетом оптимизации принятия решений на всех фазах жизненного цикла проекта.

Ключевые слова: проектный менеджмент, система управления проектами, руководитель проекта, жизненный цикл проекта

Для цитирования: Чех Е.В., Федосюк Н.А., Тимошук Н.А. Формирование систем управления проектами, обеспечивающих оптимизацию принятия решений на всех фазах жизненного цикла проекта // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.171-175.

Original article

FORMATION OF PROJECT MANAGEMENT SYSTEMS THAT OPTIMIZE DECISION-MAKING AT ALL PHASES OF THE PROJECT LIFE CYCLE

Evgenia Vyacheslavovna Chekh¹, Natallia Aleksandrovna Fedasiuk², Natallia Aleksandrovna Tsimashuk³

^{1,2,3}Brest State Technical University, Brest, Republic of Belarus

¹evgeniya.v.cheh@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0850-8218>

²fedosyuk.nata.2017@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3700-8095>

³timanat73@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3662-2800>

Annotation. The article discusses the main trends in the formation of project management systems in the Republic of Belarus, taking into account the optimization of decision-making at all phases of the project life cycle.

Keywords: project management, project management system, project manager, project lifecycle

For citation: Chekh E.V., Fedasiuk N.A., Tsimashuk N.A. Formation of project management systems that optimize decision-making at all phases of the project life cycle // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State University. 2022. Pp.171-175.

В современных условиях эффективное развитие строительной организации невозможно без комплексных систем управления проектами. Проектный менеджмент можно рассматривать как деятельность по использованию комплекса знаний, навыков, средств, методов и технологий, связанных с проектами, направленную на удовлетворение целей проекта.

До настоящего времени в Республике Беларусь, к сожалению, не сформированы профессиональные ассоциации в сфере управления проектами и не приняты соответствующие национальные стандарты. Наблюдается только частичное распространение мирового опыта, а также разовые контакты белорусских специалистов с зарубежными коллегами.

Однако стоит отметить и положительные шаги в этом направлении.

Проводятся курсы и семинары, осуществляющие образовательную деятельность в различных строительных организациях (например, РУП «Белстройцентр», ЧУО «Центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов «Бизнес-школа ИПМ» и др.).

На базах Белорусского национального технического университета и Брестского государственного технического университета проводится переподготовка специалистов с высшим техническим образованием без отрыва от производства по специальности 1-70 06 71 Управление проектами в строительстве. [1]

Следующим шагом является формирование системы аттестации на руководителя проектом для выполнения функций заказчика, застройщика, оказания инженерных услуг при осуществлении деятельности в области строительства объектов Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь. Определены критерии допуска, установлен перечень требований по образованию и стажу практической деятельности к аттестации. Аттестация предусматривает оценку профессиональной компетентности руководителей и специалистов в форме проведения квалификационного экзамена, который осуществляется в виде компьютерного тестирования по вопросам нормативно-правового обеспечения управления и организации строительства.

С 1 марта 2016 г. введен в действие СТБ ISO 21500-2015 «Руководство по менеджменту проекта», утвержденный постановлением Госстандарта Республики Беларусь, использование которого позволит повысить эффективность деятельности организаций за счет применения инструментов менеджмента проекта. [2]

Следующими государственными стандартами, которые устанавливают общие подходы к управлению инвестиционными проектами в строительстве,

дают возможность оценить профессиональную зрелость организации в управлении проектами, ее сильные и слабые места, проанализировать готовность оказывать услуги по профессиональному сопровождению проектов в Беларуси и за рубежом стали СТБ 2529-2018 «Строительство. Управление инвестиционными проектами. Основные положения» [3], СТБ 2571-2020 «Строительство. Управление программами инвестиционных проектов» [4] и СТБ 2572-2020 «Строительство. Управление портфелем инвестиционных проектов» [5].

Системы управления проектами обеспечивают достижение поставленных целей путем планирования по времени и ресурсам, формирование команды проекта и коммуникаций, определение бюджета и рисков, а также организацию выполнения и контроля.

Для эффективной реализации проекта, необходимо, чтобы все участники проекта были заинтересованы в результате и важно, чтобы руководитель проекта грамотно организовал взаимодействие всех участников проекта, работающих в едином направлении. Успех проекта более реален, когда правильно организовано взаимодействие участников проекта, так как в этом случае люди работают сообща, они могут обсуждать возникающие проблемы при реализации проекта и совместно принимать решения об их устранении на каждой стадии жизненного цикла проекта.

Каждый проект проходит определенные стадии в процессе реализации, это и составляет жизненный цикл проекта. Управление проектами должно быть эффективным на всех стадиях его жизненного цикла, от этого во многом зависит судьба проекта. Специфика каждой стадии определяет особенности управления проектом. Понятие жизненного цикла проекта является одним из важнейших для менеджера, поскольку задачи и процессы подготовки и принятия управленческих решений, используемые методики и инструментальные средства определяются текущей стадией проекта. [6]

До того как принимается решение об осуществлении проекта, очень важно рассмотреть все нюансы его реализации на протяжении всего жизненного цикла. Принципиально жизненный цикл любого проекта, связанного с осуществлением капитального строительства, состоит из четырех фаз, реализуемых последовательно: предынвестиционная, инвестиционная, эксплуатационная, ликвидационная. По окончании любой фазы проекта осуществляют качественную проверку основных целей и степени выполнения проекта, чтобы определить, может ли данный проект перейти в следующую фазу, и исправить допущенные ошибки с наименьшими затратами. [7]

На предынвестиционной фазе выполняются разработка концепции проекта (включая предварительное обследование и определение проекта), сравнительная оценка альтернатив, утверждение концепции. Фаза характеризуется относительно небольшой интенсивностью инвестиций. На данном этапе возникает идея о возможности сделать что-то и получить конкретный результат. Постановка целей является одним из важнейших условий эффективной реализации проектов, так как от того насколько грамотно будут установлены цели, будет понятно на каких направлениях нужно сконцентрировать усилия. После понимания каких целей необходимо достичь, принимаются решения, какие проекты

возможно реализовать с ограниченными ресурсами для удовлетворения потребностей организации. На данном этапе на основании ТКП 45-1.02-298-2014 «Строительство. Предпроектная (предынвестиционная) документация. Состав, порядок разработки и утверждения» [8] руководитель проекта составляет план управления проектом. Здесь возможно формирование функциональной системы управления проектом, которая основана на дифференциации управленческого труда по отдельным функциям, каждая из которых выполняется одним специалистом, группой или отделом. При этом необходимо, чтобы весь комплекс функций по управлению был заранее выявлен и полностью распределен между подразделениями. Функциональная специализация аппарата управления позволяет привлечь к руководству квалифицированных специалистов, повысить качество и оперативность управления, но в тоже время снижает ответственность за результаты работы и нарушает единство распорядительства.

Следующей фазой жизненного цикла проекта является инвестиционная. Данная фаза проекта начинается, если принято решение о реализации проекта. В данной стадии стоит детально спланировать все аспекты реализации проекта. Для того, чтобы проект был принят в реализацию, детально формируется план проекта, составляется план бюджета, необходимого для реализации проекта, определяются контрагенты, распределяются обязанности между участниками проекта и устанавливаются сроки реализации. Чаще всего, план проекта по мере осуществления проекта постоянно корректируется с учетом различных ситуаций, возникающих при его реализации. Отличительной особенностью данного этапа является максимальный объем инвестиций, благодаря которому выполняется наибольший объем работ по реализации проекта. Руководитель проекта осуществляет функцию организации исполнения целей проекта, а также, постоянно осуществляет контроль, сравнивая фактические данные с плановыми. Учитывая возможность отклонения показателей, проводится анализ отклонений, которые могут повлиять на реализацию проекта в целом и вырабатываются управленческие решения по оптимизации деятельности в реализации проекта. На момент завершения этой фазы должны быть получены практически все запланированные результаты, которые нужно будет передать заказчику. При этой фазе целесообразно формировать линейно-функциональную систему управления проектом. При данной системе структура руководства проектом осуществляется параллельно линейным аппаратом и функциональными службами. В компетенцию линейных руководителей входит обслуживание подразделений и оказание помощи линейным руководителям, выработка рекомендаций, планов, проведение контроля за реализацией решений линейного персонала.

Эксплуатационная фаза проекта реализует проверку и анализ полученных результатов, оценивает, насколько успешен проект. Проект можно считать законченным, если достигнуты поставленные перед ним цели. В данном случае приемлемо использовать программно-целевую систему управления, основывающуюся на специальном органе, в задачи которого входит формирование и координация деятельности всех функциональных подразделений.

Чтобы успешно провести проект через все этапы его жизненного цикла, необходимо эффективно управлять им, а также учитывать особенности управления в каждой из стадий, так как успех проекта определяется тем, насколько эффективно осуществляется его замысел, в котором сконцентрированы интересы коллективов и организаций, работающих над его реализацией.

Поэтому важнейшим шагом в развитии управления проектами в Республике Беларусь станет создание профессионального самостоятельного сообщества в сфере проектной деятельности – национальной ассоциации управления проектами, с последующим ее вхождением в международные профессиональные сообщества.

Список источников

1. Формирование системы управления проектами в Республике Беларусь на современном этапе / В. М. Петрушкин [и др.] // Проблемы управления. Сер. А, Экон. науки, социол. науки, психолог. науки. – 2018. – № 2 (68). – С. 65-74.

2. Руководство по менеджменту проекта : СТБ ISO 21500-2015. – Введ. 28.08.15. – Минск : Госстандарт, 2016. – 33 с.

3. Строительство. Управление инвестиционными проектами. Основные положения : СТБ 2529-2018. – Введ. 18.04.18. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2018. – 61 с.

4. Строительство. Управление программами инвестиционных проектов : СТБ 2571-2020. – Введ. 01.04.21. – Минск : Госстандарт, 2020. – 12 с.

5. Строительство. Управление портфелем инвестиционных проектов : СТБ 2572-2020. – Введ. 01.04.21. – Минск : Госстандарт, 2020. – 7 с.

6. Балашов, А. И. Управление проектами : учебник для бакалавров / А. И. Балашов [и др.] ; под ред. Е. М. Роговой. – М.: Юрай, 2013. – 383 с.

7. Кравченко, Т. В. Особенности управления проектами на разных стадиях его жизненного цикла / Т. В. Кравченко // Молодой ученый. – 2019. – № 2 (240). – С. 230-233.

8. Строительство. Предпроектная (предынвестиционная) документация. Состав, порядок разработки и утверждения : ТКП 45-1.02-298-2014 (02250). – Введ. 14.07.14. – Минск : Минстройархитектуры, 2014. – 45 с.

К ВЫБОРУ МЕТОДА КОНТРОЛЯ СИЛЫ ЗАТЯЖКИ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ

Николай Владимирович Юдаев¹, Иван Иванович Елисеев², Роман Анатольевич Денисов³, Сергей Валерьевич Тимофеев⁴

^{1,2,3,4} Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹yudaev.nikolay@mail.ru

²ivan-rucha@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3188-5687>

³romand1977@mail.ru

⁴ace010@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1877-5499>

Аннотация. Тенденции совершенствования строительных технологий и процессов стимулирует развитие точных методов расчета и сборки болтовых соединений. На основе изучения существующих методов измерения (контроля) силы затяжки резьбового соединения посредством экспериментального определения удлинения болта, сжатия стягиваемых деталей, угла поворота гайки, температуры нагревания, крутящего момента уточнены и расчетным образом проверены аналитические зависимости измеряемых (контролируемых) параметров от величины осевого усилия растяжения стержня болта (шпильки). Выполнено сравнение методов контроля, определены области их использования, установлены причины неточности измерения, возможная величина погрешностей. Описаны качественно и количественно процессы трения и упругого деформирования деталей резьбовых соединений, установлены возможные границы изменчивости процессов при влиянии различных факторов. Оценена степень соответствия теоретических зависимостей и соотношений экспериментальным данным. Предложена методика проведения измерений.

Ключевые слова: сила затяжки, резьбовое соединение, деформация, момент сил, трение, податливость

Для цитирования: Юдаев Н.В., Елисеев И.И., Денисов Р.А., Тимофеев С.В. К выбору метода контроля силы затяжки резьбового соединения // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.176-188.

Original article

TO THE CHOICE OF THE TIGHTENING FORCE CONTROL METHOD THREADED CONNECTION

Nikolay Vladimirovich Yudaev¹, Ivan Ivanovich Eliseev², Roman Anatolyevich Denisov³, Sergey Valeryevich Timofeev⁴

1,2,3,4 Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia

¹yudaev.nikolay@mail.ru

²ivan-rucha@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3188-5687>

³romand1977@mail.ru

⁴ace010@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1877-5499>

Annotation. Trends in the improvement of construction technologies and processes stimulate the development of accurate methods of calculation and assembly of bolted joints. Based on the study of existing methods for measuring (controlling) the tightening force of a threaded joint by experimentally determining the elongation of the bolt, compression of the tightened parts, the angle of rotation of the nut, heating temperature, torque, the analytical dependences of the measured (controlled) parameters on the magnitude of the axial tensile force of the bolt rod (stud) have been clarified and calculated. The comparison of control methods was carried out, the areas of their use were determined, the causes of measurement inaccuracy and the possible magnitude of errors were established. The processes of friction and elastic deformation of threaded joints are described qualitatively and quantitatively, and possible limits of variability of processes under the influence of various factors are established. The degree of correspondence of theoretical dependencies and ratios to experimental data is estimated. The method of measurement is proposed.

Keywords: tightening force, threaded connection, deformation, moment of forces, friction, compliance

For citation: Yudaev N.V., Eliseev I.I., Denisov R.A., Timofeev S.V. On the choice of a method for controlling the tightening force of a threaded connection // Contemporary problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International Participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp.176-188.

Проблема точности затяжки болта связана с определением деформаций деталей соединения. Прямым методом измерения нельзя установить величину силы затяжки. По закону Гука деформация стержня болта и сжимаемой данным болтом деталей прямо пропорциональны величине осевого усилия. Поэтому измерив вытяжку болта или величину сжатия можно определить силу. Удлинение болта происходит вследствие того, что реакция от опорной плоскости гайки передается на поверхность резьбы болта контактирующей с резьбой гайки. При повороте на один оборот опирающейся на свой торец гайки происходит вытяжка болта на один шаг резьбы. Таким образом, учитывая связь угла поворота гайки с деформацией и закон Гука можно определить осевую силу. Другой косвенный прием измерения основан на функциональной связи величины момента на ключе с величиной осевой нагрузки. При затяжке гайки, около 10% момента создаваемого рабочим на ключе, расходуется на работу по растяже-

нию болта. И еще один метод построен на использовании основополагающего принципа механики сплошных сред - принцип совместимости деформаций, позволяет установить связь температуры нагревания стержня болта с его удлинением и конкретной силой вызывающей такое же удлинение.

Косвенные методы измерения на основании экспериментального определения удлинения болта $\{\Delta l_{\text{болт}}\}$, сжатия стягиваемых деталей $\{\Delta l_{\text{дет}}\}$, угла поворота гайки $\{\varphi\}$, температуры нагревания $\{t\}$, крутящего момента $\{T_{\text{зав}}\}$ позволяют установить (контролировать) силы затяжки. При неконтролируемой затяжке используют субъективный метод оценки величины усилия.

Метод измерения удлинения болта $\{\Delta l_{\text{болт}}\}$. Данный метод используется при затяжке ответственных соединений, является наиболее точным из всех известных, поскольку зависимость между силой и деформацией прямо пропорциональна и не зависит от трения в резьбе.

Возможное удлинение болта в пределах упругости по закону Гука прямо пропорционально осевому усилию затяжки:

$$\Delta l_{\text{болт}} = \lambda_{\text{болт}} \cdot F_{\text{зат}} = \frac{l_{\text{деф}}}{E \times A} \cdot F_{\text{зат}}.$$

Здесь $\lambda_{\text{болт}}$ – податливость болта, $l_{\text{деф}} \cong l + 3p$ – длина деформируемый участка болта больше чем l – расстояние между опорной поверхностью головки болта и гайки. При этом более 70% всей нагрузки приходится на три последних витка резьбы, а вытяжка резьбовой части болта находящейся под гайкой составляет примерно три шага резьбы ($3p$).

Пример расчета. При расстоянии между опорными поверхностями $l = 50$ мм; для болта М10 × 1.5 с площадью поперечного сечения $A = 58 \text{ мм}^2$; модулем упругости $E = (2.1)10^5$ МПа, получаем расчетное удлинение болта класса прочности 5.6 при усиллии затяжки равной стандартной пробной нагрузке: $\Delta l_{\text{болт}} = \frac{50+3 \cdot 1,5}{(2.1)10^5 \times 58} 16240 = 0.073 \text{ мм} = 73 \text{ мкм}$.

Определение усилия затяжки по удлинению болта (шпильки) применяют для длинных болтов более $l_{\text{болт}} \gg 10d$, имеющих существенные (значимые) упругие деформации около 150...250 мкм, которые могут быть точнее измерены. Для коротких и жестких болтов (когда $l_{\text{болт}} \leq 6 \dots 10d$), величина упругого удлинения болта мала (20...60 мкм) и соизмерима с погрешностью [7]. При отсутствии определенных инструкцией завода изготовителя величины упругих удлинений рекомендуется принимать удлинение болтов не более $0.0003l$, где l – расстояние между опорной поверхностью головки болта и гайки. Если остаточное удлинение шатунного болта более чем $0.002l$, от исходной длины, то его меняют.

Необходимое удлинение создают при затягивании резьбового соединения динамометрическим ключом и производят его измерение. Если есть возможность двустороннего доступа к торцам болта и измерительные базы отшлифованы, то для измерения величины удлинения болтов обычно используют индикаторную скобу. Практикуется создание необходимого усилия затяжки по расчетному удлинению следующим приемом. Болт установленный в отверстие стягиваемых деталей, захватывают и вытягивают до необходимого упругого

удлинения. После этого гайку докручивают до плотного контакта гайки с поверхностью детали.

Сжатие стягиваемых деталей $\{\Delta l_{\text{дет}}\}$. Возможное сжатие в пределах упругости по закону Гука прямо пропорционально осевому усилию затяжки:

$$\Delta l_{\text{дет}} = F_{\text{зат}} \cdot \lambda_{\text{дет}} = F_{\text{зат}} \sum_{i=1}^n \lambda_i = \left(\frac{h_1}{E \times A_1} + \frac{h_2}{E_{\text{п}} \times A_{\text{п}}} + \frac{h_3}{E \times A_3} \right) F_{\text{зат}}.$$

Заметим, что деформация сжатия стягиваемых деталей тем же усилием предварительной затяжки значительно меньше за счет того, что сжимаемая площадь на порядок больше площади сечения болта:

$$A_1 = A_3 = A_{\text{п}} = \frac{\pi}{4} [(D + 0,5 \cdot h_1)^2 - d_0^2] = \frac{3,14}{4} [(17,8 + 0,5 \cdot 24)^2 - 11^2] = 602 \text{ мм}^2;$$

Здесь $D = 17,8 \text{ мм}$ – диаметр описанной окружности гайки, $d_0 = 11 \text{ мм}$ – диаметр отверстия, $h_1 = h_3 = 24 \text{ мм}$ – толщина детали, $h_2 = 2 \text{ мм}$ – толщина прокладки, $E_{\text{п}} \cong 0,7 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ – модуль упругости медной (алюминиевой) прокладки.

$$\Delta l_{\text{дет}} = \left(\frac{24}{(2,1)10^5 \times 602} + \frac{2}{(0,7)10^5 \times 602} + \frac{24}{(2,1)10^5 \times 602} \right) 16240 = (4,3 \times 10^{-7}) 16240 = 7 \text{ мкм}.$$

Возможно предварительное сжатие деталей до расчетного значения не только созданием усилия в болте, но и каким-то внешним усилием с последующим свободным закручиванием гайки до плотного контакта. Величина деформации стягиваемых деталей очень незначительна, сопоставима с погрешностью измерения, то есть точность измерения усилия затяжки не высокая. Значительно большую точность ($\pm 10\%$) достигается при контроле сжатия фасонных шайб, устанавливаемых под гайку (болт). Данные упругие шайбы предварительно тарируют, находят зависимость между усилием и величиной сжатия. Определенная неточность такого измерения обусловлена тем, что начальное положение гайки до достижения надежного контакта определяются органолептическим способом.

Угол поворота гайки $\{\varphi\}$. Затяжка с контролем угла поворота гайки осуществляют в следующей последовательности. Вначале определяют расчетный угол поворота $\{\varphi\}$ и для смятия неровностей на стыковых поверхностях и устранения возможных перекосов 2..3 раза затягивают и откручивают гайку на угол $(0,5 \dots 0,6)\{\varphi\}$. Вновь наворачивают гайку рукой до плотного соприкосновения с опорной поверхностью и затягивают гайку ключом на расчетный угол.

При создании необходимого усилия затяжки в пределах упругого деформирования происходит сжатие деталей и вытяжка болта. Величина перемещения гайки вдоль оси болта (ход гайки) равна произведению силы затяжки на суммарную податливость болта и стягиваемых деталей: $F_{\text{зат}} (\lambda_{\text{болт}} + \lambda_{\text{дет}})$.

При этом за один оборот гайка будет смещаться на один шаг резьбы. Из равенства отношений получим:

$$\frac{p}{360^\circ} = \frac{(\lambda_{\text{болт}} + \lambda_{\text{дет}}) F_{\text{зат}}}{\varphi} \Rightarrow \varphi = 360^\circ \frac{(\lambda_{\text{болт}} + \lambda_{\text{дет}}) F_{\text{зат}}}{p}.$$

Ранее определили: податливость болта $\lambda_{\text{болт}} = \frac{l_{\text{деф}}}{E \times A} = 4,5 \times 10^{-6} \left[\frac{\text{мм}}{\text{Н}} \right]$, податливость деталей: $\lambda_{\text{дет}} = \left(\frac{h_1}{E \times A_1} + \frac{h_2}{E_{\text{п}} \times A_{\text{п}}} + \frac{h_3}{E \times A_3} \right) = 4,3 \times 10^{-7} \left[\frac{\text{мм}}{\text{Н}} \right]$. Тогда расчетный угол поворота болта М10 будет равен:

$$\varphi = 360^\circ \frac{(4,5 \times 10^{-6} + 4,3 \times 10^{-7})16240}{1,5} = 19,2^\circ$$

Для сравнения величины углов приведем расчет соединения болтом М24х2 класса прочности 10.9. Имеем: $D = 40\text{мм}$ – диаметр описанной окружности гайки, $d_0 = 28\text{мм}$ – диаметр отверстия, $h_1 = h_3 = 60\text{мм}$ – толщина детали, площадь поперечного сечения болта $A_{\text{болт}} = 384\text{мм}^2$, площадь сжимаемого сечения деталей: $A_1 = A_2 = \frac{\pi}{4} [(D + 0,5 \cdot h_1)^2 - d_0^2] = \frac{3,14}{4} [(40 + 0,5 \times 60)^2 - 28^2] = 4462\text{мм}^2$ и получаем:

$$\lambda_{\text{болт}} = \frac{l_{\text{деф}}}{E \times A_{\text{болт}}} = \frac{l + 3p}{E \times A_{\text{болт}}} = \frac{120\text{мм} + 3 \cdot 2\text{мм}}{(2,1)10^5 \text{МПа} \times 384\text{мм}^2} = 15,6 \cdot 10^{-7} \left[\frac{\text{мм}}{\text{Н}} \right],$$

$$\lambda_{\text{дет}} = \left(\frac{h_1}{E \times A_1} + \frac{h_2}{E \times A_2} \right) = \left(\frac{60}{(2,1)10^5 \times 4462} + \frac{60}{(2,1)10^5 \times 4462} \right) = 1,3 \cdot 10^{-7} \left[\frac{\text{мм}}{\text{Н}} \right].$$

Если принять усилие затяжки равной пробной нагрузке $F_{\text{зат}} = F_{\text{пр}} = 319000\text{Н}$, расчетный угол поворота гайки будет:

$$\varphi = 360^\circ \frac{(\lambda_{\text{болт}} + \lambda_{\text{дет}})F_{\text{зат}}}{p} = 360^\circ \frac{(15,6 \times 10^{-7} \left[\frac{\text{мм}}{\text{Н}} \right] + 1,3 \times 10^{-7} \left[\frac{\text{мм}}{\text{Н}} \right])319000\text{Н}}{2\text{мм}} = 97^\circ.$$

То есть величина угла поворота гайки для относительно коротких болтов $l_{\text{болт}} \leq 3d$ не значительна, сопоставима с погрешностью измерения и точность измерения усилия затяжки не высокая. Погрешность данного метода заключается и в приближенном определении начального углового положения гайки, когда по субъективным ощущениям устанавливается момент плотного прилегания гайки к стягиваемой детали. Зависимость усилия затяжки от угла поворота не пропорциональна вначале поворота гайки, а при завершении затяжки вследствие увеличения момента трения в резьбе (T_p) гайка не только вытягивает, но и скручивает тело болта и гайка поворачивается вместе с телом болта. В этом случае крутильная податливость болта М10 с длиной участка $l = 50\text{мм}$ и модулем сдвига стали $G = 0,78 \times 10^5 \text{МПа}$ будет:

$$\lambda_\varphi = \frac{32 \cdot l}{G \times \pi \times d^4} = \frac{32(50\text{мм})}{0,78 \times 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \times 3,14 \times (10\text{мм})^4} = 6,5 \times 10^{-7} \frac{\text{рад}}{\text{Н} \cdot \text{мм}} = 3,7 \times 10^{-5} \frac{\text{град}}{\text{Н} \cdot \text{мм}}.$$

Угловая деформация болта М10 составит:

$$\varphi_\tau = \lambda_\varphi \cdot T_p = \lambda_\varphi \cdot F_{\text{зат}} \times \frac{d_2}{2} \times f_p = 3,7 \times 10^{-5} \frac{\text{град}}{\text{Н} \cdot \text{мм}} 16240\text{Н} \frac{9,03\text{мм}}{2} 0,15 = 0,4 \text{град}.$$

Крутильная податливость болта М24 с длиной участка 120 мм:

$$\lambda_\varphi = \frac{32 \cdot l}{G \times \pi \times d^4} = \frac{32(120\text{мм})}{0,78 \times 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \times 3,14 \times (24\text{мм})^4} = 0,473 \times 10^{-7} \frac{\text{рад}}{\text{Н} \cdot \text{мм}}$$

$$= 27,1 \times 10^{-7} \frac{\text{град}}{\text{Н} \cdot \text{мм}}.$$

Угловая деформация болта М24 составит:

$$\varphi_\tau = \lambda_\varphi \cdot T_p = \lambda_\varphi \cdot F_{\text{зат}} \times \frac{d_2}{2} \times f_p = 27,1 \times 10^{-7} \frac{\text{град}}{\text{Н} \cdot \text{мм}} 319000\text{Н} \frac{22,92\text{мм}}{2} 0,15 = 1,5 \text{град}.$$

Угловая деформация болтов при затяжке составляет не более 2 %. Для подобных случаев угол поворота гайки вместе с телом болта можно не учитывать.

Метод измерения по углу поворота прост, не связан с силами трения. Данный метод не пригоден для соединений с короткими болтами. Из-за приближенного определения начального углового положения гайки точность обеспечения заданного усилия затяжки при контроле по углу поворота гайки не пре-

вышает $\pm 20\%$. Повысить точность измерения и исключить произвольность отсчета начального положения гайки можно если первоначальную затяжку до «нулевого» положения проводится тарированным инструментом, а дальнейшую затяжку контролировать по углу поворота.

Температура нагревания $\{t\}$. Затяжка стягиваемых деталей обеспечивается при охлаждении установленного и предварительно нагретого болта с накруткой до плотного прилегания к стягиваемой детали гайкой. При остывании болт укорачивается, происходит сжатие деталей. Учитывая, что удлинение пропорционально температуре, а по закону Гука пропорционально и осевому растягивающему усилию, можно определить необходимую температуру нагрева для обеспечения требуемой затяжки:

$$\begin{aligned} \Delta l_{\text{болт}} &= \lambda_{\text{болт}} F_{\text{зат}} = \alpha_t \times l_{\text{болт}} \times (t_{\text{н}} - t_0) = \frac{l_{\text{болт}}}{E \times A_{\text{болт}}} F_{\text{зат}} \\ &= \alpha_t \times l_{\text{болт}} \times (t_{\text{н}} - t_0) \Rightarrow \\ t_{\text{н}} &= \frac{F_{\text{зат}}}{\alpha_t \times E \times A_{\text{болт}}} + t_0 = \frac{16240\text{Н}}{12 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{C}} \times (2.1) 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \times 58\text{мм}^2} + 20\text{C} = 131\text{C} \end{aligned}$$

Здесь $\alpha_t = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{C}}$ – коэффициент температурного расширения стали.

Отметим, что необходимая температура нагрева не зависит от размеров стягиваемых деталей, длины болта и силы трения. При «горячей затяжке» осевое усилие создается без механического воздействия на элементы соединения и обеспечивает относительную простоту сборки. В тоже время

источник нагрева должен иметь специальный крепеж к нагреваемым элементам, регулятор скорости нагрева, сертифицированные приборы контроля температурных и линейных величин. Также необходимо обеспечить электробезопасность, защиту от тепловых воздействий, возгораний и отравлений возможными испарениями при нагревании. Установить гайку на нагретый стержень до плотного контакта можно только приближенно, по ощущениям рабочего. Поэтому точность обеспечения заданного усилия затяжки при контроле по температуре не превышает $\pm 20\%$.

Крутящий момент $\{T_{\text{зав}}\}$. При затяжке гайки зависимость между моментом приложенным к гайке и осевым (растягивающим) усилием действующем на болт определится как:

$$\begin{aligned} T_{\text{зав}} &= T_0 + T_p + T_T = F_{\text{зат}} \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\psi) + F_{\text{зат}} \frac{d_2}{2} f_p + F_{\text{зат}} f_T \frac{D_1 + d_{\text{отв}}}{4}. \\ T_{\text{зав}} &= F_{\text{зат}} \frac{d_2}{2} \left\{ \tan(\varphi + \psi) + f_T \times \frac{D_1 + d_{\text{отв}}}{2d_2} \right\}. \\ T_{\text{зав}} &= F_{\text{зат}} \left\{ \frac{P}{\pi \times 2} + \frac{d_2}{2} \frac{f_p}{\cos 30^\circ} + \frac{f_T (D_1 + d_{\text{отв}})}{4} \right\} = F_{\text{зат}} \{ 0.159P + 0.577f_p d_2 + 0.25f_T (D_1 + d_{\text{отв}}) \}. \end{aligned}$$

Здесь:

T_0 – момент необходимый для создания силы затяжки;

$T_p + T_T$ – сумма моментов трения в резьбе и на торце гайки;

$F_{\text{зат}}$ – осевое усилие затяжки, растягивающее болт (винт) и сжимающее детали;

$d_2 = \frac{d_1+d}{2} \cong 0.9d$ –средний диаметр резьбы,

d_1 –внутренний диаметр резьбы,

d –номинальный(наружный) диаметр резьбы,

$\varphi = \arctan \frac{f_p}{\cos(0.5 \times \alpha)}$ –приведенный угол трения в резьбе, изменяется в за-

висимости от коэффициента трения в пределах от 6° до 16° ;

$\tan \varphi = \frac{f_p}{\cos(0.5 \times \alpha)} = 1.15 f_p$ -приведенный коэффициент трения в резьбе,

(для дюймовой резьбы $1.13 f_p$)

α –угол профиля резьбы (для метрической $\alpha = 60^\circ$),

f_p –коэффициент трения в резьбе,

$\psi = \arctan \frac{P}{\pi \times d_2}$ – угол подъема резьбы (для крепежных резьб значение

угла подъема лежит в пределах $2^\circ 30' \dots 3^\circ 30'$, $\tan \psi = \frac{P}{\pi \times d_2}$

P –шаг резьбы,

f_T –коэффициент трения на торце.

Учитывая что: $\tan(\varphi + \psi) = \frac{\tan \varphi + \tan \psi}{1 - \tan \varphi \times \tan \psi} = \frac{1.154 \cdot f_p + \frac{P}{\pi \times d_2}}{1 - 1.154 \cdot f_p \times \frac{P}{\pi \times d_2}}$, получаем также

как записано в ГОСТ[1] «известное с 1955г.» уравнение Келлермана и Кляйна:

$$T_{зав} = T_o + T_p + T_T = F_{зат} \left\{ \frac{1}{2} \times \frac{P + 1.154 \cdot \pi \cdot f_p \cdot d_2}{\pi - 1.154 f_p \frac{P}{d_2}} + f_T \frac{(D_1 + d_{отв})}{4} \right\}.$$

Конкретные примеры расчета. Для резьбы M20×2.5 согласно ГОСТ 24705-2004: $d = 20$ мм; $d_1 = 16.933$ мм; $d_2 = 18.465$ мм; $P = 2,5$ мм принимая коэффициент трения в резьбе $f_p = 0.15$, на торце $f_T = 0.10$, получим момент: $T_{зав} \cong 0.15 \cdot F_{зат} \cdot d$. Если принять коэффициент трения в резьбе 0.3, то $T_{зав} \cong 0.23 F_{зат} \cdot d$. Увеличение коэффициента трения требует большего момента затяжки, усилие осевое растягивающее болт при этом не измениться.

Для резьбы M12×1.0 ($d = 12$ мм, $P = 1.0$ мм, $d_2 = 11.35$ мм, $D_1 + d_{отв} = 18.7 + 11,0$; $f_T = f_p = 0.14$) получим по уравнению Келлермана и Кляйна:

$$T_{зав} = F_{зат} \left\{ \frac{1}{2} \times \frac{P + 1.154 \cdot \pi \cdot f_p \cdot d_2}{\pi - 1.154 f_p \frac{P}{d_2}} + f_T \frac{(D_1 + d_{отв})}{4} \right\} = F_{зат} \left\{ \frac{1}{2} \times \frac{\{1.0 + 1.154 \cdot 3.14 \cdot 11.35 \times 0.14\}}{3.14 - \frac{1.154 \cdot 1.0 \cdot 0.14}{11.35}} + \frac{0.14(18,7 + 11,0)}{4} \right\} = \{0.18\} F_{зат} d.$$

Исходя из классического соотношения получаем тоже самое:

$$T_{зав} = F_{зат} \left\{ \frac{P}{\pi \times 2} + \frac{d_2}{2} \frac{f_p}{\cos 30^\circ} + \frac{f_T(D_1 + d_{отв})}{4} \right\} = \{0.18\} F_{зат} d.$$

В большинстве работ рекомендуют принимать момент затяжки определять как: $T_{зав} \cong 0.2 F_{зат} \cdot d$. Упрощенную формулу по определению момента необходимого для заворачивания (затяжки) указывают в инструкциях по сборке, правилах монтажа: $T_{зав} = T_{зат} = K \times F_{зат} \times d$. Величина K – коэффициент закручивания берется из сертификатных данных завода-изготовителя или

приводиться в правилах сборки. Например, для высокопрочных болтов М24 указано в сертификате $K = 0,175$. Величина коэффициента закручивания определяется при испытаниях изготовленных крепежных изделий согласно ГОСТ «Изделия крепежные. Испытания крутящего момента и усилия предварительной затяжки» по соотношению $K = \frac{T_{зав}}{F_{зат} \times d}$. Где усилие затяжки задают равной 75% от пробной нагрузки. В правилах монтажа строительных конструкций [8] по заданному в строительном проекте усилию натяжения ($F_{зат}$), момент затяжки определяют как: $T_{зав} = K \cdot k_{над} \cdot F_{зат} \cdot d = 0.17 \cdot 1.05 \cdot F_{зат} \cdot d = 0.18 \cdot F_{зат} \cdot d$. Здесь коэффициент надежности принимают равным $k_{над} = 1.05$, а коэффициент закручивания на основании многолетних данных: $K = 0.17$.

Собственно момент создающий осевую силу натяжения для идеального резьбового соединения (при $f_p = 0$, и $f_T = 0$ с числом заходов резьбы $-z$) равен: $T_{зав} = T_0 = F_{зат} \frac{z \times P}{2\pi}$. То есть данный момент прямо пропорционален ходу гайки. Доля этого момента в общем моменте указывает на значимость и существенность связи общего момента затяжки с усилием. Принимая для резьбовых соединений средних размеров (М8...М24) соотношения: $\frac{D_1 + d_{отв}}{2d_2} \cong 1.24$, $\frac{P}{d_2} \cong 0.12$, $f_0 = f_p = f_T$ получим:

$$\frac{T_0}{T_{зав}} = \frac{\frac{P}{2\pi}}{\left\{ \frac{P}{2\pi} + \frac{d_2}{2} \frac{f_p}{\cos 30^\circ} + \frac{f_T(D_1 + d_{отв})}{4} \right\}} = \frac{0.159P}{0.159P + 0.577f_p d_2 + 0.25f_T(D_1 + d_{отв})} = \frac{0.019}{0.019 + 1.2f_0} = \frac{0.019}{0.019 + 1.2(0.1 \dots 0.15 \dots 0.2)} = 0.14 \dots 0.10 \dots 0.07 \cong 10 \dots 15\%.$$

То есть при уменьшении коэффициента трения доля полезной составляющей момента на ключе совершающая работу по вытяжке резьбового стержня возрастает. Величина коэффициента трения имеет определенное рассеивание от 0.1 до 0.6 и даже более 1.0 может быть при изношенной резьбе. Наибольшее влияние на коэффициенты трения оказывают род материала сопрягаемых деталей, шероховатость поверхностей сопряжения, сорт смазки и вид антикоррозионного покрытия (оксидирование, цинкование, серебрение, омеднение и др.). При переменных нагрузках и вибрациях вследствие взаимных микросмещений поверхностей трения (например, в результате радиальных или осевых упругих деформаций гайки и стержня винта) коэффициент трения существенно снижается (до 0,02 и ниже). Поэтому достоверность определения необходимого крутящего момента (точность способа контроля усилия затяжки по величине момента) будет зависеть от того, насколько принятые для расчета коэффициенты трения соответствуют их действительным значениям. В случае принятия каких усредненных значений коэффициентов трения, с учетом того, что момент создающий силу затяжки составляет в общем моменте на ключе не более 15%, погрешность измерения силы затяжки по величине момента будет $\pm 30\%$. При увеличении трения погрешность возрастает.

Вывод: Момент затяжки почти на 85% расходуется на преодоление сил трения и не более 15% на работу по растяжению болта. Точность способа кон-

троля усилия затяжки по величине момента зависит от соответствия принятых для расчета коэффициентов трения действительным значениям. Вследствие этих факторов метод контроля усилия затяжки по моменту на ключе обладает низкой точностью: $\pm 30\%$.

Субъективное определение усилия затяжки. У человека отсутствуют органы которые воспринимают (чувствуют) создаваемую им силу. Решение относительно фактического усилия создаваемого рукой принимается по результатам анализа чувственных впечатлений некоего «сенсора силы». Для обеспечения какого то заданного усилия требуется высокая квалификация специалиста, он должен иметь большой практический опыт, обладать достаточно низким порогом чувствительности и хорошей сенсорной памятью, то есть способностью запоминания и распознавания сенсорных впечатлений. Его субъективное мнение должно иметь практику подтверждения (соответствия) объективным результатам приборного измерения усилия затяжки.

Гаечный ключ является инструментом, одновременно содержащим и рабочий профиль, и рычаг, необходимый для передачи усилия. Длину рукоятки ключа в зависимости от диаметра резьбы принимают равной $L_{\text{кл}} = (0.2d + 10)d$. Для резьбы М14...М48 принимают $L_{\text{кл}} \cong 15 \times d$. Такая длина должна обеспечивать оптимальные энергозатраты рабочего, нормальное затягивание и максимально затруднить разрушение резьбы и разрыв болта.

Расчетные значения усилий и окружной скорости для рукоятки ключа по эргономическим требованиям при кратковременной работе принимают: $F_{\text{раб}} = 200\text{Н}$ и $v_{\text{кл}} = (0.5..0.6) \frac{\text{м}}{\text{сек}}$, что соответствует комфортным энергозатратам человека 100..120Вт. Поворот гайки рожковым ключом, продольная ось головки которого проходит с наклоном 15° к оси рукоятки, до полной затяжки, например на 90 градусов, возможен за 3..6 приема. Усилие рабочего в возрасте от 20 до 50 лет изменяется на 15..20%, максимальное от 400 до 600Н, среднее от 200 до 300Н. Усилие развиваемое правой рукой обычно больше на 10% усилия левой.

Для болта М10× 1,5 класса прочности 4.6 допускаемое напряжение кручения ($[\tau] = (0.2..0.3)\sigma_T = (0.2..0.3)240 \cong 60\text{МПа}$) определим усилие рабочего на ключе длиной $L_{\text{кл}} = 120\text{мм}$ которое вызовет срез тела болта. Из уравнение прочности на срез:

$$[\tau] = \frac{T_{\text{раб}}}{W_6} = \frac{16F_{\text{раб}} \cdot L_{\text{кл}}}{\pi \cdot d^3} \Rightarrow F_{\text{раб}} = \frac{[\tau] \cdot \pi \cdot d^3}{16 \cdot L_{\text{кл}}} = \frac{60 \cdot 3.14 \cdot 10^3}{16 \cdot 120} = 98,1\text{Н},$$

получено что только при щадящей затяжке усилием не более 100 Ньютон болт не разрушиться.

Определим диаметр болта, затягиваемого усилием на ключе $F_{\text{раб}} = 200\text{Н}$, который может разрушиться при создании усилия затяжки равным допускаемому усилию по прочности на разрыв:

$$T_{\text{зав}} = \{0.2\}F_{\text{зат}}d = \{0.2\}[F_{\text{доп}}]d = \{0.2\} \frac{\pi(0.8 \cdot d)^2}{4} \frac{\sigma_T}{1.3n} d = F_{\text{раб}}15d \Rightarrow$$

$$d = \sqrt[2]{\frac{194 \cdot n \cdot F_{\text{раб}}}{\sigma_T}} = \sqrt[2]{\frac{194 \cdot 2 \cdot 200}{240 \dots 1000}} \cong 8 \dots 18 \text{ мм.}$$

Вследствие появления высоких напряжений растяжения и кручения в теле болта возникающих при создании рабочим «нормального» усилия на ключе в 200 Н, даже наиболее прочные болта диаметром 8 мм и меньше, а наименее прочные диаметром 18 мм могут разрушиться. На практике очень часто в процессе затяжки силовых шпилек головки блока цилиндров происходит срывы резьбы и разрывы шпилек (болтов). При неконтролируемой затяжке болты затягивают с превышением необходимого усилия затяжки. При затяжке «рывком» или с помощью удлиняющих рычаг ключа труб болты или шпильки получают еще большие пластические необратимые деформации. Использование неконтролируемой затяжки в ответственных резьбовых соединений должно быть исключено.

Отношение моментов отворачивания и заворачивания $\left\{ \frac{T_{\text{отв}}}{T_{\text{зав}}} \right\}$.

Данный метод позволяет повысить точность создания заданной силы затяжки за счет экспериментального определения коэффициентов трения с учетом всех конструктивно технологических особенностей конкретного вида резьбового соединения. Расчетная зависимость момента на ключе от усилия затяжки и данного отношения получена [10] из следующих заключений.

Момент необходимый для заворачивания равен:

$$T_{\text{кл}} = T_{\text{зав}} = T_o + T_p + T_T = F_{\text{зат}} \frac{P}{2\pi} + F_{\text{зат}} \frac{d_2}{2} \frac{f_p}{\cos 30^\circ} + F_{\text{зат}} \frac{f_T(D_1 + d_{\text{отв}})}{4}.$$

Момент необходимый для отворачивания определяется как:

$$T_{\text{отв}} = -T_o + T_p + T_T = -F_{\text{зат}} \frac{P}{2\pi} + F_{\text{зат}} \frac{d_2}{2} \frac{f_p}{\cos 30^\circ} + F_{\text{зат}} \frac{f_T(D_1 + d_{\text{отв}})}{4}.$$

Уравнение разности данных моментов: $T_{\text{зав}} - T_{\text{отв}} = F_{\text{зат}} \frac{P}{\pi}$. Учитывая что изначально было принято $T_{\text{кл}} = T_{\text{зав}}$, разделим левую часть уравнения на $T_{\text{зав}}$, а

правую на $T_{\text{кл}}$, получим: $T_{\text{кл}} = \frac{F_{\text{зат}} \frac{P}{\pi}}{\left(1 - \frac{T_{\text{отв}}}{T_{\text{зав}}}\right)}$.

При предварительной сборки моменты заворачивания и отворачивания экспериментально измеряются динамометрическим ключом. Далее для заданного усилия затяжки и шага резьбы по данной зависимости для конкретного резьбового соединения определяется момент на ключе. После этого гайка затягивается динамометрическим ключом до создания расчетного момента $T_{\text{кл}}$. Преимущество данного метода в том, что момент на ключе определяется без учета коэффициентов трения в явном виде. Коэффициенты трения учитываются при экспериментальном измерении динамометрическим ключом моментов $T_{\text{зав}}$ и $T_{\text{отв}}$.

Отношение моментов постоянно, не зависит от усилия затяжки и чем больше коэффициенты трения тем ближе оно к единице.

$$\frac{T_{\text{отв}}}{T_{\text{зав}}} = \frac{F_{\text{зат}} \left\{ -\frac{P}{\pi \times 2} + \frac{d_2}{2} \frac{f_p}{\cos 30^\circ} + \frac{f_T(D_1 + d_{\text{отв}})}{4} \right\}}{F_{\text{зат}} \left\{ \frac{P}{\pi \times 2} + \frac{d_2}{2} \frac{f_p}{\cos 30^\circ} + \frac{f_T(D_1 + d_{\text{отв}})}{4} \right\}} = \frac{\{-0.159P + 0.577f_p d_2 + 0.25f_T(D_1 + d_{\text{отв}})\}}{\{0.159P + 0.577f_p d_2 + 0.25f_T(D_1 + d_{\text{отв}})\}}$$

Теоретическое определение величины отношений моментов для резьбы: М10, М12, М24 с различным шагом, когда коэффициенты трения: $f_p = f_t = 0.14$ дало следующий результат $\frac{T_{отв}}{T_{зав}} = 0,767 \dots 0.802$. Уменьшение шага или увеличение диаметра незначительно на 3..5% приводит к росту отношения моментов. Экспериментально [10] для 265 резьбовых соединений различных узлов получено в 70% случаев: $\frac{T_{отв}}{T_{зав}} = 0.7 \dots 0.85$.

Недостатки данного метода в том, что момент отвинчивания зависит от скорости вращения ключа и при замере отвинчивания имеет место коэффициент трения покоя, а при завинчивании коэффициент трения скольжения. Поэтому как при заворачивании, так и при отворачивании, необходимо «считать» величину показаний динамометрического ключа в момент «трогания гайки с места». Поворот гайки рожковым ключом, продольная ось головки которого проходит с наклоном 15° к оси рукоятки, до затяжки допустим на 90 градусов, следует выполнить в одинаковом темпе, без рывков за 3..6 перехвата ключа. За счет экспериментального учета трения точность обеспечения усилия при затяжке расчетным моментом составляет $\pm 10\%$.

Методика создания контрольного усилия затяжки по величине отношения моментов:

- для конкретного соединения определить необходимое усилие затяжки;
- рассчитать момент предварительной затяжки $T_{кл} \cong 0.14 F_{зат} \cdot d$;
- затянуть гайку моментом предварительной затяжки;
- нанести разметку на гайку и стягиваемую деталь;
- довернув немного гайку на затяжку, замерить момент при «трогании гайки с места»;
- вернуть гайку в размеченное положение;
- произвести замер момента отвинчивания при «трогании гайки с места»;
- рассчитать окончательный момент затяжки $T_{кл} = \frac{P \cdot F_{зат}}{\pi \left(1 - \frac{T_{отв}}{T_{зав}}\right)}$;
- динамометрическим ключом дотянуть гайку до расчетного момента.

PS. Необходимо отметить что при откручивании гаек проработавших какое то значительное время требуется крутящий момент в 1,3-1,5 раза больший, чем при затяжке. Это объясняется коррозией резьбового соединения, взаимным проникновением материалов болта и гайки в зоне резьбы под действием длительной нагрузки.

Выводы:

1. Уточнены и расчетным образом проверены все косвенные методы установления силы затяжки резьбового соединения на основании измерения удлинения болта, сжатия стягиваемых деталей, угла поворота гайки, температуры нагревания, крутящего момента, отношения моментов. Приведены методики проведения измерений (контроля) осевого усилия в резьбовых соединениях. Полученные результаты могут быть использованы в инженерных расчетах и при выполнении сборке резьбовых соединений.

2. Определено, что при неконтролируемой затяжке болты затягивают с превышением необходимого усилия затяжки. При затяжке «рывком» или с помощью удлиняющих рычаг ключа труб болты или шпильки получают еще большие пластические необратимые деформации. Использование неконтролируемой затяжки для ответственных резьбовых соединений должно быть исключено.

3. Определение усилия затяжки по удлинению болта (шпильки) применяют для длинных болтов более $l_{\text{болт}} \gg 10d$, имеющих существенные (значимые) упругие деформации около 150...250 мкм, которые можно точнее измерить. Данный метод используется при затяжке ответственных соединений, является наиболее точным из всех известных, поскольку зависимость между силой и деформацией прямо пропорциональна и не зависит от трения в резьбе. Определение усилия по деформации сжатия деталей менее точно, поскольку величина сжатия деталей (10...20 мкм) на порядок ниже удлинения стержня болта (шпильки) и сопоставима с погрешностью. Значительно большую точность контроля сжатия ($\pm 10\%$) достигается при использовании фасонных (тарированных) шайб, устанавливаемыми под гайку.

4. Погрешность измерения деформации сжатия деталей, угла поворота гайки, температурных деформаций заключается в приближенном определении начального (нулевого) положения гайки, когда по субъективным ощущениям рабочего устанавливается плотность прилегания гайки к стягиваемой детали. Точность обеспечения заданного усилия затяжки при данных методах контроля не превышает $\pm 20\%$. Повысить точность измерения и исключить произвольность отсчета начального положения гайки можно если первоначальную затяжку до «нулевого» положения проводить тарированным инструментом. Для коротких и жестких болтов ($l_{\text{болт}} \leq 6d$), величина упругого удлинения и необходимый угол поворота гайки при затяжке незначительны и сопоставимы с погрешностью измерения, поэтому точность измерения усилия затяжки не высокая.

5. При «горячей затяжке» осевое усилие создается без механического воздействия на элементы соединения и обеспечивает относительную простоту сборки. В тоже время источник нагрева должен иметь специальный крепеж нагреваемых элементов резьбового соединения, регулятор скорости нагрева, сертифицированные приборы контроля температурных и линейных величин.

6. Момент затяжки создаваемый ключом почти на 85% расходуется на преодоление сил трения резьбового соединения и не более 15% на работу по растяжению болта. Точность способа контроля усилия затяжки по величине момента на ключе зависит от соответствия принятых для расчета коэффициентов трения действительным значениям. Вследствие этих факторов метод контроля усилия затяжки по моменту на ключе обладает низкой точностью ($\pm 30\%$).

7. Использование связи момента на ключе с усилием затяжки, шагом резьбы и экспериментальными полученными моментами на отворачивание и заворачивание позволяет контролировать затяжку с точностью ($\pm 10\%$). Достоинство данного метода в том, что предварительно экспериментально устанавливается величина трения в резьбе и на торце гайки.

Список источников

- 1.ГОСТ 1759.4-87 (ИСО 898-1-78) Межгосударственный стандарт. Болты, винты и шпильки. Механические свойства и методы испытаний.
- 2.Продан, В.Д. Герметичность разъемных соединений оборудования, эксплуатируемого под давлением рабочей среды : учебное пособие / В.Д. Продан. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012 – 280 с. – ISBN 978-5-8265-1150-3.
3. ГОСТ Р 52857.4-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений.
4. Конструирование и расчет двигателей : практикум для студентов специальности «Двигатели внутреннего сгорания»: в 3 ч. Ч. 1: Расчет деталей цилиндропоршневой и шатунной групп /сост. : В. А. Бармин, А. В. Предко. – Минск : БНТУ, 2016. – 50 с. ISBN 978-985-550-517-5.
- 5.ГОСТ ISO 16047-2015 Изделия крепежные. Испытания крутящего момента и усилия предварительной затяжки (ISO 16047:2005, ЮТ)
- 6.РД 37.001.131-89 «Затяжка резьбовых соединений. Нормы затяжки и технические требования».
7. Биргер И.А., Иосилевич Г.Б. Резьбовые и фланцевые соединения .-М.: Машиностроение ,1990.-368с .: с ил ISBN 5-217-00834-2
- 8.СТО НОСТРОЙ 2.10.76-2012 Строительные конструкции металлические. БОЛТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ. Правила и контроль монтажа, требования к результатам работ.
9. Kellerman, R. Und Klein, H.-C, Untersuchungen uber den Einfluss der Reibung auf Vorspannung und Anzugsmoment von Schraubenverbindungen; Sonderdruck aus Zeitschrift „Konsruktion" 1955, Nummer 2, Springer-Verlag - Berlin/ Gottingen/ Heidelberg
10. Жуков В.Б. Исследование плотности стыков резьбовых соединений авиационных двигателей: автореферат дис.. к-та техн.наук 05.07.00 В. Б Жуков-Харьков,1970.-29с
11. Соловьев В. Л. Обеспечение надежности машин при их ремонте в сельском хозяйстве путем повышения точности и равномерности затяжки групповых резьбовых соединений специальность 05.20.03- технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве. Автореферат на соискание ученой степени к.т.н. Омск 2014г.
12. Детали машин. Расчёт и конструирование. Справочник. Том 1. Под ред. Н.С. Ачеркана. М., "Машиностроение", 1968

Секция 3

Проблемы и перспективные направления развития в области природообустройства и природопользования

Научная статья

УДК 502/504:631.347.1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСПЫЛЕНИЯ СТРУИ ЩЕЛЕВОГО РАСПЫЛИТЕЛЯ

Фярид Кинжаевич Абдразаков¹, Кристина Игоревна Чуркина²

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов, Россия

¹abdrazakov.fk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8362-5468>

²kristinapot1@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7676-1840>

Аннотация. В работе представлены теоретические положения и сущность распылителей на основе теоретических исследований отечественных ученых. Во введении обосновывается актуальность выбранной темы. Основная часть работы включает в себя методы и результаты исследований щелевых распылителей.

Ключевые слова: мелиорация, химическая мелиорация, культуртехническая мелиорация, рациональное природопользование.

Для цитирования: Абдразаков Ф.К., Чуркина К.И. Теоретические положения распылителя струи щелевого распылителя // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.189-193.

Original article

THEORETICAL CONSIDERATIONS FOR SPRAYING THE JET OF A SLIT SPRAYER

Fyarid Kinzhaevich Abdrazakov¹, Cristina Igorevna Churkina²

^{1,2}Saratov State Agrarian University named after N.I.Vavilov, Saratov, Russia

¹abdrazakov.fk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8362-5468>

²kristinapot1@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7676-1840>

Annotation. The paper presents the theoretical provisions and the essence of atomizers on the basis of theoretical studies of domestic scientists. The introduction substantiates the relevance of the chosen topic. The main part of the work includes methods and results of research of slot atomizers.

Keywords: land reclamation, chemical land reclamation, cultural and technical land reclamation, environmental management

For citation: Abdrazakov F.K., Churkina K.I. Theoretical considerations for spraying the jet of a slit sprayer // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by С.М.Бакиров – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.189-193.

Введение. Распыление представляет собой водяные струи отдельно летящих капель. Для получения струи с необходимыми параметрами и свойствами используют специальные насадки, называемые распылителями.

Распыленная струя характеризуется размером капель, их распределением по сечению струи, углом конусности, дальностью, величиной напора перед насадком и расходом.

Капли жидкости при движении находятся под действием сил сопротивления воздуха, сил тяжести и капиллярных сил.

Одной из первостепенных задач распылителя является рациональный расход рабочей жидкости, так как излишний расход не даст лучших результатов. Соответственно, в период ограниченных ресурсов рациональное природопользование является актуальным научным направлением.

В современное время распылители стали неотъемлемой частью химического орошения нежелательной древесно-кустарниковой растительности. В основном нами рассматриваются процессы применения распылителей как навесной установки на трактора отечественного производства для обработки берм каналов.

Оросительные каналы Саратовской области ежегодно нуждаются в оперативном проведении работ по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности в первую очередь для доступа к оросительному каналу, как к важнейшему гидротехническому объекту. Также нельзя не отметить, тот факт, что нежелательная растительность может попадать непосредственно в канал и тем самым засорять его. Отсюда следует, что тема нашей работы является актуальной.

Целью нашей работы является анализ теоретических положений распыления струи щелевого распылителя.

Основная часть. Распыл струи, выходящей из распылителя, подчиняется общей теории распыла гидравлической струи, разработанной Г.И. Абрамовичем.

Тонкая струя под давлением, проходя острые кромки распылителя подвержена значительной турбулизации потока жидкости, которая через незначительный отрезок пути (В.А. Бородин, А.П. Исаев) распыляется на мелкие капли различного размера (рисунок 1).

Для описания кривых распределения диаметра капель при работе щелевого распылителя наибольшее распространение нашло уравнение Розина-Раммлера

$$R = 100 \cdot e^{-\frac{d_i \cdot n}{d_k}} \quad (1)$$

где R - объемная доля капель, диаметр которых больше d_i , %; d_i - текущее значение диаметра капель, мм; d_k - постоянный диаметр капель, соответствующий определенному значению R (36,79 %). n – постоянный коэффициент, характеризующий степень разнородности распыла.

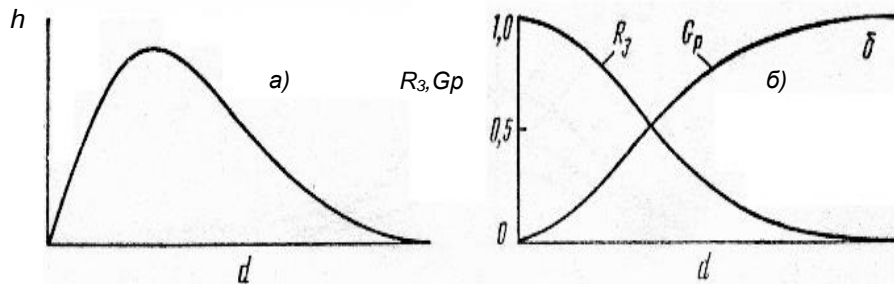


Рисунок 1 – Интегральные кривые распределения капель по диаметрам:
а – частотная; б – суммарные

Для щелевых распылителей «Тееjet» при напоре 0,5 МПа (рисунок 2) значения параметров d_k находятся в пределах 260...375 мкм, а параметр n обычно составляет 2,0...2,5 мм (таблица 1).

Таблица 1 – Значения параметров распределения диаметров капель распылителя «Тееjet» при напоре 0,5 МПа

| Расход жидкости, л/мин | Тип распылителя | d_k мкм | d_{max} мкм | n | d_{min} мкм |
|------------------------|-----------------|-----------|---------------|-----|---------------|
| 0,6 | 8001 | 260 | 390 | 2,5 | 12,3 |
| 0,9 | 8003 | 375 | 480 | 2,0 | 28,8 |

Значение диаметра d_k зависит от напора, размера щелей и соответственно расхода жидкости. С увеличением расхода жидкости при снижении напора, средний диаметр капли распыленной струи увеличивается.

Согласно исследованиям Ю.Ф. Дитякина, В.А. Бородина, Л.А. Клячко, А.С. Лышевского и др. средний диаметр капель распыла определяется толщиной щели, напором перед распылителем, геометрическими размерами подводящего потока жидкости и выхода распылителя. Средний диаметр капель в общем виде можно рассчитать по следующим формулам:

$$\frac{d}{h} = W^a \cdot Lp^b \cdot M^c \cdot N^l \cdot L^K \quad (2)$$

$$n = We^{a1} \cdot Lp^{b1} \cdot M^{c1} \cdot L^{K1} \quad (3)$$

где: We – критерий Вебера, характеризующий отношение скоростного напора и сил поверхностного натяжения; Lp - критерий Лапласа, характеризующий соотношение сил поверхностного натяжения и вязкости; d – средний

диаметр капель, мм; h – толщина струи на выходе из сопла, мм; n – показатель, характеризующий степень разнородности распыла; M ; N – параметры, характеризующие отношение плотности и вязкости распыляемой жидкости и окружающего газа; $M = \rho_{ж} / \rho_{г}$; $N = \mu_{ж} / \mu_{г}$; L – критерий геометрического подобия; $a, b, c, k, \ell, a_1, b_1, c_1, k_1, \ell_1$ – константы, получаемые опытным путем.

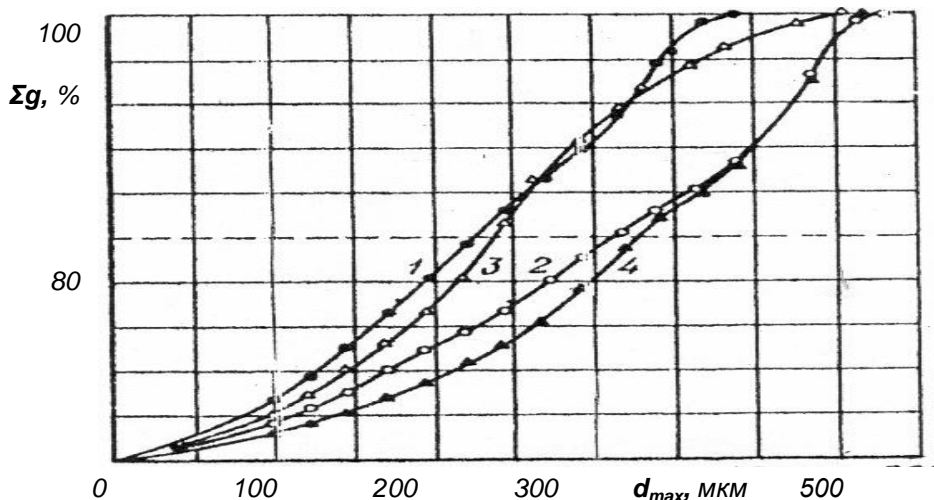


Рисунок 2 - Интегральные кривые распределения размеров образующих капель (вода, л/мин.; $p = 5$ атм): 1 - распылитель «Тееjet» с насадкой № 8001, $Q = 0,6$; 2 - распылитель «Тееjet» с насадкой № 8003, $Q = 0,9$; 3 - центробежный распылитель с соплом $\varnothing 2$ мм; $Q = 1,8$; 4 - центробежный распылитель с соплом $\varnothing 4$ мм $Q = 6,0$.

Согласно исследованиям Ю.Ф. Дитякина, А.С. Лышевского, В.А. Бородина, Д.Г. Пажи и др. диапазон распыла определяется максимальным и минимальным диаметром капель. Значения этих диаметров можно определить по формулам:

$$d_{\min} = d_k (0,0276)^{1/n} \quad (4)$$

$$d_{\max} = d_k (5,924)^{1/n} \quad (5)$$

где d_k - постоянный диаметр капель, соответствующий определенному значению R (36,79 %).

При уменьшении напора средний, минимальный и максимальный диаметры капель будут увеличиваться, а при увеличении напора - наоборот уменьшаться. Ширина щели у распылителя «Lechler» изменяется в пределах 1,0...1,5 мм. Тогда при напоре 0,2...0,5 МПа, средний диаметр капель будет находиться в пределе 150...360 мкм, а максимальный размер капель - в пределе 400...700 мкм (таблица 2).

Таблица 2 – Расчетные значения крупности капель дождя в зависимости от ширины щели и напора перед распылителем

| Ширина щели, мм | Напор перед распылителем, МПа | d_{cp} , мкм | d_{min} , мкм | d_{max} , мкм | Доля капель $d \leq 80$ мкм, % |
|-----------------|-------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|
| 1,0 | 0,2 | 210 | 10 | 500 | 6,5 |
| | 0,3 | 190 | 9,5 | 460 | 7,0 |
| | 0,4 | 170 | 8,5 | 410 | 9,5 |
| | 0,5 | 150 | 7,5 | 360 | 13,5 |
| 1,2 | 0,2 | 250 | 12,5 | 600 | 4,0 |
| | 0,3 | 230 | 11,5 | 550 | 5,0 |
| | 0,4 | 210 | 10,5 | 505 | 6,5 |
| | 0,5 | 190 | 9,5 | 460 | 7,0 |
| 1,5 | 0,2 | 360 | 18 | 860 | 1,8 |
| | 0,3 | 340 | 17 | 820 | 2,0 |
| | 0,4 | 320 | 16 | 810 | 2,1 |
| | 0,5 | 300 | 15 | 720 | 2,5 |

Заключение. Согласно зависимости $R = 100 \cdot e^{-\frac{d_i \cdot n}{d_k}}$ можно определить процентное содержание капель различного диаметра. Расчеты показывают, что для распылителей «Тееджет» при напоре 0,5 МПа число капель размером 100 мкм составляет 7...13 %, а размером более 350 мкм – 8...41 %. Основную массу (52...79 %) капель составляют капли размером 100...350 мкм. Расчеты показывают, что при увеличении среднего диаметра капель распыла со 150 до 360 мкм доля капель диаметром менее 80 мкм уменьшается от 13,5 до 1,8 %

Список источников

1. Чуркина К. И., Логашов Д.В. Решение проблем удаления древесно-кустарниковой растительности на оросительных каналах путем применения арборицидов // Сборник научных трудов по материалам XVIII Международной научно-практической конференции, Анапа, «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе. Саратов, 2021. С. 82-88.
2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика // изд. 3-е перераб. и дополн. М.: «Наука». Москва, 1969. 824 с.
3. Бородин В. А., Дитякин Ю.Ф., Клячко, Л.А., Ягодкин В.Я. Распыливание жидкостей // М., Машиностроение. Москва, 1967. 124 с.
4. Исаев А.П., Сергеев Б.И., Дидур В.А. Гидравлика и гидромеханизация сельскохозяйственных процессов // – М.: Агропромиздат. Москва, 1990. 339 с.
5. Палишкин Н.А. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение // – М.: Агропромиздат. Москва, 1990. 352 с.
6. Лышевский А.С. Закономерности дробления жидкостей механическими форсунками давления // Новочеркасск, 1961. 183 с.
7. Никитин Н.В. Технология внесения гербицидов // Рекомендации по региональному применению пестицидов в Российской Федерации // М.: Агропромиздат. Москва, 1998. 144 с.

© Абдразаков Ф.К., Чуркина К.И., 2022

ЗАЩИТА ПОЧВЫ ОТ ЭРОЗИИ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НЕЙ

Екатерина Владимировна Аржанухина¹, Николай Викторович Медведев²

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов, Россия

¹ cugarik@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2300-4712>

² kalek15864@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4852-2452>

Аннотация. В статье описаны причины образования эрозии почвы потоками воды, влияние эрозии на плодородие земель, в результате чего появляется экономический ущерб, в сфере сельского хозяйства.

Ключевые слова: поток, гумус, ирригационная эрозия, водная эрозия, деградация, вымывание грунта

Для цитирования: Аржанухина Е.В., Медведев Н.В. Защита почвы от эрозии и меры борьбы с ней // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.194-196.

Review article

SOIL EROSION PROTECTION AND MEASURES

Ekaterina Vladimirovna Arzhanukhina¹, Nikolai Viktorovich Medvedev²

^{1,2} Saratov State Agrarian University. N.I.Vavilova, Saratov, Russia

¹ cugarik@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2300-4712>

² kalek15864@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7676-1840>

Annotation. The article describes the reasons for the formation of soil erosion by water flows, the impact of erosion on land fertility, leading to economic damage, in the field of agriculture.

Key words: runoff, humus, irrigation erosion, water erosion, degradation, soil washout.

For citation: Arzhanukhina E.V., Medvedev N.V. Soil protection from erosion and measures to combat it // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII All-Russian Conference with international participation / Ed. СМ. Bakirova - Saratov: Saratov State Agrarian University, 2022. Pp.194-196.

На данный момент времени во всём мире наблюдается увеличение численности людей, а площади земли уменьшаются. Появляется территориальная недостаточность. С каждым годом уменьшается количество полезной земли для сельского хозяйства, поэтому становится актуальным предотвратить становле-

ние бесполезности земли и организовать плодородие почвы. Деградация земель в мировом масштабе достигла огромного размера [2].

Уменьшение земельных ресурсов как общемировая тенденция происходит за счет отторжения продуктивных земель под предприятия, города и другие населенные пункты, развития транспортной сети. Огромные площади возделываемых земель утрачиваются в результате эрозии, засоления, заболачивания, опустынивания, физической и химической деградации. По данным ФАО, общая площадь потенциально пригодных земель для земледелия в мире составляет около 3,2 млрд га [1]. Однако для включения в сельскохозяйственное производство этого резерва требуется колоссальное вложение труда и финансовых средств.

Один из самых опасных видов деградации это эрозия почвы. Водная эрозия представляет собой разрушение почвенного покрова под действием поверхностных водных потоков и проявляется в плоскостной и линейной форме. Плоскостная водная эрозия проявляется в виде смывости поверхностных горизонтов (слоев) почв. Различают нормальную (естественную) и ускоренную водные эрозии. По интенсивности водную эрозию можно отнести к плоскостной, поверхностной, линейной, или овражной.

Линейная водная эрозия развивается под влиянием мощных концентрированных стоков воды. Сначала образуются глубокие размывы до 20-35 см, потом промоины глубиной до 1 м и более. При дальнейшем размыве образуется овраг [3]. Склоны (стенки) оврага со временем осыпаются, становятся более пологими, зарастают травой, древесной и кустарниковой растительностью; овраги перестают расти и превращаются в балки. Глубина оврагов и балок регулируется базисом эрозии.

Водная эрозия почвы наносит огромный ущерб сельскому хозяйству: снижается плодородие почв, уменьшается площадь пашни, повреждаются посевы, затрудняется обработка, заиливаются водоёмы, разрушаются дороги. В результате поверхностной эрозии формируются смывые (эродированные) почвы: слабосмывые, среднесмывые, сильносмывые.

Водная эрозия проявляется во всех почвенных зонах. Однако наибольшее распространение водная эрозия получила в подзоне дерново-подзолистых почв, в зоне серых лесных почв, в Черноземной зоне и в зоне каштановых почв, а также в горных областях. В некоторых регионах Нечерноземной зоны водной эрозией охвачено более 75 % площади пахотных земель.

Климат оказывает огромное влияние на развитие водной эрозии (количество и режим выпадающих осадков). Эрозия активнее проявляется при ливневых и затяжных дождях, интенсивном таянии снега, особенно в сочетании с медленным оттаиванием почвы [3]. Всё это приводит к смыву верхнего слоя почвы, а как известно именно в верхних горизонтах находится гумус.

Гумус главный показатель почвы, играет важную роль в формировании плодородия. Гумус улучшает физические и физико-химическое состояние почвы. Гумус непосредственно влияет на растения и стимулирует их развитие и рост.

На сегодняшний момент наиболее эффективными и недорогими мерами борьбы с водной эрозией почвы является применение противоэрозийных мероприятий. К ним относятся:

Организационно-хозяйственные работы. В них входит периодическое обследование полей с составлением планов и карт, комплексная оценка процессов эрозии, разработка плана мероприятий и контроль их выполнения. Предварительное планирование – один из важных факторов успеха в борьбе с эрозией.

Агромелиоративные мероприятия – это система севооборота с учетом защиты почвы. Она предполагает посадку многолетних культур, размещение культурных растений полосами на склонах, разработку и установку системы снегозадержания для предотвращения вымывания грунта талыми водами. Кроме того, в числе мероприятий внесение минеральных и органических удобрений. Основная задача на этом этапе – вести к минимуму вымывание грунта талыми водами и предотвратить обеднение почв.

Лесо- и гидромелиоративная защита грунта. Она предполагает высадку лесных полос на склонах, обустройство каналов для отведения талых вод, террасирование склонов, создание плотин и искусственных водоемов. Эти меры позволяют направить водоотведение по строго ограниченными трассам и защитить основной земельный массив.

В зависимости от уклона земли, планируют проведение того или иного противоэрозийного мероприятия. Например, на полях с небольшим уклоном, не превышающим 2 градусов, поверхностный сток достаточно легко свести к минимуму, для этого достаточно проводить посев поперечными полосами или высаживать растения по контуру. На полях, расположенных под уклоном до 6 градусов, применяется широкий спектр методов защиты грунта (ступенчатая вспашка, бороздование, лункование и другие приемы).

При более сильном уклоне на поле создаются защитные полосы из многолетних трав. На 40 метров посадки культурных растений ширина защитной травянистой полосы должна составлять не менее 7 м. Ширина защитной буферной полосы зависит от крутизны склона: чем она выше, тем более широкими должны быть полосы. На крутых склонах недопустима высадка пропашных культур, рекомендуется высадка фруктовых деревьев, виноградников и многолетних насаждений.

При делении земли на разряды по деградации пользуются диагностическими показателями: толщина гумуса, количество и запас гумуса, гранулометрический состав почвы. По взятым пробам в поле, после лабораторного анализа более точно устанавливают деградацию земли [1]. Комплекс мер по борьбе с водной эрозией позволяет получить хороший результат и обеспечить сохранность почвы на долгие годы. Периодически должен проводиться контроль состояния грунта с коррекцией применяемых защитных мер.

Только своевременное проведение группы противоэрозионных мероприятий, поможет сдержать рост водной эрозии и сохранить плодородие земель сельскохозяйственного назначения на территории РФ.

Список источников

1. Аржанухина, Е. В. Дифференцированный режим орошения и водопотребление люцерны для условий Саратовского Заволжья : специальность 06.01.02 "Мелиорация, рекультивация и охрана земель" : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Аржанухина Екатерина Владимировна. – Саратов, 2001. – 152 с. – EDN QDLDLF.
2. Н.И. Вавилов об ирригации в Заволжье и актуальность его учения сегодня / М. С. Григоров, Л. Н. Чумакова, Е. В. Аржанухина, С. А. Трондин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2007. – № 5. – С. 15-17. – EDN ICCYZN.
3. Прокопец, Р. В. Оценка влияния влажности почвы на образование поверхностного стока на темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья / Р. В. Прокопец, Е. В. Аржанухина // Основы рационального природопользования: Материалы III международной научно-практической конференции, Саратов, 26–28 октября 2011 года. – Саратов: Издательство "Саратовский источник", 2011. – С. 214-218. – EDN TLKSTR.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Елена Владимировна Болдумак

Пугачевский гидромелиоративный техникум имени В.И. Чапаева - филиал
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования Саратовский государственный аграрный университет им.
Н.И. Вавилова, Россия, boldumak2013@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2322-769X>

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы изменений в земельном законодательстве, в частности введение в действие единого реестра земель сельскохозяйственного назначения, изменение в лицензировании геодезической и картографической деятельности, строительство индивидуальных жилых домов на землях сельскохозяйственного назначения.

Ключевые слова: Земля, земельные отношения, государственный реестр земель, мониторинг, земли сельскохозяйственного назначения, строительство

Для цитирования: Болдумак Е.В. Перспективные направления развития земельного законодательства // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.197-200.

Review dictum

PROMITTENTES AREAS OF DEVELOPMENT DE TERRA LEGES

Elena Vladimirovna Boldumak

Pugachev Hydro- hydromeliorative Collegii nomine post V. I. Chapaev- ramus Foederati Statu Budgetary Educationis Institutum superiorum Saratov Statu Agrarian Universitatis nomine post N. I. Vavilova, Russia, boldumak2013@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2322-769X>

Annotation. Articulus agit topicus exitibus mutationes in terra, leges, praesertim inducta ex una register of rusticarum agros, mutationes in licentiae geodetic et cartographic operationes, constructionem singulorum amet aedificia in rusticarum agros.

Keywords: Terra, terra relationes, status varius, terras, adipiscung, rusticarum terram, constructione

Enim non aliud: Boldumak E. V. Promittentes partes progressum terra, et leges// Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with Internation-

Как известно, земля является важнейшим для человека объектом материального мира, представляет особую ценность для человеческого общества: на ней существует многообразие почвенно-климатических условий, влияющих на правовой режим использования земель и многое другое. В силу этого земля имеет особый юридический статус: земля является основой жизни и деятельности народов, проживающих на её территории [1, ст. 9, 2, ст. 3].

В последнее время в России важнейшей тенденцией развития российского законодательства является высокая интенсивность нормотворческой, в том числе законотворческой, деятельности. Возникла необходимость изменений в законодательстве в сфере земельных правоотношений, в части оформления землепользования, строительства, регистрации недвижимости и кадастрового учёта. В декабре 2021 года - Госдума приняла в третьем чтении закон о создании в России реестра земель сельскохозяйственного назначения, который будет вести Минсельхоз.

Государственный реестр земель сельскохозяйственного назначения представляет собой государственный информационный ресурс, содержащий свод достоверных систематизированных сведений о состоянии земель сельскохозяйственного назначения об их использовании и иных сведений о землях сельскохозяйственного назначения. [4].

Сведения из реестра бесплатно предоставляются собственникам, землепользователям, арендаторам земельных участков по их запросу в виде паспорта земельного участка. В свою очередь землевладельцы и арендаторы имеют право предоставлять в учреждение, которое ведет реестр, сведения о результатах почвенных, геоботанических и других обследований, проведенных по их заказу.

Картографической основой государственного реестра земель сельскохозяйственного назначения станет единая электронная картографическая основа, создаваемая и обновляемая в соответствии с законодательством о геодезии и картографии.

Реестр будет пополняться в ходе мониторинга земель сельхозназначения. Государственный мониторинг земель сельхозназначения осуществляется сейчас за счет средств федерального бюджета и, как правило, силами подведомственных Минсельхозу агрохимслужбами. Вместе с тем, из-за отсутствия достаточных средств агрохимслужбами в 2021 году было проведено обследований только на 7 млн гектар сельхозугодий, в 2022 году -на 6 млн гектар. Для сравнения: в РФ - 193,6 млн гектар сельхозугодий.

С 1 марта 2022 года будет разрешено строительство индивидуальных жилых домов на землях сельскохозяйственного назначения, если это необходимо для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства. Такую возможность дал Федеральный закон от 02.07.2021 № 299-ФЗ [3, ст. 77].

С 1 марта 2022 года вступили в силу изменения в Положение о лицензировании геодезической и картографической деятельности, согласно которым в

перечень выполняемых работ, подлежащим лицензированию, включены работы по установлению и изменению границ населенных пунктов и границ зон с особыми условиями использования территории (ЗОУИТ).

Например, горные отводы для разведки и разработки месторождений полезных ископаемых являются государственной собственностью и предоставляются пользователю недр по специальным разрешениям в виде лицензий; земельные же участки для целей, связанных с ведением сельскохозяйственного производства, могут предоставляться в собственность гражданам Российской Федерации; может изыматься как у собственников, так и у пользователей для государственных или общественных нужд; подлежит обязательному использованию в соответствии с целевым назначением под страхом принудительного изъятия ее у лиц, нарушающих требования земельного законодательства, и т.д. [2, ст. 7,49,50].

Список источников

1. Конституция Российской Федерации: [принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г. с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01 июля 2020 г.]. – Текст: электронный // Официальный интернет–портал правовой информации. – URL: <http://www.pravo.gov.ru>
2. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 16.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022).- Текст : электронный // http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/
3. Федеральный закон от 02.07.2021 № 299-ФЗ (ред. от 06.12.2021) «О внесении изменений в статью 77 Земельного кодекса Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации».- Текст : электронный // http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_388989/
4. Официальный сайт Росреестр// <https://rosreestr.gov.ru/>

ПРОБЛЕМА ЗАКАРСТОВАННОСТИ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН И Г. УФА

Динар Фардатович Гайсин

Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия,
L_e_man@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3568-9285>

Аннотация. Почти на всей территории республики Башкортостан и, в частности, в городе Уфе имеются карстовые провалы, причем их число постепенно проявляется из года в год. Этот процесс является реальной проблемой для жителей, т. к. самые мощные из них несут серьезную опасность разрушения конструкций построенных зданий и сооружений.

Ключевые слова: Карст, провал, породы, разлом, здания, изыскания

Для цитирования: Гайсин Д. Ф. Проблема закарстованности территории республики Башкортостан и г. Уфа // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.201-204.

Original article

THE PROBLEM OF KARSTS IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN AND THE CITY OF UFA

Dinar Fardatovich Gaisin

Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

L_e_man@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3568-9285>

Annotation. Almost throughout the territory of the Republic of Bashkortostan and, in particular, in the city of Ufa, there are karst sinkholes, and their number gradually manifests itself from year to year. It is real problem for people, because the most powerful of them carry a serious risk of destruction of the structures of constructed buildings and structures.

Keywords: Karst, failure, rocks, fault, buildings, surveys

For citation: Gaisin D. F. The problem of karsts in the territory of the republic of Bashkortostan and the city of Ufa// Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.-201-204.

Территория Республики Башкортостан известна широким распространением и разнообразием карста в равнинно-платформенной и горно-складчатой об-

ластях [1, с.3]. Карстовые провалы представляют опасность для жителей нашей республики. С каждым годом увеличивается их распространение. На территории нашей страны преобладает, в основном, известняковый карст. Гипсовое же развитие карста встречается реже. Республика Башкортостан и, в частности, город Уфа являются одним из немногих примеров территорий с наличием гипсовых пород. Границы промышленной и селитебной территории определены землеотводом по новому генеральному плану; площадь её составляет 900 км². Территория города является типичной техногенно-нагруженной, где ведётся активная промышленно-хозяйственная деятельность [2, с.25]. Рост города и освоение территорий, ранее считавшихся непригодными для градостроительных целей, неизбежно сопровождается серьезным воздействием человека на геологическую среду [3, с.85].

Город Уфа или «Уфимский полуостров» расположен на плоском платообразном возвышении рельефа с крутыми склонами, ограниченном с востока, юга и запада долинами реки Белой и реки Уфы. В тектоническом плане территория г. Уфы располагается на юго-восточной окраине Восточно-Европейской (Русской) платформы [2, с.7]. Эта структура достигла максимального развития в каменноугольный и раннепермский периоды, после чего в позднепермское время она приподнялась и приобрела вид широкого пустого прогиба, осложненного валами и локальными структурами. По указанной структуре проходит долина реки Белой - Бельская депрессия [5].

На данной территории очень часто встречаются осадочные породы. В качестве верхнего слоя выступают в основном глины, песчаники, суглинки и известняки. Под ними расположены гипсы, которые растворяются и образуют пустоты, в результате чего, под действием силы тяжести происходит заполнение этих пустот вышележащими слоями. Так происходит процесс, который принято называть «карстовым провалом».

В целом, для формирования карстово-суффозионного процесса необходимы следующие условия:

- наличие в геологическом разрезе растворимых в воде пород (гипсы, известняки, ангидриды, доломиты и мергели);
- хорошая водопроницаемость: все перечисленные породы трещиноваты, участками сильно кавернозны;
- наличие движущихся подземных вод (почти повсеместно к ним приурочены подземные воды, разгружающиеся в долины рек Белой и Уфы);
- высокая агрессивность инфильтрационных вод к водовмещающим сульфатным и карбонатным породам [4, с.10].

В пределах города Уфы выполняются все перечисленные условия, следовательно, имеются предпосылки для развития новых карстовых провалов.

Карстовый процесс особенно сильно развивается в зонах разломов. Если наложить на карту закарстованности г. Уфы схему разрывной тектоники, становится видно, что эти две территории совпадают.

Наличие движущейся воды и ее агрессивность по отношению к водовмещающим легкорастворимым породам являются одними из самых важных усло-

вий развития карста. Они определяются гидрогеологической обстановкой. Воды в элювиально-делювиальных отложениях развиты преимущественно на пологих склонах долин Сутолоки и Шугуровки и имеют спорадическое распространение [1, с.202].

Поверхностные формы карстопроявлений представлены, как правило, воронками блюдце- и чашеобразной, реже — конусообразной формы. Диаметр воронок от 15–20 до 150–180 м, иногда до 300–350 м, средний — 50–80 м, скопления воронок на отдельных участках образуют карстовые поля. Наиболее крупные воронки установлены в пределах Дудкинского, Максимовского (в долине р. Уфы) и Карюгинско-Алексеевского (в долине р. Белой) карстовых полей [1, с.215].

Нередко карстовые провалы провоцируют деформации жилых и административных зданий, вызывают аварии на инженерных сооружениях. С каждым годом, число деформированных зданий растет. Расположены они повсеместно, на всей территории Уфы [4, с.10]. Так, в 2015 году в 9-этажном доме по Уфимскому шоссе, 4 из-за появления опасных трещин пришлось расселять жильцов двух подъездов из четырех. В 2018 году здание из-за карстового провала ТСК «Кувыкинский» по ул. Степана Кувыкина, 16 закрылось под снос, но после капитального обследования все-таки удалось сохранить его большую часть (рис. 1).

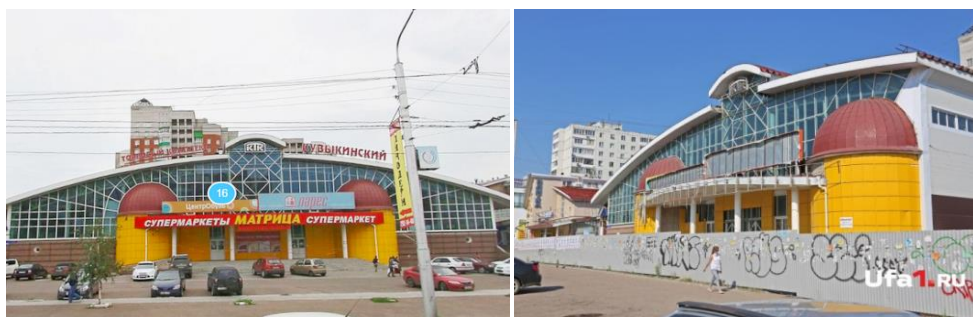


Рисунок 1- Здание ТСК "Кувыкинский" до и после реконструкции

На сегодняшний день имеется серьезная угроза образования новых карстовых провалов, идет непрерывный процесс разрыхления грунта и формирования новых пустот. Учитывая геологическую специфику города, глубина провалов может быть до нескольких десятков метров. Диаметр провалов зависит от рельефа местности и местами достигать весьма внушительных значений. За всю историю наблюдений, было выявлено, что диаметры провалов варьируются, в основном, от 5 до 10 метров, самые большие – до 20 метров.

Ввиду труднодоступности неустойчивых пород возникают сложности в выявлении карстовых формирований, иногда приходится прибегнуть к более сложным и дорогостоящим изысканиям.

Деятельность человека многократно ускоряет процесс формирования карстовых пустот. Прежде всего, это выбросы в атмосферу, формирующие кислотные дожди, обработка дорожного покрытия едкими веществами, утечка из систем водоснабжения и канализации, Строительные работы тоже ухудшают положение. Основная причина - заглубливание фундамента и строительство траншей, нарушающих целостность «защитных слоев» [4, с.10].

Для надежного строительства зданий и сооружений на закарстованных территориях необходимо сперва детально изучить инженерно-геологические условия, а также разработать комплекс противокарстовых мероприятий, применимых к осваиваемой территории. В процессе строительства и в процессе эксплуатации необходимо вести непрерывный карстомониторинг, а также, при локальных карстопоявлениях, реализовать эффективные меры защиты и усиления конструкций.

В последнее время, благодаря «...разработке строительных норм и критериев оценки степени опасности закарстованных территорий» [1, с.352], оценка устойчивости территорий стала более объективной, что позволяет вести строительство зданий и сооружений на недостаточно устойчивых (и даже неустойчивых территориях), при условии ликвидации карстовых полостей и применении конструктивных противокарстовых защитных мер.

Список источников

1. Абдрахманов Р. Ф., Мартин В. И., Попов В. Г., Рождественский А. П., Смирнов А. И., Травкин А. И. Карст Башкортостана. – Уфа, 2002. С. 384.
2. Камалов В. Г., Барышников В. И. Опасные геологические процессы на территории уфимского «полуострова». – Уфа, 2019. С. 240.
3. Абдрахманов Р. Ф., Попов В.Г., Смирнов А.И. Распространение карста на территории Башкортостана и его значение для практики. // Вестник Академии наук РБ, 2016, том 21, №4 (84). С. 81- 90.
4. Зайлямов Ш. Р., Хусаинова М. А. Проблема образования карстовых провалов на территории г. Уфа. // Международный научный журнал «Символ науки» № 03-1/2017. С. 9-10.
5. <https://vuzlit.com/1274781/harakteristika>

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩА НА Р. ОШЛА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Мария Петровна Горбачева¹, Жаслан Адильсултанович Аминов².

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов, Россия

¹dotsent.gorbacheva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4765-1201>

²aminov.zhaslan@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3503-0926>

Аннотация: В статье выполнен анализ экологического состояния водохранилища на р. Ошла у деревни Малый Кугунур Оршанского района Республики Марий Эл, на основании выполненных исследований в пределах акватории.

Ключевые слова: водохранилище, антропогенное воздействие, источники загрязнения, донные отложения, зарастание водоема

Для цитирования: Горбачева М.П., Аминов Ж.А., Анализ экологического состояния водохранилища на р. Ошла Республики Марий Эл// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.205-208.

Original article

ANALYSIS OF PROCESSES OCCURRING IN WATER BODIES UNDER THE INFLUENCE OF POLLUTANTS

Maria Petrovna Gorbacheva¹, Zhaslan Adulsultanovich Aminov².

^{1,2}Saratov State Agrarian University named after N.I.Vavilov, Saratov, Russia

¹dotsent.gorbacheva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4765-1201>

²aminov.zhaslan@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3503-0926>

Annotation. The article analyzes the ecological state of the reservoir on the Oshla River near the village of Maly Kugunur in the Orsha district of the Republic of Mari El, based on the studies performed within the water area.

Keywords: reservoir, anthropogenic impact, sources of pollution, bottom sediments, overgrowth of the reservoir

For citation: Gorbacheva M.P., Aminov Zh.A., Analysis of the ecological state of the reservoir on the Oshla River of the Republic of Mari El// Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Edited by С.М.Бакиров – Саратов: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp.205-208.

Водохранилище на реке Ошла у деревни Малый Кугунур образовано Оршанским гидроузлом на расстоянии 44,5 км от устья. Полный объем водохранилища -15,28 млн. м³, полезная емкость – 12,53 млн. м³, площадь зеркала – 617 га, длина 6,3 км. Гидротехническое сооружение относится к четвертому классу капитальности, год ввода 1992 г.

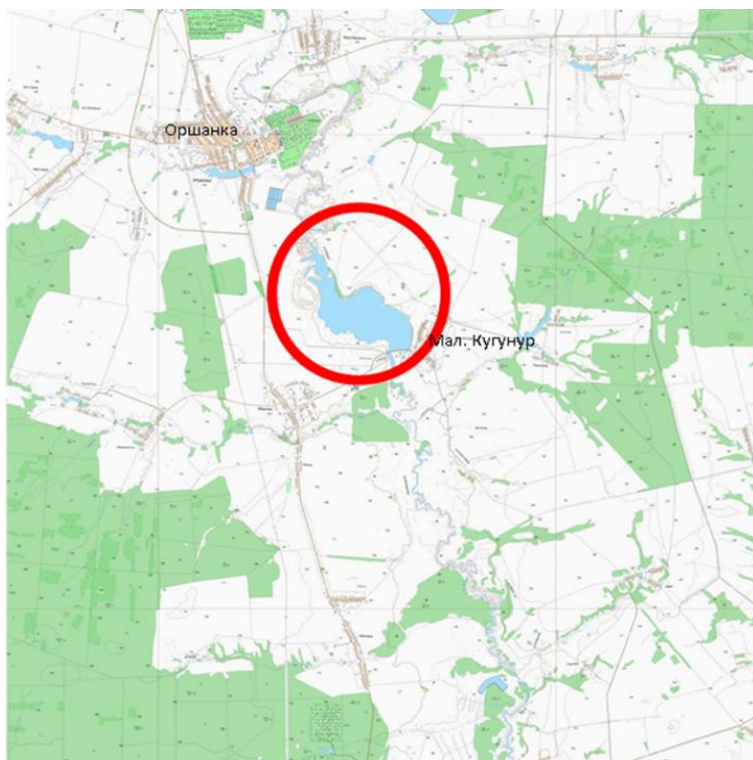


Рисунок 1 – Карта-схема расположения водохранилища на р.Орша

На сегодняшний день, водохранилище используется для хозяйственно-бытовых нужд, противопожарных целей, рекреации.

На территории Оршанского района по берегам р. Ошла расположены населенные пункты: д. М. Каракша, пгт. Оршанка, д. Малый Кугунур, д. Старое Крещино.

Одним из факторов загрязнения водного объекта являются биологические очистные сооружения канализации в д. М. Каракша, которые запустили в эксплуатацию в 1987 году. Объемы сброса сточных вод с ОСК составляют 3,14-3,29 тм³/год. Очистные сооружения расположены выше Оршанского водохранилища на расстоянии 10 км.

На региональном уровне ГУП ТЦ «Маргеомониторинг», осуществляет оценку состояния воды в реке Ошла.

Мониторинг включает в себя наблюдения за состоянием вод, состоянием дна, берегов, состоянием и режимом использования водоохраных зон и изменений морфометрических особенностей водных объектов.

По комплексной оценке, качество воды в р. Ошла оценивается как «загрязненная».

Обследование, проведенное в акватории водохранилища с промером глубин, донных отложений и описанием растительности (2021 г), показало, что более 50 % площади водохранилища заросло водной растительностью: рогозом широколистным и узколистым, ежеголовником, ряской, рдестом плавающим, частухой подорожниковой, стрелолистом обыкновенным, кувшинкой желтой, в результате чего образуются донные отложения, повышается мутность в водохранилище (фото 1-2).

В верхней части и в середине по левому берегу водохранилища, в защищенных от нагона волны местах, произрастает многолетнее растение Ряска малая семейства Ароидных.



Фото 1-2 Участки водохранилища, заросшие водной растительностью

Из-за накопившихся донных отложений уничтожаются нерестовые площади и создаются неблагоприятные условия для донных организмов. Наличие органических веществ в воде и в донных отложениях способствует массовому развитию различных обрастаний на подводных предметах. Слой донных отложений в водохранилище составляет от 0,5 м до 1,5 м (рисунок 2).

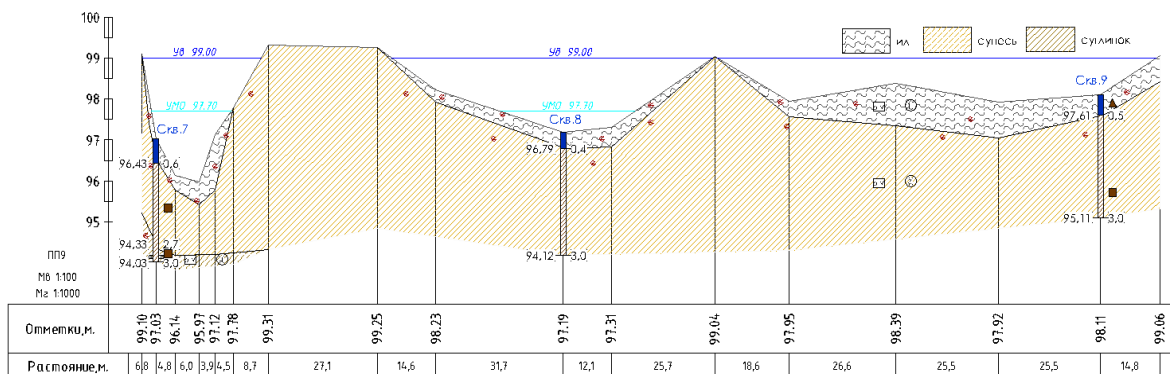


Рисунок 2 - Продольный профиль участка водохранилища

На сильно загрязненных участках растительность выстилает дно сплошным ковром (фото 3), ухудшая ее кислородный режим и способствуя значительному бактериальному загрязнению реки. При этом донные отложения выступают аккумулятором химических соединений и источником вторичного поступления в толщу воды.



Фото 3 - Ряска и Элодея канадская у левого берега в средней части водохранилища

В период проведения исследований были отобраны пробы донных отложений в пределах акватории водохранилища. Для оценки загрязнения донных отложений в качестве нормативов приняты ПДК токсичных элементов для суглинистых почв с $pH > 5,5$.

Согласно комплексной оценке по химическим, микробиологическим и радиологическим показателям для донных отложений устанавливается категория загрязнения «чрезвычайно опасная». Загрязнение донных отложений определяет скорость и масштабы поступления загрязняющих веществ в водный объект.

На основании выполненных исследований следует отметить, что большая часть акватории, дна и береговых территорий водного объекта, загрязнены мусором, отходами производства и потребления, заросли водной растительностью. Водоохранилище обмелело за счет заиления ложа.

Исходя из приведенных выше фактов очевидна необходимость осуществления мероприятий направленных на реабилитацию ложа водохранилища на реке Ошла у дер. Малый Кугунур Оршанского района Республики Марий Эл.

Список источников

1. Доклад об экологической ситуации в Республике Марий Эл за 2020 г. Ижевск: ООО «Принт», 2021. – 180 с;
2. Горбачева М.П. Проблема интенсивного зарастания водоемов // М.П. Горбачева. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: Современные тенденции в науке и образовании. В 6 частях: ООО "Ар-Консалт", 2014. С. 14-15.
3. Горбачева М.П. Основные факторы, вызывающие "цветение" воды в водоемах // М.П. Горбачева. Сборник: Системные исследования природно-техногенных комплексов Нижнего Поволжья. Саратов, 2007. С. 23-26.

Научная статья
УДК 556.535.8

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Мария Петровна Горбачева¹, Ольга Алексеевна Кривохижина², Анна Вячеславовна Ягловская³, Валерия Васильевна Горбачева⁴

^{1,2,3} Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов, Россия

⁴ Волгоградский государственный социально-педагогический университет, г.
Волгоград, Россия

¹dotsent.gorbacheva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4765-1201>

²ovolkova609@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1685-2596>

³ms.anna.rus64@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4724-2934>

⁴lera.gorbacheva20002@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9855-1278>

Аннотация: В статье рассматриваются процессы, возникающие в водных объектах под воздействием антропогенных факторов и в зависимости от источников загрязнения.

Ключевые слова: водные объекты, антропогенное воздействие, источники загрязнения, классификация отходов, очищающие и загрязняющие процессы.

Для цитирования: Горбачева М.П., Кривохижина О.А., Ягловская А.В., Горбачева В.В. Анализ процессов, возникающих в водных объектах под воздействием загрязняющих веществ// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.

Original article

ANALYSIS OF PROCESSES OCCURRING IN WATER BODIES UNDER THE INFLUENCE OF POLLUTANTS

Maria Petrovna Gorbacheva¹, Olga Alekseevna Krivokhizhina², Anna Vyacheslavovna Yaglovskaya³, Valeria Vasilyevna Gorbacheva⁴

^{1,2,3} Saratov State Agrarian University named after N.I.Vavilov, Saratov, Russia

⁴volgograd State Socio-Pedagogical University, Volgograd, Russia

¹dotsent.gorbacheva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4765-1201>

²ovolkova609@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1685-2596>

³ms.anna.rus64@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4724-2934>

⁴lera.gorbacheva20002@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9855-1278>

Abstract: The article discusses the processes that occur in water bodies under the influence of anthropogenic factors and depending on the sources of pollution.

Keywords: water bodies, anthropogenic impact, pollution sources, waste classification, cleaning and polluting processes.

For citation: Gorbacheva M.P., Krivokhizhina O.A., Yaglovskaya A.V., Gorbacheva V.V. Analysis of processes occurring in water bodies under the influence of pollutants// Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Edited by С.М.Бакиров – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022.

В настоящее время на территории РФ практически нет водных объектов, не затронутых деятельностью человека и качество которых соответствовало нормативным требованиям.

Под действием эрозионных процессов, которые зависят от гидрологических и климатических условий территории, строительных работ разрушается рельеф населенных пунктов, промышленных территорий. Так же, большую роль в загрязнении окружающей среды играют аварийные ситуации на инженерных коммуникациях, системах и сооружениях. Из-за постоянно нарастающей деятельности человека возрастают шансы на ухудшение экологической обстановки в водных объектах, особенно малых.

Накопление в водных объектах всевозможных загрязняющих веществ в больших концентрациях, приводит к ухудшению их санитарно-эпидемиологического состояния, уменьшает их водохозяйственный потенциал, приводит к изменению среды обитания и состояния здоровья живых организмов.

Уменьшить подобные изменения можно выполняя мероприятия, которые способствуют снижению сброса загрязнённых вод и активизируют процессы самоочистки внутри водоёмов.

Накапливание вредных веществ в водных объектах является главным фактором, который влияет на биологическое разнообразие и равновесие в окружающей среде.

Как правило основная часть загрязняющих веществ, которые поступают в водоемы является так или иначе продуктами деятельности человека.

Источники попадания загрязняющих веществ, к которым привела хозяйственная деятельность человека, можно классифицировать:

- 1) Источники рассеянного распространения - загрязнение подает путем ветровой или водной эрозии.
- 2) Источники локального, сосредоточенного распространения загрязнения - различные производства, места размещения отходов, хозяйственная деятельность и т.д.

Так же каждый класс можно разделить на две категории:

Источники «первичного» загрязнения - источники, из-за которых загрязняющие вещества попадают на поверхность водного объекта, являющиеся отходами или сопутствующие технологическим процессам.

Источники «вторичного» загрязнения – источники загрязнения, сформированные в процессе физических, биохимических и других влияний на окружающую

щую среду водоема, и при водосборе путем попадания в воду отходов первичного загрязнения.

В данный момент, источники вторичного загрязнения играют очень важную роль в качестве воды и должны учитываться в хозяйственной практике человека. Процессы вторичного загрязнения очень сильно влияют либо на процессы деформации ингредиентов в составе водоема, либо провоцируют эффективно-дистанционные процессы большим поступление вредных веществ в водоем. Таким образом водная среда, очень часто перерабатывая поступившие вещества, создает еще более вредные, чем изначально поступившие.

На схеме 1, представлена классификация отходов и загрязняющих веществ, которые обуславливают процессы загрязнения и формирования качества воды, с учетом возможного их воздействия на компоненты окружающей среды.

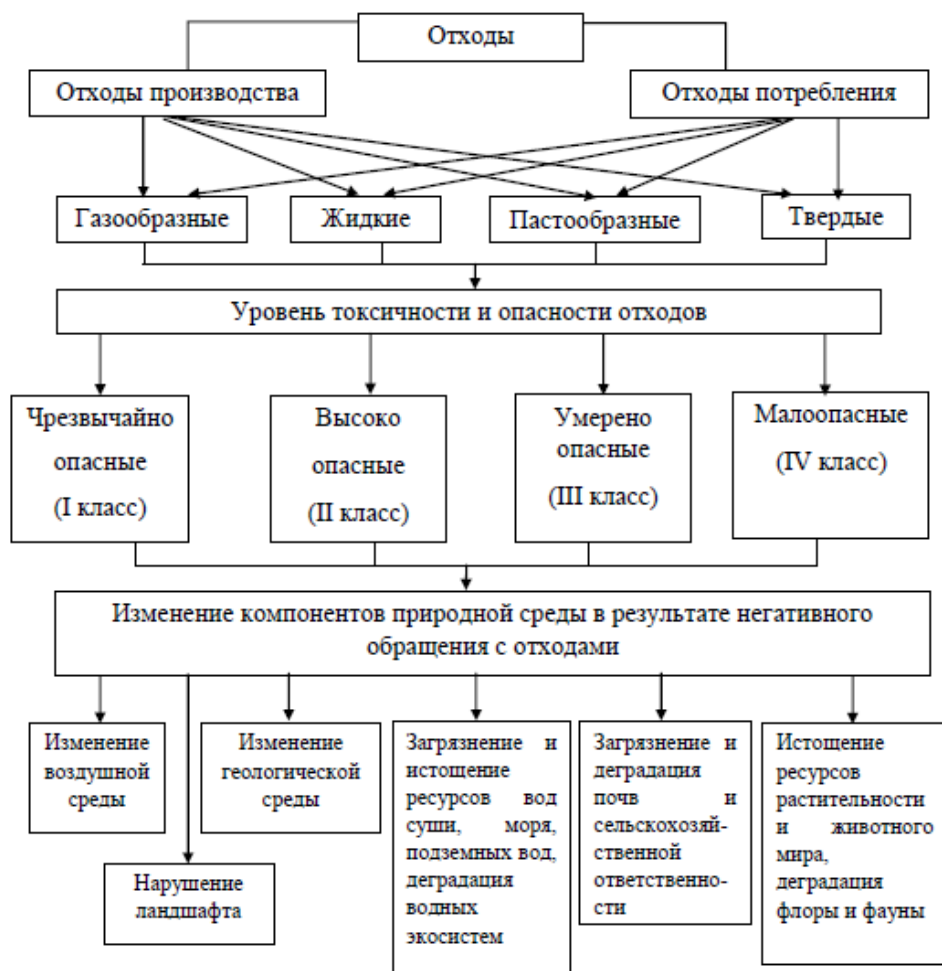


Схема 1 - Классификация отходов и загрязняющих веществ

В водных объектах протекают разнообразные химические и биологические процессы, которые условно можно разделить на:

- процессы, способствующие очищению водного объекта и следовательно снижению концентрации загрязняющих веществ;

- процессы, загрязняющие или препятствующие развитию очищающих процессов и следовательно увеличению содержания вредных веществ.

К очищающим процессам можно отнести:

1. Механическое осаждение взвесей;
2. Биологическое или химическое окисление органических и других загрязняющих веществ с их минерализацией и осаждением;
3. Химические процессы, протекающие с участием кислорода, по нейтрализации и осаждению тяжёлых металлов и им подобных загрязнителей;
4. Поглощение донными отложениями и водной растительностью различных загрязнителей и другие, им подобные процессы.

К загрязняющим процессам можно отнести:

1. Нарастание органической массы водными растениями за счет этерификации;
2. Загрязнение воды загрязнёнными донными отложениями;
3. Загрязнение отмершими деревьями, мусором и подобными предметами;

Главной целью природоохранных мероприятий рекультивации водных объектов, должно быть обновление безвозвратного самоочищающегося функционирования водного объекта. Благодаря подавлению процессов загрязнения, протекающих как в зонах акватории самого водного объекта, так и на его водосборе.

Список источников

1. Есин А. И. Анализ состояния систем водоотведения на территории российской федерации/ А. И. Есин, М.П. Горбачева// Аграрный научный журнал. 2019. № 6. С. 81-86.
2. Кренева С.В. Система экологического контроля состояния природных вод // Гидробнол. журн. 1992. Т. 29. № 3. - 88-95 с.
3. Михеева А.И., Пинаев В.Е. Оценка отходов и накопленного экологического ущерба по материалам дистанционного зондирования Земли при проведении оценки современного состояния окружающей среды // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №1 (2017) <http://naukovedenie.ru/PDF/17EVN117.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ;
4. Шабанов, В. А. Влияние необустроенных городских свалок на окружающую среду / В. А. Шабанов, М. И. Бальзанников, Ю. М. Галицкова // Экология и промышленность России. - 2009. - № 4. - С. 38-41.

© Горбачева М.П., Кривохижина О.А., Ягловская А.В., Горбачева В.В.

ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ С ПОМОЩЬЮ НОМОГРАММЫ

Виктор Владиславович Корсак¹, Алексей Владимирович Кравчук², Александр Савельевич Фалькович³, Диана А. Жаманова⁴, Александра Федоровна Савельева-Белусова⁵

^{1,2,4,5}Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

³Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

¹vvcorsac@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6285-7649>

²aleks100sgau@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5692-8655>

³falkovichas@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9079-3064>

⁴dzhamanova.d@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1097-9211>

⁵Alexa1795@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5308-213X>

Аннотация: В статье приводятся результаты разработки номограммы для экспресс-оценки значимости одномерной линейной регрессионной зависимости, полученной с помощью средства построения (мастера) диаграмм табличного процессора Microsoft Excel для уровня значимости 0,05 в зависимости от числа пар исходных данных и величины достоверности аппроксимации (коэффициента детерминации).

Ключевые слова: регрессионный анализ, достоверность линейной регрессии, значимость линейной корреляции, экспресс-оценка, номограмма достоверности

Для цитирования: Корсак В.В., Кравчук А.В., Фалькович А.С., Жаманова Д.А., Савельева-Белусова А.Ф. Экспресс-оценка значимости линейной регрессионной зависимости с помощью номограммы // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.213-217.

Original article

EXPRESS ASSESSMENT OF THE SIGNIFICANCE OF A LINEAR REGRESSION DEPENDENCE USING A NOMOGRAM

Viktor Vladislavovich Korsak¹, Aleksey Vladimirovich Kravchuk², Aleksandr Savelievich Falkovich³, Dinara A. Zhamanova⁴, Alexandra Fedorovna Savelyeva-Belousova⁵

^{1,2,4,5} Saratov State Agrarian University named after N.I.Vavilov, Saratov, Russia

³ Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov, Russia

¹ vvcorsac@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6285-7649>

² aleks100sgau@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5692-8655>

³ falkovichas@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9079-3064>

⁴ dzhamanova.d@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1097-9211>

⁵ Alexa1795@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5308-213X>

Annotation. The article presents the results of the development of a nomogram for express assessment of the significance of a one-dimensional linear regression dependence obtained using the Microsoft Excel spreadsheet diagramming tool (wizard) for a significance level of 0.05, depending on the number of pairs of initial data and the value of the approximation reliability (coefficient of determinations).

Keywords: regression analysis, reliability of linear regression, significance of linear correlation, rapid assessment, reliability nomogram.

For citation: Korsak V.V., Kravchuk A.V., Falkovich A.S., Zhamanova D.A., Savelyeva-Belousova A.F. Express assessment of the significance of a linear regression dependence using a nomogram // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Ed. S.M. Bakirova - Saratov: Saratov State Agrarian University, 2022. Pp.213-217.

Введение. Регрессионный анализ, то есть метод определения количественной статистической зависимости результирующей или зависимой переменной от одной или нескольких объясняющих или независимых переменных, по другому называемых предикторами, является мощным средством обработки результатов полевых экспериментов и другой накопленной информации, как в области мелиорации, так и сельского хозяйства в целом []. Такая зависимость выражается в виде уравнения регрессии, то есть математической функции вида $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Наиболее часто применяется линейная функция, позволяющая наиболее просто проводить как прогнозирование значений результирующей переменной вне диапазона исходных значений, так и получать ее средние величины внутри такого диапазона [2, 3, 4]. Определение параметров чаще всего используемого уравнения линейной одномерной регрессии заключается в расчете по методике Б.А. Доспехова [1] коэффициентов функции $y = ax + b$, где x – предиктор, y – зависимая переменная, a и b – искомые коэффициенты. Кроме этого, необходимо определить статистическую достоверность полученной линейной зависимости.

Методика исследований. В настоящее время, для получения уравнения одномерной линейной регрессии по результатам полевых опытов или другим данным обычно используется средство построения (мастер) диаграмм табличного процессора Microsoft Excel. При этом данные статистики или эксперимента заносятся попарно в таблицу Excel, затем по ним строится «Точечная диаграмма» (не «График»). Далее курсором мыши указывается на одну из точек данных и нажатием правой кнопки мыши вызывается вертикальное меню, в котором выбирается пункт «Добавить линию тренда» (рисунок 1а).

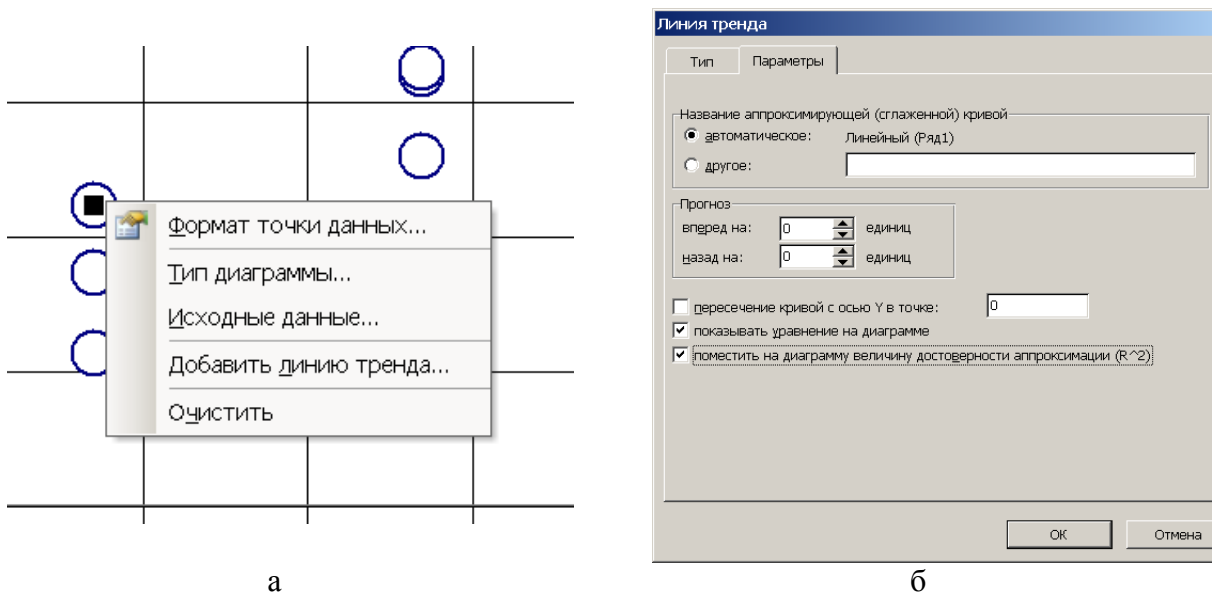


Рисунок 1 – Вертикальное меню точки данных (а) и закладка параметров линии тренда (б)

Затем курсором указывается на линию тренда и нажатием правой кнопки мыши вызывается вертикальное меню, в котором выбирается пункт «Формат линии тренда» и в появившемся окне выбирается закладка «Параметры», в котором флажками отмечаются пункты «показывать уравнение на диаграмме» и «поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации (R^2)» (рисунок 1б). Полученное в результате уравнение и есть уравнение одномерной линейной регрессии, а величина достоверности аппроксимации (R^2) в данном конкретном случае численно совпадает с квадратом коэффициента корреляции как между значениями зависимой и независимой переменных, то есть, согласно Б.А. Доспехову называется коэффициентом детерминации R^2 , так и между фактическими и вычисленными по уравнению регрессии значениями зависимой переменной.

При этом следует понимать, что величина R^2 не может однозначно определять достоверность полученного уравнения регрессии. Необходимо определить статистическую значимость коэффициентов регрессии или, в данном случае, линейной корреляции [5]. Для этого с помощью уравнения (1) вычисляется фактическое значение критерия Стьюдента, которое сравнивается с критическим значением, определяемым по таблице распределения Стьюдента при заданном уровне значимости и количестве степеней свободы ($n-2$).

$$t = \frac{R\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R^2}} \quad (1)$$

Если фактическое значение критерия Стьюдента больше табличного, то нулевая гипотеза принимается при заданном уровне значимости и связь между переменными значима.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ приведенного выше уравнения (1) показывает, что значимость линейной регрессии есть значение функции двух переменных: числа точек данных n и коэффициента корреляции R , причем для удобства в данном случае лучше использовать коэффициент детерминации R^2 :

$$P_z = t - t_{табл}(n) = \frac{\sqrt{R^2} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R^2}} - t_{табл}(n) \quad (2)$$

где P_z – параметр значимости, если он больше 0, достоверность уравнения линейной регрессии подтверждается, если меньше 0 – не подтверждается; $t_{табл}(n)$ определяется по таблице Стьюдента для принятого уровня значимости.

Нами были рассчитаны значения параметра значимости P_z для числа точек от 3 до 32, коэффициентов корреляции от 0,1 до 0,9 с шагом 0,05 и уровня значимости $\alpha = 0,05$ (таблица 1).

Таблица 1 – Фрагмент расчетной таблицы параметра достоверности

| n* | R | R ² * | t _{табл} | P _z ** |
|----|------|------------------|-------------------|-------------------|
| 3 | 0,1 | 0,01 | 12,706 | -12,6055 |
| 3 | 0,15 | 0,0225 | 12,706 | -12,5543 |
| 3 | 0,2 | 0,04 | 12,706 | -12,5019 |
| 3 | 0,25 | 0,0625 | 12,706 | -12,4478 |
| 3 | 0,3 | 0,09 | 12,706 | -12,3915 |
| 3 | 0,35 | 0,1225 | 12,706 | -12,3324 |
| 3 | 0,4 | 0,16 | 12,706 | -12,2696 |
| 3 | 0,45 | 0,2025 | 12,706 | -12,2021 |
| 3 | 0,5 | 0,25 | 12,706 | -12,1286 |
| 3 | 0,55 | 0,3025 | 12,706 | -12,0474 |

*независимые переменные

**результатирующая переменная

Затем по данным таблицы 1 с помощью пакета Statistica построена контурная диаграмма (номограмма) распределения значений параметра значимости P_z от числа точек и коэффициента детерминации (рисунок 2).

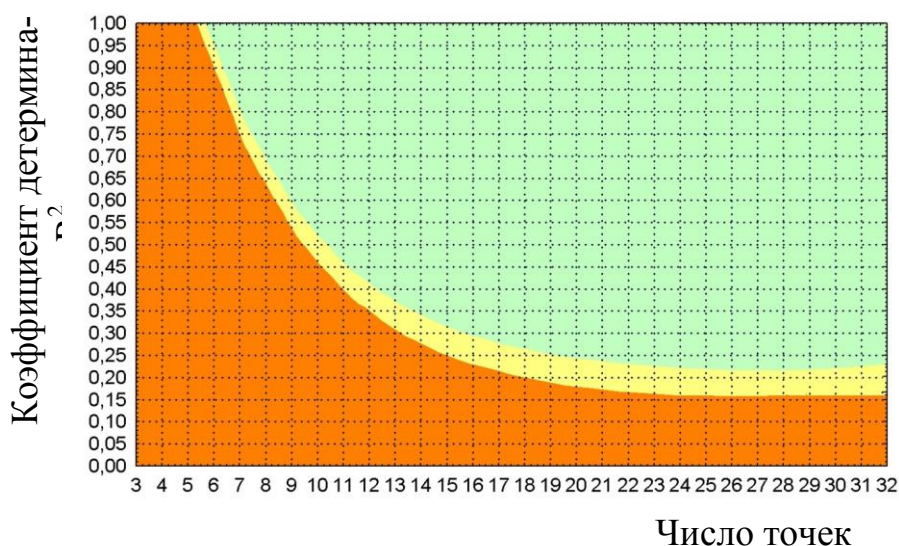


Рисунок 2 – Номограмма для определения значимости линейной регрессии

На номограмме красным отмечена зона недостоверных уравнений, зеленым – достоверных, желтым – сомнительных.

Заключение. Полученная номограмма позволяет легко и быстро оценить

значимость разработанной с помощью Microsoft Excel линейной регрессионной зависимости и решить, стоит ли использовать ее в дальнейших исследованиях.

Список источников

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 2010. 352 с.

2. Корсак В.В., Прокопец Р.В., Ломовцева А.Н., Смирнова Е.В., Воронина Ю.О. Климатические условия и урожайность поливных культур Саратовской области // Научная жизнь, 2013, №3, С. 27–33

3. Корсак В.В., Прокопец Р.В., Никишанов А.Н., Аржанухина Е.В., Юдина М.Р. Определение суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур в аридных зонах // Научная жизнь, 2016, №1, С. 41-51.

4. Никишанов А.Н., Корсак В.В., Камышова Г.Н., Каднова Ю.Ю. Статистическая оценка стабильности производства зерновых и зернобобовых культур на орошаемых землях Саратовской области / Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XI Национальной конференции с международным участием / Под ред. А.Н. Никишанова. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021, С. 134-138

5. Савельева А.С., Черненко Н.А. Проверка значимости для коэффициента корреляции // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 3-1; [Электронный ресурс], режим доступа: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=18221>.

© Корсак В.В., Кравчук А.В., Фалькович А.С., Жаманова Д.А., Савельева-Белоусова А.Ф., 2022

НЕОБХОДИМОСТЬ УЧЕТА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Алексей Владимирович Кравчук¹, Есенкул Мырзагелдиевна Калыбекова²,
Борис Николаевич Бельтиков³, Светлана Дмитриевна Подсевалова⁴

^{1,4}Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов, Россия

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Республика Казахстан

³Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, г. Энгельс, Россия

¹aleks100sgau@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5692-8655>

²yesenkul@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6224-8288>

³boris13021976@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7438-7928>

⁴sveta.podsevalova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5912-2948>

Аннотация. В данной статье излагаются основные направления повышения экологической устойчивости и надежности оросительных систем. На основании анализа работы современных оросительных систем установлены причины недостаточной экологической надежности, из которых основными являются это отсутствие экологической концепции оценки воздействия оросительных систем на ландшафт и неточная оценка почвенно-климатических и гидрогеологические условия местности и та и другая с более детальными причинами. Показано, что надежная и безотказная работа оросительных систем определяется по техническим показателям, определяющих только выполнение своей основной функции-водораспределение, без учета ее отрицательного влияния на экосистему. Указывается на то, что оценка надежности оросительных систем должна быть комплексной как по показателям технического состояния системы, так и с учетом экологических факторов, таких как подъем уровня грунтовых вод, засоления и эрозии почв, изменение ландшафта.

Ключевые слова: оросительная система, экологическая надежность, безотказная работа, коэффициент готовности оборудования, коэффициент оперативной готовности оборудования, ландшафт.

Для цитирования: Кравчук А.В., Калыбекова Е.М., Бельтиков Б.Н., Подсевалова С.Д. Необходимость учета экологической надежности работы оросительных систем // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С.218-222.

THE NEED TO TAKE INTO ACCOUNT THE ENVIRONMENTAL RELIABILITY OF IRRIGATION SYSTEMS

Alexey Vladimirovich Kravchuk¹, Esenkul Myrzageldievna Kalybekova², Boris Nikolaevich Beltikov³, Svetlana Dmitrievna Podsevalova⁴

^{1,4}Saratov State Agrarian University named after N.I.Vavilov, Saratov, Russia

²Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

³Volga scientific research Institute of hydraulic engineering and land reclamation, Engels, Russia

¹aleks100sgau@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5692-8655>

²yesenkul@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6224-8288>

³boris13021976@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7438-7928>

⁴sveta.podsevalova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5912-2948>

Annotation. This article outlines the main directions for improving environmental sustainability and reliability of irrigation systems. Based on the analysis of the work of modern irrigation systems, the reasons for insufficient environmental reliability have been established, of which the main ones are the lack of an ecological concept for assessing the impact of irrigation systems on the landscape and an inaccurate assessment of soil-climatic and hydrogeological conditions of the terrain, both with more detailed reasons. It is shown that reliable and trouble-free operation of irrigation systems is determined by technical indicators that determine only the performance of its main function-water distribution, without taking into account its negative impact on the ecosystem. It is pointed out that the assessment of the reliability of irrigation systems should be comprehensive both in terms of the technical condition of the system and taking into account environmental factors, such as the rise of the groundwater level, salinization and soil erosion, landscape changes.

Keywords: irrigation system, environmental reliability, trouble-free operation, equipment readiness coefficient, equipment operational readiness coefficient, landscape.

For citation: Kravchuk A.V., Kalybekova E.M., Beltikov B.N., Podsevalova S.D. The need to take into account the ecological reliability of irrigation systems // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp.218-222.

С течением продолжительной работы наблюдается естественное старение оросительных систем, составляющие элементы получают повреждения, изнашиваются, происходит частичная или полная утрата работоспособности некоторых элементов. Под влиянием различных факторов происходит искажение проектных параметров работы оросительной системы, ухудшается эффективность эксплуатации, падает надежность, снижается эффективность сельскохозяй-

зяйственного производства, увеличивается негативное экологическое воздействие на ландшафты.

Основными причинами возникновения негативных явлений, происходящих на территории функционирования оросительных систем, снижения экологической обстановки является избыточный приток воды, как от потерь при транспортировке воды по массиву, так и при подачи завышенных оросительных и поливных норм для сельскохозяйственных культур. Это приводит не только к постепенному разрушению сети вследствие повышенных нагрузок на элементы, но и, как следствие, к образованию достаточно сильных отрицательных воздействий на компоненты окружающей среды, что необходимо учитывать при экологически концептуальном подходе к решению данной проблемы.

В настоящее время создана нормативная база в виде норм водопотребления, а также различные рекомендации и указания по проведению поливных режимов сельскохозяйственных культур по основным регионам России [1,2,3]. Данные рекомендации могут быть использованы при разработке новых методов оценки надежности оросительных систем с учетом экологических факторов для конкретных условий природных условий. Экологическая устойчивость ландшафтов и надежность работы оросительных систем зависит от соблюдения установленных технологических операций и рекомендованных работ при проведении поливов, почвозащитных и природоохранных мероприятий.

Таким образом, основным направлением повышения экологической устойчивости и надежности оросительных систем должно быть рациональное природопользование. Такой подход обеспечит уменьшение антропогенной нагрузки на окружающую среду, снижение материально-технических затрат, повышение уровня надежности эксплуатации. Проведенный анализ экологического состояния оросительных систем позволил разработать структурную схему причин недостаточной экологической надежности (рис.1.) и определить причины снижения надежности открытой оросительной сети с учетом экологических факторов.

Представленные причины недостаточной экологической надежности оросительных систем являются общими, но не конкретными для каждой системы, а также влияющие на них различные взаимосвязи природных и антропогенных факторов.

Для проведения исследований состояния оросительных систем необходимо учитывать показатель, определяющий продолжительность и долговечность нормальной эксплуатации. Основными критериями данного условия работы оросительной системы является коэффициент готовности оборудования и коэффициент оперативной готовности оборудования.



Рисунок 1 - Структурная схема причин недостаточной работы экологической надежности оросительных систем

Коэффициент готовности оборудования при длительной эксплуатации стремится к постоянной величине:

$$K_z = T / (T + T_e), \quad (1)$$

где T – среднее время безотказной работы элемента системы;

T_e – среднее время восстановления элементов системы.

С этим коэффициентом при расчете надежности работы системы используется коэффициент простоя:

$$K_n = 1 - K_z = \frac{T_e}{t_{cp}}(t) + T_e, \quad (2)$$

где t – период нормальной работы системы;

t_{cp} – наработка на отказ.

Коэффициент оперативной готовности оборудования – это вероятность того, что оно будет находиться в рабочем состоянии в произвольный момент времени t и, начиная с этого момента, проработает безотказно в течение t_0 .

Приведенные критерии свидетельствуют о том, что надежная и безотказная работа оросительных систем зависит от многих показателей и направлена только на выполнение своих технических функций. Антропогенное воздействие на окружающую среду и экологическую обстановку данные технические показатели не учитывают, что говорит о необходимости особого внимания в проведении научных исследований по данной проблеме[4,5]. На основании полученных результатов необходимо вносить предложения при проектировании, строительстве, эксплуатации оросительных систем.

Надежность работы оросительных систем определена как способность при эксплуатации обеспечивать, выполнение возложенных на нее функций по транспортированию и водораспределению в пределах нормативных уровней безотказной работы всех ее элементов и сохранение экологического благополучия на покомандной территории. Комплексная оценка надежности оросительных систем с учетом экологических факторов может быть составлена на основе накопленного практического и научного опыта по вопросам оценки надежности и экологической устойчивости оросительных систем. Она включает оценку условий по показателю технического состояния оросительной системы, засолению и эрозии почв, подъему уровня грунтовых вод, выноса гумуса из корнеобитаемого слоя и преобразования ландшафта орошаемых земель.

Список источников

1. Костяков А.Н. Основы мелиорации. / А.Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1951. – 750 с.
2. Аверьянов С.Ф. Фильтрация из каналов и ее влияние на режим грунтовых вод. / С.Ф. Аверьянов. – М.: Изд. АН СССР, 1956. – 26-40 с.
3. Колганов А.В. Гидравлическая эффективность и надежность оросительных каналов. / А.В. Колганов, Ю.М. Косиченко. – М.: Изд-во «Рома», 1997. – 145 с.
4. М.С. Григоров Обоснование выбора верхнего и нижнего предела влажности и глубины увлажнения расчетного слоя почвы/ Григоров М.С., Кравчук А.В.// Доклады Российской академии сельскохозяйственной наук, №1, 2007.С.31-33.
5. Васильев С.М. Экологическая концепция оценки воздействия оросительных систем на ландшафты Нижнего Дона. / С.М. Васильев, В.Ц. Челахов, Е.А. Васильева. – Ростов-на-Дону: изд. СКНЦ ВШ, 2005. – 358с.

© Кравчук А.В., Калыбекова Е.М., Бельтиков Б.Н., Подсевалова С.Д.

Научная статья
УДК 631.6

ОЦЕНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ УЧХОЗА ПУГАЧЕВСКОГО ФИЛИАЛА ФГБОУ ВО САРАТОВСКИЙ ГАУ С ЦЕЛЬЮ ПРОВЕДЕНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Александр Николаевич Никишанов¹, Светлана Александровна Дорохова²,
Бэлла Магомедтагировна Рамазанова³

^{1,2,3} Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹ nikischanovan@sgau.ru

² dorohovaswetlana@yandex.ru

³ mikimaus798@mail.ru

Аннотация. В статье приведена характеристика климатических, почвенных, гидрологических, геологических и гидрогеологических условий территории учхоза Пугачевского филиала ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. На основе анализа всех составляющих выяснена возможность возделывания различных сельскохозяйственных культур, даны рекомендации по способам орошения и техники полива.

Ключевые слова: климатические условия; свойства почв; уровень залегания грунтовых вод; водность источника; сельскохозяйственные культуры; способ орошения

Для цитирования: Никишанов А.Н., Дорохова С.А., Рамазанова Б.М. Оценка сельскохозяйственных угодий учхоза Пугачевского филиала ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ с целью проведения мелиоративных мероприятий// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.223-229.

Original article

ASSESSMENT OF AGRICULTURAL LAND OF THE UCHHOZ OF THE PUGACHEV BRANCH OF THE FGBOU IN SARATOV SAU FOR THE PURPOSE OF RECLAIMING ACTIVITIES

Alexander Nikolaevich Nikishanov¹, Svetlana Alexandrovna Dorokhova², Bella Magomedtagirovna Ramazanov³

^{1,2,3} Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹ nikischanovan@sgau.ru

² dorohovaswetlana@yandex.ru

³ mikimaus798@mail.ru

Annotation. The article describes the characteristics of the climatic, soil, hydrological, geological and hydrogeological conditions of the territory of the educational farm of the Pugachev branch of the Saratov State Agrarian University. Based on the analysis of all components, the possibility of cultivating various agricultural crops was clarified, recommendations were given on irrigation methods and irrigation techniques.

Key words: climatic conditions; soil properties; groundwater level; water content of the source; agricultural crops; irrigation method

For citation: Nikishanov A.N., Dorokhova S.A., Ramazanova B.M. Evaluation of agricultural land of the educational farm of the Pugachev branch of the Saratov State Agrarian University for the purpose of carrying out land reclamation activities // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Ed. С.М. Bakirova - Saratov: Saratov State Agrarian University, 2022. Pp.223-229.

Природные условия Саратовской области, ущерб, наносимый сельскохозяйственному производству постоянно повторяющимися засухами, исторически доказали, что единственным спасением от засухи является орошение земель.

Саратовское Левобережье - район рискованного земледелия. Необходимое количество овощей, зерна, здесь может быть достигнуто при орошении. Главным способом орошения в Саратовском Левобережье остается дождевание. А в настоящее время именно при этом способе в области сформировалось большое количество мелиоративно-неблагополучных земель. Даже при усовершенствовании техники полива и режимов орошения нет хороших результатов из-за выраженности микрорельефа на полях области. Причина скрывается в перераспределении слоя дождя по поверхности поля, скоплении поливной воды в микропонижениях [3]. Предотвратить основную часть деградационных процессов, которые происходят в Левобережье, может только переход на другой вид орошения. И таким способом будет являться капельное орошение.

Общая площадь земельных угодий учхоза Пугачевского филиала ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, обрабатываемых и находящихся в структуре севооборотов, составляет 482 га. Весь земельный фонд разбит на 19 полей, на которых в настоящее время возделываются зерновые, кормовые и технические культуры. Орошаемые земли отсутствуют, хотя водоисточник, река Большой Иргиз, является южной границей сельскохозяйственных угодий (рис. 1).

Климат рассматриваемого района резко-континентальный, с жарким засушливым летом и холодной зимой.

Характерной особенностью климата является недостаточное количество осадков весной и в начале лета.

Климатическая характеристика приводится по метеостанции Пугачев [1].

Таблица 1 - Средние месячные значения основных элементов по метеостанции Пугачев

| № | Наименование элемента | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Год | 4-12 |
|---|------------------------------------|-------|-------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|
| 1 | Температура воздуха средняя °С | -12,9 | -12,5 | -6 | 6 | 15,1 | 19,6 | 22,1 | 20,3 | 13,6 | 5,2 | -2,4 | -9,0 | 4,9 | |
| 2 | Температура почвы | -13 | -13 | -6 | 8 | 19 | 24 | 26 | 24 | 15 | 5 | -2 | -9 | 6 | |
| 3 | Относительная влажность воздуха, % | 81 | 80 | 83 | 70 | 54 | 56 | 56 | 56 | 62 | 74 | 83 | 80 | 70 | |
| 4 | Скорость ветра, м/с | 4,2 | 4,2 | 4,4 | 4,5 | 4,2 | 3,9 | 3,7 | 3,5 | 3,6 | 4,0 | 4,1 | 4,2 | 4,0 | |
| 5 | Испарение с суши, мм | 2 | 4 | 6 | 36 | 66 | 68 | 54 | 42 | 25 | 17 | 7 | 2 | 336 | 308 |
| 6 | Осадки 50 % обеспеченности, мм | 24 | 20 | 25 | 26 | 36 | 37 | 47 | 35 | 32 | 37 | 34 | 28 | 381 | 251 |

Абсолютная годовая амплитуда температуры воздуха составляет 83°C. Весенний период среднесуточной температуры воздуха через 0°C в среднем наблюдается 01.04, через 5°C – 12. 04, через 10°C – 28.04, через 5°C – 17.10, через 0°C – 05.11. Продолжительность теплого периода составляет в среднем 218 дней. Сумма положительных температур воздуха за теплый период составляет 3132°C. Заморозки начинаются, в среднем 01.10 и заканчиваются 04.05. Продолжительность безморозного периода составляет 150 дней.

Ситуационный план 64-46-03-03-08
М 1:10000

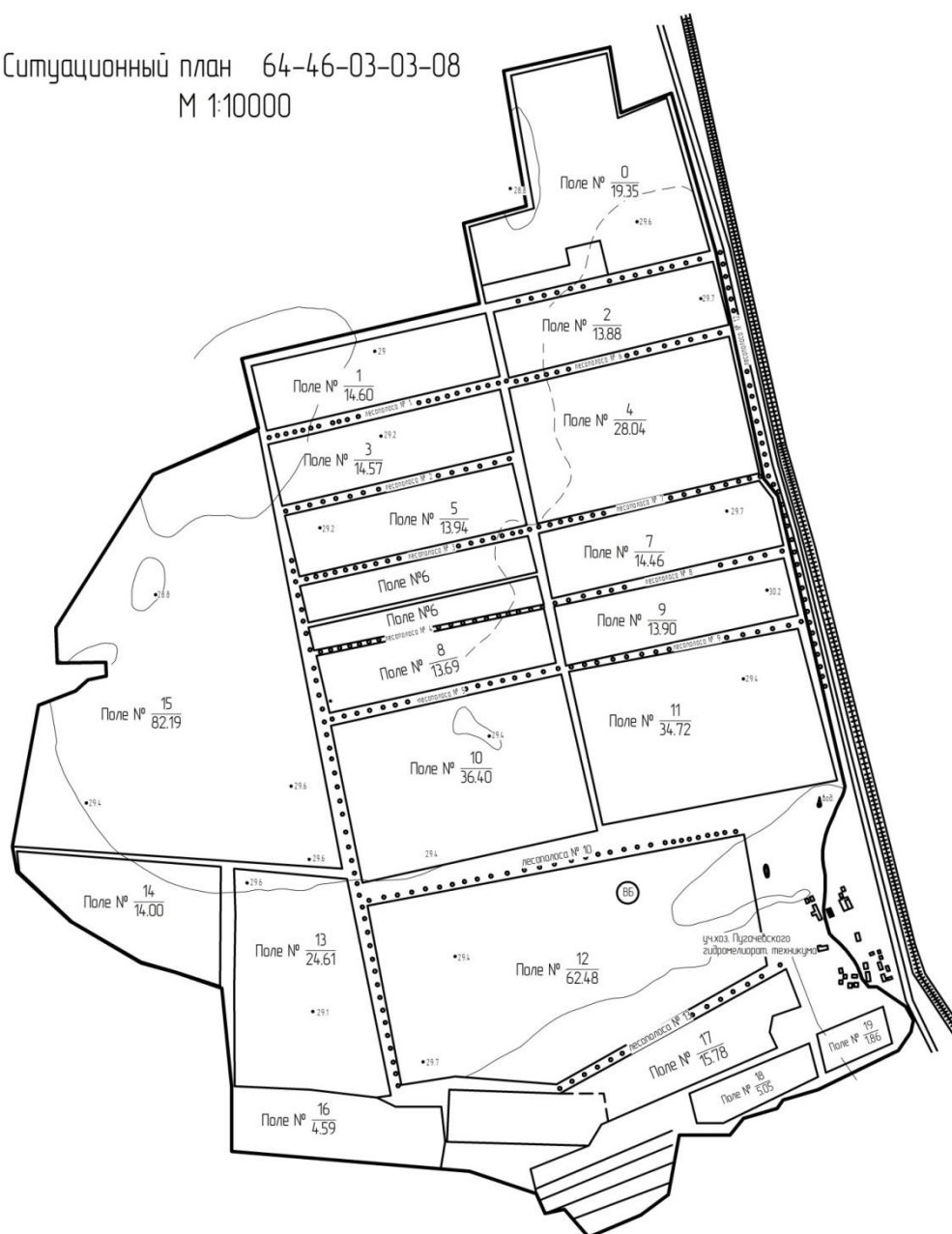


Рисунок 1 - Земельные угодья учхоза

Величина средней годовой суммы осадков составляет 381 мм. В годовом ходе основная часть осадков выпадает за теплый период (с апреля по октябрь) – 251 мм, что составляет 66% от годовой суммы. Месячный максимум осадков выпадает в июле – 47мм, минимум в феврале – 20 мм (табл. 2). Суточный максимум осадков приходится, как правило, на один из летних месяцев. Дождевой % обеспеченности составляет 87 мм. За год, в среднем, выпадает 6-8 дождей, расчетная интенсивность осадков, продолжительностью 20 минут, составляет 0,9 мм/мин.

Преобладающее направление ветра в году – юго- западное, южное; летом – западное. Средняя годовая скорость ветра наблюдается зимой (4,5 м/с), наименьшая – летом (3,5 м/с). Число дней с сильным ветром (15 м/с) в году, в среднем составляет 17-22 дня, наибольшее число – 29 – 33 дня.

Преобладающими почвами учхоза являются чернозёмы южные средне-мощные (мощность гумусового горизонта 30-40 см). Характерной особенностью черноземов является их чрезвычайно однообразный облик и свойства. Гранулометрический состав чернозёмов южных среднетощных суглинистых с преобладанием иловато-крупноватых частиц. По содержанию гумуса - 6,5-7,5 %, что является средней «нормой» для района. Обеспеченность обменным калием высокая, подвижным фосфором от низкого до высокого для всех сельскохозяйственных культур. Почвенный разрез имеет следующее строение:

- А₁- 0-25 см темно-серый, зернистый, плотный.
- А₂- 25-50 см темно-бурая мелкоореховатая уплотненная глина.
- В- 50-75 см желтая глина, встречаются пятна гумуса и темные ходы землероев, слабое вскипание с глубины 50 см, с глубины 55 см бурное вскипание.
- С- 75 см... желтая глина, включают включения карбонатов.

Водно-физические свойства южного чернозема приведены в таблице 2 [2].

Таблица 2 - Водно-физические свойства почвы

| Тип почвы | Расчётный слой почвы, см | Плотность, т/м ³ | Наименьшая влагоёмкость, % | Пористость, % | Влажность завядания |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|---------------------|
| Чернозём южный суглинистый | 0-30 | 1,05 | 34,7 | 60,4 | 0,45 |
| | 0-40 | 1,07 | 34,3 | 60,1 | |
| | 0-50 | 1,08 | 34,0 | 59,3 | |
| | 0-60 | 1,11 | 33,9 | 58,9 | |
| | 0-70 | 1,13 | 33,7 | 58,1 | |
| | 0-80 | 1,12 | 33,5 | 57,7 | |
| | 0-100 | 1,14 | 33,5 | 57,0 | |

Основными источниками питания р. Б. Иргиз являются снеговые воды, грунтовое питание незначительно, меженный сток составляет 3 - 5% от годового.

Весеннее половодье на реке, в среднем проходит в апреле месяце. Средняя многолетняя дата начала половодья приходится на первую декаду апреля. Интенсивность подъема составляет в среднем 0,8 м/сут., наибольшая от 2,2 до 2,9 м/сут. Пик половодья проходит в середине апреля, наибольшая амплитуда колебаний весенних уровней над среднемеженными составляет в год 1% обеспеченности 12,7 м. Продолжительность стояния высоких вод изменяется от нескольких часов до нескольких суток.

Средняя продолжительность половодья – 30 дней. Летняя межень устойчива, дождевые паводки реки непродолжительны.

Вскрытие реки происходит обычно в первой декаде апреля, средняя продолжительность ледохода у г. Пугачева составляет 14 дней, ледоход часто проходит на пике половодья, сопровождается заторами, в отдельные годы ледохода не бывает.

Грунтовые воды в пределах территории учхоза распространены повсеместно. На хвалынской и хазарской террасах они приурочены к четвертичным суглинкам, реже к пескам; на сыртовой равнине - к пескам и глинам апшеронских(неогеновых) образований.

Грунтовые воды, несмотря на различный возраст и генезис пород, к которым они приурочены, образуют единый водоносный комплекс с общим зеркалом, общими закономерностями питания, движения и разгрузки.

Глубина залегания грунтовых вод изменяется в широких пределах: от менее 2 м до 8 и более.

Таким образом, климатические и почвенные условия позволяют выращивать в районе различные сельскохозяйственные культуры, в том числе и теплолюбивые. Учитывая близкое расположение крупных населенных пунктов (Пугачев, Балаково, Самара), а также наличие перерабатывающих производств в г. Пугачев, можно часть земельного фонда отдать под возделывание овощных культур (томаты, капуста, лук и др.).

Часть сельскохозяйственных угодий (поля 16, 17, 18 и 19) находятся в пойме реки Большой Иргиз и в период весеннего половодья в отдельные годы затапливаются на период до 15 суток. Общая площадь этих полей составляет 27 га. Они сложены плодородными лугово-черноземными почвами и являются прекрасными угодьями для возделывания различных сельскохозяйственных культур, но задача мелиорации этих угодий осложняется сложными гидрогеологическими условиями – уровень залегания грунтовых вод составляет 2,5 – 3,0 м. Поэтому на данной территории предлагается устройство системы капельного орошения для возделывания высокодоходных овощных культур. Часть территории, переходная зона от поймы к первой надпойменной террасе, предлагается обустроить под плодовый сад и ягодник, также с использованием системы капельного орошения. В обязательном порядке на данном участке требуется постоянный мониторинг за уровнем грунтовых вод и их минерализацией.

Остальная часть сельскохозяйственных угодий расположена на первой надпойменной (хвалынской) террасе и в основном представлена южными суглинистыми почвами. Этот участок в гидрогеологическом отношении более подходит для проведения оросительных мелиораций (грунтовые воды залегают на глубине 8-12 м). Рельеф участка спокойный, поля имеют правильную прямоугольную форму, по границам обсажены лесополосами. На данной территории целесообразно устройство закрытой оросительной сети с использованием высокопроизводительной дождевальной техники, подобранной под размеры существующих полей. Возможно применение дождевальных машин как фронтального, так и кругового действия, а также машин барабанного типа [4,5].

Проведение мелиоративных мероприятий на полях 0, 1, 14 и 15 осложнено их близостью к балке Россошь, которая оказывает негативное воздействие на прилегающие территории и поддерживает высокий уровень стояния грунтовых вод на близлежащей территории в течение всего года. Учитывая также и сложную форму данных полей, проведение оросительных мелиораций на данной территории в настоящее время нецелесообразно.

Список источников

1. Агроклиматический справочник по Саратовской области. Гидрометеоздат. - Л.: 1950.
2. Агрогидрологические свойства почв Среднего Поволжья. Выпуск 2. Под ред. Е.Д. Мулюкиной. ФОЛ Приволжского УГМС. Куйбышев, 1978. с. 257.
3. Григоров С.М., Леонтьев С.А., Никишанов А.Н., Мельниченко Д.В. Водный режим – фактор, влияющий на мелиоративное состояние земель Саратовского Заволжья. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 2 (22). с. 3-8.
4. Леонтьев С.А., Никишанов А.Н. Исследование водного режима зернокормowego севооборота на орошаемых землях Саратовского Заволжья. В сборнике: Вопросы мелиорации и водного хозяйства Саратовской области. Саратов. 2002. с. 15-16.
5. Леонтьев С.А., Егоров В.С., Никишанов А.Н. Мелиоративное состояние земель Саратовской области. Научная жизнь. 2014. № 6. с. 84-90.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ
МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ – ОСНОВА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ
ДЕГРАДАЦИИ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ**

Нина Анатольевна Пронько¹, Александр Савельевич Фалькович², Виктор Владиславович Корсак³

^{1,3} Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов, Россия

² Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,
г. Саратов, Россия

¹ n_pronko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2814-2011>

² falkovichas@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9079-3064>

³ vvcorsac@rambler.ru/ <https://orcid.org/0000-0001-6285-7649>

Аннотация. Приведены результаты изучения параметров гидрофизических функций, фильтрационных параметров почвогрунтов с различной выраженностью трещиноватости и параметров миграции растворенных веществ в трещиноватых и нетрещиноватых почвогрунтах Саратовского Заволжья, их изменений под влиянием деградационных почвенно-мелиоративных процессов, а также создания базы знаний и данных для моделирования влаго- и солепереноса.

Ключевые слова: параметры гидрофизических функций, трещиноватость, миграция растворенных веществ, моделирование влаго- и солепереноса, деградационные почвенно-мелиоративные процессы

Для цитирования: Пронько Н.А., Фалькович А.С., Корсак В.В. Прогнозирование изменения мелиоративного состояния – основа предотвращения деградации орошаемых земель Саратовского Заволжья // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.230-237.

Original article

**FORECASTING CHANGES IN AMELIORATIVE CONDITION –
THE BASIS FOR PREVENTING OF DEGRADATION OF IRRIGATED
LAND IN SARATOV ZAVOLZHYE**

Nina Anatolievna Pronko¹, Aleksandr Savelievich Falkovich², Viktor Vladislavovich Korsak³

^{1,3} Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

² Saratov State National Research University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov, Russia

¹ n_pronko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2814-2011>

² falkovichas@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9079-3064>

³ vvcorsac@rambler.ru/ <https://orcid.org/0000-0001-6285-7649>

Abstract. The article presents the results of studying the parameters of hydro-physical functions, filtration parameters of soils with different degree of fissuring and parameters of migration of dissolved substances in fissured and non-fissured soils of Saratov Zavolzhye, their changes under the influence of degradational soil-meliorative processes as well as creating the knowledge and data base for modelling moisture and salt transfer.

Keywords: parameters of hydro-physical functions, fissuring, migration of dissolved substances, modelling of moisture and salt transfer, degradational soil-meliorative processes

For citation: Pronko N.A., Falkovich A.S., Korsak V.V. Forecasting changes in ameliorative condition – the basis for preventing of degradation of irrigated land in Saratov Zavolzhye: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.230-237.

Введение. В связи с обострением проблемы обеспечения продовольственной независимости в России начинается процесс возрождения мелиорации земель. Он очень важен, поскольку за четверть века, начиная с 1990-х годов, площадь орошаемых земель сократилась в стране более чем в три раза. При возрождении мелиорации в Саратовском Заволжье важно не забывать, что изменения водного баланса вследствие оросительных мелиораций территорий негативно влияли на почвенно-мелиоративные процессы орошаемых земель региона [1-3]. Одна из главных причин крылась в подъеме грунтовых вод и перемещении водорастворимых солей в корнеобитаемый слой почвы вследствие увеличения на 30-60% приходной части водного баланса за счет поступления с оросительной водой. Из-за этих процессов происходит значительное снижение продуктивности земель и как следствие их выведение из сельскохозяйственного использования.

Предотвращение подъема грунтовых вод и вторичного засоления требует прогнозирования водного и солевого режимов. При этом прогнозирование наиболее эффективно осуществлять на основе математического моделирования влаго- и солепереноса в почвогрунтах зоны аэрации. Такое моделирование невозможно без предварительного установления параметров почвенных гидрофизических функций и параметров миграции содержащихся в почвенном растворе веществ для конкретных почвенных разностей. Они не являются постоянными характеристиками и изменяются при значительных техногенных изменениях свойств почв. Характер этих изменений изучен недостаточно.

Поэтому целью наших многолетних исследований было изучение параметров гидрофизических функций, фильтрационных параметров почвогрунтов с

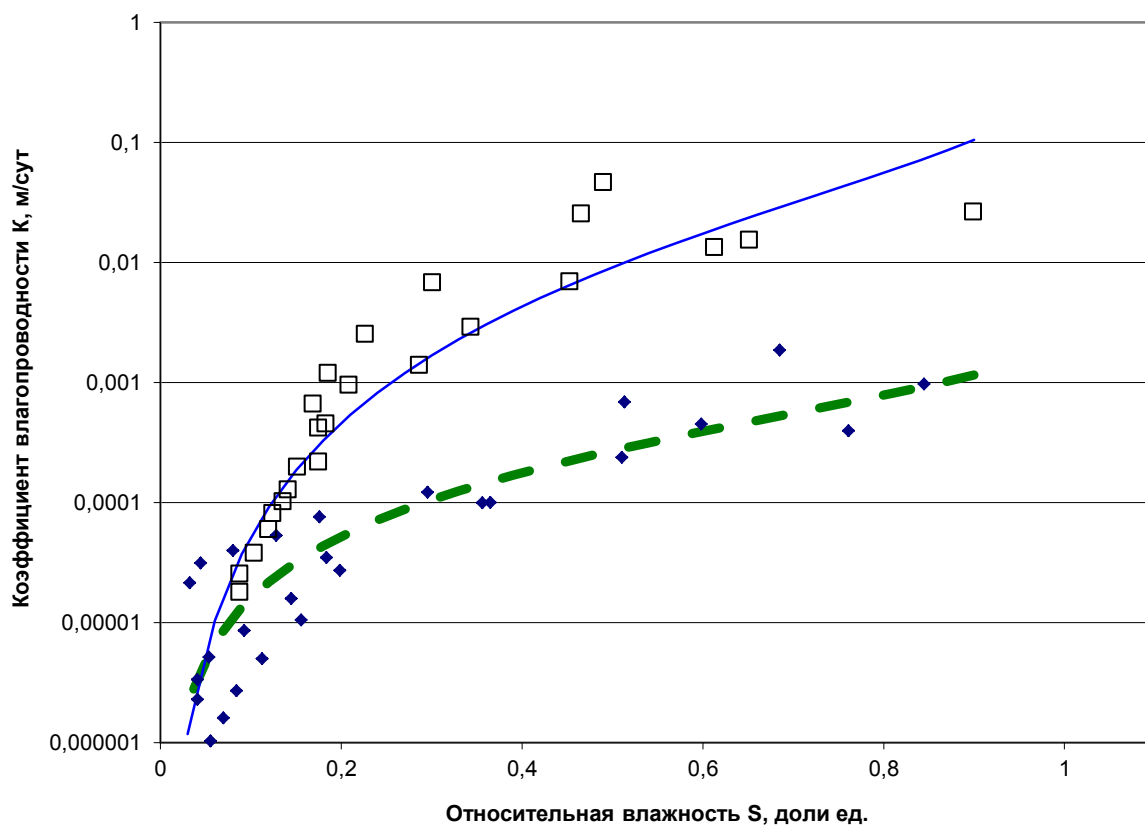
различной выраженностью трещиноватости и параметров миграции растворенных веществ в трещиноватых и нетрещиноватых почвогрунтах, их изменений под влиянием деградационных почвенно-мелиоративных процессов и создание базы знаний и данных для моделирования влаго- и солепереноса.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились более сорока лет, начиная с 1973 г. в сухостепной зоне Саратовского Заволжья на землях ОПХ «ВолжНИИГиМ» и ЗАО «Новое» Энгельсского, ЗАО «Агрофирма «Волга» Марксовского, ЗАО «Декабрист» Ершовского районов Саратовской области. Объектами исследований были орошаемые темно-каштановые почвы: автоморфные, гидроморфные, неосолонцованные, осолонцованные, трещиноватые, нетрещиноватые.

Для изучения этих почв применялись экспериментальные методы – полевые и лабораторные опыты по изучению физических свойств, фильтрационных параметров, гидрофизических функций, миграционных параметров темно-каштановых почв. Наряду с ними применены теоретические методы исследования – математическое моделирование, системный и геоинформационный анализ, математическая статистика. Полевые эксперименты и обследования мелиорированных земель репрезентативных хозяйств сухостепной зоны проводились согласно общепринятым методикам.

Результаты исследований. Экспериментальными исследованиями установлено, что функции водоудерживания и влагопроводности террасовых темно-каштановых почв существенно трансформируются при изменении типа водного питания и состава почвенно-поглощающего комплекса [4].

С уменьшением относительной влажности от 1,0 до 0,1 значения коэффициентов влагопроводности гидроморфных почв уменьшаются с 0,001 до 10^{-5} м/сут, у автоморфных с 0,1 до 10^{-4} м/сут (рисунок 1). Это объясняется реорганизацией структуры порового пространства, обусловленной изменением плотности и характера распределения пор. При влажности, близкой к полной влагоемкости, в осолонцованной почве коэффициент влагопроводности на 3 порядка больше по сравнению с неосолонцованной почвой. Объем доступной для растений влаги у осолонцованной почвы составляет 4,4% против 17,5% от объема почвы для неосолонцованной почвы.



- ◆ экспериментальные значения коэффициентов влагопроводности гидроморфных почв
- экспериментальные значения коэффициентов влагопроводности автоморфных почв
- Расчетная кривая функции влагопроводности гидроморфных почв
- Расчетная кривая функции влагопроводности автоморфных почв

Рисунок 1 - Функции влагопроводности (зависимости коэффициента влагопроводности K от относительной влажности S) для автоморфных и гидроморфных темнокаштановых террасовых почв, слои 40-50, 50-60 см и 70-80 см

Влагопроводность трещиноватых почв, распространенных в Саратовском Заволжье, имеет свои особенности. При влажности, близкой к полной влагоемкости, трещины в значительной степени перекрываются, и коэффициент влагопроводности, достигнув некоторой величины, начинает уменьшаться при дальнейшем увеличении влажности. Исследование влагопроводности при влажности, близкой к полной влагоемкости, проводилось методом промывки монолитов.

Итоговая зависимость коэффициента влагопроводности K от объемной влажности θ (функция влагопроводности) была построена по объединенным данным лабораторного опыта по промывке монолитов при влажности, близкой к полной влагоемкости, и результатам капилляриметрического эксперимента

при меньших значениях влажности.

Для трещиноватых почв разработано аналитическое представление функции влагопроводности в форме экспоненциальной зависимости:

$$K = \begin{cases} K_F e^{a\theta^2 + b\theta + c}, & \text{если } \theta < \theta_p \\ K_F, & \text{если } \theta = \theta_p \end{cases}$$

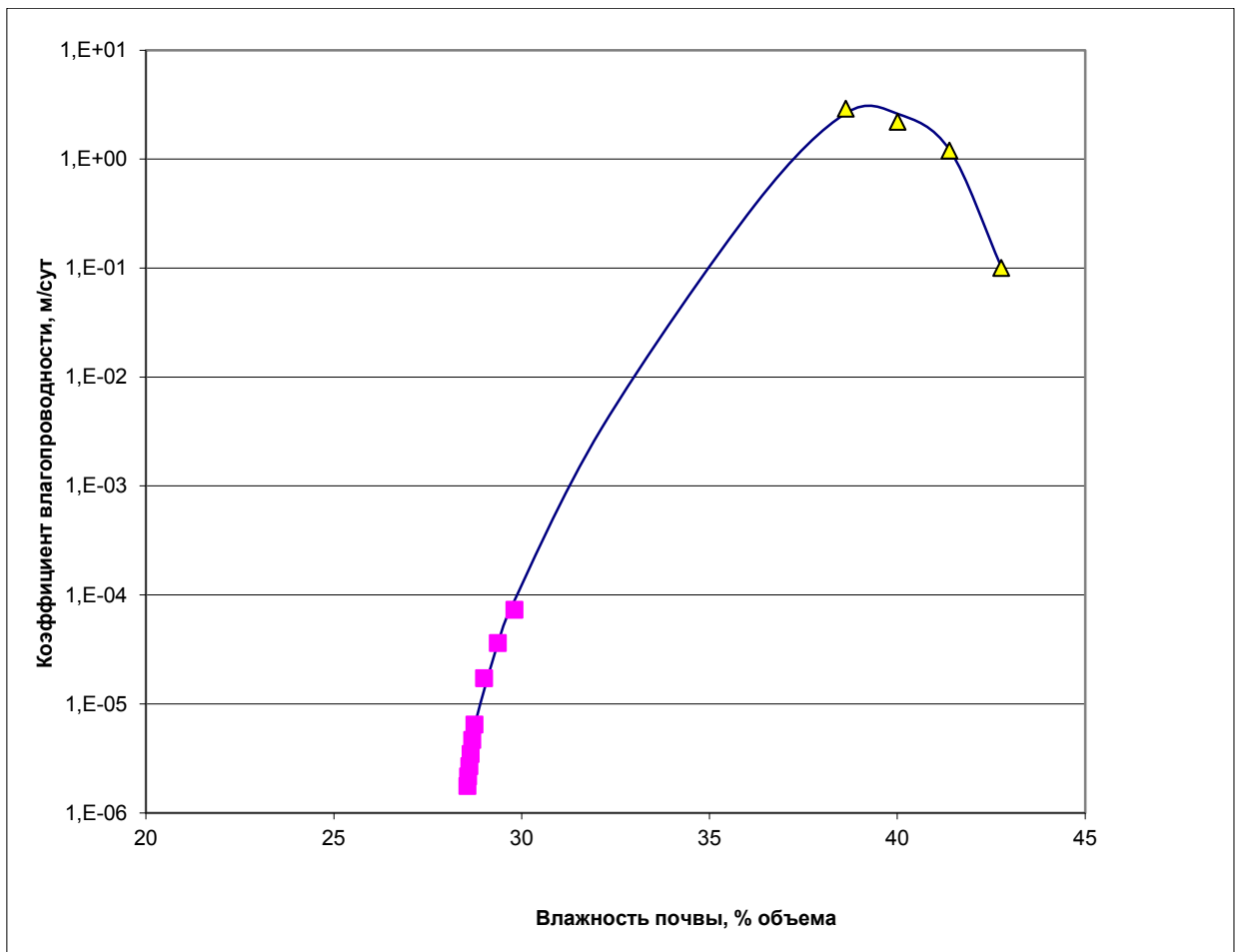
где θ_p – объемная влажность при полном насыщении; K_F – коэффициент фильтрации при полном насыщении; a , b , c – регрессионные параметры. В этой зависимости величина θ не может превышать значения пористости [5].

Для темно-каштановых сыртовых почв по данным экспериментов на монолитах и капилляриметре были определены указанные выше параметры и получена зависимость

$$K(\theta) = 0,3 \frac{M}{\text{сут}} \cdot e^{-0,1562\theta^2 + 11,903\theta - 221,82}$$

с уровнем достоверности $R^2 = 0,997$ (рисунок 2).

Исследованиями параметров миграции растворенных в почвенной влаге веществ установлено, что солеперенос в нетрещиноватых почвах лучше описывается уравнением конвективной диффузии, в трещиноватых почвах – модифицированным уравнением конвективной диффузии, учитывающим обмен солями между транзитными порами и остальной частью порового пространства. Коэффициент конвективной диффузии для почв с выраженной трещиноватостью равен $3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{сут}$, для нетрещиноватых почв – находится в пределах $2 \cdot 10^{-4} \div 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{сут}$.



- экспериментальные значения коэффициентов влагопроводности, полученные с помощью капилляриметра
- ▲ экспериментальные значения коэффициентов влагопроводности, полученные методом промывки монолитов
- итоговая кривая функции влагопроводности

Рисунок 2 - Зависимость коэффициента влагопроводности от влажности для трещиноватых почв

Кроме параметров почвенных гидрофизических функций и параметров миграции содержащихся в почвенном растворе веществ для математического моделирования влаго- и солепереноса необходим большой объем данных и знаний, накапливаемых в процессе мониторинга мелиорированных земель и научных исследований, объединенных в единой информационной системе мониторинга солевого режима орошаемых земель. Такая информационная система для условий Саратовского Заволжья разработана нами в виде геоинформационной модели солевого режима, учитывающей параметры его состояния в разные моменты времени и в их пространственной взаимосвязи (рисунок 3).



Рисунок 3 - Схема геоинформационной модели мониторинга солевого режима мелиорированных земель

Основными компонентами геоинформационной модели являются: база данных и знаний, предназначенных для прогнозирования солевого режима, реализованная в среде Microsoft Access; программы для определения параметров водного и солевого режима; средства прогнозирования солевого режима - компьютерные реализации математических моделей влаго- и солепереноса; цифровая карта контролируемых угодий [6].

ВЫВОДЫ

Для математического моделирования влаго- и солепереноса разработана геоинформационная модель солевого режима, учитывающая параметры его состояния в разные моменты времени и в их пространственной взаимосвязи, основными компонентами которой являются: база данных и знаний, предназначенных для прогнозирования солевого режима; программы для определения параметров водного и солевого режима; компьютерные реализации математических моделей влаго- и солепереноса; цифровая карта контролируемых угодий и прилегающих земель.

База данных и знаний геоинформационной модели солевого режима создана в том числе с использованием результатов исследований:

– функции водоудерживания и влагопроводности террасовых темно-каштановых почв зависят от типа водного питания и состава почвенно-

поглощающего комплекса. Значения коэффициентов влагопроводности гидроморфных почв меньше в 10...100 раз, чем у автоморфных при той же относительной влажности. При влажности, близкой к полной влагоемкости, коэффициент влагопроводности осолонцованной почвы на 3 порядка больше, чем неосолонцованной почвы, а объем доступной для растений влаги у осолонцованной почвы в 4 раза меньше, чем у неосолонцованной.

– для трещиноватых темно-каштановых почв разработано уравнение влажностной характеристики влагопроводности, которое описывается экспоненциальной зависимостью. Установлено, что солеперенос в нетрещиноватых почвах лучше описывается уравнением конвективной диффузии, в трещиноватых почвах – модифицированным уравнением конвективной диффузии, учитывающим обмен солями между транзитными порами и остальной частью порового пространства. Коэффициент конвективной диффузии для почв с выраженной трещиноватостью равен $3 \cdot 10^{-3}$ м²/сут, для нетрещиноватых – находится в пределах $2 \cdot 10^{-4} \div 5,5 \cdot 10^{-4}$ м²/сут.

Список источников

1. Пронько Н.А., Романова Л.Г., Фалькович А.С. Изменение плодородия орошаемых каштановых почв Поволжья в процессе длительного использования и научные основы его регулирования // Саратов: Изд-во ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2005, – 220 с.
2. Пронько Н.А. Снижение негативного воздействия технологий на мелиоративные агроландшафты // Аграрная наука.– 2001.– №9.– С. 7-8.
3. Пронько Н.А., Романова Л.Г. Изменение плодородия темно-каштановых почв Поволжья при длительном орошении и приемы его восстановления // Плодородие.– 2005.– №4. – С. 31-32.
4. Пронько Н.А., Фалькович А.С., Романова Л.Г. Изменение гидрофизических функций при техногенной трансформации орошаемых темно-каштановых почв Саратовского Заволжья // Вестник СГАУ-2009.-№ 9.–С. 29-34.
5. Фалькович А.С. Функции влагопроводности трещиноватых темно-каштановых почв Заволжья // Вестник СГАУ- 2011.- № 7. – С. 66-68.
6. Пронько Н.А., Корсак В.В., Фалькович А.С. Методология создания системы мониторинга солевого режима мелиорированных угодий Поволжья // Вестник СГАУ. - 2011.- № 8. – С. 63-66.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПОЛИВЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН С ГИДРОПРИВОДОМ

Николай Фёдорович Рыжко¹, Сергей Николаевич Рыжко¹, Евгений Станиславович Смирнов¹, Евгений Александрович Шишенин¹, Александр Алексеевич Халин², Амина Вячеславовна Магамаалиева²

¹Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, г. Энгельс, Россия

²Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹ volzniigim@bk.ru, <https://волжниигим.рф>

Аннотация. Для снижения давления на входе дождевальных машин с гидроприводом предлагается применять основной и дополнительный трубопроводы. Использование на дождевальной машине «Фрегат» дополнительного полиэтиленового трубопровода диаметром 63 мм снижает давление на входе с 0,47-0,6 МПа до 0,35-0,45 МПа. На дождевальной машине «Волга-СМ» использование стального трубопровода малого диаметра 102-114 мм и основного полиэтиленового трубопровода диаметром 63-160 мм, в зависимости от модификации машины и расхода воды, обеспечивает также снижение давления на входе до 0,35-0,45 МПа, а энергозатраты на полив уменьшаются на 32-34 %. Показаны способы дальнейшего снижения давления на входе дождевальных машин «Фрегат» и «Волга-СМ» до 0,2-0,28 МПа, при этом затраты на полив могут быть снижены в 2,3-2,5 раза.

Ключевые слова: дождевальная машина, гидропривод, двойной трубопровод, стальной, полиэтиленовый трубопровод, давление, энергосбережение

Для цитирования: Рыжко Н. Ф., Рыжко С.Н., Смирнов Е.С., Шишенин Е.А., Халин А.А., Магамаалиева А.В. Энергосбережение при поливе дождевальных машин с гидроприводом // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.238-243.

Original article

ENERGY SAVING WHILE HYDRAULICALLY DRIVEN SPRINKLING MACHINES IRRIGATION

Nikolay Fedorovich Ryzhko¹, Sergey Nikolaevich Ryzhko¹, Evgeny Stanislavovich Smirnov¹, Evgeny Alexandrovich Shishenin¹, Alexander Alekseevich Khalin², Amina Vyacheslavovna Magamaalieva²

¹Volzhsky Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Engels, Russia

²Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹ volzniigim@bk.ru , <https://волжниигим.рф>

Annotation. To reduce the pressure at the inlet of hydraulically driven sprinkling machines it is proposed to use the main and additional pipelines. The use of an additional polyethylene pipeline with a diameter of 63 mm on the Fregat sprinkling machine reduces the inlet pressure from 0.47-0.6 MPa to 0.35-0.45 MPa. On the Volga-SM sprinkling machine the use of a steel pipeline of small diameter 102-114 mm and a main polyethylene pipeline with a diameter of 63-160 mm, depending on the modification of the machine and water consumption, also reduces the inlet pressure to 0.35-0.45 MPa, and energy costs for irrigation are reduced by 32-34%. Methods for further pressure reducing at the inlet of the Fregat and Volga-SM sprinkling machines to 0.2-0.28 MPa are shown, while irrigation costs can be reduced by 2.3-2.5 times.

Keywords: sprinkling machine, hydraulic drive, double pipeline, steel pipeline, polyethylene pipeline, pressure, energy saving

For citation: Ryzhko N. F., Ryzhko S.N., Smirnov E.S., Shishenin E.A., Khalin A.A., Magamaalieva A.V. Energy saving when watering rain-driven machines with hydraulic drive // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International Participation / Edited by S.M.Bakirov – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp.238-243.

Многоопорные дождевальные машины «Фрегат» обеспечивают полив при большом давлении на входе 0,47-0,7 МПа, на насосной станции в большинстве случаев поддерживается давление в пределах 1-1,1 МПа [1-3]. Для полива такими машинами на насосных станциях используются высокоэнергоёмкие насосные агрегаты с электродвигателями мощностью 315-630 кВт, при этом затраты на подачу 1000 м³ воды высоки и находятся в пределах 340-680 кВт·ч [1]. При поливе низконапорными дождевальными машинами «Кубань» и ДДА-130/140 при меньшем давлении на входе 0,37 и 0,2 МПа затраты на подачу 1000 м³ воды снижаются соответственно до 180 и 82 кВт·ч.

Цель исследования - определить способы снижения давления на входе в дождевальную машину с гидроприводом для обеспечения энергосберегающих поливов.

Одним из перспективных направлений снижения энергоёмкости полива и обеспечения работы дождевальных машин (ДМ) с гидроприводом на низконапорном режиме является использование двух трубопроводов [4-6]. Первый основной трубопровод большего диаметра используется для подачи воды только на полив и второй трубопровод малого диаметра – для подачи воды на гидроприводы тележек и небольшой части воды на полив.

В настоящее время в ВолжНИИГиМе разработана и внедряется энергосберегающая ДМ «Фрегат» с дополнительным полиэтиленовым трубопроводом малого диаметра 63-75 мм [4, 7]. Разработана и эксплуатируется ДМ «Волга-

СМ», которая состоит из стального трубопровода малого диаметра 102-114 мм, параллельно которому монтируется основной полиэтиленовый трубопровод диаметром 63-160 мм в зависимости от модификации машины и расхода воды. [5, 6, 8].

При обосновании диаметра полиэтиленового трубопровода для 16-опорной ДМ «Фрегат» исходим из того, что перед гидроцилиндром последней тележки необходимо давление порядка 0,35 МПа, при котором обеспечивается устойчивая работа и достаточная максимальная цикличность гидроцилиндра - 4-5 ход/мин. Для устойчивой работы всех гидроцилиндров машины необходим суммарный расход воды в пределах 5-6 л/с. Гидравлические расчёты показывают, что при подаче данного расхода воды через полиэтиленовый трубопровод диаметром 63 мм потери напора состав 8-10 м вод. ст. Поэтому давлению на входе в 16-опорную машину должен быть 0,45 МПа. Для дождевальных машин «Фрегат» меньшей длины, с числом опор от 7 до 15 ед. давление на входе в машину должно изменяться от 0,35 до 0,44 МПа (таблица 1). При снижении давления с 0,47-0,6 МПа до 0,35-0,45 МПа энергозатраты на полив уменьшаются на 32-34 %.

Таблица 1– Давление (P) на входе низконапорной ДМ «Фрегат» в зависимости от длины машины (L) и её расхода воды (Q)

| N , шт. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| M | ДМУ-А | | | | | | ДМУ-Б | | | |
| L , м | 199 | 229 | 253 | 283 | 308 | 337 | 379 | 409 | 434 | 463 |
| Q , л/с | 28 | 32 | 38 | 45 | 55 | 65 | 75 | 80 | 90 | 90 |
| P , МПа | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,37 | 0,39 | 0,41 | 0,42 | 0,43 | 0,44 | 0,45 |

Примечание: N – число опор на машине; M - модификация машины.

Если ДМ «Фрегат» имеет значительный срок службы и наблюдаются протечки в системе гидропривода (износ манжет гидроцилиндра и клапана-распределителя, пропуск через шток или напорный рукав и др.), то необходимый расход воды на гидроприводы увеличивается, а это может вызвать снижение скорости движения машины. Это наблюдается для машин большой длины с числом опорных тележек 14-16 ед. В таком случае возможно следующие техническое решение для увеличения скорости движения машины. В первой половине машины (до тележки № 7 или 8) гидроцилиндры подключаются к основному трубопроводу, так как здесь достаточное давление 0,45-0,35 МПа. А гидроцилиндры во второй половине трубопровода машины подключаются к дополнительному полиэтиленовому трубопроводу. Данный вариант модернизации внедрен в ООО «Время-91» и других хозяйствах и показал хорошие результаты.

Для повышения скорости передвижения энергосберегающих ДМ «Фрегат» с увеличенными диаметрами гидроцилиндров (152 мм), проведена модернизация: напорные рукава с внутренним диаметром 18 мм заменены на 25 мм, применен кран-задатчик скорости с проходным сечением Ду-20, а клапан регулирующей ДМ-06.240 снабжен клапаном без направляющих (Патент № 205812),

что повышает их пропускную способность. Исследования показывают, что увеличение диаметра напорного рукава и проходного сечения регулирующего клапана снижает потери напора и повышает цикличность гидроцилиндров диаметром 152 мм при давлении на входе $P_{вх} = 0,38$ МПа с 3,17 до 3,64 ход/мин или на 15 %.

На дождевальной машине «Волга-СМ» стальной трубопровод малого диаметра (102-114 мм) обеспечивает жёсткость пролётов и подачу воды в пределах 5-20 л/с на гидроприводы тележек (до 5-6 л/с), концевой дождевальный аппарат (3,4 л/с) и на полив дождевальными насадками (до 10 л/с) Особенность машины в том, что в начале машины (пролеты 2-6) расход воды из стального трубопровода подаётся на полив, а дальше, по стальной трубе вода, поступает в гидроприводы и концевой дождевальный аппарат. Такое распределение воды снижает потери напора по длине стального трубопровода: при давлении 0,45 МПа на входе в машину, в конце трубопровода и перед концевым дождевальным аппаратом необходимое давление будет составлять 0,35 МПа (таблица 2).

Таблица 2 - Диаметр стального и полиэтиленового трубопровода ДМ «Волга-СМ» и напор на входе в машину в зависимости от длины машины и её расхода воды

| Число тележек тт. | Длина машины, м | Расход воды, л/с | Напор на входе в машину м. в. ст. | Диаметр трубы, мм | |
|-------------------|-----------------|------------------|-----------------------------------|-------------------|----------|
| | | | | полиэтиленовой | стальной |
| 16 | 463 | 90 | 45 | 160-140-110 | 114-102 |
| 15 | 434 | 90 | 45 | 160-140-110 | 114-102 |
| 14 | 409 | 80 | 43 | 160-140-110 | 108-102 |
| 13 | 379 | 75 | 43 | 140-110 | 108-102 |
| 15 | 417 | 55 | 42 | 110 | 102 |
| 14 | 392 | 50 | 40 | 110 | 102 |
| 13 | 362 | 50 | 40 | 110 | 102 |
| 12 | 337 | 65 | 43 | 140 | 102 |
| 11 | 308 | 55 | 42 | 110 | 102 |
| 10 | 283 | 45 | 40 | 110 | 102 |
| 9 | 253 | 38 | 45 | 90 | 102 |
| 8 | 229 | 32 | 42 | 90 | 102 |
| 7 | 199 | 28 | 40 | 90 | 102 |
| 6 | 175 | 22 | 40 | 63 | 102 |
| 5 | 145 | 18 | 40 | 63 | 102 |
| 4 | 120 | 14 | 39 | 63 или нет | 102 |
| 3 | 90 | 11 | 37 | 63 или нет | 102 |
| 2 | 65 | 8 | 36 | 63 или нет | 102 |
| 1 | 35 | 5 | 35 | 63 или нет | 102 |

Достаточное давление в конце машины (0,35 МПа) обеспечит устойчивую работу гидроприводов тележек и хорошую дальность полета концевой струи - до 25 м. Для серийных низконапорных машин давление ниже 0,25 МПа и дальность полета струи составляет всего 10-12 м.

Чтобы обеспечить дальнейшее снижение давления на входе энергосберегающих дождевальных машин «Фрегат» до 0,2-0,28 МПа необходимо обеспечить подкачку в дополнительном полиэтиленовом трубопроводе с использованием мотопомпы (патент № 198204) или насоса с гидротурбиной (патент № 203047).

Чтобы обеспечить дальнейшее снижение давления на входе энергосберегающих дождевальных машин «Волга-СМ» до 0,2-0,28 МПа необходимо использовать два подкачивающих насоса. Первый насос необходимо устанавливать в начале машины и повышать давление до 0,4 МПа в дополнительном полиэтиленовом трубопроводе, который подает воду в гидроцилиндры от первой до 9-10 тележки. Второй насос обеспечивает повышение давление воды в стальном трубопроводе до 0,4 МПа, которая поступает в гидроцилиндры последних тележек и в концевой дождевальный аппарат.

Таким образом, для снижения давления на входе дождевальных машин с гидроприводом предлагается применять основной и дополнительный трубопроводы. Использование на ДМ «Фрегат» дополнительного полиэтиленового трубопровода диаметром 63 мм снижает давление на входе до 0,35-0,45 МПа. Обоснован вариант подключения гидроцилиндров к дополнительному полиэтиленовому трубопроводу во второй половине машины, если наблюдается значительные протечки в гидравлических линиях и гидроцилиндрах. На дождевальной машине «Волга-СМ» использование стального трубопровода малого диаметра (102-114 мм) и основного полиэтиленового трубопровода диаметром 63-160 мм в зависимости от модификации машины и расхода воды обеспечит также снижение давление на входе до 0,35-0,45 МПа, а энергозатраты на полив при этом уменьшатся на 32-34 %. Показаны способы дальнейшего снижения давления на входе энергосберегающих дождевальных машин «Фрегат» и «Волга-СМ» до 0,2-0,28 МПа, при этом энергозатраты на полив могут быть снижены в 2,3-2,5 раза.

Список источников

1. Рыжко Н.Ф. Обоснование ресурсосберегающего дождевания и совершенствование дождевальной машины «Фрегат» в условиях Саратовского Заволжья - автореф. дисс. ...д-ра техн. наук / Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова. Саратов, 2012.- 23 с.

2. Рязанцев А.И. Механизация полива широкозахватными дождевальными машинами кругового действия в сложных условиях. Рязань. 1991. 131 с.

3. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические орошения / Г. В. Ольгаренко [и др.]; Под ред. Г.В. Ольгаренко: справочник. - М., ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. 264 с.

4. Дождевальная машина: пат. 178776 Рос. Федерация, МПК А01G 25/09 / Рыжко Н.Ф., Шушпанов И.А., Рыжко С.Н., Ботов С.В., [и др.] заявитель и патентообладатель ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» – № 2017135034; заявл. 04.10.2017; опубл. 19.04.2018, Бюл. № 11.

5. Рыжко Н.Ф., Шушпанов И.А., Хорин С.А. Многофункциональная дождевальная машина «Волга-СМ» и результаты исследований работы / Проблемы и перспективы развития мелиорации в современных условиях: сб. науч. тр. [по материалам науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 50-летию образования ФГБНУ «ВолжНИИГиМ»]. Саратов. С. 122-129.

6. Рыжко Н.Ф., Шушпанов И.А., Смирнов Е.С. Дождевальная машина вантовой конструкции с полиэтиленовым трубопроводом / Новости науки в АПК. [по матер. VI Межд. конф. «Инновационные разработки молодых учёных – развитию агропромышленного комплекса». - № 2 (11) том 2. г. Ставрополь, 2018. С.47-50.

7. Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Смирнов Е.С., Хорин С.А. Энергосбережение при поливе многоопорными дождевальными машинами / Мелиорация и водное хозяйство. 2021. № 6. С. 25-30.

8. Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Смирнов Е.С., Хорин С.А. Ресурсосбережение - как основа совершенствования многоопорных дождевальных машин / Природообустройство. 2022 № 1. С. 12-19.

РАЗРАБОТКА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ УДАЛЕНИЯ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ С БЕРМЫ КАНАЛОВ

Чуркина Кристина Игоревна

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова,
г. Саратов, Россия, kristinapot1@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7676-1840>

Аннотация. В статье рассмотрена актуальная проблема зарастания каналов древесно-кустарниковой растительностью. После проведения культуртехнических работ, дальнейшие операции по удалению пней и их дальнейшая утилизация является также актуальным вопросом. В статье представлены теоретические разработки по совершенствованию технологии удаления растительности с бермы оросительных каналов с помощью кусторезов, а также их дальнейшая обработка гербицидами.

Ключевые слова: мелиорация, химическая мелиорация, культуртехническая мелиорация, рациональное природопользование.

Для цитирования: Чуркина К.И. Разработка усовершенствованной технологии удаления древесно-кустарниковой растительности с бермы каналов// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.244-249.

Original article

DEVELOPMENT OF AN IMPROVED TECHNOLOGY FOR THE REMOVAL OF WOODY AND SHRUB VEGETATION FROM THE CANAL BERM

Churkina Cristina Igorevna

Saratov State Agrarian University named after N.I.Vavilov, Saratov, Russia, kristinapot1@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7676-1840>

Annotation. The article considers the actual problem of overgrowing of canals with tree and shrub vegetation. After carrying out cultural and technical works, further operations on stump removal and their further utilization is also a topical issue. The article presents theoretical developments to improve the technology of removing vegetation from the berm of irrigation canals using brush cutters, as well as their further treatment with herbicides.

Keywords: land reclamation, chemical land reclamation, cultural and technical land reclamation, rational use of natural resources.

For citation: Churkina K.I. Development of an improved technology for the removal of woody and shrub vegetation from the canal berm // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by С.М.Бакиров – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.244-249.

Введение. Для эффективного производства работ по эксплуатации и ремонту оросительных систем необходим свободный доступ техники к руслам каналов, который в настоящее время затруднен, а в ряде случаев практически невозможен из-за того, что они заросли древесно-кустарниковой растительностью [2].

Известно, что при удалении крупного кустарника происходит интенсивный рост поросли от оставшегося пня и через 2-3 года очищенный канал густо зарастает кустарником. Удаление кустарника вдоль каналов, также связано с еще одной немаловажной проблемой – необходимостью сбора, погрузки и транспортировки срезанного кустарника к месту утилизации. Известно, что в традиционных технологиях очистки каналов от кустарника удаляемая древесина собирается в кучи и сжигается или ликвидируется путем фрезерования и заделки в почву. Такие способы не выгодны ни с экономической, ни с экологической точки зрения, тем более что, мелиоративная древесина является полноценным сырьем для сельского хозяйства. Рабочее оборудование существующих машин и транспортные средства, применяемые в мелиоративном производстве для сбора, погрузки и транспортировки кустарника не достаточно приспособлены к выполнению данного вида работ, и применение этой техники является недостаточно эффективным. Поэтому необходимо усовершенствовать технологический процесс и технические средства, применяемые в мелиорации для уборки срезанного кустарника на каналах [1, 2, 6].

Целью данного исследования является разработка усовершенствованной технологии удаления древесно-кустарниковой растительности с бермы каналов.

В качестве основных материалов исследования выступали опубликованные ранее статьи и подобные исследования по теме удаления древесно-кустарниковой растительности, а именно труды М. Баранаева, В.Ф. Дунского, Е.Г. Зака, Л.С. Лейбензона, А.С. Лышевского, М.С. Мансурова, Н.В. Никитина, Д.Г. Пажи, Б.И. Средневского, Н.П. Тверской, М.П. Тимофеева, Я.И. Френкеля, В.А. Федосеева, В.Е. Хабарова, М.Е. Швеца и многих других учёных.

Основная часть. Для производительной работы по удалению древесно-кустарниковой растительности на инженерно-мелиоративных сооружениях, в частности на оросительных каналах, необходимо разработать эффективную технологию для производства работ и для нее подобрать комплекс машин.

Основанием для проведения работ по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности служит календарный план, который составляется в соответствии с объективными данными прогнозов и включает основные технологические операции по удалению древесно-кустарниковой растительности

вдоль оросительных каналов, а также соответствующие расчеты потребности в машинах, арборициде и т.д.

Сущность способа уничтожения пней и поросли после срезания древесно-кустарниковой растительности вдоль оросительных каналов состоит в том, что пни опрыскиваются различными дозами арборицидной смеси (рисунок 1), которая способствует их угнетению и полной гибели [1].

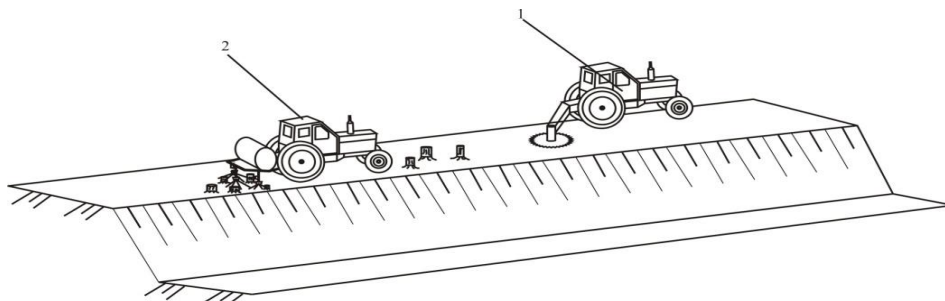


Рисунок 1 – Схема технологического процесса срезания кустарника и обработки пней с использованием навесного опрыскивателя: 1- кусторез, 2 – навесной опрыскиватель.

Рабочую жидкость опрыскивателя на обрабатываемые растения и пни наносят в распыленном виде, поэтому она хорошо распределяется порослевой поверхности и на пнях и длительное время проявляет свои токсические свойства [5]. Как правило, древесно-кустарниковая растительность произрастает на берме каналов в облицованном русле на расстоянии 1...4 м от бровки канала (рисунок 2).

Технологический процесс угнетения пней и кустарниковой поросли включает в себя следующие операции [3]:

- приготовление рабочей жидкости;
- транспортировка к месту работы;
- заправка опрыскивателя;
- непосредственное опрыскивание пней на бермах.

Опрыскивание рекомендуется проводить по четырем схемам в зависимости от наличия техники, нормы расхода и расстояния перевозки арборицида, формы опрыскивателей [1, 3].

Первая схема – работа опрыскивателя без переезда к заправочному пункту. По этой схеме предусматривается использование комплексов машин на всех операциях: приготовлении рабочей жидкости, ее транспортировке и опрыскивании. Раствор арборицида готовят на передвижном или стационарном заправочных пунктах, установленных вблизи источника воды.

Вторая схема – работа опрыскивающего агрегата с подъездом к заправочному пункту. При работе по второй схеме в отличие от первой исключаются заправщики. Для заправки опрыскиватель подъезжает к стационарной установке.

По третьей схеме к обрабатываемому участку подвозят воду заправщиками; опрыскиватель подъезжает к месту заправки; раствор арборицида готовят непосредственно в емкости опрыскивателя или предварительно маточный раствор – в дополнительных емкостях вручную.

По четвертой схеме – опрыскиватель подъезжает к водоему для заправки водой; раствор арборицида готовят в резервуаре опрыскивателя или предвари-

тельно подготавливают маточный раствор в отдельных емкостях. При работе по четвертой схеме в отличие от первой исключаются заправщики, а также агрегаты и установки для приготовления раствора арборицида.

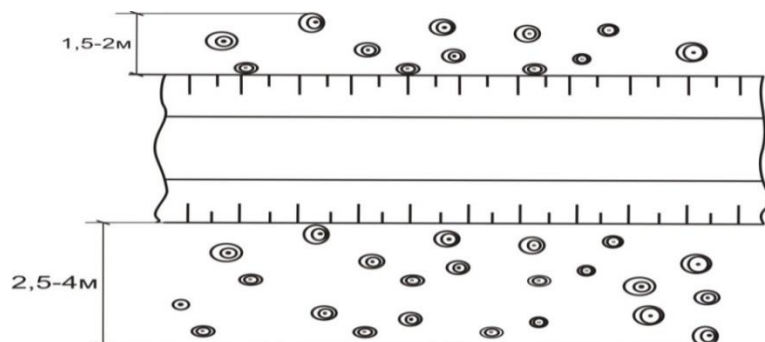


Рисунок 2 – Схема расположения пней вдоль оросительных каналов после срезания древесно-кустарниковой растительности

Для работы нашего опрыскивателя больше всего подходит четвертая технологическая схема, что обусловлено, в первую очередь, близостью источника воды – оросительного канала.

К началу предстоящих работ опрыскиватель должен быть полностью укомплектован и опробован в действии. При осмотре опрыскивателей проверяют надежность крепления узлов на раме машины, техническое состояние рукавов, их соединение. Перед началом работы необходимо произвести очистку участка от мусора и остатков древесной растительности. Необходимо отрегулировать распылители и добиться оптимального факела распыления (рисунок 3).

Процесс работы по данным схемам при высокой пнистости бермы представлен на рисунке 5.

Как показывает опыт, выбор схемы движения влияет на расход арборицида, время работы, качество обработки пней и производительность.

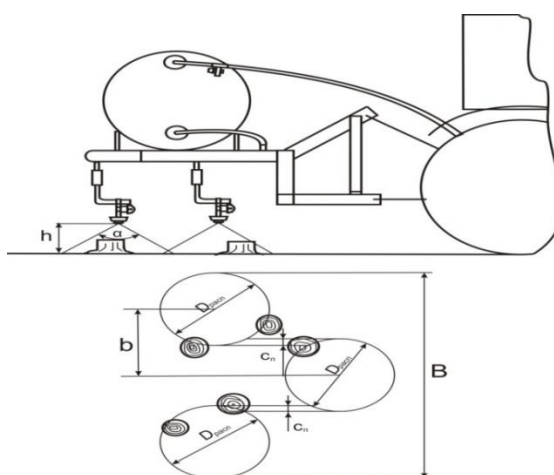


Рисунок 3 – Схема распределения факела распыла: B – ширина опрыскивания; h – высота установки распылителей; α – угол распыла; b – расстояние между распылителями; c – ширина перекрытия; $D_{расп}$ – диаметр распыла

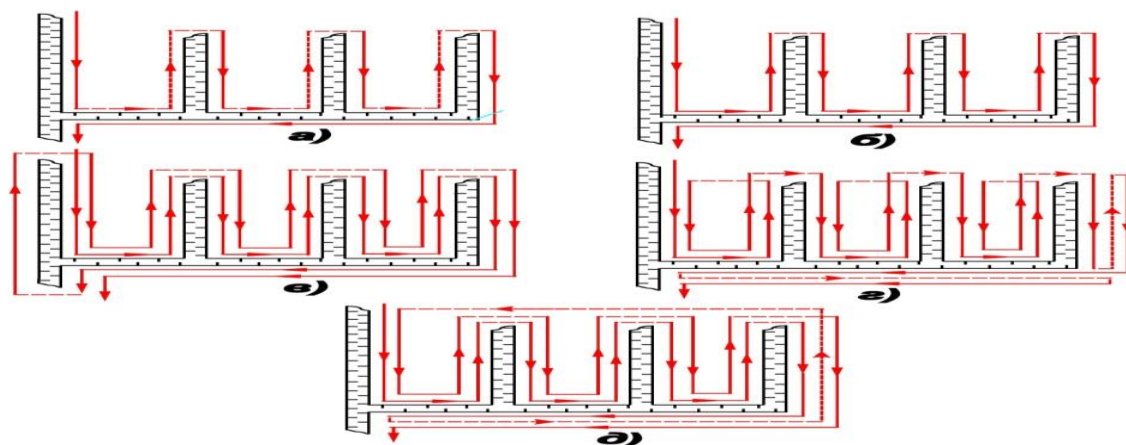


Рисунок 4 – Схема движения опрыскивателя в зависимости от пнистости

В зависимости от пнистости и характера распространения пней на бермах каналов необходимо использовать различные схемы рабочих движений опрыскивателя. На рисунке 4 предложены схемы движения, используемые на каналах открытой оросительной системы.

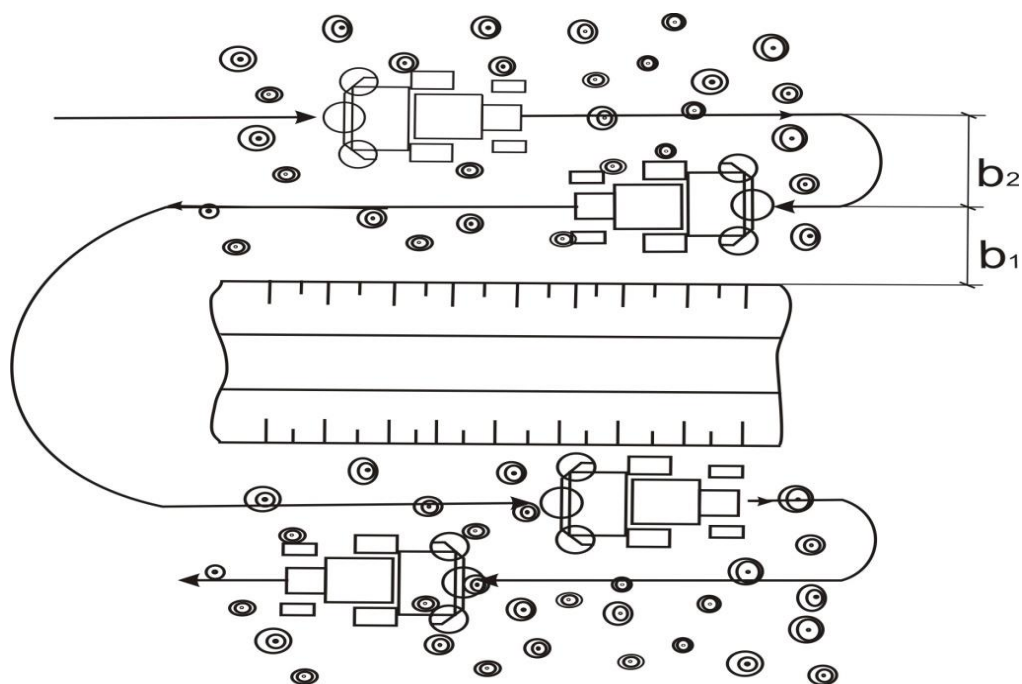


Рисунок 5 – Процесс работы опрыскивателя на каналах: b_1 – расстояние от оси трактора до бровки откоса канала; b_2 – расстояние между осями движения агрегатов

Заключение. Была разработана технология по очистке оросительных каналов от нежелательной древесно-кустарниковой растительности. Сущность разработанной технологии уничтожения пней и поросли после срезания древесно-кустарниковой растительности вдоль оросительных каналов состоит в том, что пни опрыскиваются различными дозами арборицидной смеси, которая способствует их угнетению и полной гибели. Для более эффективного использования машинного времени было предложено 4 схемы движения опрыскивателя, в зависимости от наличия техники, нормы расхода и расстояния перевозки арборицида,

а также формы самих опрыскивателей. Для борьбы с возобновлением поросли от пней на бермах и откосах оросительных каналов была разработана конструкция специализированного опрыскивателя ОН-1 (СГАУ).

Список источников

1. Абдразаков, Ф. К. Анализ существующих технологий удаления древесно-кустарниковой растительности на оросительных каналах / Ф. К. Абдразаков, К. И. Чуркина, Д. В. Логашов // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 12-16.
2. Абдразаков, Ф. К. Состояние оросительных каналов саратовского заповедья и пути повышения их эффективности / Ф. К. Абдразаков, К. И. Чуркина // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 4. – С. 68-70.
3. Лышевский, А.С. Закономерности дробления жидкостей механическими форсунками давления / А.С. Лышевский // Новочеркасск, 1961. – 183 с.
4. Никитин, Н.В. Технология внесения гербицидов // Рекомендации по региональному применению пестицидов в Российской Федерации / Н.В. Никитин // – М.: Агропромиздат, 1998. – 144 с.
5. Палишкин, Н.А. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение / Н.А. Палишкин // – М.: Агропромиздат, 1990. – 352 с.
6. Чуркина, К. И. Решение проблем удаления древесно-кустарниковой растительности на оросительных каналах путем применения арборицидов / К. И. Чуркина, Д. В. Логашов // Сборник научных трудов по материалам XVIII Международной научно-практической конференции, Анапа, «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2021. – С. 82-88.

Секция 4
Цифровизация систем управления

Научная статья
УДК 631.37

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНОГО ЭЛЕКТРОТРАКТОРА**

Сергей Мударисович Бакиров¹, Даниил Маратович Саидов²

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

¹s.m.bakirov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9392-7627>

²dansai30@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9539-5524>

Аннотация. В работе предложен алгоритм операций системы автоматического управления беспилотного электротрактора малых габаритов. Сформулированы требования к рабочему процессу технологической операции и роботы. Выделены основные параметры системы управления.

Ключевые слова: автоматизация, электротрактор, беспилотный, робот, электрификация, алгоритм

Для цитирования: Бакиров С. М. Обоснование параметров системы автоматического управления малогабаритного электротрактора / С. М. Бакиров, Д. М. Саидов // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.250-254.

Original article

**JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE AUTOMATIC
CONTROL SYSTEM OF A SMALL ELECTRIC TRACTOR**

Sergei Mudarisovich Bakirov¹, Daniil Maratovich Saidov²

^{1,2} Saratov State Agrarian University N. I. Vavilova, Saratov, Russia

¹s.m.bakirov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9392-7627>

²dansai30@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9539-5524>

Annotation. The paper proposes an algorithm for the operations of the automatic control system of an unmanned electric tractor of small dimensions. The requirements for the workflow of the technological operation and robots are formulated. The main parameters of the control system are highlighted.

Keywords: automation, electric tractor, unmanned, robot, electrification, algorithm

For citation: Bakirov S. M. Substantiation of the parameters of the automatic control system of a small-sized electric tractor / S. M. Bakirov, D. M. Saidov // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Ed. S.M. Bakirov - Saratov: Saratov State Agrarian University, 2022. Pp.250-254.

Введение. Одним из основных и важнейших вопросов при разработке беспилотного трактора является проблема поддержания высокой точности определения местоположения и способности системы автономного управления быстро и безошибочно ориентироваться в пространстве.

Реагирование на происходящие в пространстве вызовы в отношении роботизированного объекта происходит за счет того, что на технику устанавливают специальные технические средства: лидары, камеры, радары и различные датчики.

Однако регулирование различных процессов при перемещении роботизированного объекта, а именно трактора, происходит индивидуально. Для этого необходимо рассматривать конкретные условия перемещения: координаты, поверхность грунта, скорость ветра, количество участников движения и т.д. Поэтому в данной работе стоит цель – обосновать параметры системы управления малогабаритного беспилотного трактора (МБТ) при его перемещении через проезжую часть трассы.

Результаты. При перемещении МБТ датчики накапливают данные в общую базу данных для дальнейшего использования. Следующим этапом взаимодействия собранной базы данных с управлением движения в пространстве является обработка полученных данных микрокомпьютером с использованием алгоритмов, например, нейросетей. Наиболее распространенным алгоритмом, используемым в управлении беспилотной техникой, является «А*» (А стар) [1]. Этот алгоритм управления беспилотным транспортом рассчитывает путь от стартовой точки по функции $f(x)$, сканируя все ближайшие вершины в порядке их удаления с возрастающим радиусом до момента достижения финальной точки маршрута R (рисунок 1).

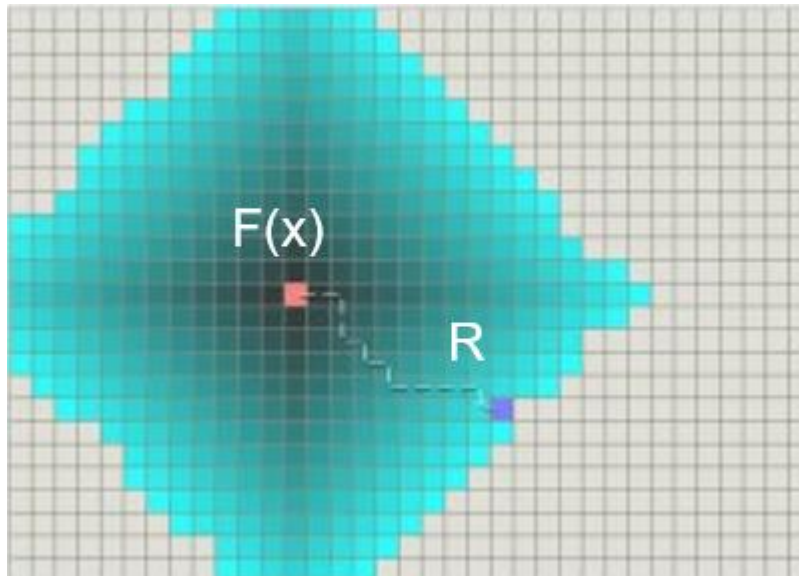


Рисунок 1 – Выстраивание вершин алгоритмом A*

Для повышения эффективности прокладки маршрута, алгоритм использует эвристическую функцию

$$y = f(x) + h(x), \quad (1)$$

где $h(x)$ – оценка алгоритма расстояния от вершины до конечной цели.

Данная функция позволяет системе управления выстраивать путь через более перспективные вершины, от которых путь до итоговой точки будет кратчайшим (рисунок 2).

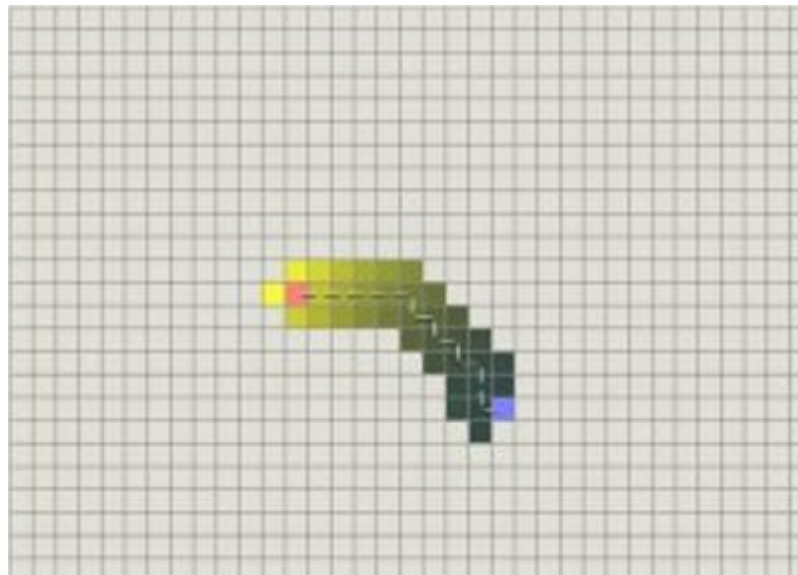


Рисунок 2 – Выстраивание направления через эвристическую функцию

Чтобы рассчитать положение транспорта в пространстве в конкретном моменте времени t [1], алгоритм использует функцию

$$x(t) = (x(t), y(t))^T. \quad (2)$$

Оптимизировать маршрут и траекторию можно задав алгоритму интеграл

$$J[x(t)] = \int_{t_0}^{t_0+T} L(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) dt, \quad (3)$$

где L – функция траектории, $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ – совокупность выставленных ограничений резких поворотов, резких разгонов, нахождения близко к препятствиям и т.д.

Рассмотрим один из вариантов алгоритма принятия решения при переезде трактора через проезжую часть (рисунок 3).

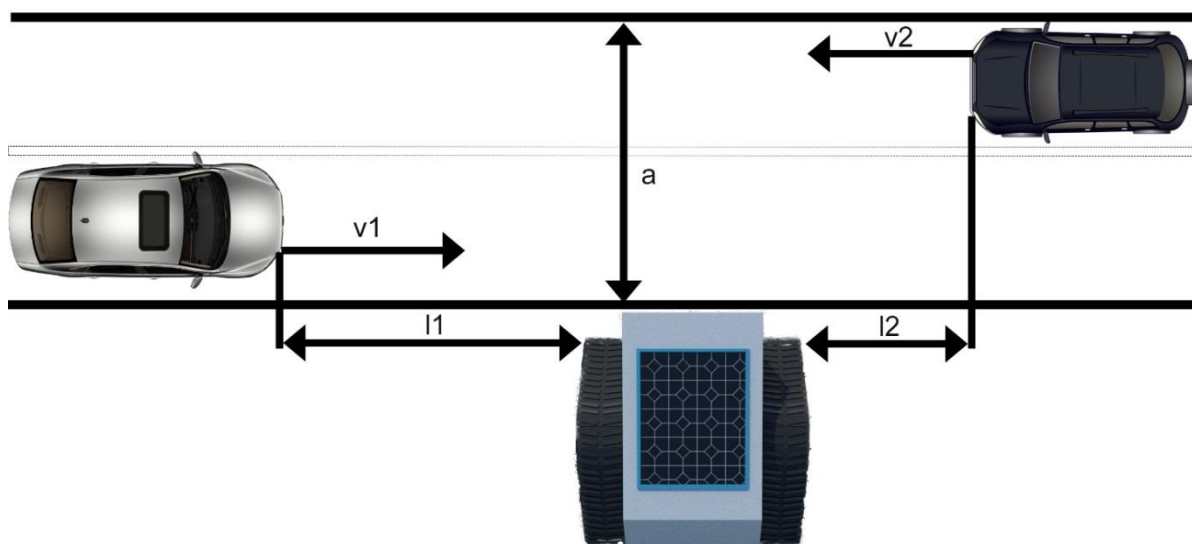


Рисунок 3 – Характеристики данных для алгоритма системы управления электротрактора для переезда через проезжую часть

Подъезжая к краю проезжей части, трактор при помощи радаров и лидаров собирает входящие данные о приближающихся объектах [2]. Такими данными выступают

- $l_1 \rightarrow \Delta l_1$ – оценка изменения расстояния автомобиля слева;
- $l_2 \rightarrow \Delta l_2$ – оценка изменения расстояния автомобиля справа;
- v_1 – скорость автомобиля слева;
- v_2 – скорость автомобиля справа;
- t_1 – время достижения трактора автомобилем слева;
- t_2 – время достижения трактора автомобилем справа;
- a – расстояние пересекаемого участка дороги.

На основании функции оценки времени, через которое машина слева и машина справа достигнут трактора, система управления рассчитывает оптимальную скорость, для пересечения проезжей части, т.е.:

$$v_{\text{МБТ}} = f(t_1; t_2). \quad (4)$$

Анализируя данные о времени приближения автомобилей к трактору и сравнивая их с временем взаимодействия ПИД-регулятора, алгоритм выстраивает логистическую формулу принятия решения о переезде через проезжую часть.

Выводы. Использование представленного принципа работы алгоритма управления малогабаритным беспилотным трактором при переезде через про-

езжую часть, задавая исходные параметры, с помощью полученной функции скорости перемещения МБТ можно добиться высокой степени точности программируемого перемещения сельскохозяйственной техники и решить проблему передвижения беспилотной сельскохозяйственной техники по проезжей части.

Список источников

1. Интернет ресурс <https://bespilot.com/news/630-roman-udovichenko> Удовиченко Роман, «Яндекс: алгоритмы построения пути для беспилотного автомобиля».

2. Bakirov, S. M. Justification of parameters of automatic control system of robot feed distribution in cattle barn / S. M. Bakirov, O. V. Logacheva, S. V. Shlyupikov // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. – 2020. – 422 (1), 012057.

Научная статья
УДК 631.21

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЕМ ВОДЫ В ТЕПЛИЦЕ

Сергей Мударисович Бакиров¹, Роман Константинович Карпухин²

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

¹s.m.bakirov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9392-7627>

²rkarpuhin97@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5445-2876>

Аннотация. Рассмотрена система автоматического управления технологическим процессом водоподготовки во 2 блоке теплиц УНПК «Агроцентр». Проведена оценка надежности автоматической системы управления водоподачей в резервуарный бак. Определены достоинства и недостатки производственного технического решения.

Ключевые слова: Водоподготовка, автоматизация, система автоматического управления, реле контроля уровня воды, электромагнитный клапан

Для цитирования: Бакиров С. М. Оценка надежности системы автоматического управления уровнем воды в теплице / С. М. Бакиров, Р.К. Карпухин // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.255-259.

Original article

ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF THE SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL OF THE WATER LEVEL IN THE GREENHOUSE

Sergey Mudarisovich Bakirov¹, Roman Konstantinovich Karpukhin²

^{1,2} Saratov State Agrarian University N. I. Vavilova, Saratov, Russia

¹s.m.bakirov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9392-7627>

²rkarpuhin97@yandex.ru

Annotation. The system of automatic control of the technological process of water treatment in the 2nd block of greenhouses of UNPK "Agrocenter" is considered. The reliability of the automatic control system for water supply to the reservoir tank was assessed. The advantages and disadvantages of the production technical solution are determined.

Keywords: Water treatment, automation, automatic control system, water level control relay, solenoid valve.

For citation: Bakirov S. M. Reliability assessment of the automatic water level control system in a greenhouse / S. M. Bakirov, R.K. Karpukhin // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Ed. S.M. Bakirov - Saratov: Saratov State Agrarian University, 2022. Pp.255-259.

Введение. Водоподготовка является важным технологическим процессом в тепличном хозяйстве. Вода для полива растений должна соответствовать уровню рН в пределах 7,0...8,0; содержание солей не должно превышать 1,5 г/л; а хлора – 0,3 мг/л. Эти и другие показатели качества воды должны соответствовать нормативным значениям. Поэтому воду из водопроводной сети необходимо отстаивать, доводить до необходимой температуры, так как растения чувствительны к поливной воде. В противном случае полив сырой, неподготовленной водой может привести к снижению урожайности и даже к гибели растений [1].

Простейшим способом очистки воды является ее отстаивание в течение 5-6 часов. Вода заливается в чистую емкость, под действием силы тяжести взвешенные частицы осаждаются на дно емкости. Рекомендуется использовать верхние 2/3 отстоянной воды [2]. Если воду отстаивать более 21 дня, то в ней начнут размножаться опасные для растений бактерии и микроорганизмы [1].

В теплицах для полива воду отстаивают в специальных резервуарах. Например, в УНПК «Агроцентр» вода подается в два резервуара из центральной системы водоканала. На 1 Га теплицы требуется в сутки около 20 м³ воды. Емкость каждого резервуара 120 м³. Набирают обычно 90-100 м³ воды. Глубина резервуара 3,5, ширина 5 метра, длина 7 метров. Каждый резервуар имеет бетонное основание, которое обшито листами из нержавеющей стали толщиной 10 мм.

Для автоматизации процесса управления уровнем воды в резервуаре разработана электрическая принципиальная схема управления электромагнитными клапанами (рисунок 1).

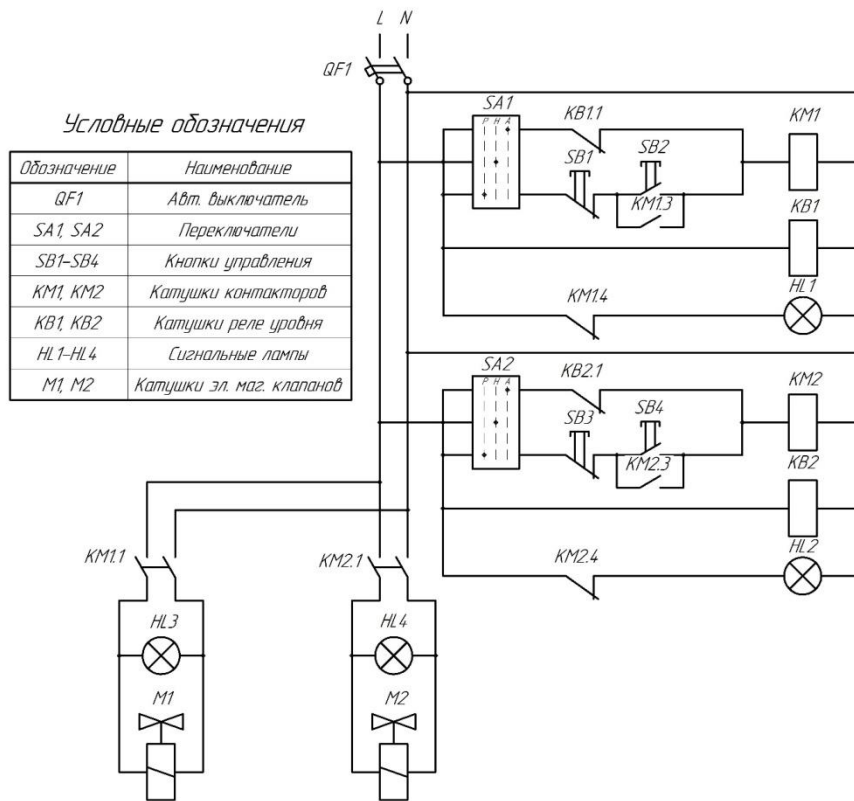


Рисунок 1 – Принципиальная электрическая схема системы управления клапанами

При включении автоматического выключателя QF подается питание на переключатель режимов управления, который имеет три положения: автоматический, нейтральный и ручной.

При переводе переключателя в автоматический режим «А» питание подается напрямую на катушку реле уровня. Реле имеет один переключающий контакт для управления клапаном и три датчика контроля уровня. Один датчик – контрольный, ставится на дно резервуара и заземляется. При достижении минимального уровня реле срабатывает, замыкая цепь пускателя нормально замкнутого электромагнитного клапана, а при достижении максимального уровня – размыкает цепь пускателя.

В производственных условиях УНПК «Агроцентр» используется реле РКУ-02 (датчики контроля уровня воды ДКУ-01 в комплекте) торговой марки TDM ELECTRIC. Внешний вид данного реле и датчиков представлен на рисунке 2.

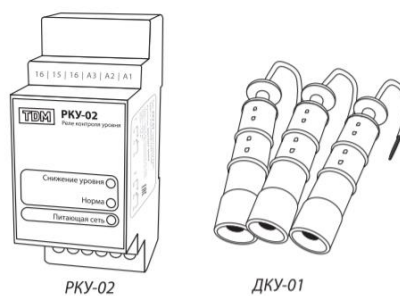


Рисунок 2 – Внешний вид реле РКУ-02 и датчиков ДКУ-01

В гидравлической сети установлены электромагнитные клапаны типа 1901R-KBNG010-320-220AC, внешний вид которых представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Внешний вид установленного электромагнитного клапана

Результаты исследований. Использование данной системы автоматического управления (САУ) исключает влияние человеческого фактора при заполнении емкости водой, контроле за уровнем, своевременной подкачке воды и т.п. Достоинства данной системы: выгодное соотношение цена-качество; компактность; простота установки и обслуживания; отсутствие движущихся механических частей.

Однако данная система автоматического управления имеет ряд недостатков, например, масляные вещества, растворенные в воде, могут вызывать налипание на электрод тонкого слоя непроводящего покрытия, что может быть причиной отказа; заклинивание электромагнитного клапана и т.п.

На основе данных заводов изготовителей отдельных элементов системы определим общую вероятность безотказной работы (ВБР) системы автоматического управления подачей воды в резервуар. Для этого составим блок-схему элементов по надежности САУ (рисунок 4).

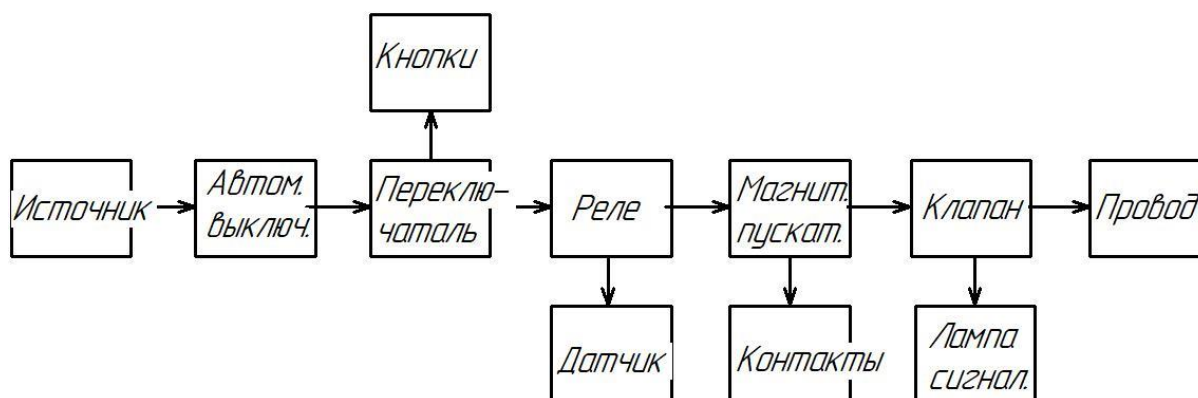


Рисунок 4 – Структурная схема ВБР САУ подачей воды в резервуар

На основе представленной схемы на рисунке 4, в которой видно, что на ВБР САУ влияет центральная последовательность элементов [3]. Например, если откажет провод САУ работать не будет, а если откажет сигнальная лампа, то САУ будет выполнять свою функцию. Распишем и аппроксимируем данные ВБР заводов изготовителей (таблица 1).

Таблица 1 - ВБР САУ подачей воды в резервуар теплицы

| Наименование | 1 год эксплуатации | 2 года эксплуатации | 5 лет эксплуатации | 10 лет эксплуатации |
|-------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Источник питания | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| Автоматический выключатель | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 |
| Переключатель режимов | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,88 |
| Реле уровня | 0,95 | 0,94 | 0,81 | 0,70 |
| Магнитный пускатель | 0,97 | 0,97 | 0,95 | 0,90 |
| Электромагнитный клапан | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,92 |
| Провод | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| ИТОГО САУ подачей воды | 0,85 | 0,83 | 0,69 | 0,48 |

В таблице представлены данные вероятностей безотказной работы элементов САУ, которые эксплуатируются в нормальных условиях, например, для автоматического выключателя ток нагрузки не превышает значения его номинального тока.

Выводы. Таким образом, система автоматического управления подачей воды в резервуар имеет достаточно высокую степень надежности в 1 и 2 годы эксплуатации $P(t) = 0,83...0,85$. Однако после пяти лет эксплуатации надежность САУ падает в 1,2 раза, причем в большей степени это связано со снижением надежности реле. При нормальной эксплуатации элементов САУ в течение 10-ти лет надежность снизится в 1,8 раз. На основе полученных данных предлагается проводить текущий ремонт реле уровня каждые 2 года.

Список источников

1. Рябчиков Б.Е. Современная водоподготовка (монография). – М.: ООО «ДеЛи». – 2013 г. – 680 с.
2. Журавлева Л. А. «Сити-фермерство» как перспективное направление развития агропроизводства (монография). – М.: ООО «Издательство «КвоРус». – 2020 г. – 160 с.
3. Москатов Г.К. Надежность и безопасность систем автоматического управления летательными аппаратами / Г.К. Москатов, А.А. Чепелов. - Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России №2. – 2013. – С. 41-63.

© Бакиров С. М., Карпухин Р. К., 2022

АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ В ЖИВОТНО-ВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Сергей Мударисович Бакиров¹, Татьяна Александровна Широбокова²

¹Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова, г. Саратов, Россия

²Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, г. Ижевск, Россия

¹s.m.bakirov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9392-7627>

²9048336842@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4421-576X>

Аннотация. Освещение в животноводческих помещениях обеспечивает нормальную жизнедеятельность животных, а регулирование параметров на этапах развития животного позволяет повысить продуктивность: удой молока, привес, яйценоскость и т.п. В работе рассмотрены современные системы управления освещением. Наиболее эффективными являются системы управления светодиодными источниками света. Приведен анализ применяемых устройств управления и установлено, что обобщение программ управления и технических решений позволит снизить эксплуатационные затраты на освещение в животноводческих помещениях на 20 %.

Ключевые слова: освещение, светодиодный источник света, продуктивность животного, система управления освещением, освещенность

Для цитирования: Бакиров С. М. Анализ систем управления освещением в животноводческих помещениях / С. М. Бакиров, Т.А. Широбокова // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.260-268

Original article

ANALYSIS OF LIGHTING CONTROL SYSTEMS IN LIVESTOCK ROOMS

Sergey Mudarisovich Bakirov¹, Tatyana Alexandrovna Shirobokova²

¹Saratov State Agrarian University N. I. Vavilova, Saratov, Russia

²Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia

¹s.m.bakirov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9392-7627>

²9048336842@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4421-576X>

Annotation. Lighting in livestock buildings ensures the normal life of animals, and the regulation of parameters at the stages of animal development makes it possible to increase productivity: milk yield, weight gain, egg production, etc. The paper considers modern lighting control systems. The most effective are the control sys-

tems for LED light sources. An analysis of the control devices used is given and it is found that the generalization of control programs and technical solutions will reduce the operating costs for lighting in livestock buildings by 20%.

Keywords: lighting, LED light source, animal productivity, lighting control system, illumination.

For citation: Bakirov S. M. Analysis of lighting control systems in livestock buildings / S. M. Bakirov, T.A. Shirobokova // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Ed. S.M. Bakirov - Saratov: Saratov State Agrarian University, 2022. Pp.260-268.

Введение. Световой режим является одним из основных факторов для создания искусственной среды жизнеобеспечения животных. Продолжительность светового дня имеет важное значение для каждого возраста животных. Причем моделирование искусственного освещения «рассвет-закат» создает благоприятные условия жизнедеятельности биологических организмов. В животноводческих современных помещениях используют различные системы управления искусственным освещением.

В технологиях искусственного освещения животноводческих помещений используют комбинированные системы (естественное освещение и досвечивание) и комплексные системы. Например, регулировать длительность светового дня в коровнике можно с помощью электрических схем автоматизации для досвечивания в утренние и вечерние часы. Это приводит к повышению продуктивности коров, а именно удоев на 10-14 %, что обеспечивает предприятию дополнительный экономический эффект [1].

У различных животных индивидуальные потребности к спектру и уровню освещенности (таблица 1). Например, для птичников регулирование оптимальной освещенности позволяет косвенно управлять процессами физиологического развития животных, обеспечивать более комфортные условия содержания и добиваться существенного роста продуктивности стада [2].

Таблица 1 – Нормы освещенности животных

| Рабочая поверхность | Плоскость, в которой нормируется освещенность | Освещенность при лампах, лк | | Дополнительные указания |
|--|---|-----------------------------|----|--|
| | | ЛН | ЛЛ | |
| <i>Помещения для напольного содержания яичных кур промышленного и племенного стада</i> | | | | |
| Пол | Горизонтальная | 30 | 60 | Обеспечить регулирование освещенности в диапазоне 10-100 лк в зависимости от кросса и требований производителя |
| <i>Помещения для клеточного содержания яичных кур промышленного и племенного стада</i> | | | | |
| Кормушки | Горизонтальная | 30 | 60 | Обеспечить регулирование освещенности в диапазоне 5-60 лк |
| <i>Помещения для коров при привязном и беспривязном содержании</i> | | | | |

| | | | | |
|---------------------------------|----------------|----|----|---|
| Пол, зона расположения кормушек | Горизонтальная | 75 | 30 | Зона кормления Во время доения освещенность на уровне вымени коровы должна быть не менее 150 лк |
| Пол, зона расположения кормушек | Горизонтальная | 50 | 20 | Стойла, секции, боксы Во время доения освещенность на уровне вымени коровы должна быть не менее 150 лк |

Однако применение искусственного освещения сопровождается затратами на электроэнергию. Поэтому современные сельскохозяйственные предприятия стремятся совершенствовать системы искусственного освещения в направлении применения более экономных осветительных приборов, плавного регулирования освещенности и длительности светового дня. К мероприятиям по экономии электроэнергии можно отнести регулирование освещенности. Однако, согласно отраслевым строительным нормам ОСН-АПК 2.10.24.001-04 освещенность в животноводческих помещениях строго регламентируется в зависимости от породы, кросса скота и птицы [3].

Для содержания птицы рекомендуется применять системы освещения с функцией «рассвет-закат», которую не сложно реализовать в системе с лампами накаливания и, довольно сложно и экономически нецелесообразно, в системе с люминесцентными лампами. В настоящий момент не существует единой технологии выращивания птицы. Режимы выращивания отличаются, не только между различными хозяйствами, но и между различными кроссами.

Расположение светильников в птичниках совместно с программой освещения позволяют: влиять на возраст полового созревания; обеспечить оптимальный режим развития птицы; увеличить яйценоскость, длительность периода яйцекладки, размер яиц и их массу, прочность скорлупы; повысить оплодотворенность; снизить бой яиц; увеличить выживаемость молодняка; снизить затраты кормов и улучшить их усвояемость; снизить травматизм птицы и затраты на электроэнергию в 1,5–2,8 раза [4].

На практике для выращивания птицы успешно применяются различные программы освещения с продолжительностью светового дня от 10 до 16 часов (рисунок 1).

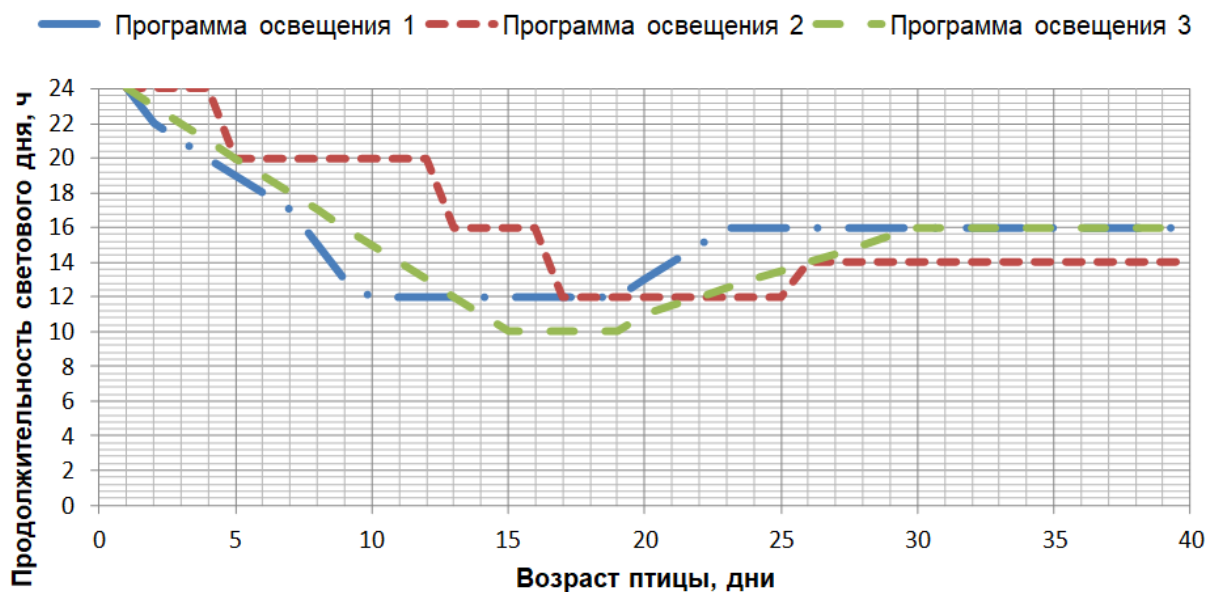


Рисунок 1 – Примеры программ освещения птичников

Режимы освещения, в которых постепенное сокращение в период выращивания и возрастание в продуктивный период светового дня, получили наибольшее распространение с точки зрения технологии выращивания птицы. Причем в период с 1 по 17-18 день выращивания в освещении преобладает синий и зеленый спектр, а с 18 по 40 день – красный и оранжевый спектр. Также в птичниках используют различную освещенность на разных этапах развития птицы [5] (рисунок 2).

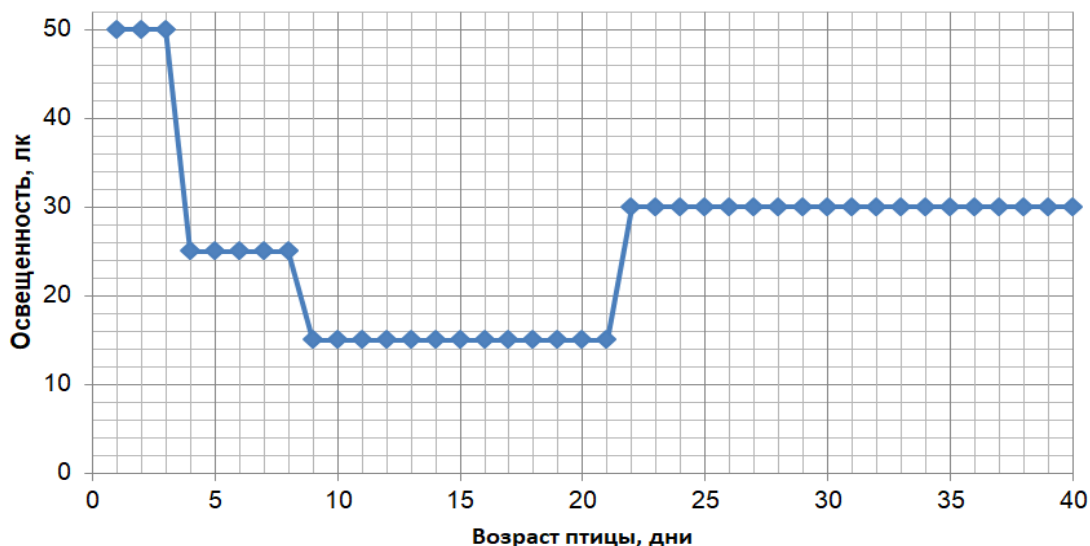


Рисунок 2 – Изменение освещенности по возрасту птицы

Регулирование освещенности и режимов работы светильников является одним из мероприятий экономии электроэнергии. На практике встречаются экономические режимы энергопотребления прерывистого освещения [6]. Причем в некоторый период содержания у прерывистого режима освещения есть достоинства: повышается яйценоскость на 3–6 %, повышается масса яиц и

прочность их скорлупы, удлиняется период продуцирования птицы на 2–4 %, снижаются затраты корма на 5–6 %, уменьшается потребление электроэнергии на 10–15 %.

Исследования показали [7-9], что резкое увеличение или уменьшение длительности светового дня оказывает большее влияние на возраст полового созревания в более позднем возрасте, но до начала яйцекладки. Доказано, что оптимальная система освещения позволяет повысить продуктивность животных на 8–15%. Например, освещенность около 150–300 лк для содержания коров в течение 16-часового дневного периода способствует увеличению продуктивности на 8 % и в то же время возрастанию на 6...8% потребления корма животными. Вместе с этим удои коров, находящихся 60 дней сухостойного периода в условиях долгого дня (16 ч света и 8 ч темноты) в течение 120 дней лактации стала ниже на 10 %, чем удои коров, находящихся в условиях короткого дня (8 ч света и 16 ч темноты) [10].

Исследовав причинно-следственную взаимосвязь освещения с продуктивностью животных, необходимо установить технический уровень современных систем автоматического управления (САУ) освещением. Поэтому целью работы является проведение анализа различных САУ, применяемых для освещения в животноводческих помещениях, а также выделить их достоинства и недостатки.

Результаты исследования. В настоящее время существует множество систем регулирования и управления освещением. На предприятиях используют от традиционных программных релейных систем типа ПРУС до светодиодных микропроцессорных адаптивных систем. Рассмотрим современные САУ освещением и выделим их достоинства и недостатки.

Отечественная компания ООО «Микроэл» (Ставропольский край, г. Невинномысск) специализируется на выпуске САУ на логических контроллерах, программируемых работу любых источников света (ламп накаливания, люминесцентных ламп, светодиодных источников света и их комбинаций). Например, предназначено для управления регулируемыми светодиодными светильниками. Данная САУ позволяет: поддерживать уровень освещенности независимо от качества сети источника питания, регулировать освещенность до 1 %, обеспечивать плавные искусственные рассвет и закат, регулировать длительности рассвета и заката, обеспечивать питание светильников суммарной мощностью до 10 кВт на один канал (максимально три канала), использовать около 300 программ с максимальной цикличностью до 600 дней [11]. Внешний вид щита управления показан на рисунке 3.



Рисунок 3 – Микропроцессорное устройство МУУС-Ф-15.2010

Несмотря на достоинства и простоту в эксплуатации, такие САУ ограничены в моделировании спектра излучения, который существенно влияет на физиологические параметры роста животных.

Производители Китайской народной республики для животноводческих помещений используют программируемые локальные светодиодные источники света с возможностью регулирования спектра (рисунок 4).



Рисунок 4 – Светодиодный прибор типа Commercial Broiler Automatic Chicken Poultry Farm Light Dimmable Lamp System Equipment

Данные осветительные приборы широко применяются для моделирования искусственного освещения в птичниках, включая изменение спектра излучения (рисунок 4, б – красно-желтый спектр; в – сине-зеленый спектр). Использование таких приборов повышает продуктивность животных и позволяет влиять на развитие животных, проводить исследования и т.п. Обладая высокой эффективностью светового потока порядка 100лм/Вт и низкой установленной мощностью порядка 9 Вт, данный осветительный прибор имеет ряд ограничений для

применения на уже эксплуатируемых птичниках: напряжение питания 48 В постоянного тока; наличие быстродействующего микропроцессорного устройства управления [12].

ООО «Техносвет групп» выпускает светодиодную систему освещения ИСО «Хамелион» собственного производства для птичников и ферм КРС. Системы освещения оснащены функцией «рассвет-закат». В комплект так же входит специальное программное обеспечение для создания программы управления изменением уровня освещенности. Управление яркостью светильников, уровня освещенности основано на основе широтно-импульсной модуляции (ШИМ) питающего напряжения. В отличие от тиристорных схем данная схема позволяет эффективно снижать потребление электроэнергии при малых уровнях освещенности.

В отличие от ламп накаливания и люминесцентных ламп светодиодные осветительные приборы обеспечивают плавное регулирование системы «рассвет-закат», необходимый спектр, а также обладают низким энергопотреблением. Единственным отличием светодиодных систем освещения является программное обеспечение. Причем каждое программное обеспечение (ПО) отличается собственным набором преобразующих устройств. Сведем данные анализа современных систем освещения в таблицу 2.

Таблица 2 – Сравнение показателей ПО светодиодных систем освещения для животноводческих помещений

| Наименование показателя | Микропроцессорное устройство МУУС-Ф-15.20 | Светодиодный прибор типа Commercial Broiler Automatic Chicken | ИСО «Хамелион» | ЛЮКС-АЦ |
|--|---|---|----------------|---------|
| Планируемость, дни | 356 | 600 | 220 | 600 |
| Автономность (да/нет) | нет | нет | нет | нет |
| Контролируемость (обратная связь, да/нет) | да | нет | да | да |
| Количество каналов, шт. | 8 | 8 | 12 | 8 |
| Максимальная мощность, Вт | 10000 | 600 | 800 | 2000 |
| Комплексность, % | 60 | 100 | 100 | 100 |
| Скорость обработки информации, мс | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Объем занимаемой памяти, Мб | 0,008 | 1 | 2 | 0,008 |
| Дополнительные вычислительные функции (да/нет) | нет | да | да | нет |

Управление светодиодным освещением осуществляется с помощью программного обеспечения. Полностью компьютеризированные системы имеют малую мощность систем и дополнительные функции (таблица 2). Для удовлетворения потребностей производства системы с малой мощностью недостаточно. В этом случае требуется оснащать систему дополнительными преобразователями.

Заключение. Таким образом, установлено, что проблема регулирования и поддержания оптимального равномерного уровня освещенности решается с помощью программируемых устройств, но актуальна, так как предлагаемые системы управления светодиодным освещением не совершенны, а именно имеют низкую мощность охвата, используются без устройств обратной связи и т.п. Структурирование данных систем управления, разработка обобщающих программ и технических решений позволит снизить эксплуатационные затраты на электроэнергию до 20 % и обеспечить высокую продуктивность животных.

Список источников

1. Лямцов А.К., Малышев В.В., Гришин К.М. Выбор параметров светильников со светодиодными лампами для освещения птицы при клеточном содержании // Вестник ВИЭСХ. – 2012. - №3(8). – С. 43-46.
2. Кузьмина Т.Н., Гусев В.А., Скляр А.В. Эффективное оборудование и способы освещения при содержании птицы // Техника и оборудование для се-ла. - 2016. - №7. – С. 25-29.
3. Балашов В.В., Буяров В.С. Режимы освещения и показатели продуктивности цыплят бройлеров кросса «РОС-308» // Вестник Орел ГАУ. - 2013. - №1(40). – С. 103-107.
4. Якимович, Б.А. Генетические алгоритмы в моделировании систем: монография/Б.А. Якимович, В.А. Тененев//. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2010. – 308 с.
5. Бакиров, С.М. Энергосберегающее оборудование и расчет его параметров / С.М. Бакиров, Т.А. Широбокова, И.А. Баранова, К.С. Иксанова. – Вестник НГИЭИ № 2(129). – 2022. – с. 56-64.
6. Пути повышения продуктивности и эффективности энергосбережения в животноводческих помещениях / И.И. Иксанов, Т.Р. Галлямова, Т.А. Широбокова, М.А. Лошаков // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. - 2014. - № 1. - С. 40-42.
7. Holland J.H. Adaptation in Natural and Artificial Systems. The University of Michigan Press, 1975. 116. Basic studies on design & evaluation (^milking robot system- Part
8. Трембач, В.В. Физическое и математическое моделирование световых приборов/ В.В. Трембач. М., Энергия, 1975. – 144с.
9. Кочетков, Н.П. Определение кривой силы света, обеспечивающей равномерное освещение горизонтальной рабочей поверхности / Н.П. Кочетков, Т.А. Широбокова, Т.Р. Галлямова // Достижения науки и техники АПК. -2013.- №8 – С. 6467.

10. Улимбашев М. Ярче свет – больше молока // Животноводство России. 2011. №9. С. 51
11. Юферев Л.Ю. Энерго-ресурсосберегающие осветительные и облучательные системы и установки сельскохозяйственного назначения на основе резонанной системы электропитания» дис. ... док. техн. наук / Л.Ю. Юферев - М., 2016. - 430 с.
12. Purswell J. L., Olanrewaju H. A., Linhoss J. E. Effect of Light Intensity Adjusted for Species-Specific Spectral Sensitivity on Live Performance and Processing Yield of Male Broiler Chickens, Journal of Applied Poultry Research, 2018, vol. 27, No. 4, pp. 570-576.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И АТМОСФЕРНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Павел Александрович Горбушин¹, Александр Дмитриевич Исаев²

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹p.gorbushin@sgau.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1941-4997>

²alexisaev110400@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9183-7521>

Аннотация. В статье представлена предлагаемая метеостанция на базе микроконтроллера Arduino Nano и датчика BME 280. Разработанная метеостанция позволяет получать данные о температуре окружающей среды, влажности воздуха и атмосферном давлении в удобном для восприятия виде – в виде графиков с интервалом записи показаний в 1 час. На основании получаемых данных можно производить прогнозирование метеорологических элементов и атмосферных явлений на последующие 24 часа.

Ключевые слова: погода, прогнозирование погоды, микроконтроллер, цифровой датчик, температура, влажность, давление, метеостанция

Для цитирования: Горбушин, П. А., Исаев А. Д. Применение цифровых технологий для разработки системы прогнозирования метеорологических элементов и атмосферных явлений // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С. М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.269-273.

Original article

APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES TO DEVELOP A SYSTEM FOR FORECASTING METEOROLOGICAL ELEMENTS AND ATMOSPHERIC PHENOMENA

Pavel Aleksandrovich Gorbushin¹, Aleksandr Dmitrievich Isaev²

^{1, 2}Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia

¹p.gorbushin@sgau.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1941-4997>

²alexisaev110400@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9183-7521>

Annotation. The article presents the proposed weather station based on the Arduino Nano microcontroller and the BME 280 sensor. The developed weather station allows you to obtain data on the ambient temperature, air humidity and atmospheric pressure in a form that is convenient for perception - in the form of graphs with an

interval of readings of 1 hour. Based on the data obtained, it is possible to predict meteorological elements and atmospheric phenomena for the next 24 hours.

Keywords: weather, weather forecasting, microcontroller, digital sensor, temperature, humidity, pressure, weather station

For citation: Gorbushin P. A., Isaev A. D. Application of Digital Technologies to Develop a System for Forecasting Meteorological Elements and Atmospheric Phenomena // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by S. M. Bakirov – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.269-273.

Системы сбора метеоданных являются совокупностью различных приборов для метеорологических измерений. Различают аналоговые и цифровые метеорологические системы. Цифровые метеостанции бывают дорожные, лесные, гидрологические, бытовые и т.д. Они обладают чувствительными сенсорами, которые предназначены для проведения полного цифрового контроля погоды [1].

Наибольшее распространение в последнее время получают цифровые метеостанции, т.к. цифровые датчики обладают большей чувствительностью, а получаемые данные могут храниться и удаленно передаваться по средствам беспроводной связи в любую точку мира. Вся информация имеет возможность записываться и храниться на сервере, обеспечивая специалисту, работающему с получаемыми данными, доступ к ним в любое время суток из любой точки планеты. Анализируя данные, специалист имеет возможность принять верное решение о времени проведения строительных или монтажных мероприятий.

Метеостанции являются одними из современных инструментов для принятия решений, позволяющих качественно планировать проведение различных операций, которые напрямую зависят от погодных условий, а также накапливать базу данных, формируя историю того участка местности, где данная станция располагается. Например, сумма эффективных температур и количества осадков может пригодиться в аналитике при формировании списка необходимого строительного материала, выбора материалов и элементов различных конструкций при монтажных работах.

Однако современные цифровые метеостанции имеют существенный недостаток в виде высокой стоимости предлагаемых решений. Компании, занимающиеся разработкой таких систем, делают универсальные продукты, добавляя туда большое количество функциональных устройств и программных реализаций, которые не всегда необходимы для решения поставленных задач. В связи с этим, разработка системы прогнозирования погодных условий, обладающей только необходимым функционалом, не уступающая по точности получения основных показателей, таких как температура, влажность воздуха и атмосферное давление современным дорогостоящим аналогам, является актуальной задачей.

Аппаратная часть метеорологической системы было решено разработать на платформе Arduino с расширениями и физическими модулями. Arduino явля-

ется инструментом для проектирования электронных устройств, более тесно взаимодействующих с окружающей физической средой, чем стандартные персональные компьютеры [2]. Из всего разнообразия существующих готовых платформ Arduino для решения нашей задачи был использован микроконтроллер Arduino NANO как одна из популярных, недорогих и компактных версий базовой платформы Arduino с USB-интерфейсом и возможностью подключения большого разнообразия плат расширения. Эта платформа предназначена для физических расчетов (physical computing) с открытым программным кодом, построенная на простой печатной плате с современной средой для разработки программного обеспечения. Arduino использует микроконтроллер Atmega328, который имеет 32 Кб flash-памяти. Данные характеристики полностью удовлетворяли всем требованиям, которые были предъявлены для разработки собственной метеостанции. Остальная обработка реализовывалась как веб-ресурс.

Для получения данных о влажности воздуха, температуре окружающей среды и атмосферном давлении был использован датчик ВМЕ 280. Данный модуль работает по двухпроводному интерфейсу I2C. Внешний вид установленного датчика и подключение датчика к микроконтроллеру представлены на рисунках 1 и 2.



Рисунок 1 – Установленный датчик ВМЕ 280 в защитном корпусе

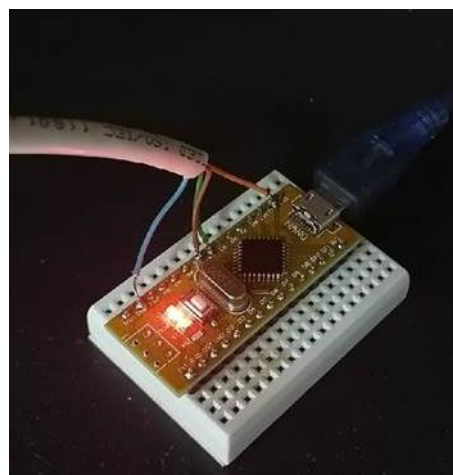


Рисунок 2 – Подключение датчика ВМЕ 280 к микроконтроллеру Arduino Nano

Работа метеостанции происходила по следующему алгоритму: данные, фиксируемые датчиком ВМЕ 280 передавались на микроконтроллер, затем с помощью макроса PLX DAQ эти данные записывались в программу Excel, где обрабатывались в виде таблиц с одновременным построением графиков (рисунки 3 и 4). Для сглаживания пиков и получения более плавного построения графиков использовали метод линейной аппроксимации наименьших квадратов в программе Excel.

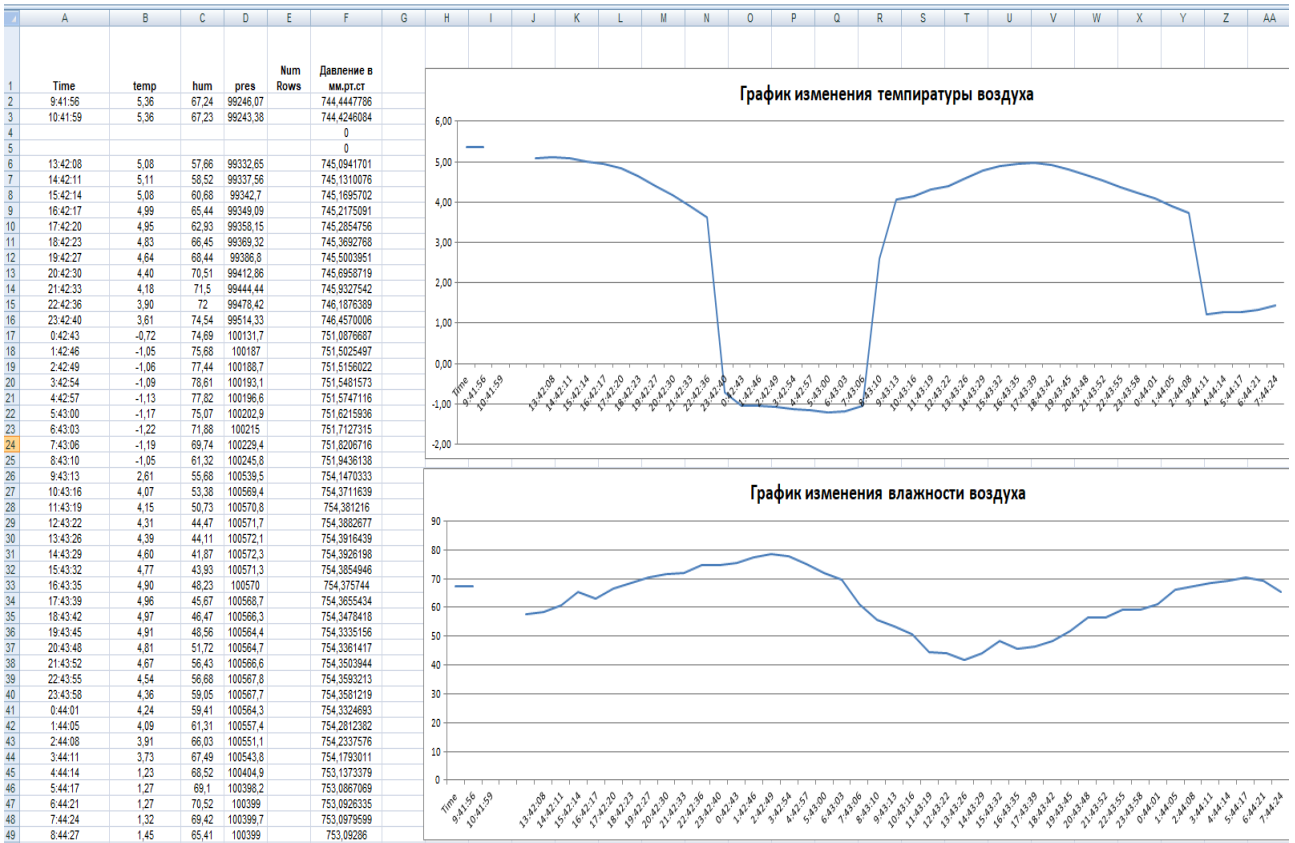


Рисунок 3 – Результат обработки данных с датчика ВМЕ 280: измерение температуры окружающей среды и влажности воздуха

Из представленного графика видно, что влажность воздуха изменяется обратно пропорционально температуре воздуха, что связано физическими законами конденсации и испарения влаги.

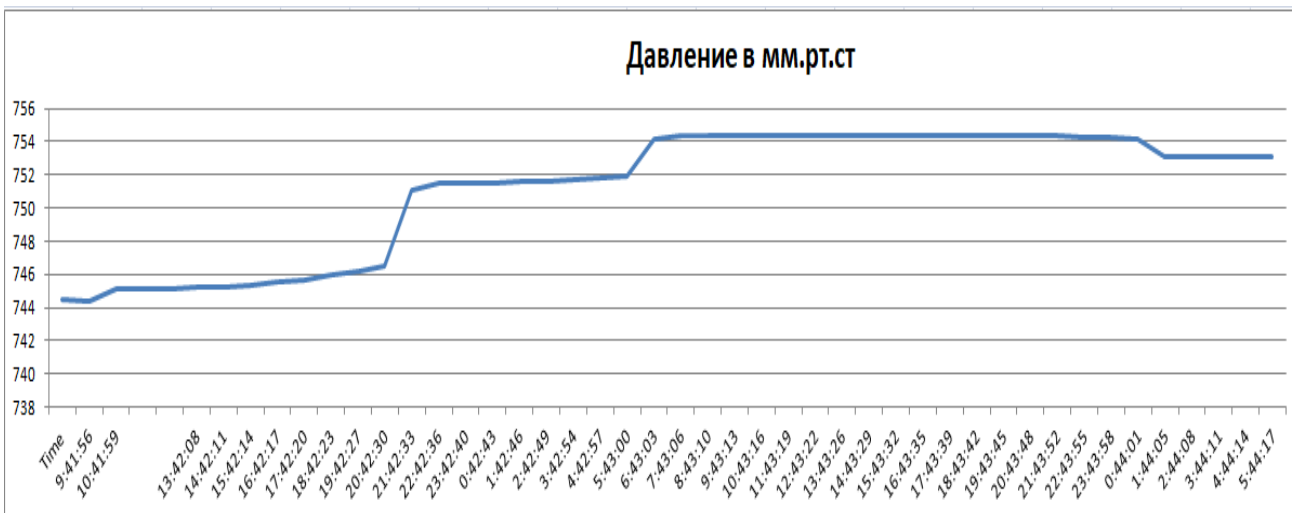


Рисунок 4 – Результат обработки данных с датчика ВМЕ 280: измерение атмосферного давления

По данным графиков можно визуально наблюдать как изменяется атмосферное давление по времени, а также как изменяется влажность воздуха. Для уменьшения погрешности был составлен алгоритм: каждые 60 минут находится разность давления, текущего и давления 4 часа назад.

На основании получаемых графиков можно производить прогноз погоды на последующие 24 часа и производить корректировку прогнозов с учетом показаний местных метеостанций на различных Интернет-ресурсах, например <https://www.gismeteo.ru>.

Список источников

1. Кутлиахметов, А. Н. Комплексная оценка состояния окружающей среды : учебное пособие / А. Н. Кутлиахметов, А. А. Кулагин. – Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2018. – 145 с.
2. Петин, В.А. Практическая энциклопедия Arduino / В.А. Петин, А.А. Биняковский. – Москва : ДМК Пресс, 2017. – 152 с.

АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОЛИВА В ТЕПЛИЦАХ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ РАССАДЫ КЛУБНИКИ

Антон Павлович Ищенко¹, Сергей Сергеевич Елисеев², Никита Валерьевич Долгов³

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

³Финансово-технологический колледж ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, г. Саратов, Россия

¹ Familienname@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3188-8199>

² s10z@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2399-8806>

³ dolgov219@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2486-4033>

Аннотация. В работе приводится сравнение различных систем полива используемых при выращивании клубники, а также для разведения ее рассады. Приведено описание требований, на которых будет в дальнейшем разрабатываться автоматизированная система полива на базе микроконтроллера ATmega328.

Ключевые слова: система полива, клубника, рассада, капельный полив, туманообразователь

Для цитирования: Ищенко А.П., Елисеев С.С., Долгов Н.В. Анализ систем полива в теплицах по выращиванию рассады клубники // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.274-277.

Review article

ANALYSIS OF IRRIGATION SYSTEMS IN GREENHOUSES FOR GROWING STRAWBERRY SEEDLINGS

Anton Pavlovich Ishchenko¹, Sergey Sergeevich Eliseev², Nikita Valerievich Dolgov³

^{1,2}Saratov State Agrarian University named after N.I.Vavilov, Saratov, Russia

³Finance and Technology College of the Saratov State Agrarian University, Saratov, Russia

¹ Familienname@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3188-8199>

² s10z@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2399-8806>

³ dolgov219@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2486-4033>

Annotation. The paper compares the various irrigation systems used in the cultivation of strawberries, as well as for breeding its seedlings. A description of the re-

quirements on which an automated irrigation system based on the ATmega328 microcontroller will be further developed is given.

Keywords: irrigation system, strawberries, seedlings, drip irrigation, fogger

For citation: Ishchenko A.P., Eliseev S.S., Dolgov N.V. Analysis of irrigation systems in greenhouses for growing strawberry seedlings // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International participation / Edited by С.М.Бакиров – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.274-277.

В настоящее время происходит интенсивное развитие тепличных хозяйств по выращиванию овощей и ягод в России, строятся новые комплексы и производится модернизация старых. Современные теплицы уже не могут обойтись без применения автоматизации технологических процессов. Внедрение автоматизации в процессы позволяет снизить трудозатраты на уход за растениями и повысить урожайность. Одним из основных техпроцессов является система полива, которая может быть капельной или туманообразовательной [1].

Для выращивания клубники в тепличных условиях требуется контролировать влажность воздуха, температуру и влажность почвы. На различных этапах роста клубники влажность может изменяться от 60 до 80 %. Оптимальная температура должна быть около 22-25 °С и относительной влажностью почвы около 70-80 % [2,3].

Проведем анализ систем полива в условиях теплиц и определим комплектацию автоматизированного полива.

Система полива капельным путём представляет собой разветвлённую сеть трубопроводов со специальными водовыпусками – капельницами. Вода подаётся из расположенной рядом ёмкости, которую закрепляют выше уровня орошаемой почвы. Через водовыпуски капли воды поступают непосредственно в прикорневую зону растений. Пример такой системы полива применяемой в теплице приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Теплица с капельным поливом клубники

Точечный полив значительно облегчает процесс орошения путем выборочного увлажнения почвы в тех местах, где это требуется. Также капельный полив позволяет нам сэкономить до 50% воды. За счет того, что почва увлажняется только в определённых местах – это способствует значительно снизить рост сорняков. В связи с тем, что вода поступает непосредственно в почву не затрагивая листьев и самого растения это значительно снижает вероятность появления разных болезней [4]. Но у данной системы имеется ряд недостатков, а именно высокие требования к чистоте воды, частое засорение капельницы, быстрый износ капельных труб и т.д.

Туманообразователь или система испарительного охлаждения – климатическая система для теплиц. Ее задача состоит в том, чтобы создавать искусственный и регулировать уровень влажности. Туманообразователь или туманка рассеивает воду в виде микро капель. Благодаря этому влага не застаивается и не засыхает на листьях, а сразу испаряется и на листьях не остаются ожоги.

Если сравнивать две системы полива для рассады клубники, то можно сделать вывод, что капельный полив нам подходит больше, чем туманки, так как рассада растет в специальных стаканах. Если нам потребуется точечный полив в каждый стакан, то с этим капельный полив справиться отлично, в то время как туманка будет увлажнять и поливать все вокруг из-за чего может повыситься влажность и появиться болезни или произойти переувлажнение как воздуха, так и почвы.

Исходя из анализа используемых систем полива на предприятия можно определиться с конструкцией и работой автоматической системы полива рассады клубники и устранить недостатки капельного полива. Так применяемый

микроконтроллер должен будет не только поливать рассаду, но и контролировать влажность воздуха в теплице, температуру и другие параметры, которые влияют на рост и здоровье рассады [5].

Для улучшения работы автоматизированной системы полива рассады необходимо провести ряд экспериментов для отладки работы микроконтроллера и датчиков, а также экспериментально определить тип покрытия теплицы: пленка или стекло.

Список источников

1. Аширов И.З., Шахов В.А., Козловцев А.П., Сорокин А.А., Горячев С.В., Старожуков А.М. Автоматизация управления капельным поливом тепличных культур // Известия ОГАУ. 2017. №4 (66).
2. Нападовский Н.С. Поддержание высокой плодородности сельхозпродукции в тепличных условиях // Вестник магистратуры. 2019. №6-4 (93).
3. Шептунов А. А., Савчук А. В., Конев В. Н., Михайлов Д. М., Стариковский А. В., Фомин М. И., Толстая А. М. Комплекс автоматизированного выращивания растений «Smart grow» // Перспективы развития информационных технологий. 2011. №6.
4. Методы и системы полива клубники [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ferma.expert/rasteniya/kustarniki/klubnika/kak-i-kogda-polivat/>
5. Адищев И.В., Вялых И.А., Таскаева А.А. Система автоматического управления климатом защищенного грунта на базе аппаратной платформы arduino // вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. 2021. №2.

Научная статья
УДК 630.181

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

Иван Александрович Михеев

Национальный исследовательский университет ИТМО, г. Санкт-Петербург,
Россия, ivan.miheyev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2501-8878>

Аннотация. В статье рассмотрены основные запросы сельского хозяйства в цифровых технологиях.

Ключевые слова: цифровые технологии, данные, АПК

Для цитирования: Михеев И.А. Цифровые технологии и цифровые трансформации // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.278-280.

Original article

DIGITAL TECHNOLOGIES AND DIGITAL TRANSFORMATION

Ivan Alexandrovich Mikheev

National Research University ITMO, St. Petersburg, Russia,
ivan.miheyev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2501-8878>

Annotation. The article considers the main requests of agriculture in digital technologies.

Keywords: digital technologies, data, agro-industrial complex

For citation: Mikheev I.A. Digital technologies and digital transformations // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Ed. S.M. Bakirova - Saratov: Saratov State Agrarian University, 2022. Pp.278-280.

В настоящее время наиболее актуально встает вопрос перехода на цифровые технологии, полная автоматизация процессов, использование беспилотных летательных аппаратов. искусственный интеллект; технологии интернета вещей и т.п.

Постановлением Правительства РФ от 08.12.2021 г. № 3496-р утверждены стратегические направления цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования. В документе отражена необходимость внедрения технологий беспилотных летательных аппаратов, искусственного интеллекта, дистанционного зондирования, цифровых двойников и т.д.

Для использования цифровых технологий необходим большой объем данных. Данные можно разделить на сведения, необходимые для принятия какого-либо решения, формы представления информации, с которыми имеют дело информационные системы и их пользователи и интуиция – это неосознаваемый анализ данных, которые мозг фиксирует, но человек их не осознает.

Одним из наиболее насыщенных данными бизнесов является агробизнес, в нем необходимо обрабатывать огромное количество данных, так как растения и животные являются живыми организмами, а соответственно необходимо учитывать большой объем данных – рост, развитие, влажность, температуру и т.д. Большой объем данных, которые имеются в научных разработках требуют систематизации и оцифровки, широко применяется оцифровка местности с использованием ГИС – технологий. На основе объективных онлайн-данных качественно растет принятие управленческих решений. Агробизнес в России достиг определенной зрелости, о чем свидетельствуют стабилизация уровня инвестиций в сельское хозяйство и рост конкуренции среди производителей сельхозпродукции. В агропромышленном комплексе наблюдается рост объема и качества применения современных технологий, в том числе систем сбора, хранения и обработки данных.

Разработка и программирование микроконтроллеров для нужд оросительных мелиораций является одной из приоритетных задач. Целью является программирование микроконтроллера таким образом, чтобы обеспечить расширяемость конструкции и возможность добавления дополнительных модулей [1, 4].

Широко применяются данные со спутников, датчиков, из операционных и транзакционных систем. При этом увеличивается как объем данных, так и потребность в их качественной обработке и достоверных выводах, на которые можно полагаться, принимая решения. В результате оформляется спрос на промышленные аналитические системы и, в частности, углубленную аналитику [2].

ЦЕЛИ ПРОЕКТА ЦИФРОВИЗАЦИИ АПК

ИСТОЧНИК: МИНСЕЛЬХОЗ

| % | | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Доля данных, включенных в цифровую платформу | — земли сельхозназначения | 50 | 75 | 90 | 100 | 100 | 100 |
| | — рабочий и продуктивный скот | 25 | 35 | 50 | 75 | 90 | 100 |
| | — сельхозтехника | 45 | 60 | 75 | 90 | 100 | 100 |
| Коэффициент роста производительности труда | | 105 | 125 | 150 | 175 | 190 | 200 |
| Доля электронных контрактов с получателями субсидий | | 5 | 25 | 50 | 75 | 100 | 100 |
| Доля регионов, внедривших цифровое планирование | | 0 | 6 | 29 | 59 | 100 | 100 |
| Доля специалистов, прошедших переподготовку для работы с цифровыми технологиями | | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 |

АГРО ИНВЕСТИОР

DEPOSITPHOTOS

Рисунок 1 – Цели проекта цифровизации АПК [3]

Современный мир предъявляет все более высокие требования к специалистам – с одной стороны, чтобы быть профессионалом в своей области необхо-

димо постоянно повышать квалификацию и быть в тренде самых современных методов и решений, с другой стороны – необходимо владеть очень широким спектром цифровых инструментов, чтобы с максимальной эффективностью организовать процессы. К специалистам по цифровизации предъявляются еще более высокие требования – кроме высокой квалификации по своей специальности требуется еще и глубокая экспертиза в профильной области. К сожалению, когда мы говорим о цифровизации, не стоит забывать, что достаточно большое количество прекрасных специалистов, высококлассных специалистов в своей области, зачастую не имеют даже базовых навыков компьютерной грамотности и составить даже простую таблицу в Excel или правильно отформатировать текст в Word для них является сложной задачей. Поэтому наиболее актуально сейчас обучение специалистов, которые смогли бы взаимодействовать со старшим поколением, люди, которые смогли бы оцифровывать данные и писать программы с использованием рекомендаций специалистов.

Обязательная основа – общая компьютерная грамотность. Еще одно направление, которое очень поможет в быстром освоении новых технологий – процессы и процессный подход. Когда человек четко понимает, как устроен весь процесс и в какой точке процесса находится его зона ответственности, он работает намного эффективнее.

Список источников

1. Портнов, С.А. Автоматическая система полива декоративных растений в закрытом грунте на базе ARDUINO / Портнов С.А., Михеева О.В., Михеев И.А. // Аграрный научный журнал. 2018. № 1. С. 58-60.
2. ИТ в агропромышленном комплексе России [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/index.php/>
3. Цифровизация как неизбежность. Какие digital-решения использует агросектор [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/36772-tsifrovizatsiya-kak-neizbezhnost-kakie-digital-resheniya-ispolzuet-agrosector/>
4. Абдразаков, Ф.К. К вопросу об автоматизации системы орошения и полива в открытом грунте / Абдразаков Ф.К., Михеева О.В., Серебренников Ф.В., Михеев И.А. // Аграрный научный журнал. 2019. № 5. С. 70-73.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ БЕСПИЛОТНЫМИ ВОЗДУШНЫМИ СРЕДСТВАМИ

Галинур Радикович Мустафин¹, Артур Владимирович Рауш², Энрик Ирасович Галеев³, Рустам Ильгизарович Абдульманов⁴

^{1,2} ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия.

^{3,4} ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия.

¹ galinur2004mustafin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5870-4623>

² arturraush@icloud.com, <https://orcid.org/0000-0003-4723-2872>

³ galyunrik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3242-5367>

⁴ rustam.adulmanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2433-6927>

Аннотация. В данной статье, представлен метод воздушного мониторинга состояния окружающей среды путем применения беспилотного воздушного средства, который позволяет существенно снизить затраты и время, увеличить скорость работ, эффективность. Показано условия выполнения дистанционного мониторинга окружающей среды в различных экосистемах. Впервые представлены технические возможности аппарат БВС DJI Matrice 300 RTK в комбинации с газоанализатором Sniffer 4D V2.0.

Ключевые слова: выбросы, углерод, беспилотные воздушные средства, газоанализатор, экология

Для цитирования: Мустафин Г.Р., Рауш А.В., Галеев Э.И., Абдульманов Р.И. Экологическая оценка парниковых газов беспилотными воздушными средствами // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.281-284.

Original article

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF GREENHOUSE GASES BY UNMANNED AERIAL VEHICLES

Galinur Radikovich Mustafin¹, Artur Vladimirovich Raush², Enrik Irasovich Galeev³, Rustam Ilgizarovich Abdulmanov⁴

^{1,2} Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Russia.

^{3,4} Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia.

¹ galinur2004mustafin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5870-4623>

² arturraush@icloud.com, <https://orcid.org/0000-0003-4723-2872>

³ galyunrik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3242-5367>

Annotation. This article presents a method of aerial monitoring of the state of the environment through the use of unmanned aerial vehicles, which can significantly reduce costs and time, increase the speed of work, efficiency. The conditions of remote monitoring of the environment in various ecosystems are shown. The technical capabilities of the DJI Matrice 300 RTK UAV in combination with the Sniffer 4D V2.0 gas analyzer are presented for the first time.

Keywords: emissions, carbon, unmanned aerial vehicles, gas analyzer, ecology

For citation: Mustafin G.R., Raush A.V. Ecological assessment of greenhouse gases by unmanned aerial vehicles // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International Participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp.281-284.

Актуальность. Вопросы энергосбережения, охраны окружающей среды, сокращения выбросов парниковых газов являются важной составляющей развития всех отраслей промышленности. Применение дистанционных методов исследования с использованием искусственного интеллекта, приобретает важное значение [1, с.123]. В настоящее время подавляющее большинство предприятий отстраивают специальные центры для оценки выбросов, нанимают целые штабы работников, применяют дорогостоящую специальную технику и технологии, затрачиваются огромные денежные средства, что в совокупности дает большие затраты и драгоценное время. Рассматриваемый способ мониторинга уровня парниковых газов с помощью беспилотных летательных средств позволяет проводить контроль окружающей среды на отдаленных, труднодоступных производственных площадках, а также способствует реализации корпоративных задач по минимализации воздействия парниковых газов на окружающую среду [2, с.213-215].

Применение воздушного мониторинга значительно упрощает процесс контроля территорий, гарантирует максимально точные результаты исследований и оперативное получение актуальных данных.

Данное решение позволяет определить расчетным путём потребность в зелёных насаждениях вдоль промышленных предприятий исходя из объёмов поглощения и выбросов.

Цель. Оценка объема депонирования углерода лесами с использованием БВС на специальных участках.

Задачи. Проведение дистанционных измерений парниковых газов беспилотным воздушным средством, являющимся универсальной платформой для различного подвеса оборудования. Оценка состояния промышленных предприятий.

Этапы работ.

I этап - аналитический, научный обзор, изучение зарубежной практики оценки парниковых газов.

II этап - создание студенческого клуба «Экология. Климат» состоящего из заинтересованных студентов нефтяного и аграрного университетов, организация технических полетов, публикация научных статей в РИНЦ и участие в научных симпозиумах и конференциях.

III этап - практическая реализация проекта путем разработки рекомендаций по улучшению экологической среды предприятий.

Мониторинг окружающей среды. Эффективно и точно обнаруживаются предполагаемые источники загрязнения в промышленных зонах, строительных площадках и городской среде [3, с.582-583].

Оперативно оценивается концентрация газов и пространственное распространение загрязняющих в опасных чрезвычайных авариях.

В результате получена подробная информация о качестве воздуха и загрязнителях в формате 3D.

Принимаются более разумные управленческие решения, используя гиперлокальную информацию о качестве воздуха. Путем принудительного переключения НРЕV в режим EV в сильно загрязненных городских районах. Регулярно обновляется информация о состоянии воздушной среды на информационных ресурсах города.

Простая интеграция позволяет использовать детектор на большинстве видов БВС, но более успешный опыт применения с серией DJI Enterprise, в частности с серией DJI Matrice .

Результаты. По итогам I и II этапа создан студенческий клуб «Экология.Климат», подготовлен проект и техническая документация и разработки. Коллектив авторов принял участие в конкурсах федерального и регионального значения [4, с.14-21]. Выполнены теоретические расчеты по поглощению углерода на примере лесного участка, по нашим расчетам объем составляет 3619,1 тыс.тонн CO₂. Наибольшую способность поглощения CO₂ имеют молодняки, поглощающие ежегодно 39% углерода. Средневозрастные насаждения депонируют 20% CO₂. Построение 3D модели воздуха.

Аппарат БВС DJI Matrice 300 RTK с камерой P1 приобретён ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ для научных исследований, имеет регистрацию, плюс газоанализатор Sniffer 4D V2.0. для наблюдения за превышениями загрязняющих веществ. Газоанализатор способен распознать порядка 9 видов газа за 1 раз.

Описание проекта. Выполнена работа по теоретическому расчету поглощения углерода на примере региона и проведена видеосъемка с компанией Аэромотус. Для проведения исследования подобран лесной участок в Уфимском районе, площадью 101 га. Определен состав аппаратуры для проведения наземных и дистанционных наблюдений. Аппарат БВС DJI Matrice 300 RTK представлен на рисунке 1.



Рисунок 3 - Квадрокоптер БВС DJI Matrice 300 RTK (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ), метод проектирования

Газоанализатор устанавливается на базе БВС, и позволяет провести картирование загрязнителей в воздухе, мониторинг окружающей среды, выполнить научные исследования, а также можно применять во время аварийных ситуаций и ЧС. Технические характеристики: вес 450 гр, размеры 157*103*87мм.

В камере газоанализатора в режиме полета осуществляется активный воздухообмен. В результате производится считывание газов как РМ, O₃, NH₃, CO₂, SO₂, VOC₃. Для более точной оценки газоанализаторов устанавливают в верхней части БВС.

Вывод. Наши результаты исследований позволяют использовать предприятиям промышленности по новым технологиям оценить степень выбросов парниковых газов. Определить расчетным путем потребность в зеленых насаждениях вдоль промпредприятий исходя из объемов выбросов и поглощения.

Список источников

1. Мухаметшина А.Р. Геоинформационные системы при мониторинге экзогенных природных процессов [Текст] /А.Р. Мухаметшина, Р.Ф. Мустафин, И.Г. Сабирзянов // Сборник национальной научной конференции. Новосибирский ГАУ. 2018. – С.121-124.
2. Мустафин Р.Ф. Применение ГИС – технологий при проведении камеральных работ в области природообустройства [Текст] / Р.Ф. Мустафин, А.М. Искандарова // Российский электронный научный журнал: 2017. - №1 (23).-С.210-217.
3. Мусина А.Н. Дистанционные методы контроля окружающей среды [Текст] / А.Н. Мусина, Э.И. Галеев // В сборнике: 65-я международная научная конференция Астраханского государственного технического университета. материалы конференции. Астрахань, – 2021. – С. 581-583.
4. Efimov, O., Gura, D., Makar, S. & Mustafin, R. (2022). Potential for carbon sequestration and the actual forest structure: the case of Krasnodar Krai in Russia. Central European Forestry Journal, 68(1) Pp. 15-22. <https://doi.org/10.2478/forj-2021-0022> .

**ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА
ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА БАСЕЙНА РЕКИ
БОЛЬШОЙ УЗЕНЬ В ГРАНИЦАХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ РФ**

Борис Викторович Фисенко¹, Ирина Игоревна Демакина², Роман Андреевич Сазыкин³

^{1,2}Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹fb79@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0333-3527>

²demakina2015@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0097-8733>

³sazikin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-3481-2118>

Аннотация. В условиях изменяющейся экономической, климатической и экологической обстановки решение проблемы распределения и управления водными ресурсами трансграничных рек является необходимой для обеспечения сырьевой независимости государства. В границах Саратовской области расположены бассейны трансграничных рек Большой и Малый Узени, распределение водных ресурсов которых в настоящее время является объектом межнациональных интересов Российской Федерации и Республики Казахстан. Геоинформационная система водохозяйственного мониторинга бассейна реки Большой Узень позволяет моделировать и прогнозировать формирование местного стока и его аккумуляцию в водохранилищах для цели его учета в водохозяйственном балансе реки.

Ключевые слова: геоинформационная система, водные ресурсы, бассейн реки, трансграничная река

Для цитирования: Фисенко Б.В., Демакина И.И., Сазыкин Р.А. Геоинформационная система водохозяйственного мониторинга бассейна реки Большой Узень в границах Саратовской области РФ // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.285-289.

Original article

**GEOINFORMATION SYSTEM
WATER MANAGEMENT MONITORING OF THE BOLSHOY UZEN
RIVER BASIN WITHIN THE BORDERS OF THE SARATOV REGION OF
THE RUSSIAN FEDERATION**

Boris Viktorovich Fisenko¹, Irina Igorevna Demakina², Roman Andreevich Sazykin³

^{1,2,3} Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹fb79@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0333-3527>

²demakina2015@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0097-8733>

³sazikin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-3481-2118>

Annotation. In the conditions of changing economic, climatic and environmental conditions, the solution of the problem of distribution and management of water resources of transboundary rivers is necessary to ensure the raw material independence of the state. Within the borders of the Saratov region there are basins of the transboundary rivers Bolshoy and Maly Uzen, the distribution of water resources of which is currently an object of interethnic interests of the Russian Federation and the Republic of Kazakhstan. The geoinformation system of water management monitoring of the Bolshoy Uzen River basin makes it possible to model and predict the formation of local runoff and its accumulation in reservoirs for the purpose of its accounting in the water balance of the river.

Keywords: geoinformation system, water resources, river basin, transboundary river

For citation: Fisenko B.V., Demakina I.I., Sazykin R.A. Geoinformational system of water management monitoring of the Bolshoy Uzen River basin within the borders of the Saratov region of the Russian Federation // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with International Participation / Edited by C.M.Bakirov – Saratov: Saratov State Pedagogical University, 2022. Pp.285-289.

В условиях глобальных климатических изменений, ухудшения экологического состояния окружающей среды и тенденции увеличения уровня водопользования и водопотребления обостряется проблема распределения и управления водными ресурсами трансграничных рек.

На территории Саратовской области расположены бассейны двух трансграничных рек, пересекающих Государственную границу между Российской Федерацией (РФ) и Республикой Казахстан (РК) - Большого Узенья и Малого Узенья. Реки протекают по юго-восточной части Саратовской области Российской Федерации и Западно-Казахстанской области Республики Казахстан.

Водосборная площадь р. Большой Узень составляет 15600 км² (в пределах РФ – 9660 км²), длина - 650 км, в пределах РФ – 397 км. Водосборная площадь р. Малый Узень – 11600 км² (в пределах РФ – 5980 км²), длина р. Малый Узень – 638 км, в пределах РФ – 374 км, из которых 124 км приходятся на границу между РФ и РК [1].

Основным нормативным документом, регламентирующим совместное использование и охрану вышеуказанных трансграничных водных объектов является «Соглашение», утвержденное постановлением Правительства РФ № 564 от 08.08.1992 г. В соответствии с «Соглашением» Саратовская область РФ обязана поставлять Республике Казахстан в период весеннего половодья объемы воды в зависимости от водности конкретного года. За пределами срока прохождения паводковых расходов вступают в силу договоренности по подаче волжской воды

по заявкам Казахстанской стороны за соответствующую плату.

Для решения задачи согласования водохозяйственных балансов в условиях нестационарного развития гидрологических процессов и современной экономической и климатической ситуации в 2018 году был реализован международный проект по совместным казахстанско-российским исследованиям трансграничных рек Казахстана в соответствии с проектом ЕС/ПРООН/ЕЭКООН «Поддержка Казахстана для перехода к модели зеленой экономики» [2].

В качестве одного из основных мероприятий по гармонизации водохозяйственных отношений, проектом предусматривается проведения совместных исследований по оценке современной степени зарегулированности стока в бассейнах рек с учетом его аккумуляции. Актуальность поставленной задачи обусловлена необходимостью учета аккумуляции местного стока поверхностными водными объектами, а также потерь воды на испарение и фильтрацию при расчете водохозяйственных балансов рек [3].

Задачу мониторинга водохозяйственных систем целесообразно решать с применением геоинформационных технологий с представлением в виде геоинформационной системы, обеспечивающей сбор, обработку, отображение и распространение гидрологических и водохозяйственных данных. Инструментарий геоинформационных технологий также позволяет осуществлять анализ, моделирование и прогнозирование их состояния [4].

В рамках достижения поставленной цели нами была создана географическая информационная система водохозяйственного мониторинга бассейна трансграничной реки Большой Узень в границах Саратовской области. Исходными данными для ее создания послужила информация представленная в схеме комплексного использования и охраны водных объектов по бассейнам рек Большой и Малый Узень (Российская часть), материалы Главного управления МЧС России по Саратовской области, Средне-Поволжского управления Ростехнадзора и Администраций муниципальных районов Саратовской области.

Структура объектно-ориентированной базы данных гидротехнических сооружений на примере Александрово-Гайского района Саратовской области представлена в табл. 1.

Таблица 1- Структура объектно-ориентированной базы данных гидротехнических сооружений

| № п/п | Наименование водохранилища | Наименование водотока, бассейн | Местоположение створа плотины | Водохранилище | | | | Состав сооружений | | | | | Год ввода в эксплуатацию | Собственники эксплуатационно-руководящая организация | Состояние сооружения |
|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------|-----------------------------|----------------------------|-----------|---------------------|------------|-------------------|--------------------------|--|----------------------|
| | | | | Площадь зеркала, км ² | Объем, млн. м ³ | | Использование водохранилища | Плотина | | Павловский валоброс | Водовыпуск | Другие сооружения | | | |
| | | | | | Полный | Полезный | | Тип | Высота, м | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Александрово - Гайский район | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Александрово-Гайское | р. Большой Узень | р.п. Александров-Гай | 1,88 | 9,80 | 4,71 | орошение, водоснабжение | перелив-ная железобетонная | 6,50 | ж/б трубы | нет | нет | 1964 | ФГУ «Саратов-мелководхоз» | удовл. |

Необходимо отметить, что полная информация из представленного перечня

имеется для водохранилищ емкостью более 1 млн. м³ и частично - более 500 млн.м³. Для водохранилищ емкостью менее 500 млн. м³ имеются данные исключительно о местонахождении и их полном объеме.

Для определения географического положения водохранилищ использовались топографические карты масштаба 1:100000 и данные дистанционного зондирования поверхности Земли – спутниковые снимки высокого разрешения семейства спутников Sentinel-2 Европейского космического агентства.

Карта-схема расположения водохранилищ в бассейне реки Большой Узень (Российская часть) представлена на рис. 1.

Геоинформационная система позволяет проводить пространственную оценку расположения гидротехнических сооружений на элементах гидрографической сети реки Большой Узень, моделировать и прогнозировать гидрологические условия формирования местного стока с учетом морфометрических характеристик водосборов.

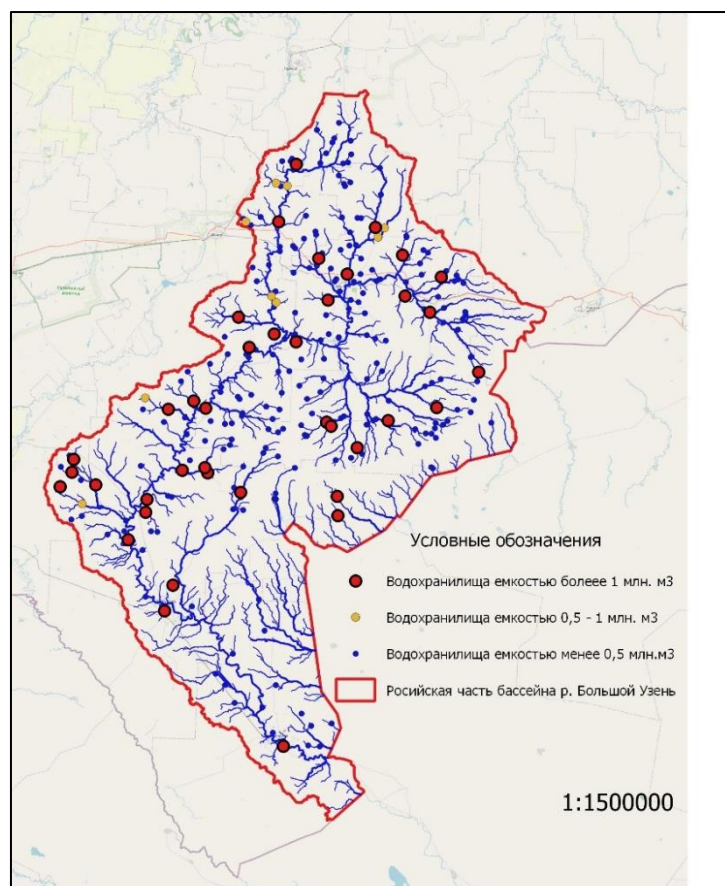


Рисунок 1 – Карта-схема расположения водохранилищ в бассейне реки Большой Узень (Российская часть)

Список источников

1. Фисенко, Б.В. Геоинформационные технологии географо-гидрографического районирования Саратовской области: Монография / Б.В. Фисенко. – Саратов: Издательство «Научная книга», 2020. – 190 с.;
2. Отчет по проекту «Гармонизация водохозяйственных балансов р. Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени)» в рамках совместного проекта ЕС/ПРООН/ЕЭК ООН «Поддержка Казахстана для перехода к модели зеленой экономики», 2018. – 45 с.;
3. Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 30.10.2007 г. №314 «Об утверждении Методики расчета водохозяйственных балансов водных объектов»;
4. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов. / Под ред. А.М Берлянта, А.В. Кошкарева - М.: ГИС-Ассоциация, 1999. - 204 с.

Научная статья
УДК 62-5

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ МАССОВОЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ РОССИИ

Лариса Александровна Цыганкова

Пугачёвский филиал Саратовского государственного аграрного университета имени Н. И. Вавилова, г. Пугачёв, Россия, metodist.pgmt@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8500-1330>

Аннотация. В статье рассматриваются основные тенденции и перспективы развития сферы строительного производства в условиях массовой цифровизации России. Основной упор сделан на описании основных цифровых технологий и перспективах их реализации в строительстве: систем автоматизированного проектирования, промышленных роботов, средств автоматизации погрузочно-разгрузочных работ, 3D-печати, BIM – технологий, технологий искусственного интеллекта, технологии «Умного дома».

Ключевые слова: информация, информационные технологии, искусственный интеллект, автоматизированные системы, промышленные роботы, 3D-печать, автоматизированное проектирование

Для цитирования: Цыганкова Л. А. Перспективы развития строительного производства в условиях массовой цифровизации России // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием / Под ред. С.М.Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022.С.290-293.

Original article

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION PRODUCTION IN THE CONTEXT OF MASS DIGITALIZATION OF RUSSIA

Larisa Alexandrovna Tsygankova

Pugachev Branch of Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, Pugachev, Russia, metodist.pgmt@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8500-1330>

Annotation. The article discusses the main trends and prospects for the development of the construction industry in the context of mass digitalization of Russia. The main emphasis is placed on the description of the main digital technologies and the prospects for their implementation in construction: computer-aided design systems, industrial robots, automation of loading and unloading operations, 3D printing, BIM technologies, artificial intelligence technologies, Smart home technology.

Keywords: information, information technology, artificial intelligence, automated systems, industrial robots, 3D printing, computer-aided design

For citation: Tsygankova L. A. Prospects for the development of construction production in the conditions of mass digitalization of Russia // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII National Conference with international participation / Edited by С.М.Бакиров – Saratov: Saratov State University, 2022. Pp.290-293.

В последние годы Россия сделала большой скачок в области массовой цифровизации. Сегодня ни одна отрасль производства не обходится без использования информационных компьютерных систем. Особенно это становится важным в условиях жёсткого санкционного воздействия западных государств. В современной экономике Российской Федерации информация, представленная в цифровой форме, является ключевым фактором производства во всех сферах социально экономической деятельности, что повышает конкурентоспособность России, качество жизни простых людей, обеспечивает экономический рост и национальный суверенитет нашего государства, укрепление обороноспособности страны. Государством создана программа «Цифровая экономика Российской Федерации», которая рассчитана до 2024 года. Она первоначально включала следующие основные направления: нормативное регулирование, кадры и образование, формирование исследовательских компетенций и технических заделов, информационная инфраструктура и информационная безопасность. Позже в эту программу были включены еще несколько приоритетных направлений: образование, здравоохранение, госуправление, транспорт и логистика, агропромышленный сектор, финансовые технологии, энергетика, электронная торговля и «умный город», предложенный Министерством строительства и ЖКХ РФ. В рамках выполнения данной программы большая роль отводится автоматизации всех систем и технологий производства, включая строительные.

В рамках комплексной автоматизации строительной отрасли мы видим более активное внедрение гибких производственных систем (состоящих из станка с ЧПУ, или так называемого обрабатывающего центра, ЭВМ, микропроцессорных схем, робототехнических систем); роторно-конвейерных линий, систем автоматизированного проектирования, промышленных роботов, средств автоматизации погрузочно-разгрузочных работ. [1]

Наиболее важным и перспективным направлением является внедрение интегрированных систем датчиков состояния здания. Они позволят осуществлять контроль всех строительных параметров, повысят энергоэффективность, а также состояние всей инфраструктуры. Целесообразно встраивать такую систему уже при строительстве и возведении здания, что позволит сократить расходы на эксплуатацию и проведение ремонтов.

Важное направление цифровизации в строительстве - печать на 3D принтере. Сегодня уже имеются такие печатающие устройства на базе грузового автомобиля, позволяющие «печатать» здания из кирпича, иные технологические решения (например, печать из бетона). Готовые бетонные фигуры могут

быть различной формы, они легко поддаются корректировке и отделочным работам. Наиболее перспективное направление – строительство зданий малых этажей. [1] Инженеры в сфере строительства стремятся к совершенствованию организации и технологии строительного производства, создавая автоматизированные системы управления (АСУ), улучшающие и упрощающие методы планирования и проектирования. [3]

Еще одним немаловажным направлением развития строительной отрасли является применение BIM – технологии. Это компьютерная модель здания, в которой сосредоточена вся необходимая информация об этом здании. Технология устроена так, что любое изменение параметра приводит к автоматизированной подстройке всех остальных параметров. Данная технология позволяет оценить внутренний и внешний вид здания, а также степень материальных и экономических затрат. BIM – технологии являются перспективными, поскольку позволяют их применять на многих этапах строительного производства: при составлении точных расходных смет и планов, при регулировании хода работ, для оценки затраченных материалов, а также в рамках контроля ремонта, перестройки, реставрации и усиления старых конструкций. Использование BIM – технологии позволяет отслеживать жизнь здания и сооружения с его закладки до сноса.

Уже во многие сферы производства все интенсивнее внедряется искусственный интеллект. Строительство – не исключение. Роботы уже используются при сносе зданий в опасных для людей условиях. Развитие технологий машинного зрения, различных сенсоров, систем искусственного интеллекта позволяют создавать строительных коллаборативных роботов (коботов). Это автоматизированное устройство, помогает человеку создавать и производить многие продукты. Кроме того, перспективным является использование в строительстве самодвижущихся тележек, воздушных дронов, которые помогут человеку контролировать ход строительных работ.

На протяжении нескольких последних лет реализуются две новые федеральные информационные системы – Федеральная государственная система ценообразования в строительстве (ФГИС ЦС) и Федеральная государственная система «Единый государственный реестр заключений» (ФГИС ЕГРЗ). [2] ФГИС использует новый классификатор и кодификатор строительных ресурсов, который включает более 60 тысяч позиций (материалов, изделий, конструкций, оборудования, машин и механизмов). Ресурсный метод составления сметной документации данной системы позволяет добиваться увеличения точности всех сметных расчётов. ФГИС ЕГРЗ имеет в своей базе данных сведения о заключениях экспертизы в отношении объектов капитального строительства, что позволяет сделать эти данные открытыми, достоверными, актуальными.

Проблема строительства сооружений из экологически чистых материалов привела к созданию массового строительства «Умных домов» и частных домов на энергетическом самообеспечении. Такие строения не наносят вреда здоровью проживающих жителей, а являются экологически чистыми и экономически выгодными. Проект «Умный город» – это стратегическая концепция по развитию Городской инфраструктуры. Данная программируемая система позволяет

использовать электронные датчики для управления городской инфраструктурой в рамках сбора информации от соответствующих устройств и жителей. После сбора данные обрабатываются и анализируются информационной системой и человеком.

Таким образом, массовое внедрение передовых цифровых технологий в строительное производство целесообразно и неизбежно в условиях массовой цифровизации России, и наша задача – совершенствовать механизмы их более активной и более успешной реализации как первоочередной задачи отстаивания своих национальных интересов, обеспечивающих экономический рост и национальный суверенитет нашего государства.

Список источников

1. Травуш, В.И. Цифровые технологии в строительстве // Строительные науки - 2018- №3
2. Табунщиков, Ю.А. Цифровизация экономики – тенденция глобального масштаба. // Энергосбережение - 2018 - №7
3. Гриб С.А. Промышленная политика как сфера государственной управленческой деятельности // Современное управление. – 2016. – № 12

Содержание

| | |
|---|----------|
| Секция 1 Основные проблемы водо-, газо-, теплоснабжения и энергообеспечения объектов | 3 |
| <i>Абрамова В.С., Глухарев В.А.</i> Определение эффективности автономной энергетической системы при концентрации и операции производителей сельскохозяйственной продукции | 3 |
| <i>Акимова Р.С., Хисамеева Л.Р.</i> Реконструкция очистных сооружений сточных вод малых населенных пунктов | 7 |
| <i>Антропов П.Г., Аriskина А.Э.</i> Повышение эффективности ГТУ-ТЭЦ путем установки паровой турбины | 12 |
| <i>Бакиров С.М., Карабалин Р.К.</i> Оценка износа участков трубопровода линейного объекта теплоснабжения | 18 |
| <i>Будунов М.А., Федюнина Т.В.</i> применение полимерных труб при строительстве газопровода | 23 |
| <i>Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Муллагалиев А.Р.</i> Удаление бора из подземных вод методом ионного обмена | 27 |
| <i>Еремина А.А., Михеева О.В.</i> Развитие газоснабжения в мире | 31 |
| <i>Журина Е.Е., Попов И.Н.</i> Особенности теплоснабжения теплиц и оранжерей | 36 |
| <i>Зарипов И.Р., Шешегова И.Г.</i> К вопросу обеспечения питьевой водой сельских мест | 41 |
| <i>Земских И.М., Поваров А.В.</i> Газоснабжение жилого комплекса в г. Саратове | 45 |
| <i>Клюева Я.А., Хисамеева Л.Р.</i> Современные методы и оборудование для механического обезвоживания осадков сточных вод | 48 |
| <i>Корнилова А.А., Низамова А.Х., Селюгин А.С.</i> Анализ схем проектирования систем водоснабжения многоэтажных зданий | 54 |
| <i>Маргинова Д. И., Селюгин А.С.</i> К вопросу очистки бытовых сточных вод жилого комплекса | 58 |
| <i>Минуллина Д.Э., Хисамеева Л. Р.</i> Утилизация вредных выбросов от технологического оборудования на нефтяных месторождениях | 62 |
| <i>Муллагалиев А.Р. , Бусарев А.В., Шешегова И.Г.</i> К вопросу удаления бора из природных вод | 65 |
| <i>Орлов А.С.</i> Ветроэнергетика как альтернативный источник энергии | 69 |
| <i>Орлова С.С., Михеева О.В., Панкова Т.А., Миркина Е.Н.</i> Пожарная опасность систем вентиляции | 72 |
| <i>Осипова Н.Н., Культяев С.Г., Матазов А.К.</i> Изменение температуры сжиженного углеводородного газа в резервуаре в режиме газопотребления | 78 |
| <i>Поваров А.В.</i> Совершенствование системы горячего водоснабжения торгового здания | 83 |

| | |
|--|------------|
| <i>Рулев А.В., Бакутин П.М., Михайлова Д.С.</i> Анализ возможности использования газотранспортной системы для транспортировки водорода | 87 |
| <i>Савенков Н.С., Федюнина Т.В.</i> Применение средств автоматизации в инженерных системах зданий | 91 |
| <i>Салахова И.Ф., Хисамеева Л.Р.</i> Современный подход к проектированию систем внутреннего водоснабжения высотных зданий | 96 |
| <i>Сивицкий Д.В.</i> Возможность интенсификации микроволновой сушки зерна с сохранением целостности | 102 |
| <i>Спиридонова Е.В., Федюнина Т.В.</i> Использование систем солнечных коллекторов для теплоснабжения зданий | 105 |
| <i>Султанова Э.И., Низамова А.Х., Селюгин А.С.</i> Организация новой системы оборотного водоснабжения Благовещенского арматурного завода | 113 |
| <i>Трушин Ю.Е.</i> Результаты исследования системы отопления лекционных аудиторий | 117 |
| <i>Федорова Т.П., Хисамеева Л.Р., Алимов Р.Ш.</i> К вопросу реконструкции сооружений биологической очистки сточных вод | 124 |
| <i>Федюнина Т.В.</i> Современные конструктивные решения теплоизоляции ограждающих конструкций | 129 |
| <i>Федюнина Т.В.</i> К вопросу о повышении энергоэффективности при строительстве и реконструкции городской недвижимости | 136 |
| Секция 2 Тенденции совершенствования строительных технологий и процессов | 142 |
| <i>Балабекова А.И.</i> Информационное моделирование зданий | 142 |
| <i>Боднар Т.И., Проваторова Г.В.</i> Повышение конкурентоспособности предприятий за счет эффективного использования ресурсов | 145 |
| <i>Михеева О.В., Миркина Е.Н., Орлова С.С., Панкова Т.А.</i> Общие принципы технического обслуживания инженерных систем и сооружений | 150 |
| <i>Панкова Т.А., Орлова С.С., Михеева О.В., Миркина Е.Н.</i> Анализ проблемы строительства в условиях плотной городской застройки | 156 |
| <i>Поваров А.В.</i> Безопасная эксплуатация зданий вторичного жилищного фонда г. Саратова | 161 |
| <i>Трушин Ю.Е.</i> Испытания блоков арболита из камыша | 165 |
| <i>Чех Е.В., Федосюк Н.А., Тимошук Н.А.</i> Формирование систем управления проектами, обеспечивающих оптимизацию принятия решений на всех фазах жизненного цикла проекта | 171 |
| <i>Юдаев Н.В., Елисеев И.И., Денисов Р.А., Тимофеев С.В.</i> К выбору метода контроля силы затяжки резьбового соединения | 176 |

Секция 3 Проблемы и перспективные направления развития в области природообустройства и природопользования 189

| | |
|--|-----|
| <i>Абдразаков Ф.К., Чуркина К.И.</i> , Теоретические положения распыления струи щелевого распылителя | 189 |
| <i>Аржанухина Е.В., Медведев Н.В.</i> Защита почвы от эрозии и меры борьбы с ней | 194 |
| <i>Болдумак Е.В.</i> Перспективные направления развития земельного законодательства | 197 |
| <i>Гайсин Д.Ф.</i> Проблема закарстованности территории республики Башкортостан и г. Уфа | 201 |
| <i>Горбачева М.П., Аминов Ж.А.</i> Анализ экологического состояния водохранилища на р. Ошла республики Марий Эл | 205 |
| <i>Горбачева М.П., Кривохижина О.А., Ягловская А.В., Горбачева В.В.</i> Анализ процессов, возникающих в водных объектах под воздействием загрязняющих веществ | 209 |
| <i>Корсак В. В., Кравчук А.В., Фалькович А. С., Жаманова Д. А., Савельева-Белуосова А. Ф.</i> Экспресс-оценка значимости линейной регрессионной зависимости с помощью номограммы | 213 |
| <i>Кравчук А.В., Калыбекова Е. М., Подсевалова С.Д.</i> Необходимость учета экологической надежности работы оросительных систем | 218 |
| <i>Никишанов А.Н., Дорохова С.А., Рамазанова Б.М.</i> Оценка сельскохозяйственных угодий учхоза Пугачевского филиала ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ с целью проведения мелиоративных мероприятий | 223 |
| <i>Пронько Н.А., Фалькович А.С., Корсак В.В.</i> Прогнозирование изменения мелиоративного состояния – основа предотвращения деградации орошаемых земель Саратовского Заволжья | 230 |
| <i>Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Смирнов Е.С., Шишенин Е.А., Халин А.А., Магамаалиева А.В.</i> Энергосбережение при поливе дождевальных машин с гидроприводом | 238 |
| <i>Чуркина К.И.</i> Разработка усовершенствованной технологии удаления древесно-кустарниковой растительности с бермы каналов | 244 |

Секция 4 Цифровизация систем управления 250

| | |
|--|-----|
| <i>Бакиров С. М., Саидов Д. М.</i> Обоснование параметров системы автоматического управления малогабаритного электротрактора | 250 |
| <i>Бакиров С.М., Карпухин Р.К.</i> Оценка надежности системы автоматического управления уровнем воды в теплице | 255 |
| <i>Бакиров С.М., Широбокова Т.А.</i> Анализ систем управления освещением в животноводческих помещениях | 260 |
| <i>Горбушин П.А., Исаев А.Д.</i> Применение цифровых технологий для разработки системы прогнозирования метеорологических элементов и атмосферных явлений | 269 |

| | |
|---|-----|
| <i>Ищенко А.П., Елисеев С.С., Долгов Н.В.</i> Анализ систем полива в теплицах по выращиванию рассады клубники | 274 |
| <i>Михеев И.А.</i> Цифровые технологии и цифровая трансформация | 278 |
| <i>Мустафин Г.Р., Рауш А.В., Галеев Э.И., Абдульманов Р.И.</i> Экологическая оценка парниковых газов беспилотными воздушными средствами | 281 |
| <i>Фисенко Б.В., Сазыкин Р.А., Демакина И.И.</i> Геоинформационная система водохозяйственного мониторинга бассейна реки Большой Узень в границах Саратовской области РФ | 285 |
| <i>Цыганкова Л. А.</i> Перспективы развития строительного производства в условиях массовой цифровизации России | 290 |

Научное издание

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

**Материалы XII Национальной конференции
с международным участием**

Подписано в печать 18.05.2022 г. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Times

Усл.печ.л. 14,75. Тираж 500. Заказ 47

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»
410012, Саратов, Театральная пл., 1.

ООО Издательский центр «Наука»

Типография ИП Зуев А.А.

410071, г. Саратов, ул. Рабочая, 190