



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ
Правительства
Омской области

XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ГАЗ И НЕФТЬ.
ТЕХНОЛОГИИ
ИНЖЕНЕРНОГО БУДУЩЕГО
МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

16 ФЕВРАЛЯ 2023 г.
г. ОМСК



При поддержке Правительства Омской области

ПАО «ОНХП»

**ГАЗ И НЕФТЬ.
ТЕХНОЛОГИИ ИНЖЕНЕРНОГО БУДУЩЕГО**

**МАТЕРИАЛЫ
XIII Международной конференции
молодежная секция**

направление «Экосфера»

2023

Рецензенты:

Хомченко В.Г. – д.т.н., профессор, профессор
кафедры «Автоматизация и робототехника», ОмГТУ

Тигнибидин А.В. – к.т.н., доцент кафедр «Нефтегазовое дело, стандартизация и метрология»,
«Цифровое управление процессами и системами нефтегазового комплекса», ОмГТУ

Реутова О.А. – ст. преподаватель ФГАОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского»,
директор химико-технологической школы Корпоративного университета.

Редакционная коллегия:

Ким С.А. – руководитель Корпоративного университета ПАО «ОНХП»;

Николаева Е.И. – руководитель ЦЭИО ПАО «ОНХП»;

Папидзе Л.Б. – и.о. начальника информационно-аналитической группы ПАО «ОНХП»;

Сенеджук И.А. – и.о. начальника Общего отдела ПАО «ОНХП»;

Шляпужников В.С. – председатель Совета молодых специалистов ПАО «ОНХП».

ГАЗ И НЕФТЬ. ТЕХНОЛОГИИ ИНЖЕНЕРНОГО БУДУЩЕГО: материалы молодежной секции XIII Международной конференции ПАО «ОНХП». Направление «Экосфера» – Омск, 2023 г. – 29 с.

В сборник вошли материалы докладов участников XIII Международной конференции, проходившей 16 февраля 2023г. в городе Омске, посвященной вопросам инновационного развития и экологизации технологий переработки нефти и газа.

Основными тематическими направлениями, получившими свое отражение в материалах докладов участников, являются: нефтегазохимия, промышленная автоматизация, инженерные изыскания, строительные материалы, конструкции и технологии нового поколения, промышленный дизайн, моделирование, искусственный интеллект, программирование, аддитивные технологии, зеленая энергетика, экологический инжиниринг, химия и экология, развитие профессиональных компетенций будущего инженера.

СОДЕРЖАНИЕ

НАПРАВЛЕНИЕ «ЭКОСФЕРА»

Изучение качества йогурта Бессонова Е.Р.	4
Анализ режима работы системы накопления энергии в составе объекта возобновляемой генерации Малькова Я.Ю.	8
Перспектива применения солнечного коллектора в Сибирском регионе Полозкова А.П., Финиченко А.Ю.	11
Экологическое состояние и биоресурсы оз. Солёного (г. Омск) Гених П.А. Костенко М. А., Баженова О.П.	14
Необходимость отведения атмосферных вод с территории аэропорта Гольцова К.В.	18
Оценка эффективности работы трубчатой печи установки замедленного коксования Резанов Е.М., Коршунова В.В.	20
Сравнение эффективности ряда отечественных и зарубежных ингибиторов в СОЖ для стали и чугуна в целях импортозамещения Кейн А.А., Мухин В.А., Проскура А.Г.	24
Водоотводные лотки как природоохранное мероприятие при строительстве автомобильной дороги в водоохранной зоне Анциферов А.И.	26

НАПРАВЛЕНИЕ «ЭКОСФЕРА»

Бессонова Е.Р.

БОУ г. Омска «СОШУИОП № 56»

ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ЙОГУРТА

Ключевые слова: кисломолочные продукты, йогурт. критерии качества.

Кисломолочный продукт «йогурт» появился в России в начале 90-х годов и с тех пор прочно обосновался в нашем рационе. Взрослые традиционно выбирают кефир, ряженку и простоквашу, школьники отдают предпочтение йогуртам [5].

Цель работы: оценить качество йогурта, реализуемого в торговых точках города Омска на соответствие требованиям ГОСТа в условиях школьной лаборатории по критериям:

- биологическое действие компонентов состава для организма человека;
- органолептические свойства (внешний вид, цвет, запах, вкус);
- кислотность продукта;
- химический состав продукта (содержание белка, жира, углеводов, ионов кальция, крахмала).
- наличие «живых» биоактивных компонентов в йогурте (молочнокислых бактерий);
- составить рекомендации по выбору йогуртов.

Целебные качества кисломолочных продуктов известны еще с древности. Так, в Индии есть поговорка: «Пей кислое молоко – и проживешь долго». Японцы прогнозируют, что очень скоро кисломолочные продукты вытеснят с рынка половину лекарств. Живые йогуртовые культуры оказывают положительное воздействие на работу желудочно-кишечного тракта человека, улучшают процесс пищеварения, поддерживают баланс кишечной микрофлоры.

Молочная кислота стимулирует секрецию желудочного сока, усиливает перистальтику кишечника, улучшает обмен веществ, уничтожает бактерии, вызывающие гниение пищи в толстой кишке [6].

Молочный белок в процессе сквашивания молока распадается на более простые соединения – аминокислоты, которые усваиваются гораздо лучше и втрое быстрее. За один час молоко переваривается на 32%, а йогурт за то же время усваивается на 91% [6]. Йогурт – это молочный продукт, а молоко – это еще и кальций. В двух стаканчиках половина дневной дозы кальция для детей, и 30% взрослой дозы [4]. Йогурт – источник витаминов, особенно B2 и B12, витамина D, минеральных солей. Йогурт способствует восстановлению полезной микрофлоры кишечника, уничтоженной антибиотиками [4]. Йогурт помогает при проблемах с костями, в частности, остеопорозе, благодаря высокому содержанию кальция и витамина D.

В соответствии с техническим регламентом «йогурт – кисломолочный продукт с повышенным содержанием сухих обезжиренных веществ молока, произведенный с использованием смеси заквасочных микроорганизмов – термофильных молочно-кислых стрептококков и болгарской молочнокислой палочки» [2].

Чем больше компонентов содержит продукт, тем он не натуральнее. По этому критерию мы рекомендуем употреблять йогурты: «Активиа» (5 компонентов), «Prebiotic» (6 компонентов в составе), «Медвежонок» (7 компонентов).

Требования ГОСТ Р 51331-99 регламентируют внешний вид продукта и его консистенцию как однородную массу, желеобразную, в меру вязкую массу. Йогурт «Услада», «Растишка», «Нежный», «Био макс» были с отстойками по структуре продукта. Возможно, были нарушены температурные условия хранения продукта в торговых сетях или йогурт длительно хранился. Вкус

и запах йогуртов должны быть характерными для кисломолочных продуктов. Более сладким вкусом отличались йогурты: «Данон», «Фруттис», «Чудо». Характерный кисломолочный вкус присутствовал в йогуртах: «Prebiotic». «Растишка», «Имунеле нео», «Сочный-молочный». Цвет йогуртов соответствовал ГОСТ [2] – молочно-белый, кремоватый, равномерный по всей массе продукта.

Выбор продукта по содержанию жира определяется вкусами потребителя. Требования ГОСТа [1] предполагают создание разных йогуртов: как молочного нежирного, так и сливочного, с содержанием жира от 0,1% до 10%.

Как утверждает реклама йогуртов, «только наш йогурт легкий, воздушный». Требованиями ГОСТа [2] такого показателя качества, как «легкость» не существует. Мы рассчитали «легкость» йогурта как физическую величину – плотность (масса /объем). Если следовать рекламе и отдавать предпочтение «самому легкому», выбирайте «Имунеленео» (1,15г/мл), «Prebiotic», «Агуша» (1.2 г/мл).

Качественное определение белка в продукте провели с помощью «цветных реакций»: биуретовой и ксантопротеиновой, поскольку они показывают качественный состав аминокислот, образующих молекулы белка [3]. Биуретовая реакция указывает на присутствие пептидной связи в белке. Таблица 1 показывает, что самые яркие реакции в йогуртах «Данон», «Биойогурт», «Активиа». Можно предположить о хорошем качестве этих продуктов. Ксантопротеиновая реакция указывает на присутствие ценных аминокислот триптофана, фенилаланина, тирозина. Они содержатся в йогуртах «Prebiotic», «Биойогурт».

Качественная реакция на крахмал, интенсивно – синее окрашивание с йодом, положительна в пробах йогурта: «Фруттис», «Сочный-молочный», «Альпенленд», «Био макс», «Нежный», «Чудо». Употреблять эти йогурты не рекомендуется, т.к. они содержат загуститель – крахмал.

С помощью универсального индикатора определена кислотность йогурта: от кислой (рН 3): «Prebiotic», «Актимель», «Данон», «Агуша» до нейтральной (рН 6) у йогурта «Чудо». Требования ГОСТ 51331-99 и ГОСТ 3624 оценивают кислотность йогурта в градусах Тернера. Значение должно составлять 75 – 140. Методом кислотно-основного титрования определена и кислотность. Качество исследованных нами йогуртов соответствует требованиям ГОСТа.

Кальций – один из важнейших минералов, необходимых для здоровья человека. Он укрепляет кости, зубы и хрящи, а также играет роль в регулировании кровяного давления и сокращении мышц [9]. Рекомендованное потребление кальция для взрослых – 1000 мг/день.

Результаты титрования пробы йогурта трилоном Б (средняя проба, повтор три раза) показали достаточное количество кальция в йогуртах. Наиболее богат кальцием йогурт «Растишка» (230 мг) и «Актимель» (250 мг).

Срок хранения йогурта увеличивают регуляторами кислотности (лимонная кислота и ее соли – цитраты натрия и кальция). Длительный срок хранения указывает на ненатуральность продукта. В изученных образцах йогурта составляет от 5 суток (йогурт «Медвежонок») до 4 месяцев («Услада», «Фруттис» и др.).

Таблица 1.

Химический состав проб йогурта

№	Название	Ca, мг/ 100 г	рН	Кислотность, °Т	Крахмал	Ксантопротеиновая реакция	Биуретовая реакция
1.	Prebiotic	150	3	83.2	-	Ярко-желтое	Сине-фиолетовое
2.	Услада	100	4	127.0	-	желтый	Сине-фиолетовое
3.	Актимель	160	3	78.4	-	Бледно-желтый	Сине-фиолетовое

Продолжение таблицы 1

№	Название	Са, мг/ 100 г	pH	Кислот- ность, °Т	Крахмал	Ксантопроте- иновая реакция	Биуретовая реакция
4.	Растишка	230	4	85.7	-	Бледно- желтый	Сине-фиолетовое
5.	Фруттис	200	5	105.3	Сине- фиолет.	Бледно- желтый	Сине-фиолетовое
6.	Данон	140	3	75.4	-	Бледно- желтый	Ярко сине-фиолет.
7.	Имунеленео	120	4	87.0	-	Бледно- желтый	Сине-фиолетовое
8.	Агуша	80	3	125.0	-	Бледно- желтый	Сине-фиолетовое
9.	Биоюгурт ВНИМИ	100	4	129.0	-	Ярко-желтое	Ярко сине-фиолет.
10.	Сочный – молочный	100	5	105.3	Сине- фиолет.	Бледно- желтый	Сине-фиолетовое
11.	Альпенлэнд	120	5	121.2	Сине- фиолет.	прозрачный	Сине-фиолетовое
12.	Био макс	100	4	111.1	Сине- фиолет	Бледно- желтый	Сине-фиолетовое
13.	Нежный	100	5	142.9	Сине- фиолет	Бледно- желтый	Сине-фиолетовое
14.	Медвежо- нок	180	4	109.1	-	мутнеет	Сине-фиолетовое
15.	Чудо	150	6	92.2	Сине- фиолет	мутнеет	Сине-фиолетовое
16.	Активиа	250	5	133.3	-	мутнеет	Ярко сине-фиолет.

Плесенью принято называть микроскопические грибы, которые образуют определенные налеты на поверхностях органических тел. Плесневение начинается сразу после гибели организма (растительного и животного происхождения). Плесень появляется там, где имеются благоприятные условия: повышенная влажность, температура в помещении 20 – 30°C. Такие условия были созданы для образцов йогуртов. Не все образцы йогуртов образовали плесень на поверхности. Наличие в составе консервантов, стабилизаторов, регуляторов кислотности исключает возможность присутствия «живых» микроорганизмов.

Выводы и рекомендации:

1. При покупке нужно обращать внимание на упаковку:

- информация на этикетке продукта должна хорошо читаться;
- на упаковке должно быть написано «йогурт», а не «йогуртный продукт»;
- срок годности не должен превышать 7 дней при температуре 4±2°C;
- обязательно должна быть информация о концентрации микроорганизмов на конец срока годности, их должно быть не менее 10⁷ КОЕ в 1 г продукта.
- обращайте внимание на энергетическую ценность. Йогурт с наименьшим количеством сахара обозначен ценностью примерно 70 ккал (300 кДж).

2. Консистенция должна быть однородная, желеобразная, в меру вязкая.

3. Продукт должен содержать:

- количество микроорганизмов не менее 10⁷ КОЕ/г,

- белка не менее 3.2 г,
 - число компонентов состава – не более 5,
4. Из изученных 16 образцов советуем употреблять йогурт «Prebiotic», «Медвежонок» (число компонентов состава – 6; белка - 3,2 г; содержат ценные аминокислоты, кальций; нет крахмала).

Список литературы

1. ГОСТ Р 52687-2006.
2. ГОСТ Р 51331-99.
3. Сентемов В.В. Использование биологических объектов на занятиях по химии. // Химия в школе. – 1996. – № 1. – С.62–63.
4. Скурихин И.М. Все о пище с точки зрения химика // М., «Высшая школа», 1991.
5. Prodobavki [Электронный ресурс]. URL: <http://www.prodobavki.com>.
6. Pitanieizdorovje [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pitanieizdorovje.ru>.

Малькова Я.Ю.

Томский политехнический университет

АНАЛИЗ РЕЖИМА РАБОТЫ СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В СОСТАВЕ ОБЪЕКТА ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, системы накопления энергии, оптимальный режим работы, многокритериальный анализ.

Необходимость совместной установки объектов возобновляемой генерации (например, солнечных панелей) с системами накопления энергии (СНЭ) и/или маневренными объектами генерации (например, дизельными генераторами) обусловлена спецификой их функционирования, в том числе, ввиду ситуативных изменений погодных условий в местах локализации данных объектов [1, 2].

Параметры СНЭ, в свою очередь, при планировании нового ввода объекта генерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) могут быть определены следующим образом. Здесь и далее сделаем допущение на то, что оптимизационная задача по определению параметров объекта генерации решена ранее (например, в [3]).

Во-первых, необходимо выполнить моделирование схемы исследуемой энергосистемы с интегрированным в нее объектом на основе ВИЭ в том или ином моделирующем комплексе, в специализированном программном обеспечении (например, в MATLAB/Simulink) или же представить существующие в энергосистеме связи в виде программного кода.

Во-вторых, следует изучить работу исследуемой энергосистемы с объектом возобновляемой генерации в нормальном режиме (изменение выработки объекта на основе ВИЭ и нагрузки в течение суток по суточному графику выработки мощности и нагрузки соответственно) и при нормативных возмущениях. Выявить основные закономерности функционирования данной энергосистемы и интегрированного объекта генерации, которые будут учитываться на следующем шаге.

Далее на основе выявленных закономерностей формируется целевая функция, в которую в качестве определяющих ее факторов (или критериев оптимизации) входят как технические показатели, так и экономические в долях, устанавливаемых индивидуально в контексте каждой конкретной задачи. Проведенный ранее анализ помогает понять характер изменения данных факторов и заранее спрогнозировать желаемое значение как для каждого параметра, так для итогового значения целевой функции.

При решении оптимизационной задачи по определению параметров внедряемой совместно с объектом на основе ВИЭ СНЭ граничные условия установлены как для самой энергосистемы (например, максимальный и минимальный допустимые уровни напряжения, допустимые величины перетоков мощности согласно предельным параметрам установленного оборудования и условию сохранения статической устойчивости системы и др.), так и непосредственно для СНЭ. У последнего (ограничительные условия для СНЭ) задаваемые ограничения разнятся в зависимости от выбранного типа накопителя.

Рассмотрим решение оптимизационной задачи на примере водородной СНЭ ввиду имеющихся преимуществ накопителей этого типа, поскольку в отличие от литий-ионных аккумуляторов для них отсутствуют такие понятия как допустимая глубина разряда и деградация. Таким образом, в данном случае основным ограничительным условием является мощность, которая может быть накоплена СНЭ и выдана потребителю с учетом КПД двойного преобразования в энергоноситель – водород, и обратно в электроэнергию [4].

Перейдем к формированию сценариев исследования для определения оптимального режима работы водородной СНЭ для случая совместной установки с объектом на основе ВИЭ. Так, данные сценарии могут различаться:

- периодом времени, в течение которого осуществляется разряд СНЭ (работа в режиме выдачи мощности);

- часами начала и конца периода разряда СНЭ при его аналогичной продолжительности (для, например, трех часов разряда в утренние или же в вечерние часы суммарная нагрузка будет различаться, что скажется на результатах моделирования и получаемых значениях режимных параметров исследуемой энергосистемы);
- почасовой выдачей мощности (например, можно установить одинаковую верхнюю границу для всех часов периода разряда СНЭ или же изменять ее по тому или иному закону или принципу в течение всего периода разряда).

Так, последнее может быть реализовано различными способами. Например, можно задать вручную максимальную выдачу мощности для первого часа периода разряда СНЭ и последовательно ее уменьшать или же максимальную выдачу мощности определить на конец исследуемого периода разряда. Кроме того, можно установить «плавающую» почасовую выдачу мощности в зависимости от величины текущего энергопотребления с/без поправки на число часов выдачи мощности. Последнее обусловлено тем, что накопленную СНЭ мощность можно выдать как за один (например, первый) час вечернего пика потребления электроэнергии, так и выдавать планомерно в течение всего вечернего пикового потребления, покрывая лишь часть от текущей потребности нагрузки.

В рамках поставленной задачи по описанному алгоритму действий в программном комплексе MATLAB/Simulink и с применением собственного программного обеспечения [3] по решению ряда задач оптимизации для энергосистем был проведен ряд исследований на примере тестовой схемы. Проиллюстрируем описанное выше отличие в формировании сценариев для определения оптимального режима работы СНЭ, обусловленное выбором часов начала и конца периода разряда накопителя.

При установке объекта на основе ВИЭ мощностью 718 кВт в узел 3 исследуемой схемы (15-узловой схемы радиальной сети [5]) избыточная генерация данного объекта за сутки (в основном, в дневные часы снижения потребления электроэнергии) составляет 1764 кВт/ч, из которых после двойного преобразования в водород и обратно в электроэнергию конечному потребителю доступны лишь 917 кВт/ч.

При разряде накопленной мощности в первые три часа вечернего пика спроса на электроэнергию с установленным ограничением на равномерную выдачу мощности в течение всего периода разряда СНЭ имеет место сокращение суммарных потерь мощности в исследуемой схеме со значения 256 кВт (для исходной схемы) до 233 кВт.

В то же самое время, если период разряда оставить неизменным (его продолжительность), но разряд производить в течение трех последних часов исследуемых суток, то величина потерь сократится не так значительно, до значения 238 кВт. Суммарные потери мощности в исследуемой схеме для случая разряда СНЭ в первые три часа вечернего пика спроса на электроэнергию приведены на рисунке 1.

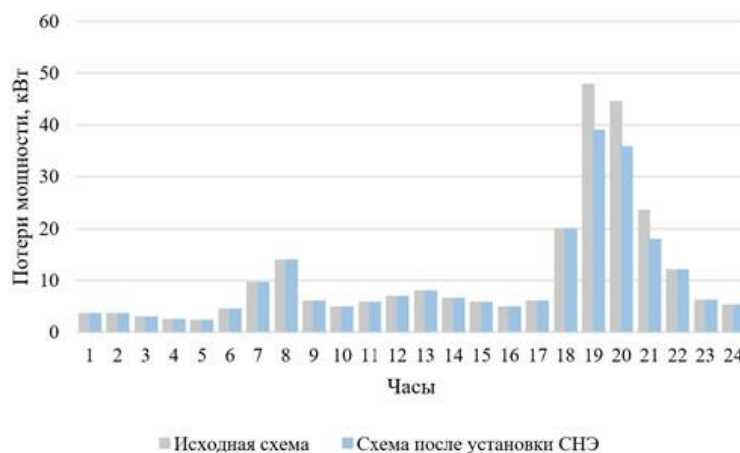


Рисунок 1. Суммарные потери мощности в исследуемой схеме до и после установки СНЭ, при разряде последней в первые три часа вечернего пика

Выводы:

- определение оптимального режима работы СНЭ (в частности, в режиме выдачи мощности) при совместной установке с объектом генерации на основе ВИЭ и запитыванием ее исключительно от избыточно выработанной мощности ВИЭ зависит от принятого типа накопителя, а также от накладываемых ограничительных условий как на параметры энергосистемы в целом, так и непосредственно на СНЭ%;
- необходимо проводить всесторонний анализ режимов работы энергосистемы, интегрируемого в нее объекта на основе ВИЭ и СНЭ при различных условиях и на протяжении всего суточного интервала контрольных дней для каждого сезона года.

Список литературы

1. Yang Y., Bremner S., Menictas C., Kay M. Modelling and optimal energy management for battery energy storage systems in renewable energy systems: A review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2022. – Vol. 167. – P. 1-27.
2. Khan F.A., Pal N., Saeed S.H., Yadav A. Modelling and techno-economic analysis of standalone SPV/Wind hybrid renewable energy system with lead-acid battery technology for rural applications // Journal of Energy Storage. – 2022. – Vol. 55. – P. 1-23.
3. Ufa R.A., Malkova Y.Y., Gusev A.L., Ruban N.Y., Vasilev A.S. Algorithm for optimal pairing of res and hydrogen energy storage systems // International Journal of Hydrogen Energy. – 2021. – Vol. 46, Iss. 68. – P. 33659-33669.
4. Marocco P., Novo R., Lanzini A., Mattiazzo G., Santarelli M. Towards 100% renewable energy systems: The role of hydrogen and batteries // Journal of Energy Storage. – 2023. – Vol. 57. – P. 1-11.
5. Basu M. Dynamic optimal power flow for isolated microgrid incorporating renewable energy sources // Energy. – 2023. – Vol. 264. – P. 1-16.

Полозкова А.П., Финиченко А.Ю.

Омский государственный университет путей сообщений

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ

Ключевые слова: солнечная инсоляция, гелиосистема, холодный климат, теплоноситель, инертный газ, плоский коллектор.

По данным международного опроса, проведенного компанией IRENA, на рынке гелиосистем наблюдается стабильный рост – основными пользователями являются люди, проживающие в частных домах; при этом отмечается, что системы автоматизации не распространены, соответственно, люди сталкиваются с проблемами в работе систем; опрошенные пользователи в большинстве довольны установками, готовы использовать их постоянно и платить за комфорт. На территории Сибирского региона такой популярности данных установок не наблюдается в связи с суровыми климатическими условиями [1].

Конструкция плоского солнечного коллектора (СК) состоит из следующих элементов: корпус, в котором находится отражающий слой, изолированный от внешних потерь, трубки, по которым циркулирует теплоноситель, припаяются к поглощающему материалу, который располагается под специальным стеклом и нагревается от солнечного света, тем самым через припой передает тепло теплоносителю в трубках.

Усовершенствование существующих плоских СК возможно через увеличение площади контакта поглощающего материала и трубки с теплоносителем, таким образом, больше тепла будет принимать теплоноситель и быстрее нагреваться, что приводит к увеличению эффективности СК [2].

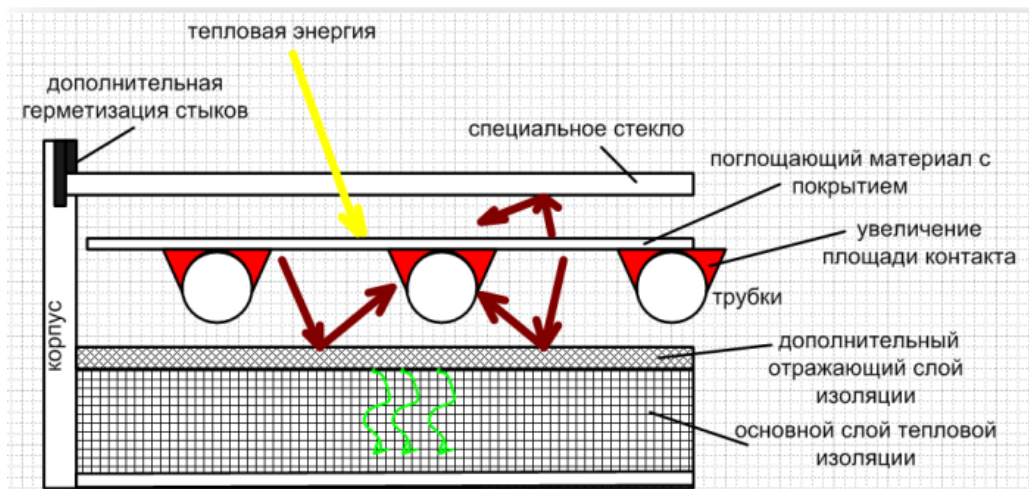


Рисунок 1. Конструкция плоского солнечного коллектора

Фирма Viessman (Германия), выпускающая коллекторы трубчатого и плоского типа, провела на своих собственных образцах исследования, которые показали минимальную разницу КПД данных коллекторов при небольшом температурном перепаде между окружающей средой и коллектором.

Эксплуатация гелиосистем для обеспечения горячего водоснабжения (ГВС) круглый год при позволяющих погодных условиях – наиболее эффективное применение СК в холодном климате: поскольку работать данные установки будут при небольшом перепаде температур, то рентабельно установить плоский СК, который помимо высокого КПД и доступной стоимости прост при монтаже и в эксплуатации, снабжен функцией оттаивания (выпавший на коллектор снег или образовавшаяся наледь можно удалить, нагрев его с помощью тепла из бака), устойчив к воздействию града.

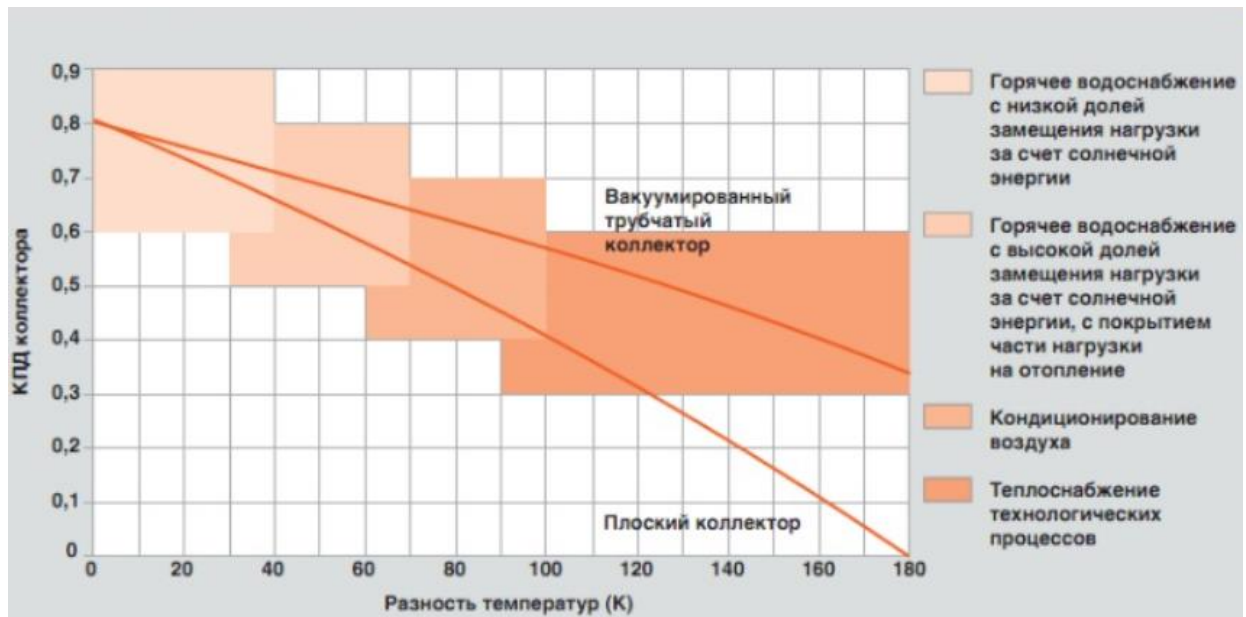


Рисунок 2. Исследования Viessman

Таблица 1.

Стоимость составляющих гелиосистемы для частного дома

№	Наименование	Кол-во	Ед.	Цена, руб.	Сумма, руб
1	Солнечный коллектор «AutoSOLAR»	3	шт	35 500	106 500
2	Насосная группа Tim NG-MK-0101 с расходомером, обратным клапаном и трехходовым смесительным клапаном	1	шт	6 000	6 000
3	Бойлер косвенного нагрева S-TANK P 300	1	шт	59 630	59630
4	Расширительный бак Джилекс, 12л	1	шт	2 760	2 760
5	Трубопроводы и арматура, комплект	1	шт	10000	10000
6	Контроллер ПЛК100/150/154	1	шт	31 620	31 620
7	Система консервации	1	шт	15 000	15 000
8	Годовое обслуживание	1		20 000	20 000
9	Монтаж и пусконаладка	1		30 000	30 000
10	Автоматизация оборудования под конкретного потребителя и условия	1		20 000	20 000
Итого					301 510

Для того, чтобы бесперебойно обеспечить потребителя горячей водой, возможно внедрение в ИТП гелиосистемы. К сожалению, нередко случаются аварийные ситуации или ремонтные работы на тепловых сетях, лишаящих потребителей ГВС. Помимо надежности, использование альтернативной энергии позволит сократить расходы на оплату тепла в сравнении с электрообогревом на 60%, с сжиженным газом – 40% [3].

Показано, что для обеспечения семью из 3-х человек год необходимо оборудование стоимостью 302 т.р. в ценах 2023 г., обеспечивая 300 л горячей воды ежедневно в теплое время года. Период окупаемости от 4 до 8 лет.

Система консервации – техническое решение, позволяющее эффективно эксплуатировать СК в холодном климате.

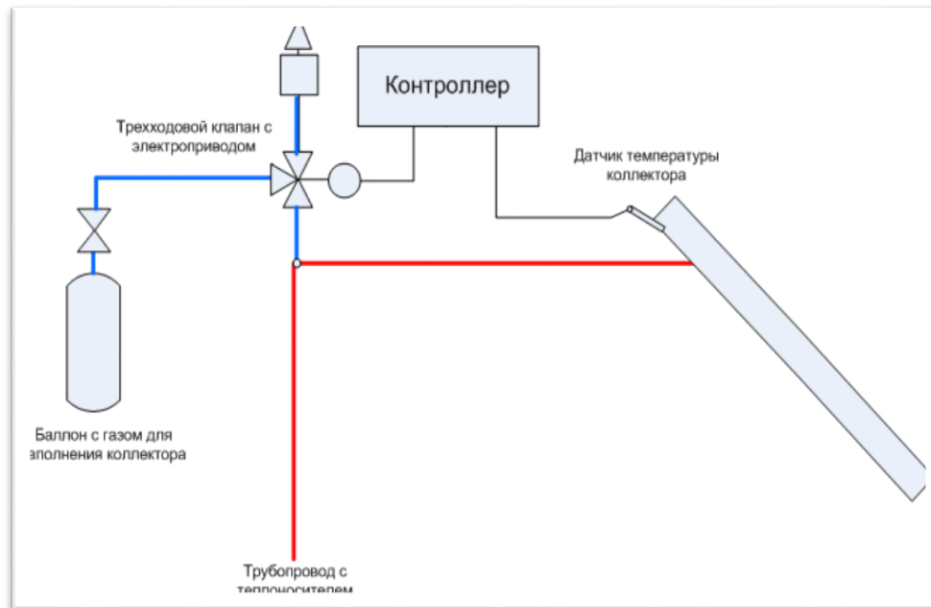


Рисунок 3. Система консервации гелиоустановки

Благодаря полной автоматизации гелиосистемы, при неблагоприятных условиях эксплуатации (низкая эффективная температура) открывается трехходовой клапан, теплоноситель выдавливается давлением в расширительный бак, а контур СК заполняется инертным газом. Тем самым, исключается расгерметизация системы, возможная из-за понижения температуры окружающей среды и повышения вязкости теплоносителя. При наступлении благоприятных условий, трехходовой клапан закрывается, инертный газ уходит в атмосферу, теплоноситель под давлением заполняет контур.

Таким образом, перспектива применения солнечных коллекторов в Сибирском регионе благоприятна при внедрении адаптирующих технических решений для холодного климата.

Список литературы

1. Попель О. С. Климатические данные для возобновляемой энергетики России (база климатических данных) / О. С. Попель, С. Е. Фрид, С. В. Киселева, Ю. Г. Коломиец, Н. В. Лисицкая // учеб. пос. — Москва : МФТИ, 2010. — 105 с. — Текст : непосредственный
2. Книга о Солнце. Руководство по проектированию систем солнечного теплоснабжения [Электронный ресурс] – режим доступа URL: <https://dwgformat.ru/book-review/rukovodstvo-po-proektirovaniyu-sistem-solnechnogo-teplosnabzheniya/> (дата обращения 12.01.2023) – Текст: электронный.
3. Финиченко. А. Ю. Комбинированный метод применения солнечного коллектора и теплового насоса в условиях низких температур / А. Ю. Финиченко, А. П. Полозкова – Текст : непосредственный // Известия Транссиба. – 2022 – №1(49) – С. 103 – 110.

Гених П.А. Костенко М.А., Баженова О.П.

ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И БИОРЕСУРСЫ ОЗ. СОЛЁНОГО (Г. ОМСК)

Ключевые слова: фитопланктон, цианопрокариоты, *Limnospira fusiformis*, биоресурсы, экологическое состояние, оз. Соленое, Омск.

Одна из острейших мировых проблем – дефицит продовольствия. Сложившаяся ситуация требует поиска новых источников продовольствия, относящихся к возобновляемым биоресурсам. Кроме традиционной продукции растениеводства, животноводства, аквакультуры и пр., пристальное внимание уделяется изучению пищевой ценности водорослей, среди которых одно из первых мест занимают цианопрокариоты родов *Arthrospira* и *Limnospira*, широко распространенные в различных водоемах по всему миру.

Питательная ценность этих водорослей давно известна, а в настоящее время их продукция широко используется диетический продукт, биологически активная добавка к пище и входит в состав косметических и лечебно-профилактических препаратов.

При изучении водоемов г. Омска в оз. Солёном, расположенном на юго-восточной окраине городской территории, обнаружена цианопрокариота *Limnospira fusiformis* (Voronichin) Nowicka-Krawczyk, Mühlsteinová et Hauer, вызывающая в летне-осенний период «цветение» воды [1].

Цель – оценка современного экологического состояния озера Соленого (г. Омск) по структурным показателям фитопланктона и характеристика его биоресурсов.

Задачи:

- определить видовой состав и таксономическую структуру фитопланктона;
- выявить закономерности межгодовой динамики видового состава и обилия фитопланктона;
- определить трофический статус и качество воды озера по показателям развития фитопланктона.

Озеро Соленое лежит в небольшой котловине, имеет овальную форму. Длина озера с севера на юг составляет 160 м, с востока на запад – 220 м, площадь – около 0,03 км², наибольшая глубина – 2 м. Озеро относится к Прииртышскому бассейну соляных озер, расположенному между Иртышом и Казахской складчатой страной, под озером залегают мощные отложения соленосной глины [2].

Озеро Соленое выполняет рекреационную функцию, а в начале XX века здесь был курорт, на озере работала водо- и грязелечебница, со временем курортное значение было утрачено [3].

Исследование озера проводилось достаточно регулярно, наиболее подробно – в 2007–2010 гг. [1], при этом особенное внимание уделяли фитопланктону озера, по его показателям оценивали экологическое состояние озера. Видовой состав и структура фитопланктона являются одним из основных показателей состояния водных экосистем: водоросли быстро реагируют на изменение экологических условий и являются хорошими индикаторами состояния водных объектов [1].

В последние годы экологическое состояние озера значительно ухудшилось, оно обмелело, вода приобрела гнилостный запах и низкую прозрачность.

Сообщение основано на результатах гидроэкологических исследований в июне 2021 и 2022 гг. В 2021 г. работу проводили на субсидию, выделенную Минприроды Омской области Детскому экологическому центру.

Обработку проб фитопланктона осуществляли общепринятыми методами [1]. Подсчет клеток водорослей проводили в двух параллелях в камере Горяева на световом микроскопе Euler Professor 770T. Оценку трофического статуса и качества воды озера проводили по показателю

биомассы. Таксономический список водорослей составлен с учетом современных систематических преобразований. Химический анализ воды был проведен на базе аккредитованной лаборатории Омского ГАУ. Гидрохимическая классификация озера проведена по О.А. Алекину.

Пробы воды озера – зеленовато-желтого цвета, с гнилостным запахом. Донные отложения черного цвета, пластичные с запахом сероводорода. В состав грязевого слоя прибрежной зоны входил песок. Температура воды – 22 °С, глубина посередине водоема – 1,25 м, прозрачность воды низкая – 40 см. Прибрежная полоса покрыта небольшой травянистой растительностью.

Вода в озере относится к слабо-щелочным, солоноватым, классу сульфатных вод, группе кальция, II типу. Гидрохимический анализ показал значительное изменение параметров водной среды по сравнению с 2008 г.: произошло снижение активной реакции воды (рН), класс вод изменился – гидрокарбонатный сменился на сульфатный. По большинству гидрохимических показателей установлено превышение ПДК, а показатель химического потребления кислорода (ХПК) превышен в 12 раз. Этот показатель считают одним из самых информативных при загрязнении вод деятельностью человека, при его повышении тратится кислород, что становится причиной массовой гибели живых организмов.

Фитопланктон озера Соленого в июне 2021–2022 гг. характеризуется исключительно бедным видовым составом. В 2021 г. было идентифицировано 5 видов водорослей, относящихся к 4 отделам: Cyanoprokaryota (*L. fusiformis*), Euglenophyta (*Euglena agilis* Cart.), Bacillariophyta (*Ulnaria ulna* (Nitzsch) Comp.), Chlorophyta (*Oocystis marssonii* Lemm., *Tetrastrum* (Chod.) sp) [4]. В 2022 г. – 8 видов водорослей из 3 отделов: Cyanoprokaryota – 4, Euglenophyta – 1, Cryptophyta – 2, Bacillariophyta – 3. Кроме того в планктоне были найдены не идентифицированные коккоидные виды диаметром 5–10 мкм, вероятно, из отдела Chlorophyta (Зеленые водоросли).

По-прежнему в озере обильно развивается *L. fusiformis*, ее численность колеблется в пределах 190–460 тыс. трихомов/л. Из других цианопрокариот в июне 2022 г. довольно интенсивно вегетирует *Synechocystis aquatilis* Sauv. (10–370 тыс. кл./л), изредка встречается *Planktolyngbya limnetica* (Lemm.) Kom.-Legn. et Cronb. Впервые в озере найдена цианопрокариота *Synechococcus salinarum* Komárek, ее численность на некоторых станциях может достигать 240 тыс. кл./л.

Эвгленовые водоросли представлены *Euglena agilis* Carter, впервые найденной в озере в июне 2021 г. [4]. Численность эвглениды в июне 2022 г., в отличие от предыдущего года, невысокая, на двух станциях она достигала 40–50 тыс. кл./л и только на одной поднималась до 240 тыс. кл./л. Вегетация этого вида в оз. Соленом обусловлена повышенным уровнем загрязнения легко растворимыми органическими веществами, поглощение которых является характерным для фитофлагеллят.

В 2022 г. функциональное место *Euglena agilis* в озере начали замещать другие виды фитофлагеллят из отдела Cryptophyta – криптомонады *Cryptomonas erosa* Ehr. и *C. marssonii* Skuja. Численность криптомонад на разных станциях колебалась от 220 тыс. кл./л. до 1 млн кл./л., они сразу вошли в число доминантов, уступая только *L. fusiformis*. Диатомовые водоросли представлены случайно-планктонными видами из родов *Ulnaria*, *Navicula* и *Cymbella*.

Численность и биомасса фитопланктона оз. Соленого на разных станциях отбора в июне 2021 г. колебалась в широких пределах (таблица 1).

В июне 2022 г. обилие фитопланктона так же, как и в 2021 г. колебалось в достаточно широких пределах. В формирование общей численности фитопланктона значительный вклад, наряду с цианопрокариотами, вносили криптомонады, на некоторых станциях доля их численности даже превышала половину общей. Биомасса фитопланктона формируется, главным образом, *L. fusiformis*. Из-за мелкоклеточности видов других цианопрокариот, а также криптомонад, их вклад в общую биомассу фитопланктона незначителен (таблица 2).

Трофический статус озера соответствовал категории политрофных вод, качество воды – 4 классу «загрязненные воды», разряду «сильно загрязненная». По сравнению с летом 2008 г. показатели численности и биомассы фитопланктона озера существенно снизились: численность более чем в 4 раза, а биомасса – на порядок.

Таблица 1.

Численность и биомасса фитопланктона оз. Соленого, июнь 2021 г.

Номер станции	Общая численность, млн кл./л	Общая биомасса, г/м ³	Численность, % биомасса, %			
			Цуанопрокэриоты	Эвгленовидные	Вакиллиариоты	Хлорофиты
1	1,02	17,84	17,65	21,57	–	60,78
			91,01	4,02		4,97
2	0,49	8,05	16,33	20,41	–	63,27
			89,62	4,05		6,33
3	2,73	58,88	22,34	20,15	0,37	57,14
			93,45	3,05	0,25	3,25
4	1,59	19,24	11,95	14,47	–	73,58
			89,05	3,88		7,04
5	1,59	11,44	6,92	10,06	–	83,02
			86,77	4,56		8,67
В среднем	1,48 ±0,58	23,03 ±8,89	15,04	17,33	0,07	67,56
			89,98	3,91	0,08	6,05

Таким образом, исследования, проведенные в 2021-2022 гг. показали значительное ухудшение состояния объекта: озеро обмелело, вода приобрела гнилостный запах и имеет низкую прозрачность. Химический анализ воды свидетельствовал об изменении водной среды водоема, снизилась численность и биомасса фитопланктона, а видовой состав водорослей сократился в десятки раз.

Таблица 2.

Численность и биомасса фитопланктона оз. Соленого, июнь 2022 г.

Номер станции	Общая численность, млн кл./л	Общая биомасса, г/м ³	Численность, % биомасса, %			
			Цуанопрокэриоты	Эвгленовидные	Криптофиты	Прочие
1	0,85	29,94	48,24	–	37,64	14,12
			99,44		0,35	0,21
2	0,56	25,33	60,71	–	–	39,29
			99,72			0,28
3	1,35	36,52	47,41	2,96	42,96	6,67
			98,99	0,36	0,52	0,13
4	0,88	17,47	30,68	5,68	53,41	10,23
			98,15	0,93	0,89	0,03
5	1,89	42,63	32,27	12,70	53,44	1,59
			97,37	1,84	0,77	0,02
В среднем	1,11±0,41	30,38±7,36	43,86	4,27	37,49	14,38
			98,73	0,63	0,51	0,13

Активно идет сукцессия видового состава фитопланктона озера, в 2021 г. в нем вегетировали эвглениды, а в 2022 г. уже вошли другие виды фиитофлагеллят – криптомонады, способные к поглощению легко растворимых органических веществ и являющиеся обычными обитателями загрязненных мезосапробных вод. Вероятно, эти процессы связаны не только с усилением

антропогенного воздействия на этот городской водоем, но и с продолжающимся засушливым периодом в регионе.

Наиболее негативным последствием ухудшения экологического состояния озера Соленого является снижение вегетации в нем ценного возобновляемого биоресурса – *Limnospira fusiformis*. Поэтому важнейшей природоохранной задачей является не только мониторинг состояния оз. Соленого, но и перевод его в категорию особо охраняемых природных территорий. Наиболее приемлемым решением по сохранению этого уникального водного объекта является его перевод в систему ООПТ регионального значения в статусе природного рекреационного комплекса.

Список литературы

1. Баженова О.П., Коновалова О.А. Фитопланктон озера Соленого (г. Омск) как перспективный источник биоресурсов // Сибирский экологический журнал. – 2012. – № 3. – С. 375–382.
2. Дзенс-Литовский А.И. Соляные озера СССР и их минеральные богатства. – Л.: Наука, 1968. – 118 с.
3. Стецев И.В. Прошлое и настоящее озера Карьер – гидрологического памятника природы // Природа и природопользование на рубеже XXI века: матер. межрегион. науч.-практ. конф. Омск: ОмГПУ, 1999. – С. 124–125.
4. Баженова О.П., Гених П.А., Костенко М.А. Современное экологическое состояние озера Соленого (г. Омск) // Экологические чтения – 2022 [Электронный ресурс]: матер. XIII Национ. науч.-практ. конф. (с междунар. участием), Омск, 9 июня 2022 г. / Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ. – 2022. – С. 36–42. – Режим доступа: <https://e-journal.omgau.ru/images/conf/eko150722/sbornikeko150722.pdf>.

Гольцова К.В.

ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск

НЕОБХОДИМОСТЬ ОТВЕДЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ВОД С ТЕРРИТОРИИ АЭРОПОРТА

Ключевые слова: противогололедные материалы (ПГМ), взлетно-посадочная полоса, дренажная система, очистные сооружения, биохимическое потребление кислорода, химическое потребление кислорода, нефтеловушки, этиленгликоль.

В холодный период на взлетно-посадочной полосе происходит образование льда, который влияет на безопасность обслуживающего персонала и приводит к увеличению тормозного пути у воздушных транспортных средств из-за уменьшения трения. Для безаварийной работы летного поля коэффициент сцепления должен составлять не менее 0,3. В случае уменьшения коэффициента взлетно-посадочная полоса не пригодна для посадки и взлета. [1]

Для борьбы с обледенением используются следующие способы:

- размещение греющих контуров;
- очистка от снега с использованием спецтехники;
- обработки противообледенительным реагентом.

Ранее для избавления от снега и льда на асфальтобетонных покрытиях применялись в основном фрикционные материалы: песок, щебень, шлак и т.п. Не менее популярным фрикционным материалом являются соли на основе кальция, натрия, магния в смеси с модификаторами для снижения коррозионной активности вещества, тем не менее применение соли влечет за собой ущерб городскому хозяйству из-за коррозии металлоконструкций, гибели газонов и зеленых насаждений, отравления биосреды водоемов.

Принято решение отказаться от технической соли и перейти к применению безопасных противогололедных материалов на основе этиленгликоля (ЭГ, бесцветная маслянистая жидкость, двухатомный алифатический спирт), который широко используется как для обработки взлетно-посадочных полос в аэропортах для повышения коэффициента сцепления между шасси и покрытием взлетно-посадочной полосы, так и для обработки корпуса самолета для предотвращения обледенения во время полета на высоте.

Широкое использование ЭГ обусловлено рядом физико-химических свойств:

- возможный температурный интервал применения;
- влияние на сцепление покрытия ВПП с шасси самолета;
- коррозионная активность;
- плавящая способность;
- минимальная температура начала кристаллизации.

После использования ЭГ оно попадает на поверхность почвы и в грунтовые воды, что пагубно влияет на растения и животных. Со временем в результате разрушения могут образовываться кислоты, разъедающие поверхности, приводящие к значительному ущербу окружающей природной среды [2].

Для предотвращения негативных последствий ЭГ на природную среду необходимо использовать дренажные системы в объектах транспортной инфраструктуры [3].

На примере аэропорта Толмачево г. Новосибирска спроектирована закрытая дренажная система для сбора поверхностных вод. Поскольку воды загрязнены специфическими загрязняющими веществами с токсичными свойствами или органическими веществами, обуславливающими высокие значения показателей ХПК, а также нефтепродуктами, СПАВ, тяжелыми металлами, аммонийным азотом, фосфором фосфатов, требуется предусматривать их очистку [2].

Состав снега очень разнообразен, показатели качества талого снега непостоянны и меняются в зависимости от места его сбора и декады зимнего периода. Эффективность работы очистных сооружений на прямую зависит от вида применяемых реагентов для таяния снега.

Очистные сооружения проектируются на среднюю концентрацию загрязнений, но загрязнения в зимний период выше среднеарифметического значения, поэтому требуется проектирование очистных сооружений по концентрации загрязнений талого стока с учетом нефтепродуктов, сажи и металлической стружки, вызывающих трудности в процессе очистки.

Одним из способов удаления органических веществ является применение биологической очистки активным илом со специфической микрофлорой. В аэропорту предусмотрены очистные сооружения из 3 блоков: решетки, нефтеловушки, сорбционный фильтр и лампы УФ-излучения для обеззараживания [4, 5].

Проектирование дренажных систем атмосферных вод с территорий аэропортов позволит снизить негативное воздействие ЭГ и других загрязняющих веществ на окружающую природную среду и улучшить экологическую обстановку в целом.

Список литературы

1. ВСП 32-03-04 МО РФ Инструкция по проектированию водоотводных и дренажных систем на летных полях постоянных аэродромов: Министерство обороны СССР. – М., 2004 год [Электронный источник]/ <http://gostrf.com/normadata /1/4293796/4293796550.pdf> (дата обращения 25.05.2022)
2. Гольцова К.В., Корчевская Ю.В. Необходимость отведения атмосферных вод с территории аэропорта. В сб.: Рациональное использование природных ресурсов: теория, практика и региональные проблемы. Материалы II Всероссийской (национальной) конференции. Омск, 2022. С. 118-120. URL: <https://elibrary.ru /item.asp? id=48995090> (дата обращения 07.10.2022)
3. Кадысева, А.А. Водоотведение и очистка сточных вод: учебное пособие / А. А. Кадысева. – Омск : Омский ГАУ, [б. г.]. – Часть 1 : Водоотведение – 2014. – 112 с. – ISBN 978-5-89764-438-4. – Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/ book/64856> (дата обращения: 18.10.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Лесечко А.С., Курбатова А.И. Особенности технологической схемы очистки ливневых стоков в аэропортах // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2016. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-tehnologicheskoy-shemy-ochistki-livnevyyh-stokov-v-aeroportah> (дата обращения: 25.05.2022).
5. Шлёкова, И.Ю. Сточные воды: состав, свойства, методы и схемы очистки: учебное пособие / И. Ю. Шлёкова, А. И. Кныш. – Омск: Омский ГАУ, 2020. – 93 с. – ISBN 978-5-89764-858-0. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/ book/136160> (дата обращения: 18.10.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

Резанов Е.М., Коршунова В.В.

Омский государственный университет путей сообщения

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Ключевые слова: температура, испаритель, компрессор, бойлер, дроссель, затраты.

Применение вторичного источника энергетических ресурсов представляется одним из наиболее перспективных путей экономии [1-4], например тепловой насос (ТН) способствует сбережению энергоресурсов, защите экологии и дополнительному стимулированию получения тепловой энергии, а в системе «отопление, вентиляция» демонстрирует технико-экономическую эффективность [1-6].

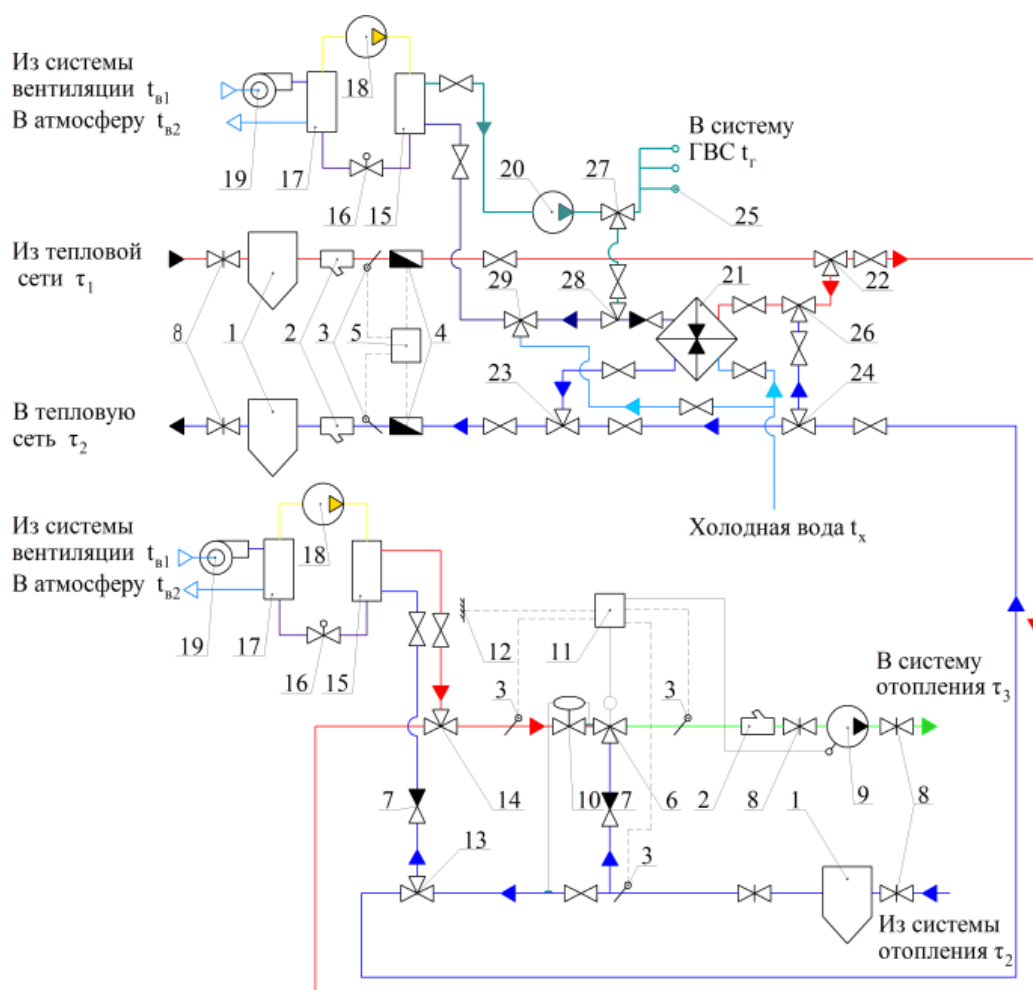


Рисунок 1. Схема регулирования системы отопления и горячего водоснабжения в индивидуальном тепловом пункте здания с тепловыми насосами:

- 1 – грязевик; 2 – фильтр; 3 – преобразователь температуры; 4 – расходомер; 5 – тепловой вычислитель;
- 6, 13, 14, 22, 23, 24, 26, 27, 29 – клапаны трехходовые; 7 – клапан обратный;
- 8 – арматура; 9 – группа насосов; 10 – регулятор давления; 11 – регулятор температуры;
- 12 – преобразователь температуры воздуха; 15 – бойлер (конденсатор);
- 16 – дросселирующее устройство; 17 – испаритель; 18 – компрессор; 19 – вентилятор;
- 20 – насос горячего водоснабжения; 21 – теплообменник горячего водоснабжения;
- 25 – потребители горячего водоснабжения; 28 – двухходовой регулирующие клапаны.

Первое время ТН применялся в основном для кондиционирования воздуха, поскольку система способствовала обеспечению расчетной отопительной мощности, удовлетворяющей потребность в тепловой энергии в зимний период. Но технические характеристики данного оборудования быстро меняются: сейчас тепловые насосы применяются в системах теплоснабжения (отопление и горячее водоснабжение, рисунок 1). Главным влиянием на эффективность тепловой работы и экономичность ТН оказывает тип агента, циркулирующего в рабочем контуре насоса [1-9].

Основным для агента (хладагента) является обоснованный выбор температуры кипения в испарителе при требуемых давлениях. Необходимо, с одной стороны, создать требуемый для осуществления тепломассообмена перепад температур между агентом и энергоносителем, а с другой – сэкономить материальные ресурсы на испаритель, компрессор и конденсатор (бойлер) [6-8]. Поэтому для повышения эффективности тепловой работы ТН в системах теплотребления целесообразно рассчитывать оптимальную температуру агента на входе в испаритель, что может способствовать уменьшению площади теплообмена испарителя (из-за увеличения перепада температуры между источником тепловой энергии и агентом), а также уменьшению используемой компрессором электрической энергии из-за снижения степени сжатия.

Значение оптимальной температуры агента на входе в испаритель для конкретной температуры вентиляционных выбросов воздуха здания и требуемой мощности отопления или горячего водоснабжения можно найти из суммарных затрат на «ТН» $Z_{ТН}$ (руб./год):

$$\frac{\partial Z_{ТН}}{\partial t'_a} = C_{и} \frac{\partial F_{и}}{\partial t'_a} + C_{б} \frac{\partial F_{б}}{\partial t'_a} = 0, \quad (1)$$

$$C_{и} = C_{э} \tau \Delta N_{в} + (\Pi + P_{и})(\Pi_{и} C_{т.д}^B \tau Z_{в} \Delta N_{в}), \quad (2)$$

$$C_{б} = C_{э} \tau (\Delta N_{к} + \Delta N_{н}) + (\Pi + P_{и})[\Pi_{б} + (C_{т.д}^K Z_{к} \Delta N_{к} + C_{т.д}^H Z_{н} \Delta N_{н}) \tau], \quad (3)$$

$$F_{и} = \frac{\eta_{и} V_{в} (C_{в}' t'_a - C_{в}'' t''_a)}{K_{и} \Delta t_{и} \zeta_{и}}, \quad (4)$$

$$F_{б} = \frac{\eta_{б} G_{в} (C_{г} t_{г} - C_{х} t_{х})}{K_{б} \Delta t_{б} \zeta_{б}}, \quad (5)$$

$$\Delta t_{и} = A_{и} (t''_a - t'_a) + B_{и} [t'_a - (t''_a - \delta t_{а}^{иК})], \quad (6)$$

$$\Delta t_{б} = A_{б} (k_g (t'_a + \delta t_{а}^{д.и}) + \delta t_{а}^{д.б} - t_{х}) + B_{б} (t''_a - t_{г}), \quad (7)$$

где t'_a – температура агента на входе в испаритель, °С;

$C_{и}, C_{б}$ – стоимость тепломассообмена испарителя, бойлера, руб./м²год;

$F_{и}, F_{б}$ – поверхность нагрева испарителя, бойлера, м²;

$C_{э}$ – цена электрической энергии, руб./(Втс);

τ – время работы ТН, с/год;

$\Delta N_{в}$ – мощность вентилятора испарителя, Вт/м²;

$\Delta N_{к}$ – мощность компрессора, Вт/м²;

$\Delta N_{н}$ – мощность насоса, Вт/м²;

Π – норма отчислений на амортизацию в год;

$P_{и}$ – коэффициент эффективности инвестиций в год;

$\Pi_{и}, \Pi_{б}$ – капитальные вложения в испарителе и бойлера, руб./м²;

$C_{т.д}^B, C_{т.д}^K, C_{т.д}^H$ – стоимость машин (вентилятор, компрессор, насос), руб./(Вт с);

$Z_{в}, Z_{к}, Z_{н}$ – коэффициенты запаса вентилятора, компрессора, насоса;

$\eta_{и}$ – коэффициент, учитывающий потери тепла в испарителе;

$V_{в}$ – расход воздуха из системы вентиляции здания, м³/с;

$C_{в}', C_{в}''$ – средние теплоемкости воздуха перед и после испарителя, Дж/м³°С;

t'_B, t''_B – средние температуры воздуха перед и после из испарителя, °С;

$K_{и}$ – коэффициент теплопередачи испарителя, Вт/м²°С;

$\Delta t_{и}$ – средний температурный напор в испарителе, °С;

$\xi_{и}$ – поправочный коэффициент при сплошной схеме теплообмена в испарителе;

$\eta_б$ – коэффициент, учитывающий потери тепла в бойлере;

$G_в$ – расход нагреваемой воды, м³/с;

$C_г, t_г$ – средняя теплоемкость и температура воды на выходе из бойлера, Дж/м³°С, °С, соответственно;

$C_х, t_х$ – средняя теплоемкость и температура воды на входе в бойлер, Дж/м³°С, °С, соответственно;

$K_б$ – коэффициент теплопередачи бойлера, Вт/м²°С;

$\Delta t_б$ – средний температурный напор в бойлере, °С;

$\xi_б$ – поправочный коэффициент при сплошной схеме теплообмена в бойлере;

t'_a, t''_a – температуры агента на входе в испаритель и компрессор, °С;

$\delta t_{а}^{нк}$ – падение температуры агента на пути от испарителя до компрессора, °С;

$A_{и}, B_{и}$ – коэффициенты теплообмена в испарителе, в зависимости от соотношения $(t''_г - t'_B)/(t'_г - t''_B)$ имеют численные значения: при $(t''_г - t'_B)/(t'_г - t''_B) = 1 \div 3$ коэффициенты равны $A_{и} = 0,43, B_{и} = 0,57$, при $(t''_г - t'_B)/(t'_г - t''_B) = 3 \div 6$ коэффициенты равны $A_{и} = 0,35, B_{и} = 0,73$;

$k_г$ – степень дросселирования;

$\delta t_{а}^{д.б}, \delta t_{а}^{д.и}$ – падение температуры агента на пути от бойлера к дросселю и от дросселя к испарителю, °С;

$A_б, B_б$ – коэффициенты теплообмена в бойлере в зависимости от соотношения $(t'_a - t_х)/(t''_a - t_г)$ имеют численные значения: при $(t'_a - t_х)/(t''_a - t_г) = 1 \div 3$ коэффициенты равны $A_б = 0,43, B_б = 0,57$, при $(t'_a - t_х)/(t''_a - t_г) = 3 \div 6$ коэффициенты равны $A_б = 0,35, B_б = 0,73$;

t'_a, t''_a – температуры агента перед дросселем и бойлером, °С.

Решение уравнения (1) представляется в виде:

$$a(t'_a)^2 + bt'_a + c = 0, \quad (8)$$

$$t'_{а.опт} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \quad (9)$$

$$a = C_{и} \eta_{и} V_{в} (C'_{в} t'_B - C''_{в} t''_B) K_{и} A_{и} \xi_{и} (K_б \xi_б A_б k_г)^2 - C_б \eta_б G_в (C_г t_г - C_х t_х) K_б \xi_б A_б k_г (K_{и} A_{и} \xi_{и})^2, \quad (10)$$

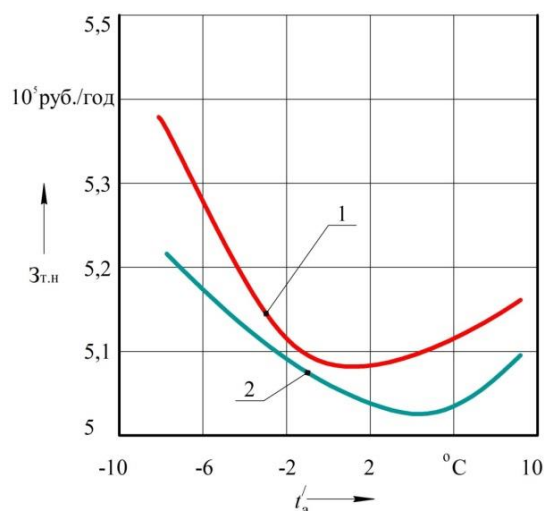
$$b = 2K_б \xi_б A_б k_г K_{и} A_{и} \xi_{и} [C_{и} \eta_{и} V_{в} (C'_{в} t'_B - C''_{в} t''_B) K_б \xi_б [A_б (k_г t'_a + n) + B_б (t''_a - t_г) + C_б \eta_б G_в (C_г t_г - C_х t_х) K_{и} \xi_{и} [A_{и} t''_B + B_{и} t'_B - t'_a + \delta t_{а}^{нк}]]], \quad (11)$$

$$c = C_{и} \eta_{и} V_{в} (C'_{в} t'_B - C''_{в} t''_B) K_{и} A_{и} \xi_{и} (K_б \xi_б [A_б (k_г t'_a + k_г \delta t_{а}^{д.и} + \delta t_{а}^{д.б} - t_х) + B_б (t''_a - t_г)])^2 - C_б \eta_б G_в (C_г t_г - C_х t_х) K_б \xi_б A_б k_г (K_{и} \xi_{и} [A_{и} t''_B + B_{и} t'_B - t'_a + \delta t_{а}^{нк}])^2, \quad (12)$$

где $t'_{а.опт}$ – оптимальная температура агента на входе в испаритель, °С.

Расчет оптимального значения температуры агента перед испарителем, содействует получению наилучших технико-экономических показателей теплового насоса.

Численные исследования влияния температуры агента на входе в испаритель, показали: снижаются суммарные затрат на ТН для систем отопления $Z_{от.н}$ и горячего водоснабжения $Z_{гвс.н}$ (рисунок 2).

Рисунок 2. Зависимость $Z_{т.н}$ от t'_a

$$1 - Z_{т.н}^{\circ} = f(t'_a) ; 2 - Z_{т.н}^{ГВС} = f(t'_a)$$

Анализ вычислительного эксперимента показал, что оптимальная температура агента перед испарителем ТН в системе отопления $0,4^{\circ}\text{C}$ и горячего водоснабжения $4,6^{\circ}\text{C}$.

Список литературы

1. Chang, K. Simulation and preliminary experimental study on the sea water source tandem heat pumps / K. Chang etc. – Text // Oceans – Yeosu, 21-24 May 2012, Yeosu, South Korea. – [s. n.]: IEEE, 2012. – P. 1-5.
2. Кадцын, И.И. Исследование теплофизических характеристик грунтов города Омска для проектирования геотермальных зондов / И. И. Кадцын, А. П. Стариков, В. Р. Ведрученко – Текст // Известия Транссиба. – 2020. – № 3(43). – С. 128-139.
3. Lee, J. Characterization of groundwater temperature obtained from the Korean national groundwater monitoring stations: Implications for heat pumps / J. Lee, J. Hahn – Text // Journal of Hydrology. – 2006. – V. 329. – P. 514-526.
4. Xiao, Q. The impact of winter heating on air pollution in china / Q. Xiao, Z. Ma, S. Li, Y. Liu – Text // Plos one journal. – 2015. – № 10. – 11 p.
5. Liu, S. Analysis on Several Heat Pump Applications in Large Public Buildings / S. Liu etc. – Text // Journal of Building Construction and Planning Research Technology. – 2015. – № 3. – P. 136 - 148.
6. Ерохин, Ф.А. Эксплуатация и управление теплонасосной установкой типа «грунт-вода» филиала МЭИ в г. Волжском / Ф. А. Ерохин, И. А. Болдырев – Текст // Альтернативная энергетика и экология. – 2015. – № 17–18. – С. 54-58.
7. Zhu, N. Performance analysis of ground water-source heat pump system with improved control strategies for building retrofit / N. Zhu etc. – Text // Renewable Energy. – 2015. – V. 80. – P. 324-330.
8. Yj, N. Numerical simulation of ground heat and water transfer for groundwater heat pump system based on real-scale experiment / N. Yj, R. Ooka – Text // Energy and Buildings. – 2010. – V. 42. – P. 69-75.
9. Schibuola, L. Experimental analysis of the performances of a surface water source heat pump / L. Schibuola, M. Scarpa – Text // Energy and Buildings – 2015. – V. 113. – P. 182-188.

Кейн А.А., Мухин В.А., Проскура А.Г.

ФГАОУ ВС «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского», г. Омск

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЯДА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ИНГИБИТОРОВ В СОЖ ДЛЯ СТАЛИ И ЧУГУНА В ЦЕЛЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Ключевые слова: импортозамещение, смазочно-охлаждающая жидкость, ингибитор, сталь, чугун, граничное сопротивление, электрод.

Экологическое благополучие в современном мире тесно связано с решением проблем в области защиты металлических конструкций от коррозии. При этом для устранения коррозионных разрушений наиболее простым и дешевым способом является применение ингибиторов, в частности в составе смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) при металлообработке.

Проведено сравнение эффективности отечественных и зарубежных ингибиторов для СОЖ методом измерения граничного сопротивления [1, 2] для стали 10 и чугуна СЧ 12-28. В всех случаях проводилось по три параллельных измерения с последующей статистической обработкой. Полученные данные сведены в таблицы 1 и 2. Величины pH для всех исследованных ингибиторов находятся в пределах 9,4 – 9,6 и варьируются в пределах ошибки измерения.

Для исследования коррозионной агрессивности образцов готовили 3% раствор вододисперсионной СОЖ на водопроводной воде постоянного состава. При этом зарубежные и российские образцы содержали аналогичные соединения.

Таблица 1.

Электрохимические характеристики исследуемых образцов для электрода сталь 10

Наименование	Страна	$E_{ср}$, мВ	$I_{ср}$, мкА	$R_{яч,ср}$, кОм	$R_{р-ра}$, Ом	$R_{г,ср}$, кОм*см ²	pH
База	Россия 1	92,1	1,08	85,01	4,28	425 ± 18	9,56
Amine O	Германия	101,0	0,91	111,20	4,43	556 ± 32	9,52
Fore Im	Россия 2	116,6	1,48	79,15	4,91	396 ± 35	9,40
Oleyl amine	Китай	142,9	1,33	107,69	3,81	538 ± 48	9,55
Armeen OL	Швеция	82,9	0,74	112,02	3,88	560 ± 45	9,50
Олеамид	Россия 3	89,7	0,63	141,55	5,26	708 ± 33	9,39
Амины C ₁₀ -C ₁₄	Россия 4	101,6	0,76	134,09	4,71	670 ± 34	9,52

Таблица 2.

Электрохимические характеристики исследуемых образцов для электрода чугун СЧ 12-28

Наименование	Страна	$E_{ср}$, мВ	$I_{ср}$, мкА	$R_{яч,ср}$, кОм	$R_{р-ра}$, Ом	$R_{г,ср}$, кОм*см ²	pH
База	Россия 1	69,2	0,62	112,19	4,28	561 ± 25	9,56
Amine O	Германия	71,4	0,59	120,59	4,43	603 ± 33	9,52
Fore Im	Россия 2	75,6	0,65	116,34	4,91	582 ± 21	9,40
Oleyl amine	Китай	92,2	0,74	124,31	3,81	621 ± 18	9,55
Armeen OL	Швеция	86,8	0,63	137,08	3,88	680 ± 11	9,50
Олеамид	Россия 3	88,0	0,60	146,96	5,26	734 ± 32	9,39
Амины C ₁₀ -C ₁₄	Россия 4	90,7	0,65	139,79	4,71	698 ± 44	9,52

В шести представленных образцах содержалось по $3 \cdot 10^{-4}$ % действующего вещества. Базовый образец вместо ингибитора содержит такое же количество индустриального масла.

Полученные значения граничного сопротивления в среднем находятся в пределах от 396 до 708 $\text{кОм}\cdot\text{см}^2$. Из всех ингибиторов российский Олеамид оказывает наибольшее защитное действие по отношению к стали 10, действующим веществом является N, N-бис(2-гидроксиэтил)амид, который хорошо адсорбируется на сплаве, замедляя катодный и анодный коррозионные процессы (см. рисунок 1).

Показано, что российские ингибиторы на 6% эффективнее зарубежных образцов: граничные сопротивления показатели на чугуне существенно выше, чем на стали. Так для базового раствора 561 $\text{кОм}\cdot\text{см}^2$, в то время как для стали базовый образец показал себя менее эффективно (425 $\text{кОм}\cdot\text{см}^2$). Лучшими ингибиторами коррозии для обоих рассматриваемых сплавов являются российские Олеамид и Амины $\text{C}_{10}\text{-C}_{14}$. Для выяснения механизма действия ингибиторов сняты потенциодинамические поляризационные кривые (см. рисунок 1).

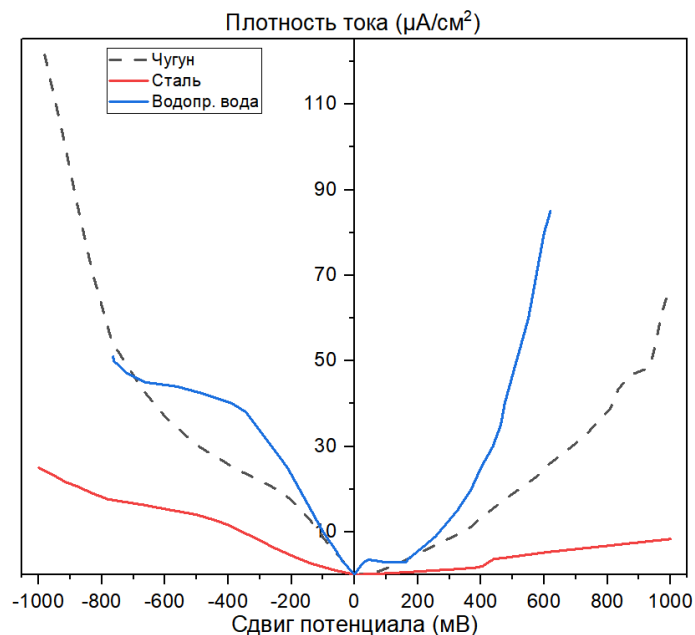


Рисунок 1. Условные поляризационные кривые для стали и чугуна с ингибитором Олеамид в сравнении с водопроводной водой

Как следует из рисунка 1, Олеамид замедляет катодный и анодный процессы как для стали, так и для чугуна. Чугун в основном менее устойчив, чем сталь, так как его стандартный потенциал в растворе ингибитора сдвинут больше в отрицательную область.

Вывод: ингибиторы российского производства не уступают зарубежным по антикоррозионным свойствам и вполне пригодны для импортозамещения.

Список литературы

1. Мухин В.А., Бутакова Ю.А. Кузнецова О.П., Петров А.Г., Проскура А.Г. Экспресс-методика сравнения относительной эффективности ингибиторов для слабощелочных смазочно-охлаждающих жидкостей // Вестн. Ом. ун-та. 2015. №3. С. 52-54.

2. Датчик определения относительной коррозионной агрессивности нейтральных и слабощелочных растворов: пат. 154370 Рос. Федерация: G01N 17/02 / Мухин В.А., Кузин А.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского». N 2015117002/28; заявл. 05.05.15; опубл. 20.08.15, Бюл. № 23.

Анциферова А.И.

ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск

ВОДОТВОДНЫЕ ЛОТКИ КАК ПРИРОДООХРАННОЕ МЕРОПРИЯТИЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ В ВОДООХРАННОЙ ЗОНЕ

Ключевые слова: инженерно-экологические изыскания, загрязняющие вещества, загрязнение почв, водоотводные лотки, водоохранная зона.

Обязательной частью градостроительной деятельности является выполнение инженерных изысканий, обеспечивающих комплексное изучение природных условий территории и факторов техногенного воздействия на территорию объектов капитального строительства. Основные виды инженерных изысканий: инженерно-геодезические; инженерно-геологические; инженерно-экологические и др. [1].

Рассматриваемый объект капитального строительства – автомобильная дорога в проекте по строительству крупнотоннажных морских сооружений – располагается в Кольском районе Мурманской области. Автомобильную дорогу пересекают два ручья, которые относятся к категории малых, с площадью водосборов, не превышающей 2 км². После пересечения дороги ручьи сливаются и одним источником впадают в Кольский залив Баренцева моря, который имеет особо ценное рыбохозяйственное значение. В соответствии с требованиями Водного кодекса РФ, в границах прибрежных зон ручья размер водоохранной зоны составляет 50 м [2].

Таким образом, автомобильная дорога расположена в водоохранной зоне, в границах которой допускается деятельность в соответствии с водным законодательством и законодательством в области охраны окружающей среды [2].

В качестве мероприятий по снижению негативного воздействия от эксплуатации автомобильной дороги на компоненты окружающей среды, проектной документацией предусмотрены водоотводные устройства (рисунок 1).



Рисунок 1. Размещение железобетонных водоотводных лотков автомобильной дороги в водоохранной зоне

Водоотводные устройства представлены железобетонными лотками закрытого типа (рисунок 2) и лотками по низу откоса автомобильной дороги.

Сточные воды от автомобильной дороги отводятся в приемники, расположенные за пределами водоохранной зоны. Площадь проведения инженерно-экологических изысканий составила около 5,5 га. В настоящее время автодорога находится в эксплуатации около одного года.

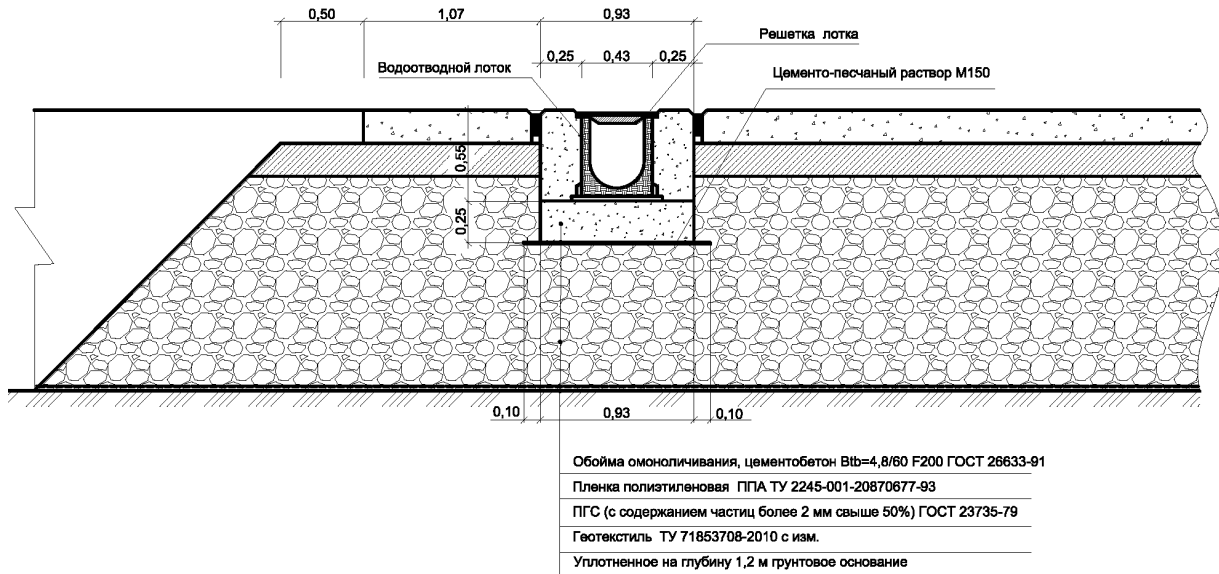


Рисунок 2. Конструкция лотка закрытого типа [3]

Состояние природной среды оценивалось по результатам лабораторных исследований загрязненности образцов почв, поверхностных и подземных вод, донных отложений.

В объем исследуемых показателей входили: цинк, медь, никель, кадмий, ртуть, бенз(а)пирен и нефтепродукты.

Максимальное содержание загрязняющих веществ (мг/кг) в образцах, отобранных до и после строительства соответственно, составило: по цинку 57,6 и 40,95; по меди 24,7 и 24,64; по никелю 30,2 и 13,24; по кадмию 0,05 и 0,3; по ртути 0,165 и 0,017; по бенз(а)пирену 0,004 и менее 0,005. Полученные результаты сравнивались с предельно допустимыми значениями (ПДК) и ОДК химических веществ в почве [4]. В пробах, отобранных до начала строительства автодороги, наблюдается превышение содержания никеля (максимальное содержание 1,5 ПДК) и цинка (максимальное содержание 1,04 ПДК) по ПДК. При этом, фоновые значения содержания перечисленных металлов не превышены, что указывает на местный геохимический фон. В пробах, отобранных на этапе эксплуатации, по всем веществам отсутствуют превышения ПДК.

Таблица 1.

Содержание нефтепродуктов в пробах почвы

Загрязняющее вещество	Номер пробы/Описание почвы								
	Год отбора проб: 2017				Год отбора проб: 2022				
	П.1.1/ Пески, супеси	П.1.2/ Су- глинки	П.1.3/ Су- глинки	П.1.4/ Пески, супеси	П.2.1/ Пески, супеси	П.2.2/ Су- глинки	П.2.3/ Су- глинки	П.2.4/ Пески, супеси	П.2.5/ Пески, супеси
Нефтепродукты, мг/кг	57,0	18,0	78,0	13,0	25	33	Менее 5	78	7
Норматив содержания нефтепродуктов, мг/кг ¹⁾	1000								
1) Значение принято по документу «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» [6];									

К веществам, прямо характеризующим загрязнение поверхностными (ливневыми) водами, относятся нефтепродукты и взвешенные вещества [5]. В таблице 1 приведено содержание нефтепродуктов в пробах почвы, отобранных до начала строительства в 2017 году и в период эксплуатации автодороги в 2022 году. Поскольку отсутствует гигиенический норматив по содержанию нефтепродуктов в почве, оценка осуществлялась в соответствии с действующими методическими рекомендациями [6]: допустимая концентрация нефтяных углеводородов составляет 1000 мг/кг. Во всех пробах содержание нефтепродуктов находится на допустимом уровне (концентрация нефтяных углеводородов менее 1000 мг/кг).

Выводы.

1. Оценка состояния почвенного покрова в зоне влияния объекта капитального строительства (автомобильной дороги) показала, что загрязнения почв органическими и неорганическими веществами не наблюдается.

2. Результаты лабораторных исследований почвенных образцов в зоне воздействия автомобильной дороги подтверждают правильность предусмотренного проектной документацией природоохранного мероприятия. Устройство водоотводных лотков для отвода загрязненных стоков с поверхности автомобильной дороги, расположенной в водоохранной зоне, является эффективным мероприятием по снижению негативного воздействия на компоненты окружающей среды.

Список литературы

1. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения : (СП 47.13330.2016) : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. №1033/пр : введены в действие 2017-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 171 с. – Текст : непосредственный.

2. Российская Федерация. Законы. Водный кодекс Российской Федерации: текст с изменениями на 2 июля 2021 года : [утвержден Государственной Думой 03 июня 2006 года : одобрен Советом Федерации 26 мая 2006 года]. – Москва : Собрание законодательства Российской Федерации, N 23, 2006. – С.2380-2381. – Текст : непосредственный.

3. ОДМ 218.3.115-2019. Конструирование и расчет водоотводных лотков закрытого типа для автомобильных дорог и аэродромов : издание официальное : утвержден и введен в действие Распоряжением Росавтодора (Федерального дорожного агентства) от 29.07.2019 г. № 1986-р : введен впервые : дата введения 2019-07-29. – Москва, 2019. – 127 с. – Текст : непосредственный.

4. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : (СанПиН 1.2.3685-21) : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года N 2 : введены в действие 01.03.2021. – Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru, 2021. – 414 с. – Текст : непосредственный.

5. Меньшикова, Н. В. Оценка уровня загрязнения поверхностного стока с автомобильных дорог / Н. В. Меньшикова, М. О. Карпушко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Пермский национальный исследовательский политехнический университет. – Пермь : ПНИПУ, 2019. – с. 134-138. – УДК 628.3. – Текст : непосредственный.

6. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами : официальное издание : [утверждены Минприроды России 18.11.1993]. – Москва, 1993. – 12 с. – Текст : непосредственный.

Научное издание

**ГАЗ И НЕФТЬ.
ТЕХНОЛОГИИ ИНЖЕНЕРНОГО БУДУЩЕГО**

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XIII Международной конференции
молодежная секция
направление «Экосфера»
ПАО «ОНХП»
2023 год

Ответственные за выпуск – Е.И. Николаева, О.А. Реутова, А.В. Тигнибидин
Дизайн обложки – М.Е. Рогожникова
Компьютерный набор – О.А. Реутова
Компьютерная верстка – М.Е. Рогожникова

Подписано в печать 20.02.2023. Формат 60x84 1/8.
Бумага ColorCopy 90 г/м². Бумага обложка Colotech 280 г/м².
Гарнитура Din Round Pro. Печать цифровая. Тираж 80 экз.

Отпечатано в типографии
ПАО «ОНХП»
644050, Россия, г. Омск,
Бульвар Инженеров, 1
Тел.: (3812) 438-514

