

Мой вклад в науку - 2018



**Сборник материалов
IV студенческой научно-практической конференции
Часть 1
(Санкт-Петербург, 25 декабря 2018 г.)**

**Санкт-Петербург
2019**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Мой вклад в науку - 2018

**Сборник материалов
IV студенческой научно-практической конференции
Часть 1
(Санкт-Петербург, 25 декабря 2018 г.)**

**Санкт-Петербург
2019**

УДК 378.147

ББК 74.58

М 748

Мой вклад в науку - 2018: сборник материалов IV студенческой научно-практической конференции / сост. Ю.Л. Морева; ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2019. Ч.1.– 97 с. ISBN 978-5-91646-180-0

В настоящем сборнике представлены тезисы докладов студентов вузов Санкт-Петербурга по итогам IV студенческой научно-практической конференции «Мой вклад в науку - 2018», состоявшейся 25 декабря 2018 года в г. Санкт-Петербург.

Сборник предназначен для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями аспирантов, магистрантов и студентов.

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

ISBN 978-5-91646-180-0

© Высшая школа технологии и энергетики
СПбГУПТД, 2019

© Коллектив авторов, 2019

УДК 519.711.4

Р.П. Беломоев

студент IV курса ВШТЭ СПбГУПТД

А.И. Шишкин

проф. каф. ООС и РИПР ВШТЭ СПбГУПТД

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ГИС

Мониторинг водных объектов – это одно из самых важных направлений экологии, без чистой воды большинство организмов не сможет долго прожить на земле и жизнь на планете изменится, эволюция под воздействием загрязненных вод изменит организмы, позволив им приспособиться к данным условиям, но такой расклад человечество не устраивает, так как со старой жизнью уйдем и мы. Мониторинг сточных вод важен для определения уровня загрязнения водных объектов и определения степени очистки воды для потребления населения. Водные объекты подразделяются на рыбо-хозяйственные пресные и морские, культурно-бытового и хозяйственно-питьевого назначения. Загрязнения из водных объектов могут попадать в организм человека из воды, которую мы пьем, рыбы и различных морепродуктов.

Одной из традиционных задач гидрохимии водных объектов является выявление основных факторов и процессов формирования химического состава воды, оценка каждого из них [3].

Для мониторинга сточных вод нужно отбирать множество проб каждый месяц, это тяжело и затрачивает много сил, времени и ресурсов. Куда проще использовать автоматическую систему мониторинга с датчиками на различные ионы, показатели и вещества. Автоматизированные системы мониторинга позволят анализировать сточную воду не один раз в месяц, а то и реже, а

постоянно, следить за рассеиванием, возможность оперативного мониторинга, с возможностью своевременного выявления аварийно-опасных антропогенных или природных воздействий на природно-технологический комплекс, возможность определять корреляцию показателей и создавать более точные модели водного потока и загрязнения.

Такой системой является автоматизированная система наблюдений и контроля загрязнения поверхностных вод, выполняющая измерительные и информационно-предупредительные функции [1]. В структуру автоматизированного мониторинга должны входить: автоматизированные станции контроля, передвижные и стационарные лаборатории, центры обработки данных анализов и управляющий орган, что по итогу образует более сложную новую систему мониторинга состояния водных объектов.

Автоматические станции непрерывного мониторинга могут быть установлены либо на берегу, либо в воде, причем во втором случае возможны стационарные или движущиеся платформы [2]. Датчики могут различно получать анализируемую воду: проточные или платформы с датчиками.

Функциями центров по обработке данных являются: автоматический сбор информации в реальном времени, передача указаний для автоматизированных станций контроля, расшифровка и анализ поступивших данных, оценка уровня загрязненности водных объектов, прогнозирование состояния водных объектов через различные промежутки времени, сигнал об опасных концентрациях загрязняющих веществ на последующие пункты водозабора, сообщение о превышении допустимых уровней сброса организаторам водосброса и определение размера штрафов для компаний.

Библиографический список

1. Никаноров А.М. Научные основы мониторинга качества вод. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 576 с.

2. Научные основы создания систем мониторинга качества природных поверхностных вод / под ред. Г.М. Баренбойм, Е.В. Веницианов, О.П. Авандеева. – М.: Галлея-Принт, 2016. – 460 с.
3. Никаноров А.М. Региональная гидрохимия. – Ростов-на-Дону: НОК, 2011. – 389 с.

УДК 628.35

В. Ю. Боличок

студент IV курса ВШТЭ СПбГУПТД

Ю. Л. Морева

доц. каф. ООС и РИПР ВШТЭ СПбГУПТД

ОБЗОР МЕТОДОВ ХИМИЧЕСКОЙ ВОДОПОДГОТОВКИ ПЕРЕД КОТЕЛЬНОМИ

На данный момент доля ТЭС в общей мощности трех типов электростанций (ТЭС, ГЭС, АЭС) составляет 67 % и доочистка воды перед дальнейшим использованием на котельных и ТЭС является наиболее значимой, так как неподготовленная вода приводит к выводу из строя оборудования и трубопроводов. Из-за наличия в воде солей жесткости происходит отложение накипи и известкового белого налета на нагревательных элементах котлов. Во избежание этого перед паровыми и водогрейными котлами устанавливаются комплексы химической водоочистки. Котельная представляет собой инженерное сооружение, в котором происходит обработка, нагрев теплоносителя (воды) и дальнейшая его транспортировка до конечного потребителя. Химическая водоочистка (ХВО) для котельных - комплекс, в котором установлено подготовительное оборудование предочистки, ионитные фильтры для снижения жёсткости и обессоливания, а также дополнительно устанавливаются насосы-дозаторы для коррекционной обработки воды [1].

Характеристика комплекса химической водоочистки

Установка комплекса ХВО перед водогрейными и паровыми котлами отличается, так как в водогрейных котлах не допускается образование пузырьков пара на внутренних поверхностях труб, которые подвержены большим тепловым нагрузкам. В настоящее время существуют разные компоновки комплексов ХВО, исходя из характеристик поступающей воды.

Предварительная очистка воды перед химическим умягчением или обессоливанием производится с целью снижения щелочности и осветления (удаление грубодисперсных и коллоидных примесей) путем известкования и коагуляции, далее глубокое осветление на механических фильтрах.

В периоды паводков дозу коагулянта увеличивают, а известки уменьшают, так как возрастает окисляемость и цветность воды. Для сохранения технологических свойств контактной среды в обрабатываемую воду вводят также флокулянт.

Ионообменная часть химводоочистки состоит из фильтров, предназначенных для химического обессоливания и умягчения воды путем фильтрования через слои загруженных в эти фильтры, практически нерастворимых в воде ионообменных материалов — ионитов. Катиониты обычно в H^+ -, Na^+ - и NH_4^+ -формах. Аниониты в OH^- форме. Все фильтры ХВО, кроме механических, заполнены катионитом КУ-2-8, который является стандартным не пористым сильнокислотным катионитом для водоподготовки. Также применяют высокоосновный анионит марки АВ 17-8, предназначенный для водоподготовки, гидрометаллургии, химической промышленности, очистки сточных вод. Из имеющихся марок на рынке в своей группе выбранные катионит и анионит наиболее доступны [2,3].

На рис. 1 приведена наиболее часто используемая схема водоподготовки, так как она проста в применении и экономически выгодна по сравнению с другими возможными комплектациями.

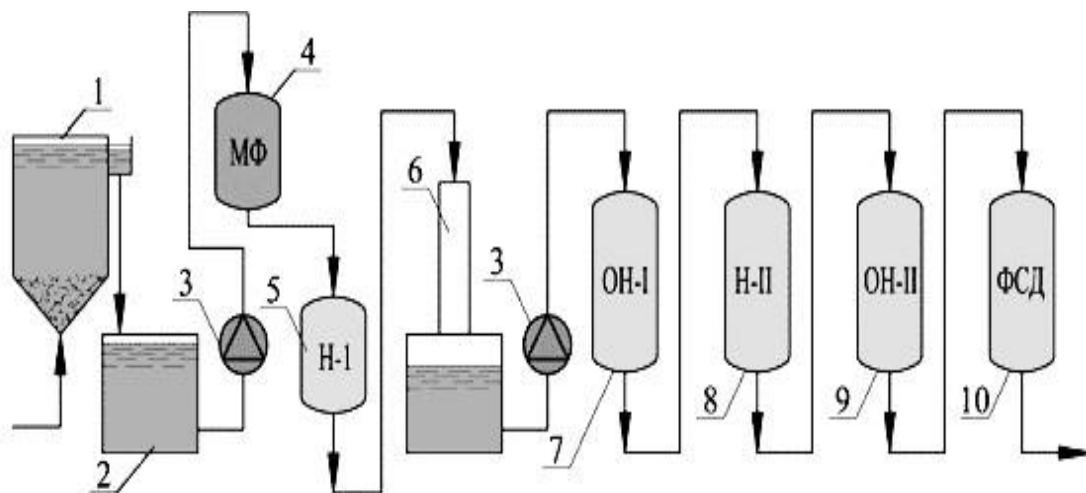


Рис.1. Трехступенчатая технологическая схема обессоливания воды для котлов высокого давления ТЭЦ:

1 – осветлитель; 2 – бак осветленной воды; 3 – насос; 4 – механический фильтр; 5 – Н-катионитовый фильтр I ступени; 6 – дегазатор; 7 – ОН- анионитовый фильтр I ступени; 8 – катионитовый фильтр II ступени; 9 – ОН-анионитовый фильтр II ступени; 10 – фильтр смешанного действия

В классическую трехступенчатую схему подготовки воды добавляют мембранный фильтр в большинстве случаев перед паровыми котлами (рис. 2), так как это позволяет на 90 % сократить количество потребляемых реагентов (кислот, щелочей, хлорида натрия, силикатов и молекул органических веществ) и одновременно избавиться от проблем, связанных с утилизацией сточных вод с высоким содержанием химических веществ.

Вода после прохождения этапов химической очистки может подвергаться корректировке с помощью реагентов Аминат КО 2 (обеспечивает удаление растворенного кислорода в обрабатываемой воде) и КО 5 (предназначен для корректировки значения рН питательной) [2]. После чего должна соответствовать требованиям, указанным в двух руководящих документах, так

как для паровых и водогрейных котлов они различаются (РД 24.032.01-91 и РД 24.031.120-91).

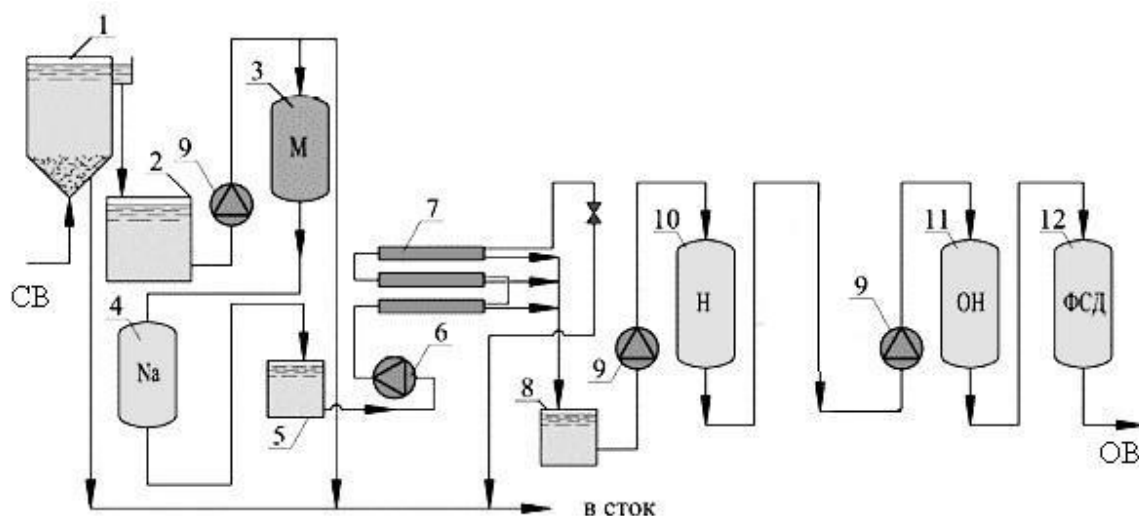


Рис.2. Технологическая схема подготовки питательной воды котлов высокого давления с применением обратного осмоса:

1 - осветлитель; 2,5,8 - промежуточный бак; 3- механический фильтр;
4 - Na-катионитовый фильтр; 6 - насос высокого давления; 7 - мембранная установка; 9 - насосы; 10 - H-катионовый фильтр; 11 - OH- анионитовый фильтр;
12 - фильтр смешанного действия

Характеристика осадков и отходов

На первых этапах в осветлителях образуется карбонатный шлам, состоящий в основном из взвешенных веществ, CaCO_3 и гидроксида железа, а также органических веществ. Осадки с осветлителей отправляются в шламоудалители, туда же отправляются высокоминерализованные регенерационные воды (элюаты) от ионообменных фильтров, содержащие в себе хлориды и сульфаты кальция, магния и натрия, также может содержаться фильтрующий материал и примеси, входящие в состав исходных регенерационных растворов. Использование шламов химводоподготовки ТЭЦ ограничивается применением их в качестве второстепенных компонентов при

добавлении в смеси строительного назначения. *Регенерационные воды ионитных фильтров* подвергаются нейтрализации и отстаиванию перед сбросом их в водоем или систему канализования.

В настоящее время не существует универсального метода обработки и утилизации шламовых осадков, а применяемые являются экологически не безопасными.

Библиографический список

1. Лифшиц О.В. Справочник по водоподготовке котельных установок. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1976. - 287 с.
2. Современные методы водоподготовки и защиты оборудования от коррозии и накипеобразования: сборник докладов. - 25-26 октября 2011г. – М.: МВЦ "Экспоцентр".
3. Хохрякова Е.А., Резник Я. Е. Водоподготовка: справочник /под ред. д-ра техн. наук С.Е. Беликова. - М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.

УДК 613.6

О.С. Варыгина

студент II курса ВШТЭ СПбГУПТД

С.В. Ефремов

доц. каф. ООС и РИПР ВШТЭ СПбГУПТД

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ УЩЕРБА НА ПРИМЕРЕ ЭНЕРГИТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

Величину опасности промышленных объектов характеризует величина риска возникновения различных аварийных ситуаций.

Среди основных рискообразующих факторов рисков выделяют техногенную опасность, вредные производственные факторы, превышение лимитов по загрязнению окружающей среды.

Следствием проявления рискообразующего фактора является величина ущерба им вызванная. Ущерб может быть экономический, экологический, социальный и т.д. Тяжесть ущерба характеризуется весовым коэффициентом.

В настоящее время практически отсутствуют методики обоснования весовых коэффициентов. Есть общие формулировки, что необходимо присваивать вес каждому фактору в зависимости от произведенных корректировок, но при этом отсутствует конкретная информация, как это сделать. В данной статье автор предлагает вариант распределения весовых коэффициентов достаточно простым обоснованным способом. Описываемый в статье вариант определения весовых коэффициентов предлагается для метода сценарного подхода к рассмотрению рисков и моделированию рисков ситуаций энергетического предприятия. Подобный подход к определению величины риска описан в ГОСТ Р 12.0.010-2009 ССБТ. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков.

Далее представлен алгоритм формирования методики оценки рисков для объекта – котельная «3-Выборгская», являющаяся производственным объектом ГУП «ТЭК СПб» и расположенная по адресу г. Санкт-Петербург, Манчестерская ул., дом 14.

Определение весовых коэффициентов ущерба

Весовой коэффициент представляет собой количественное выражение ущерба и определяется присвоенным баллом трехуровневой шкалы в зависимости от величины ущерба. В общем виде суть метода выбора и присвоения весовых коэффициентов:

минимальный ущерб – проявленный ущерб незначительный, не потребует больших вложений в его устранение;

средний ущерб - вызывает определенные сложности, требуются вложения.
 значительный ущерб - вызывает сложно устранимые последствия, требует больших временных и финансовых затрат.

Формула расчета значения сумма весовых коэффициентов ущерба:

$$P_i = (B_i) / (\sum B_i \text{ общ.}),$$

где i – вид ущерба;

B_i – весовой коэффициент;

$\sum B_i \text{ общ.}$ – сумма весовых коэффициентов по всем идентифицированным ущербам.

Оценка и суммирование весовых коэффициентов ущерба даст возможность оценить экологический и производственный риск на объекте и вовремя принять меры по предотвращению негативных ситуаций.

Для расчета были выделены следующие виды ущерба: ущерб здоровью населения, ущерб здоровью и жизни рабочих, ущерб компонентам окружающей природной среды, ущерб основным фондам производственного объекта

Алгоритмизация расчетов по предложенной автором методике

Для объекта были выделены наиболее вероятные аварийные ситуации. Сведения о них представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сведения об аварийных ситуациях на объекте

Ситуация	Вид ущерба	Расходы на ремонт оборудования
Разгерметизация трубопроводов	Средний; разрушение структуры трубопровода, пострадавших нет, плата за НВОС в пределах нормативов	120 тыс. руб.
Взрыв котельного оборудования (самых котлов, аккумуляторных баков, деаэраторов)	Ущерб производству (самой котельной, самому котлу и вспомогательному оборудованию и близлежащим территориям), травмы средней тяжести получили 2 рабочих. Плата за НВОС за сверхлимит	Котлоагрегат – 2,5 млн руб. Аккумуляторный бак 1 ед. – 520 тыс. руб. Деаэратор 1 ед. – 442 тыс. руб.

Ситуация	Вид ущерба	Расходы на ремонт оборудования
Утечка /взрыв газа	Ущерб оборудованию, 1 погибший, пострадали близлежащие территории. Плата за НВОС за сверхлимит	Нарушение и разрушение топочного устройства: 1,2 млн руб.
Нарушение условий электробезопасности (короткое замыкание)	Разрушение автоматики, остановка производства, пострадавших нет, плата за НВОС в пределах нормативов	Разрушение автоматического комплекса: 850 тыс. руб.
Пожар в котельной	Значительный, разрушение коммуникаций, повреждение котлоагрегатов, вспомогательного оборудования, травмы средней тяжести получили 3 рабочих. Плата за НВОС за сверхлимит	Котлоагрегат – 2,5 млн руб.; Аккумуляторный бак 1 ед. – 520 тыс. руб. Деаэратор 1 ед. – 442 тыс. руб.

Для каждой ситуации были определены весовые коэффициенты и их сумма. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты определения суммы весовых коэффициентов

Ситуация	Ущерб основным фондам		Ущерб рабочим		Ущерб компонентам ОС		В _i сумм
	балл	В _i	балл	В _i	балл	В _i	
Разгерметизация трубопроводов	10	$(10/77) \times 100 = 12,98$	1	$(1/67) \times 100 = 1,49$	3	$(3/50) \times 100 = 6$	20,47
Взрыв котельного оборудования	20	$(20/77) \times 100 = 25,97$	20	$(20/67) \times 100 = 29,85$	15	$(15/50) \times 100 = 30$	85,82
Утечка /взрыв газа	17	$(17/77) \times 100 = 22,07$	15	$(15/67) \times 100 = 22,38$	15	$(15/50) \times 100 = 30$	74,45
Нарушение условий электробезопасности	15	$(15/77) \times 100 = 19,48$	1	$(1/67) \times 100 = 1,49$	2	$(2/50) \times 100 = 4$	24,97
Пожар в котельной	15	$(15/77) \times 100 = 19,48$	30	$(30/67) \times 100 = 44,77$	15	$(15/50) \times 100 = 30$	94,25

В ходе проведенных исследований были получены следующие результаты:

- наибольшей тяжестью в части ущерба являются следующие ситуации:
взрыв котельного оборудования (котлоагрегатов, аккумуляторных баков, деаэраторов) и утечка / взрыв газа.

Значительными достоинствами предложенной методики определения весовых коэффициентов является ее комплексный и наиболее полный учет всех факторов воздействия.

Предложенный вариант распределения весовых коэффициентов может быть реализован как для оценки существующих ущербов, так для прогноза и моделирования возникновения аварийных ситуаций. Положительным аспектом является возможность ее автоматизации, что позволит осуществлять оценку опасности объектов и прогнозировать развитие тех или иных ситуаций.

Для снижения вероятности возникновения аварий предложены следующие мероприятия:

1. Установка частотного регулирования на насосном оборудовании.
2. Произвести теплоизоляцию неизолированных трубопроводов и их отдельных участков.
3. Замена остекления фасада здания котельной.
4. Замена рам с деревянными переплетами на переплеты из ПВХ профиля.
5. Замена системы освещения на светодиодные лампы.
6. Усиление производственного и экологического контроля на объекте, осуществление плановых предупредительных ремонтов оборудования.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. ГОСТ Р 12.0.010-2009 ССБТ. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков.

3. Прядченко Д. В. Анализ аварий паровых котлов высокого давления и причин их вызывающих //Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 3/1 (45). – 20-24 с.
4. Зольникова Ю.П., Сивков Ю.В. Опасные и вредные производственные факторы при эксплуатации котельных установок / Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирского мегабассейна (опыт, инновации): материалы Девятой Международной научно-технической конференции - Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. – 296 с.
5. Терновая Л. О., Гольдин Г. Г., Антипенков А. А. Экологическая безопасность: правовые основы и геополитические ограничения: Международный издательский центр "Город XXI век". – М.: Город XXI век, 2017. – 273 с.

УДК 620.92

А.В. Васютнич
студентка IV курса ВШТЭ СПбГУПТД
А.В. Лоренцсон
директор ИТ ВШТЭ СПбГУПТД

ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

В данной работе проведены исследования по основным методам очистки вод, поступающих на котельные ТЭС для приготовления подпиточной и добавочной вод. Также рассмотрены решения по вторичному использованию осадков промышленности.

Качественная водоподготовка – это:

1. Гарант надёжности, экономичности, безаварийности теплоэнергетического оборудования и тепловых сетей.

2. Обеспеченность предупреждения образования всех видов отложений и коррозионных повреждений на внутренних поверхностях теплоэнергетического оборудования, элементах трассы сетевой воды, включая отопительные приборы.
3. Экономия сжигаемого топлива, так как образующиеся отложения на поверхности нагрева обладают высоким термическим сопротивлением, что вызывает большие потери топлива.
4. Уменьшение сбрасываемых экологических загрязнителей от теплоэнергетических объектов в биосферу, отрицательно влияющих на здоровье населения (экологическая безопасность).

Для оптимального выбора аппаратов и схемы очистки, методы и удаляемые примеси принято классифицировать. Наиболее известны классификации Л.А. Кульского и М.И. Лапшина. В основе классификации Л.А. Кульского лежит различие характера удаляемых примесей. Загрязненные воды представляют собой гомогенные или гетерогенные системы, которые соответственно подразделяются на ионные, молекулярные, коллоидные растворы и взвеси. К каждой из четырех групп вод (систем) подобраны соответствующие наиболее эффективные методы очистки воды, области их применения, состав очистных сооружений и т.д. Однако в этой классификации не учитывается характер отдельных примесей.

В классификации М.И. Лапшина, наоборот, основным классификационным признаком является характер и состояние удаляемых при очистке примесей, при этом методы очистки подразделяются на следующие группы:

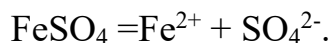
- методы непосредственного выделения примесей, например, отстаивание;
- методы выделения примесей с изменением фазового состояния воды или примеси, например, деаэрация;
- методы превращения примесей, например, образование труднорастворимых соединений (известкование);

- биохимические методы.

Начальный этап очистки воды – предочистка. Она может быть осуществлена в основном методами осаждения, при применении которых примеси выделяются из воды в виде осадка. Эти методы называются также реагентными, так как для выделения примесей в воду дозируются специальные реагенты. К процессам осаждения относятся коагуляция, известкование и магниальное обескремнивание. Как правило, эти процессы совмещаются и проводятся одновременно в одном аппарате – осветлителе, что целесообразно как для улучшения суммарного технологического эффекта процесса очистки воды, так и для снижения капитальных и эксплуатационных затрат. Первичное осветление воды производится в осветлителях, а окончательная очистка от осадка осуществляется при помощи процесса фильтрования, который также относится к предочистке воды, но является безреагентным методом [1].

Под коагуляцией понимают физико – химический процесс слипания коллоидных частиц и образования грубодисперсной макрофазы (флокул) с последующим ее выделением из воды.

В качестве реагентов, называемых коагулянтами, обычно применяют сернокислые соли $Al_2(SO_4)_3$ и $FeSO_4$. Эти соли в воде почти полностью диссоциируют:



При очистке природных вод в процессе коагуляции одновременно участвуют примеси различной степени дисперсности (в том числе и грубодисперсные) и различной природы (органические и неорганические). Такой процесс называется гетероадакоагуляцией. Отличительной его особенностью является преимущественная зависимость процесса от значения заряда частиц, заряженных слабее. Такие частицы могут слипаться не только между собой, но и с частицами, имеющими более высокий ζ -потенциал, вовлекая последние в

процесс коагуляции. Роль слабозаряженных частиц и выполняют гидроксиды алюминия и железа [1].

Фильтрование представляет собой сложный процесс очистки воды от грубодисперсных примесей, происходящий при течении воды через пористую среду.

В качестве фильтрующих материалов на ТЭС в основном используют кварцевый песок, дробленый антрацит, сульфо - уголь, целлюлозу, перлит и др. Для очистки воды от ГДП успешно применяют плавающие загрузки из гранул вспененного полистирола, газонаполненных гранул керамзита и др.

Осветлительные фильтры можно классифицировать по следующим признакам: фракционному составу фильтрующего материала – насыпные и намывные, давлению – открытые и напорные, количеству фильтрующих слоев – однослойные и многослойные, числу параллельно работающих камер – однокамерные и многокамерные, способу фильтрования – однопоточные и двухпоточные. В схемах ВПУ ТЭС применяются в основном насыпные напорные однопоточные однокамерные фильтры с числом фильтрующих слоев от одного до двух, а также весьма перспективные напорные двухкамерные фильтры.

Перспективным методом вторичной утилизации осадка биологических станций очистки сточных вод – избыточного активного ила является его сжигание в качестве топлива. Наличие органического вещества в сухом веществе осадка дает возможность рассматривать его как потенциальное топливо, что подтверждается сравнением элементного состава их органического вещества с углями, горючими сланцами и торфом.

Ранее было проведено исследование биосорбционной технологии очистки сточных вод, в котором в качестве сорбционного материала использован шлам водоподготовки – отход, образующийся на тепловых электрических станциях (ТЭС). Были получены удовлетворительные результаты, на основании которых при дозировании шлама водоподготовки происходит повышение эффективности

биологической очистки сточных вод по ХПК, БПК₅, снижение концентрации аммонийного азота, взвешенных веществ и. т.д.

При сжигании смеси шлама и активного ила происходит увеличение расхода уходящих газов, поступающих в котел-утилизатор, что приводит к повышению прироста тепла в цикле на 2930 кВт. Прирост полезного отпуска тепла тепловому потребителю с сетевой водой составит 8334 МДж/ч, откуда следует возможность повышения температуры сетевой воды, отпускаемой тепловому потребителю или увеличение расхода сетевой воды при той же температуре.

После сжигания совместного осадка была получена зола, которую предполагается использовать в качестве загрузки адсорбера периодического действия с целью очистки уходящих газов [2].

Библиографический список

1. Стерман Л.С. Физические и химические методы обработки воды на ТЭС [Текст]: учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1991. – 328 с.
2. Николаева Л. А., Исхакова Р. Я. Энергоресурсосберегающая технология вторичного использования отходов теплоэнергетического комплекса // Молодой ученый. - 2015. - №20. - С. 51-55. - URL <https://moluch.ru/archive/100/22515/> (дата обращения: 04.12.2018).

П. А. Ефремкина,

магистрант II курса ВШТЭ СПбГУПТД

Ю. Л. Морева

доц. каф. ООС и РИП ВШТЭ СПбГУПТД

СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СУДОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ

Развитие флота, появление крупных пассажирских судов явилось предпосылкой для развития судовой сточной системы. Этому способствовали запреты на сброс необработанных сточных вод (далее-СВ) в зонах санитарной охраны – участках, расположенных в районах городских водозаборов централизованного водоснабжения, акватории портов, районах пляжей и др. Долгие годы проблема удаления всех отходов с морских и речных судов решалась во всем мире довольно просто - санитарные судна принимали стоки с этих судов и транспортировали их на очистные сооружения. Но вызов санитарного судна стоит недешево, и среди экипажей судов бытовало мнение, что корабельные отходы можно сбрасывать за борт без всякого ущерба для природы. Объяснялось это значительным разбавлением сбрасываемых загрязнений в водах рек и морей. Действующими международными соглашениями также запрещается выброс сточных вод на определенном установленном расстоянии от берега. Вследствие этого все вновь строящиеся суда оборудуются установками по обработке сточных вод.

К судовым СВ относятся следующие стоки:

- стоки и прочие отходы из всех видов туалетов;
- стоки из раковин, ванн и шпигатов, находящихся в медицинских учреждениях;
- стоки из помещений, в которых содержатся животные;

- прочие стоки, если они смешаны с перечисленными выше стоками.

В положениях санитарных правил для судов внутреннего и смешанного плаваний [1] все СВ объединены в две большие группы:

- хозяйственно-фекальные СВ (ХФСВ) — воды, использованные в туалетах, медицинских учреждениях и помещениях, где содержатся животные;
- хозяйственно-бытовые воды (ХБСВ) — воды после употребления в камбузах, прачечных, умывальниках и душах.

Такое распределение вызвано различными требованиями к качеству и условиям использования исходной воды. Так, ХБСВ образуются в результате применения питьевой воды, а ХФСВ — воды технического качества.

При сбросе ХБСВ наибольший вред окружающей среде наносят стоки из прачечной, поскольку для стирки используются моющие средства, в состав которых входят поверхностно-активные вещества (ПАВ) или синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). Последние относятся к ядовитым жидким веществам, как в международных [2], так и в отечественных нормативных документах. Это связано с тем, что акилбензолсульфат, как один из основных компонентов СПАВ, угнетающе действует на развитие живых клеток и личинок рыб. Опасная для живых организмов концентрация этого вещества составляет 10 мг/дм³ [2]. По данным авторов [3, 4] стоки из судовых прачечных находятся на уровне 15...22 % от общего объема ХБСВ.

Значения основных ингредиентов загрязнений СВ, приходящихся на одного человека, были получены в результате испытаний речных судов [6], а также приведены в СНиП 2.04.03-85. Сравнительные данные этих двух источников представлены в табл. 1.

Как видно из приведенных в табл. 1 результатов, наибольшее расхождение имеют такие ингредиенты, как взвешенные вещества и БПК₅. Завышенные средние значения этих показателей (по массе) для судов объясняется более низким водопотреблением на речном флоте по сравнению с городскими

условиями. В табл. 2 даны средние концентрации основных показателей СВ пассажирского судна, заимствованные у авторов работы [3].

Таблица 1

Масса загрязнений сточных вод на одного человека в сутки

Ингредиенты	Масса загрязнений, г/(чел.сут)	
	СНиП 2.03.03-85	судовые испытания
Взвешенные вещества (ВВ)	65	72
БПК ₅	35	45
БПК _{полн}	40	—
ХПК	—	82
Азот амонийных солей (N)	8	7,5
Фосфаты (P_2O_5), в том числе от моющих средств	3,3 1,6	— —
Хлориды	9	—
Поверхностно-активные вещества	3,5	1,9

Состав и режим поступления судовых СВ существенно отличается от городских стоков. Это вызвано небольшой протяженностью судовых трубопроводов (что не позволяет загрязнениям претерпевать значительные физико-химические изменения), большой неравномерностью режима поступления, а также более низкой нормой водопотребления.

Для речных судов расчетные значения удельного водопотребления (а значит и водоотведения) указаны в правилах ПР 152-002-95 [5]. Выдержки из правил приведены в табл. 3.

Значения основных показателей судовых сточных вод

Показатели	Величина
Взвешенные вещества, мг /дм ³	240
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	150
ХПК, мгО ₂ /дм ³	320
рН	6,1...8,4 (7,25)
Прозрачность, см	2
Коли-индекс (ЛКП), кол/дм ³	2·10 ¹⁰
Температура, °С	25
Цвет	грязно-серый

По данным исследований, проведенных ЛИВТ (современное название — Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций, СПбГУВК), объем среднесуточных накоплений СВ можно определить, исходя из следующих показателей: по грузовому флоту 0,20 ... 0,25 м³/(чел.сут) , по пассажирскому флоту 0,25 ... 0,30 м³/(чел.сут) [3]. Эти данные совпадают с показателями, приведенными в РТМ, поэтому при проектировании систем водоснабжения и водоотведения целесообразнее воспользоваться именно этими величинами.

Эксплуатирующиеся в настоящее время судовые системы для очистки и обеззараживания СВ (СОСВ) классифицируют по методу обработки: механическая, биохимическая и физико-химическая.

Значения удельного водопотребления на судах внутреннего и смешанного плавания

Тип судна	Удельные значения накоплений, м ³ / (чел.сут)
Крупные пассажирские и туристические суда с индивидуальными душами и умывальниками	0,23
Крупные пассажирские и туристические суда с умывальниками в каютах и общими душевыми	0,18
Средние пассажирские суда с умывальниками в каютах	0,15

На речном флоте чаще используется физико-химический метод. При этом доминирующее положение из перечисленных типов систем занимают «Сток» и «ЭОС», хотя им свойственны существенные недостатки – в обработанной СВ присутствует аммонийный азот выше ПДК, сложная технология очистки и значительные массогабаритные показатели.

Анализ существующих установок, их достоинств и недостатков показывает, что дальнейшие разработки по совершенствованию судовых СОСВ целесообразно вести в направлении механических и физико-химических методов. Только рационально комбинируя их, можно достичь требуемой глубины очистки СВ при одновременном снижении энергозатрат и расходных материалов (хим. реагентов). Правильные последовательности технологических приемов обработки СВ позволяют дополнить недостатки отдельных методов достоинствами других, а также сократить время обработки СВ.

Основные судовые установки очистки сточных вод в настоящее время:

1. “HL-CONT” (Германия)

2. «Био-Компакт»,
3. «Кареа» (Германия)
4. «Унекс-Био», «СТП», «Унекс-Симултан», (Финляндия)
5. «ЛК» (Польша)
6. «Термобиамак», «Трайидент» (Великобритания)
7. «СТС Диспозер», «Сиузэй» (Япония) (системы с продленной аэрацией)
8. «Эвак МБР», «ЗЕБРА» (Финляндия) (с продленной минерализацией)

Основное достоинство данных систем — высокая степень очистки СВ, простота установки возможность повторного использования СВ, возможность полной автоматизации.

Недостатками являются: длительность процесса вывода СОСВ на нормальный режим (от 5 до 10 сут); чувствительность к гидравлическим колебаниям нагрузки, изменениям состава, концентрации, солесодержания и температуры СВ; влияние на процесс очистки жиров, масел, ПАВ; значительное время обработки СВ (в среднем 18–24 ч); высокие массогабаритные характеристики; гибель ила в случае прекращения подачи СВ на 20–30 ч.

Доминирующее положение из перечисленных типов систем на речных судах занимают «Сток» и «ЭОС». Эти системы обладают практически мгновенным запуском, не чувствительны к изменениям состава, температуры, концентрации исходной СВ, возможностью регулирования качества обработанной воды до определенных пределов и небольшим типоразмерным рядом из-за отсутствия ограничения по минимальной производительности.

Библиографический список

1. Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.5.2-703-98. – М.: Минздрав России, 1998– 144 с.
2. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973г. и Протокол 1978 г. – М.: ЦРИА «Морфлот», 1980. – 364 с.

3. Зубрилов С.П., Ищук Ю.Г., Косовский В.И. Охрана окружающей среды при эксплуатации судов. – Л.: Судостроение, 1989. – 256 с.
4. Лукиных Н.Л., Луценко Г.Н., Цветкова А.К. Очистка сточных вод механизированных прачечных. – М.: Стройиздат, 1982. – 65 с.
5. Правила предотвращения загрязнения внутренних водных путей сточными и нефтесодержащими водами с судов: ПР 152-00295/Минтранс РФ. – М., 1995. – 23 с.

УДК 620.92

И. А. Жаворонков,
студент III курса ВШТЭ СПбГУПТД
С. В. Тихов
доц. каф. ПМ и И ВШТЭ СПбГУПТД

CISCO PACKET TRACER

Cisco Packet Tracer — это многофункциональная программа моделирования сетей, которая позволяет студентам экспериментировать с проектами и поведением сети. Являясь неотъемлемой частью среды обучения Сетевой академии, Packet Tracer включает в себя функции моделирования, визуализации, авторской разработки, аттестации и сотрудничества, а также облегчает преподавание и изучение сложных технологических принципов.

Packet Tracer дополняет физическое оборудование, позволяя студентам создавать виртуальные сети с практически неограниченным количеством устройств, поддерживая накопление практического опыта, тягу к открытиям и развитие навыков устранения неполадок. Учебная среда на основе имитационных моделей помогает студентам развивать навыки XXI века, такие, как критическое мышление и творческий подход к решению задач.



Packet Tracer позволяет преподавателям легко объяснить и показать сложные принципы и проекты сетевых систем. Используя Packet Tracer, инструкторы могут разрабатывать особые индивидуальные и групповые занятия. Студенты могут создавать, настраивать, изучать сети и устранять неисправности, используя виртуальное оборудование и модели соединений.

Cisco Packet Tracer – представляет собой программный симулятор работы сети и используется инструкторами и слушателями Сетевых академий Cisco во всем мире. Пользовательский интерфейс этого продукта доступен и на русском языке.

Программное решение Cisco Packet Tracer позволяет имитировать работу различных сетевых устройств: маршрутизаторов, коммутаторов, точек беспроводного доступа, персональных компьютеров, сетевых принтеров, IP-телефонов и т.д. Работа с интерактивным симулятором дает весьма правдоподобное ощущение настройки реальной сети, состоящей из десятков или даже сотен устройств. Настройки, в свою очередь, зависят от характера устройств: одни можно настроить с помощью команд операционной системы Cisco IOS, другие – за счет графического веб-интерфейса, третьи – через командную строку операционной системы или графические меню.

Благодаря свойству визуализации Cisco Packet Tracer, пользователь может отследить перемещение данных по сети, появление и изменение параметров IP-пакетов при прохождении данных через сетевые устройства, скорость и пути перемещения IP-пакетов. Анализ событий, происходящих в сети, позволяет понять механизм ее работы и обнаружить неисправности.

Cisco Packet Tracer может быть использован не только как симулятор, но и как сетевое приложение для симулирования виртуальной сети через реальную сеть, в том числе Интернет. Пользователи разных компьютеров, независимо от их местоположения, могут работать над одной сетевой топологией, производя ее настройку или устраняя проблемы. Эта функция многопользовательского режима Cisco Packet Tracer широко применяется для организации командной работы, а также для проведения игр и соревнований между удаленными участниками.

Помимо этого, с помощью Cisco Packet Tracer пользователь может симулировать построение не только логической, но и физической модели сети и, следовательно, получать навыки проектирования. Схему сети можно наложить на чертеж реально существующего здания или даже города и спроектировать всю его кабельную проводку, разместить устройства в тех или иных зданиях и помещениях с учетом физических ограничений, таких, как длина и тип прокладываемого кабеля или радиус зоны покрытия беспроводной сети.

Симуляция, визуализация, многопользовательский режим и возможность проектирования делают Cisco Packet Tracer уникальным инструментом для обучения сетевым технологиям. Программа распространяется бесплатно, но



**Президент компании Джон
Чемберс**

доступна только зарегистрированным слушателям и инструкторам Сетевых академий Cisco. Помимо перечисленных характеристик, в Cisco Packet Tracer есть возможности, предусмотренные непосредственно для преподавателей. В их числе – режим автоматического контроля проведения лабораторных работ. Задача инструктора – подготовить задание или воспользоваться уже разработанными учебными шаблонами, а результат автоматически проконтролирует программа. Особенно симулятор Cisco Packet Tracer незаменим во время лекций, так как позволяет, не выходя из класса, продемонстрировать поведение сетевого оборудования. Если к реальному оборудованию сложно получить доступ в лабораторных целях, а работа подразумевает проведение эксперимента и использование большого числа сетевых устройств, то виртуальные возможности Cisco Packet Tracer легко решают задачи, стоящие перед инструкторами.

Разумеется, Cisco Packet Tracer не может полностью заменить опыт работы в реальной сети, но, по замыслу разработчиков, данный продукт способен сделать



процесс преподавания более эффективным и превратить изучение сетевых технологий в увлекательный процесс, доступный в любое время и в любом месте. Впоследствии в специально оснащенных учебных классах Сетевых академий Cisco

слушатели смогут улучшить свои навыки на настоящем «железе» и понять, чем симуляция отличается от реальности. Вряд ли кто-то отважится стать пассажиром транспортного средства, чей водитель никогда не сидел за рулем настоящей машины. Вот и идеология обучения Cisco подразумевает, что, помимо

работы с симулятором, будущим профессионалам необходима практика работы с реальным оборудованием.

Библиографический список

1. Лекции по сетевым технологиям Cisco. - Компьютерная академия "Шаг", 2009.
2. Понятие о Cisco [Электронный ресурс] URL: https://www.cisco.com/c/ru_ru/about/general-info.html
3. Интернет-ресурс Wikipedia. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Cisco>

УДК 66.011

А.Г. Здоровцева, С.С. Сазанович
магистранты II курса ВШТЭ СПбГУПТД
А.О. Никифоров
зав. каф. ПиАХТ ВШТЭ СПбГУПТД

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Для повышения эффективности защиты окружающей среды необходимы эффективные методы управления системами энергопотребления. В связи с тем, что предприятие должно приносить прибыль, экономический критерий в вопросе защиты окружающей среды играет важную роль при разработке проекта нового предприятия. Однако необходимо рассмотреть все возможные варианты технологических решений, прежде чем данный критерий будет получен. Экономия может быть достигнута за счет энергосберегающего оборудования, вовлечение отходов в производство, оборотное водоснабжение и т.д. Зачастую в выборе той или иной технологии эксперты используют собственный опыт и наблюдения, которые, в силу своего субъективизма, не имеют под собой

конкретного объяснения, почему данная технология является наиболее приемлемой в определенных случаях [1].

Именно для оптимизации принятия решений в настоящее время применяются информационные системы, включающие в себя базы данных. Информационная система управления энергосбережением предполагает построение более общей информационной системы, способной формировать результаты энергопотребления в производственных процессах и соотносить эти данные с целевыми показателями, которые, в свою очередь, связаны с объёмом производства, качеством продукции, материальным балансом и другими важными производственными показателями, от которых зависит уровень энергозатрат. Такая система содержит функции, которые необходимы для преобразования полученных данных к виду, удобному для принятия решения на полученную в результате энергоучета информацию [2].

Химико-технологическую систему можно представить в обобщенном виде (рис.1).

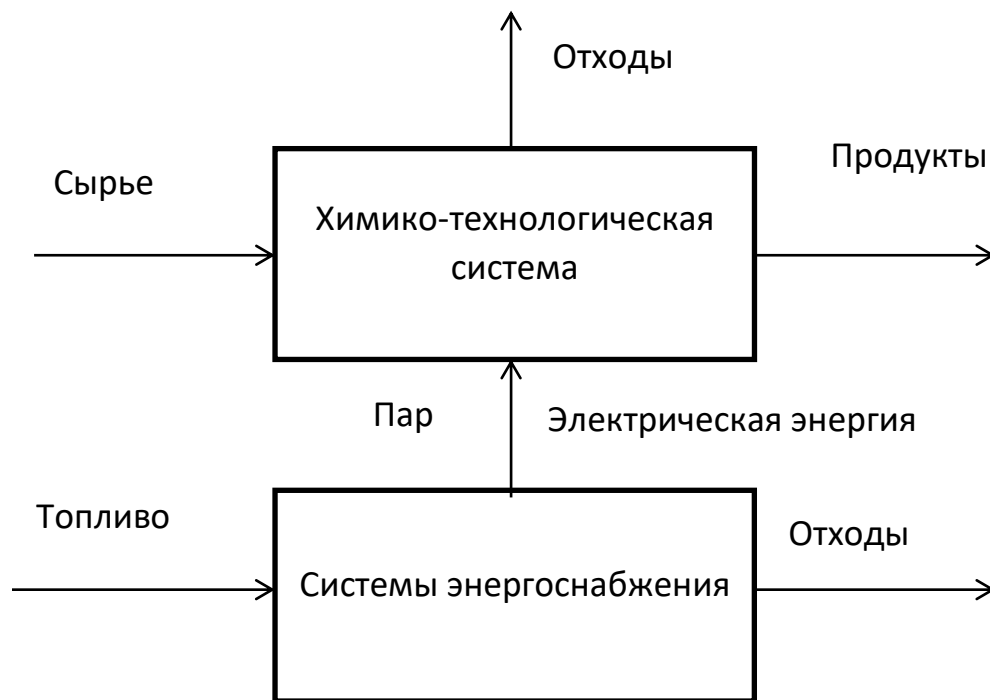


Рис. 1. Схематичный вид ХТС

Критериями оптимизации в данной схеме могут являться: изменение температурного режима источника или стока тепла, изменение вида конструкции теплообменного оборудования, изменение типа и количества используемых энергии и тепла.

В конечном итоге максимальный экономический эффект достигается за счет сведения к минимуму потребления тепла во всей системе. Математически это можно сформулировать как определение минимума функции

$$R(x_1, x_2, x_3) = \sum_{j=1}^3 C_j \cdot x_j, \quad (1)$$

где C_j – постоянные коэффициенты;

x_1 – параметр, определяющий тип и количество используемых тепла и энергии;

x_2 – параметр, определяющий температурный режим источника или стока тепла;

x_3 – параметр, определяющий тип конструкции теплообменного оборудования.

Ограничения, которые накладываются на значения:

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 \geq W, \quad (2)$$

где a_1, a_2, a_3 – постоянные коэффициенты;

W – необходимое количество энергии.

На рис. 2 представлена химико-технологическая схема, в состав которой входит ректификационная установка непрерывного действия для разделения жидкой смеси (фенол-вода).

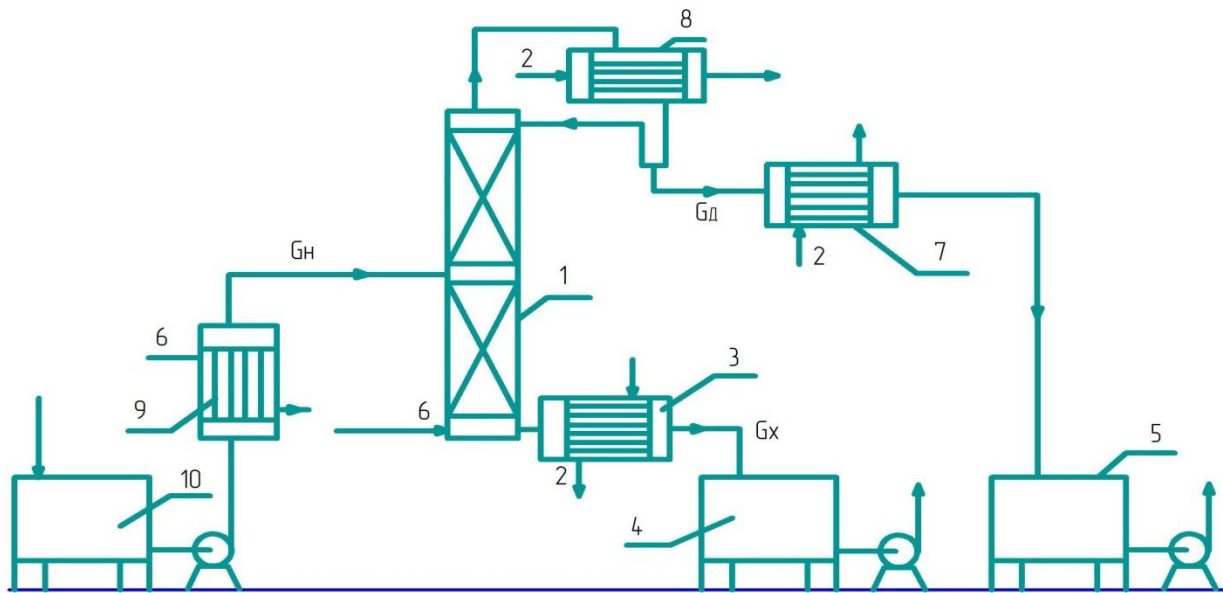


Рис. 2. Схема ректификационной колонны для разделения жидкой смеси (фенол+вода):

1 – ректификационная колонна; 2 – вода; 3 – холодильник кубового остатка; 4, 5 – сборники; 6 – водяной пар; 7 – холодильник дистиллята; 8 – концентратор; 9 – подогреватель исходной смеси; 10 – ёмкость с исходной смесью

Всю систему можно разделить на внутреннюю и внешнюю. Во внутренней системе потоки обмениваются теплом между собой (ректификационная колонна). Во внешней системе потоки охлаждаются и нагреваются до заданных температур, соответственно в холодильниках и нагревателях [3].

Тогда, согласно уравнению (1), требуется найти такую модель теплообмена, чтобы $R(x_1, x_2, x_3)$ была минимальна,

где

$$R(x_1, x_2, x_3) = x_1 + x_2 + x_3 \quad (3)$$

Здесь

$$x_1 = c(a_1 \cdot F_p), \quad (4)$$

$$x_2 = c \left(\left(\sum_{i=1}^2 a_2 F_{H_i} \right) + \left(\sum_{i=1}^2 a_2 F_{X_i} \right) \right) \quad (5)$$

$$x_3 = \tau \left(\sum_{i=1}^2 \frac{W_i \cdot \Pi_x \cdot a_3}{C_x (t_x^k - t_x^H)} + \sum_{i=1}^2 \frac{W_i \cdot \Pi_r \cdot a_3}{\tau_r} \right), \quad (6)$$

где x_1 – затраты на внутреннюю систему, руб/год;
 x_2, x_3 – капитальные и эксплуатационные затраты соответственно на внешнюю систему, руб/год;
 c – нормативный коэффициент амортизации, 1/год;
 a_1, a_2, a_3 – стоимостные коэффициенты;
 F_p, F_n, F_x – поверхности теплообмена ректификационной колонны и нагревателя или холодильника, m^2 ;
 τ – время работы системы, ч/год;
 W_i – количество тепла, передаваемого в i -м холодильнике или нагревателе, Дж/ч;
 Π_x, Π_T – цены хладо-, теплоагента, руб/кг;
 C_x – теплоёмкость хладагента, Дж/кг·К;
 t_x^k, t_x^h – начальная и конечная температура хладагента, К;
 r – удельная теплота парообразования теплоагента, Дж/кг.

При этом $x_1 > 0$, $x_2 > 0$, $x_3 > 0$, а также возможны ограничения на количество тепла W , передаваемого во внешней или внутренней системе на общую поверхность теплопередачи или на количество теплообменников.

Решение предложенной задачи выполняется методом линейного программирования с использованием программы MathCad на персональном компьютере.

Библиографический список

1. Лисицын, Н.В. Химико-технологические системы: оптимизация и ресурсосбережение / Н.В. Лисицын, В.К. Викторов, Н.В. Кузичкин. – СПб: Менделеев, 2007. – 312 с.
2. Черномуров, Ф. М. Энерго- и ресурсосбережение в нефтегазохимическом комплексе: учебное электронное текстовое издание / Ф. М. Черномуров, В. П. Ануфриев, Л. М. Теслюк; под редакцией И. В. Рукавишникова.- УрФУ. - Екатеринбург, 2014. - 247 с.

3. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. Изд. 14-е.- М.: Альянс, 2007. – 576 с.

УДК 608.2

Р. А. Зимин, А.В. Санников
магистранты I курса ВШТЭ СПбГУПТД
А.О. Никифоров
зав. кафедры ПиАХТ ВШТЭ СПбГУПТД

МОДЕРНИЗАЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ МОБИЛЬНЫХ АСПИРАЦИОННЫХ СИСТЕМ

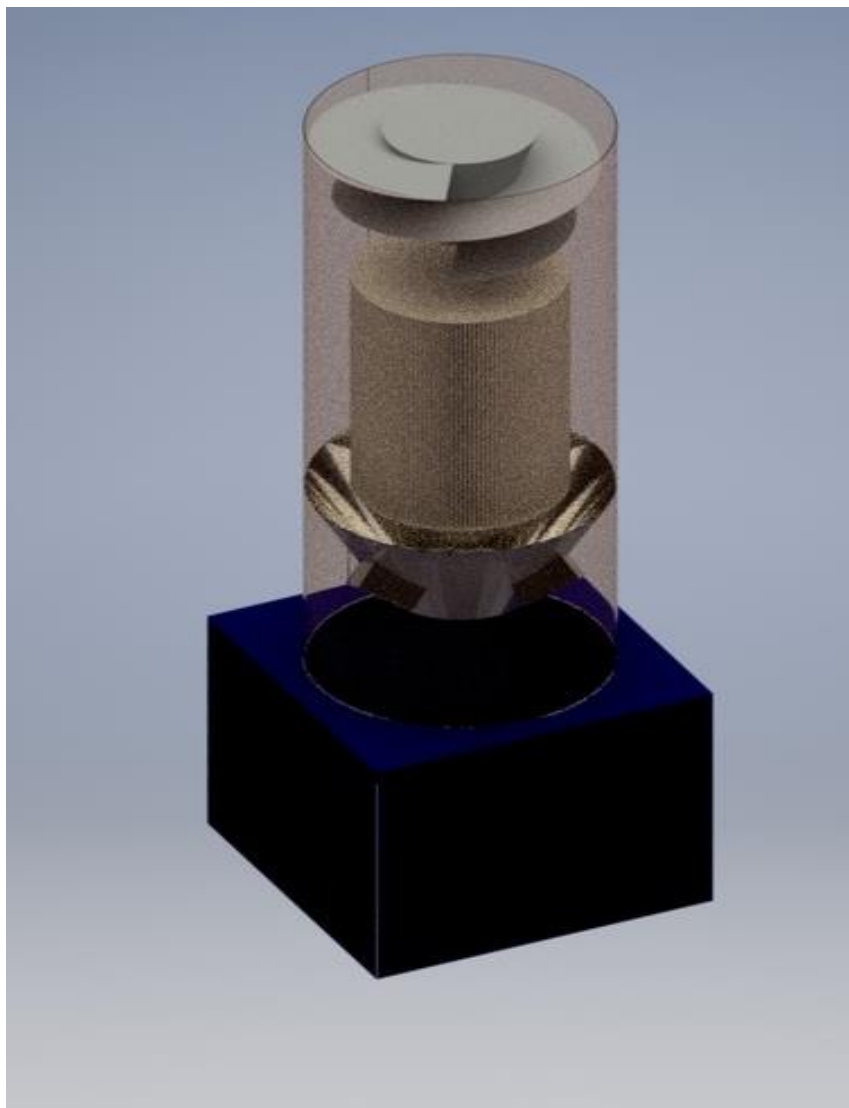
Производственные процессы часто сопровождаются выделением пылегазовоздушной смеси, которая загрязняет воздух в рабочей зоне. Для решения проблемы высокой концентрации пыли в воздухе необходимо предусматривать аспирационные системы. Также на многих производствах аэрозоль образуется в разных местах в зависимости от места проведения технологического процесса, в таких случаях использование стационарных аспирационных систем нецелесообразно. Забор воздуха у таких систем осуществляется зондами, которые находятся выше рабочей зоны, в которой работает человек, тем самым максимальная концентрация загрязняющих веществ скапливается в области дыхания сотрудников.

Компания «СовПлим» для решения данной проблемы предлагает использовать ПУ «СовПлим». Забор воздуха осуществляется в нижней части рабочей зоны, а подпор воздуха происходит сверху, тем самым образуя слой высокой концентрации аэрозоля в области дыхания человека, что является недостатком конструкции [1].

Компания «ESTA» предлагает решить эту проблему, установив их очистное оборудование FILTOWER. Забор воздуха осуществляется в верхней части рабочей зоны, а подпор снизу. У данной установки образуется большой вторичный унос пыли за счет резкого сужения бункера, также побудители расхода расположены сверху, что приводит к неустойчивости конструкции. Также поток воздуха изменяет свое направление 3 раза, вследствие чего происходят большие потери давления, из-за этого установка не обеспечивает проектный расход. В качестве камеры грубой очистки – искрогасителя (как заявлено производителем) используются пластины, расположенные под углом вдоль потока загрязненного воздуха, но на практике она не выполняет свои функции [2].

Установка, которая описывается в данной статье, избавлена от недостатков, описанных выше. Забор воздуха происходит непосредственно в верхней части рабочей зоны, а подпор в нижней, тем самым даже тяжелые частицы поднимаются вверх и удаляются заборной решеткой, также чистый воздух подается непосредственно в зону дыхания человека и обеспечивает максимальное снижения концентраций аэрозоля в рабочей зоне. Камера грубой очистки – искрогасителя представляет собой шнек. В ходе проведения расчетов было выявлено, что данная конструкция обеспечивает эффективное удаление крупной фракции и искрогашение. После подготовки воздуха пылевоздушная смесь попадает в фильтрационную камеру. В качестве фильтрационного элемента используется катриджный фильтр, фильтрация происходит снаружи внутрь. Далее очищенный воздух выбрасывается в нижней части установки. В качестве побудителя расхода используется вентилятор типа «свободное колесо». Данную установку можно легко перемещать с помощью подъемника или крана, так как она не нуждается в коммуникации воздуховодов, все, что необходимо для запуска – это подключение к сети электропитания и сжатого воздуха.

Данная установка лишена недостатков, которые есть у ее аналогов. На завершающем этапе была смоделирована установка (рисунок) производительностью 6000 м³/ч, был произведен подбор основных агрегатов.



Модель установки

Библиографический список

1. Сайт производителя. [Электронный ресурс] URL: <https://sovplym.ru/>.
2. Сайт производителя. [Электронный ресурс] URL: <https://www.esta.com/>.

В.А. Иванова

магистрант II курса ВШТЭ СПбГУПТД

Н.В. Лебедев,

к.х.н., зав. лаб. ФГУП НИИСК им. академика С.В. Лебедева

Л.М. Попова

д.х.н., проф. каф. ОХ ВШТЭ СПбГУПТД

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АМИДА *o*-АМИНОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ С АЛЬДЕГИДОМ ТЕРЕФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ

Производные хиназолинона представляют интерес как фармакологические препараты, обладающие противогрибковым, антибактериальным, противомаларийным, противовоспалительным, противосудорожным, снижающим артериальное давление, а также противоопухолевым действием [1].

Целью данной работы является исследование взаимодействия амида *o*-аминобензойной кислоты (I) с альдегидом терефталевой кислоты (II) в присутствии катализатора и без него при различном соотношении реагентов.

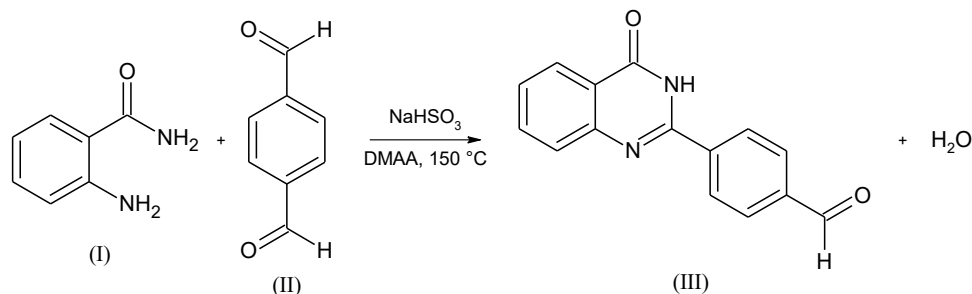
В качестве исходных соединений использовались амид *o*-аминобензойной кислоты (I) (т.пл. 110-114°C) и альдегид терефталевой кислоты (II) (т.пл. 114-116°C).

Для определения состава и структуры полученных соединений использовали современные физико-химические методы анализа (ТСХ и ЯМР ¹H спектроскопию). Спектр ЯМР ¹H регистрировали на приборе Bruker Spectrospin AM 500 с рабочей частотой 500.13 МГц в растворе DMSO-d₆.

В первом опыте взаимодействие амида *o*-аминобензойной кислоты (I) с альдегидом терефталевой кислоты (II) проводили по методике [2] при соотношении реагентов 1 : 1 в растворе *N,N*-диметилацетамида (ДМАА) (50 мл)

в присутствии бисульфита натрия при температуре 150°C в течение 4 ч при интенсивном перемешивании. Контроль за ходом реакции осуществляли методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) (см. сх.1, табл. 1).

Схема 1



По окончании реакцию массу переносили в 250 мл холодной дистиллированной воды, выпавший осадок отделяли на воронке Бюхнера и перекристаллизовывали из 25 мл ДМАА. Вновь отделяли выпавший белый осадок и сушили на воздухе.

Таблица 1

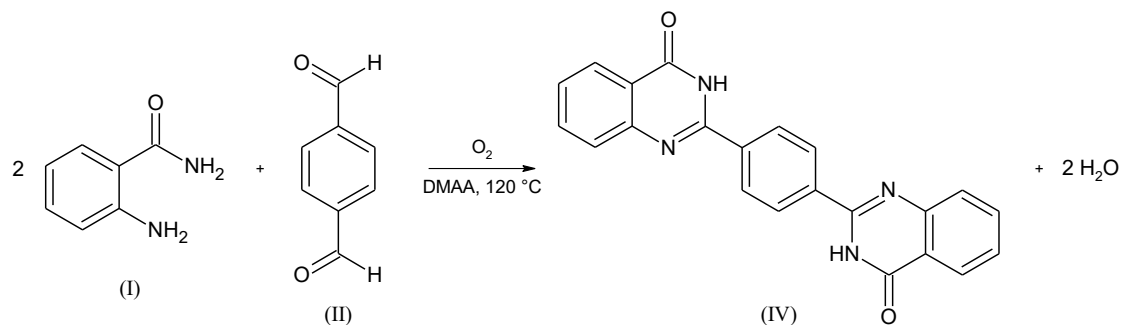
Условия проведения опытов и ТСХ

№	Соед. (I), г (ммоль)	Соед. (II), г (ммоль)	Катализатор	Тем-ра, °С	Время, ч	Элюент для ТСХ*
Опыт 1	6.81 (50)	6.71 (50)	NaHSO ₃ , 15.6 г	150	4	C ₆ H ₁₄ :CHCl ₃ = = 2:3
Опыт 2	13.62 (100)	6.71 (50)	-	120	40	C ₆ H ₁₄ :(Me) ₂ CO = = 1:2

Примечание: * Пластинки Сорбфил

Во втором опыте взаимодействие амида *o*-аминобензойной кислоты (I) с альдегидом терефталевой кислоты (II) проводили по методике [3] при соотношении реагентов 2 : 1 в растворе ДМАА (50 мл) без катализатора при нагревании при 120°C в течение 40 ч. Контроль за ходом реакции осуществляли методом ТСХ (см. сх.2, табл. 1).

Схема 2



По окончании реакцию массу отфильтровали на воронке Бюхнера для отделения белого осадка, который далее перекристаллизовали из 30 мл ДМАА. Вновь отделяли выпавший белый осадок и сушили на воздухе.

Структура и состав полученных соединений (III) и (IV) доказаны методом ЯМР ¹H спектроскопии.

Показано, что при взаимодействии амида *o*-аминобензойной кислоты (I) с альдегидом терефталевой кислоты (II) в условиях опыта 1 (табл. 1) происходит образование преимущественно полупродукта (III), в то время как в условиях опыта 2 наблюдается образование дизамещенного продукта (IV).

Библиографический список

1. Rhee, H.K. Synthesis and cytotoxicity of 2-phenylquinazolin-4(3H)-one derivatives / H.K. Rhee, J.H. Yoo, E. Lee, Y.J. Kwon, H.R. Seo, Y.S. Lee, H.Y. Park Choo // European J. of Medic. Chem. - 2011. - V. 46. - P. 3900-3908.
2. Пат. 5686560, США. Polyquinazolines and methods for their preparation / V.R. Lee; заявитель Hitachi Chemical Co LTD. – Заявл. 06.06.1995; опубл. 11.11.1997. – 13 с.
3. Wei, H. An environment-friendly synthesis of 4(3H)-quinazolines / H. Wei, L. Zhou, Y. Zhou, Q. Zeng // Toxicological & Environmental Chem. - 2015. - № 97 (1). - P. 1-9.

С.М. Игнатьева

студент IV курса ВШТЭ СПбГУПТД

Е.А. Васильева

ст. преп. каф. ООС и РИПР ВШТЭ СПбГУПТД

УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ И ШЛАМОВ В КЛИНКЕРНОЙ ПЕЧИ

Промышленность не стоит на месте. Появляются новые технологии и методы производства. Для их реализации требуется все больше воздушных, водных, почвенных и энергетических ресурсов. В связи с этим сокращается площадь лесных массивов, происходит обеднение водоемов, деградируют экосистемы и, как следствие, многие виды флоры и фауны исчезают без следа.

Чтобы оптимизировать потребление природных ресурсов, снизить нагрузку на окружающую среду в России была разработана стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года [1].

Данная стратегия направлена на ресурсосбережение, обеспечение экологической безопасности, рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды, которые являются приоритетными направлениями в рамках реализации курса на устойчивое развитие российского государства.

Вовлечение отходов производства и потребления в производственный цикл является одним из приоритетных путей ресурсосбережения. В европейских странах доля отходов, подвергаемых рециклингу, регенерации и рекуперации составляет, 80 – 87 %, что значительно превышает аналогичный показатель в России.

Одним из крупных потребителей отходов на территории Российской Федерации является цементная промышленность. По данным за 2017 год, российскими заводами суммарно было произведено 54,6 млн т цемента. При этом

доля используемых в производстве цементного клинкера отходов варьируется в диапазоне 15÷25 % [1].

Как известно, основными компонентами сырьевой смеси для получения клинкера являются известковый (карбонатная порода) и глинистый. Причем оба эти компонента могут быть представлены как первичными природными материалами, так и отходами (табл. 1).

Таблица 1

Основные компоненты для производства цементного клинкера [1]

Карбонатный компонент (доля в шихте, %)	Глинистый компонент (доля в шихте, %)
Природные сырьевые материалы	
Известняки (70-95).	Глинистые сланцы (15-20); суглинки (16-25); лёсс; бокситы; каолин; песок; плавиковый шпат; кварцит.
Отходы, заменяющие сырьевые материалы	
Шлаки доменные (до 20); шлаки цветной металлургии (до 5); золошлаковые отходы (до 30); нефелиновый шлак (до 80); отсевы щебеночного производства и производства извести (до 100).	Шлаки доменные (до 80); шлаки цветной металлургии (до 50); золошлаковые отходы (до 70); нефелиновый шлак (до 80).

С целью снижения затрат на производство цемента в клинкер также вводят активные минеральные добавки: гипс, фосфогипс, шлаки, цеолиты, туфы, шламы и другие природные материалы и отходы.

Из шламов наиболее широкое применение в производстве клинкера получил нефелиновый шлак, который на 80÷85 % состоит из тонкодисперсного частично гидратированного двухкальциевого силиката. Недостатками шлама являются повышенное содержание щелочей и необходимость использования двух

корректирующих добавок для повышения содержания Al_2O_3 и Fe_2O_3 в сырьевой смеси.

Известны и другие виды шламов, нашедших применение в цементном производстве. Патентный обзор показал, что для частичной замены основных сырьевых компонентов могут применяться шламы и осадки от очистки сточных вод различных производств [2- 4].

Исследования о применении в цементной промышленности шлама от облагораживания макулатуры ведутся в нашем вузе уже более 10 лет. Обезвоженный шлам образуется в процессе деинкинга макулатурной массы при производстве санитарных видов бумаг. В табл. 2 приведено содержание основных компонентов в обезвоженном шламе от деинкинга, а также некоторые характеристики клинкера, предназначенного для производства портландцемента, и природных компонентов, используемых в качестве сырья: известняка и глины [5].

Проведенные исследования показали, что при добавке в клинкер шлама от облагораживания макулатуры в количестве от 1,5 до 3% основные показатели качества клинкера соответствуют допустимым пределам изменения [6].

Для подтверждения результатов исследования и теоретических выводов в 2018 году в лаборатории нашего вуза было проведено моделирование процесса жидкофазного спекания цементного клинкера для 5 образцов клинкера с дозировкой шлама от 0 до 10 %.

Сравнительная характеристика шлама от облагораживания макулатуры,
известняка, глины и клинкера

№	Измеряемый показатель	Значение показателя			
		шлам	известняк	глина	клинкер
1	Влажность, %	47,7	5,83	-	-
2	Потери при прокаливании, в расчете на сухую массу, %	55,89	37,99	8,08	0,70
3	CaO	26,70	48,72	5,05	63,57
4	SiO ₂	8,88	6,19	61,95	20,76
5	Al ₂ O ₃	7,37	1,73	13,21	4,57
6	Fe ₂ O ₃	0,48	0,61	4,42	2,95
7	MgO	0,44	1,33	2,62	2,85
8	K ₂ O	0,13	1,0	2,9	1,89
9	Na ₂ O	0,11	0,02	0,60	0,09
10	SO ₃	0	0,03	0,38	1,38

Библиографический список

1. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. ИТС 6-2015 «Производство цемента» [Электронный ресурс] // Консорциум кодекс. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200128666> (дата обращения: 6.12.2018).
2. Пат. 2197443 РФ. Сырьевая смесь для обжига белого клинкера [Текст] Лизенко А.В., Чернова И.В. (дата обращения 06.12.2018) – 8 с.
3. Пат. 2138457 РФ. Способ производства цемента и сырьевой смеси для изготовления цементного клинкера [Текст] Мачульский В.А., Лупин В.В. - 1999. – 5 с.
4. Пат. 2332371 РФ. Сырьевая смесь для производства цемента Щепочкина Ю.А. [Текст] – 2008. – 3 с.
5. Васильева Е.А., Исянов Л.М., Серекина Л.В. // Некоторые аспекты утилизации обезвоженных осадков от очистки сточных вод, образующихся при роспуске бумажной макулатуры / Международный семинар «Обращение с

осадками от очистки промышленных и муниципальных сточных вод»: сб. материалов. – СПб.: СПб ГТУРП, 2014. – С. 69 – 74.

6. Васильева Е.А., Исянов Л.М., Смородин С.Н. Особенности выбора направления утилизации и обезвреживания некоторых видов отходов ЦБП // Целлюлоза, бумага, картон. – 2015. - №9. - С. 68-69.

УДК 620.9

М. А. Игумнов

студент I курса ВШТЭ СПбГУПТД

В.Г. Злобин

к.т.н., доц. каф. ПУ и ТД ВШТЭ СПбГУПТД

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРЯНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

AIRBORNE WIND TURBINE

Многие годы разработки и строительства ветряных мельниц уходят в прошлое. Строительство гигантских мачт и пропеллеров с огромными лопастями требуют огромного количества ресурсов, а ветра на такой высоте еще очень медленны и нестабильны. Обычные конструкции ветряных турбин, которые используют двухлопастные или трехлопастные лопасти с открытым ротором, успешно используются в течение многих лет, но представляют собой некоторые присущие ему недостатки. К ним относятся непрактичность в регионах с низким ветром, большие затраты на установку и обслуживание, шумовое загрязнение и негативное воздействие на окружающую среду, особенно смертельные случаи птиц и летучих мышей.

Во-первых, обычные ветровые турбины непрактичны в регионах с низким ветром, таких как пригородные районы или районы с большими деревьями или другими препятствиями. Поскольку выходная мощность турбины увеличивается

кубически от скорости ветра, то любое её уменьшение означает значительное падение величины электрогенерации.

Во-вторых, почти все обычные конструкции ветряных турбин должны устанавливаться на стальной и бетонной башне со сложной системой управления и регулирования. Кроме того, такие ветровые турбины требуют непростой системы управления, чтобы перенести лопасти ветровой турбины из-за ветра во время штормов. Кроме того, обычные ветровые турбины часто повреждаются ударами молнии, так как лопасти простираются на сотни футов в воздух.

В-третьих, обычные ветровые турбины производят большое количество аэродинамических шумов. В результате аэродинамического шума и других низкочастотных колебаний люди, живущие вблизи больших ветровых турбин, часто жалуются на хронические головные боли, мигрень, тошноту, головокружение, нарушение сна, стресс и беспокойство.

Поскольку скорость ветра увеличивается как функция мощности высоты над рельефом, выходная мощность и, следовательно, экономическая эффективность ветровых турбин увеличивается с высотой башни, используемой для поддержки турбины. Тем не менее, существует предел высоты, которую могут достичь обычные стальные конструкции (в настоящее время около 120 метров).

Как можно было заметить, что большие ветряные генераторы имели свои недостатки. Именно поэтому одной из компаний был разработан инновационный ветряной генератор Airborne Wind Turbine (AWT), который не мог сравниться с обычным.

Тестирование показало очень даже неплохие результаты, так, производительность дирижабля оказалась в два раза больше производительности обычного ветряка. Ряд ученых надеется, что в будущем эта технология станет заменой мобильным дизельным электростанциям.

Ветряк АWT представляет собой надувную турбину, выполненную из газонепроницаемой и прочной ткани, наполняемой гелием (рис 1). Кроме того, предусмотрена возможность наполнения оболочки ВАТ водородом. Этот газ пожароопасен, но в некоторых случаях, например на Крайнем Севере, его можно использовать, тем более, что водород можно получить на месте из воды с помощью электролиза. Особенностью ветряка-аэростата является очень низкий уровень утечки гелия, благодаря чему аэростат может длительное время находиться на высоте. Электрический генератор способен выдавать 30 кВт мощности, которой хватит для обеспечения электроэнергией небольших поселков. Его лопасти изготовлены с таким расчетом, чтобы оказывать минимальное воздействие на окружающую среду, в том числе и шумовое. Кроме того, конструкция ветрогенератора может нести на себе метеорологическое и коммуникационное оборудование. Это могут быть средства мобильной связи или Wi-Fi.



Рисунок 1. Ветрогенератор АWT

Удержание воздухоплавательной части устройства на месте дислокации осуществляется тросами и трос-кабелем, связывающим модуль с причальным узлом, содержащим свободно вращающую платформу с установленными на ней двумя лебедками и диаметрально расположенной к ним кабельной бухтой.

Использование АWT уменьшает стоимость ветровой энергии на величину до 70 %. Этот впечатляющий результат достигнут благодаря снижению расходов на транспортировку и монтаж, а также в 2 раза большей эффективности турбины, которая работает на высоте с устойчивыми сильными ветрами.

Кроме того, в ветряках АWT также включается еще одна система управления с обратной связью, которая контролирует высоту дирижабля. Система управления позволяет воздушному судну подниматься до тех пор, пока ротор ветрогенератора не достигнет заданной минимальной угловой скорости. Однако, если скорость вращения ротора ветровой турбины превышает заданный максимум из-за чрезмерных скоростей ветра, система управления втягивает тросик до тех пор, пока дирижабль не достигнет более низкой высоты и, следовательно, уменьшит скорость ветра. Наконец, система управления также имеет систему подачи вперед, так, что если суровая погода в воздухе будет предсказана, то активированная пользователем система управления вернет пучок на уровень земли, чтобы свести к минимуму возможный ущерб сборке.

В сборку также входит система предотвращения повреждения сборки от статического разряда и ударов молнии с использованием металлических пленочных покрытий, статических разрядных отверстий и заземляющих проводов. Кроме того, надувные компоненты могут быть покрыты устойчивым к ультрафиолетовому излучению или износостойким покрытием, чтобы обеспечить требуемый уровень прочности и увеличить срок службы.

Подводя итоги, можно сделать вывод о том, что материалы и технологии создания надувных конструкций позволят создавать ветрогенераторы, поднимаемые на большие высоты, где дуют быстрые и постоянные ветры. При этом энергетическая установка является весьма компактной - она умещается в стандартном прицепе грузового автомобиля. Ее можно незамедлительно доставить в место, где требуется электроэнергия и развернуть в рабочее состояние очень быстро.

Библиографический список

1. Высотный ветрогенератор-дирижабль - способ получения дешевой возобновляемой энергии. [Электронный ресурс] URL:
<https://www.dailytechinfo.org/eco/3517-mashiny-monstry-vysotnyy-vetrogenerator-dirizhabl-sposob-polucheniya-deshevoy-vozobnovlyаемoy-energii.html>
2. Ветряной генератор. [Электронный ресурс] URL:
<http://newsland.com/user/4297685476/content/kompaniia-altaeros-energies-ispytala-vetrianoi-generator/4588375>
3. Портативная воздушно-ветряная система. [Электронный ресурс]
URL:<https://patents.google.com/patent/US20140377066?q=Airborne+Wind+Turbine>

УДК 62.13

Д.В. Ким

студент III курса ВШТЭ СПбГУПТД

А. А. Кожухарь

студент IV курса ВШТЭ СПбГУПТД

Г. Ю. Бутко

доцент каф. ПиАХТ ВШТЭ СПбГУПТД

ЯВЛЕНИЕ ПОМПАЖА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ НАПОРА ЖИДКОСТИ ОТ ПОДАЧИ В НАСОСАХ И РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННЫХ МАШИНАХ

Рассмотрим систему, в которой нагнетатель через обратный клапан подает жидкость в резервуар (рис. 1).

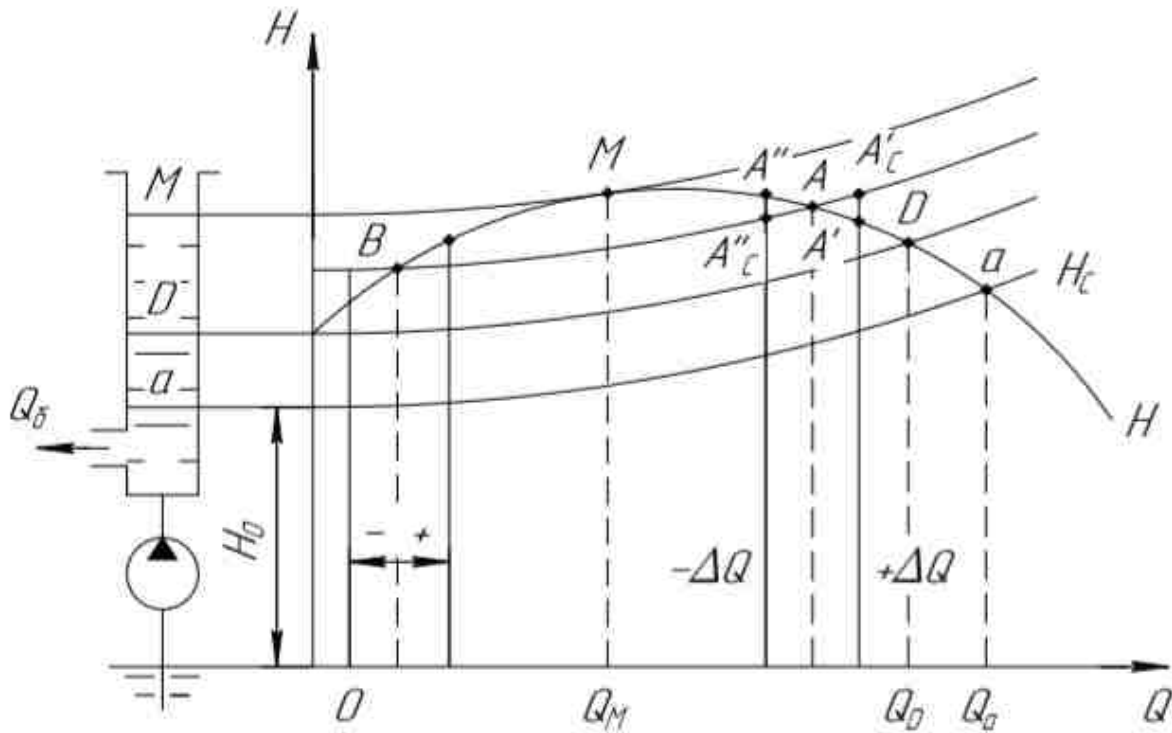


Рис. 1. Зависимость напора от подачи в нагнетателе

Предположим, что в какой-то момент потребление жидкости из резервуара становится значительно меньше подачи насоса, вследствие чего начинает расти уровень жидкости, а значит увеличивается и статическое давление, которое должен преодолеть нагнетатель для подачи жидкости в резервуар. Получается, что напор на выходе нагнетателя должен увеличиться в момент, когда насос уже не может развить потребный напор, происходит срыв подачи, она падает до 0. Обратный клапан закрывается, поток от нагнетателя в резервуар отсутствует. За счет потребления жидкости уровень падает, когда напор нагнетателя будет достаточным для преодоления сопротивления, подача резко возрастет до первоначального значения [1].

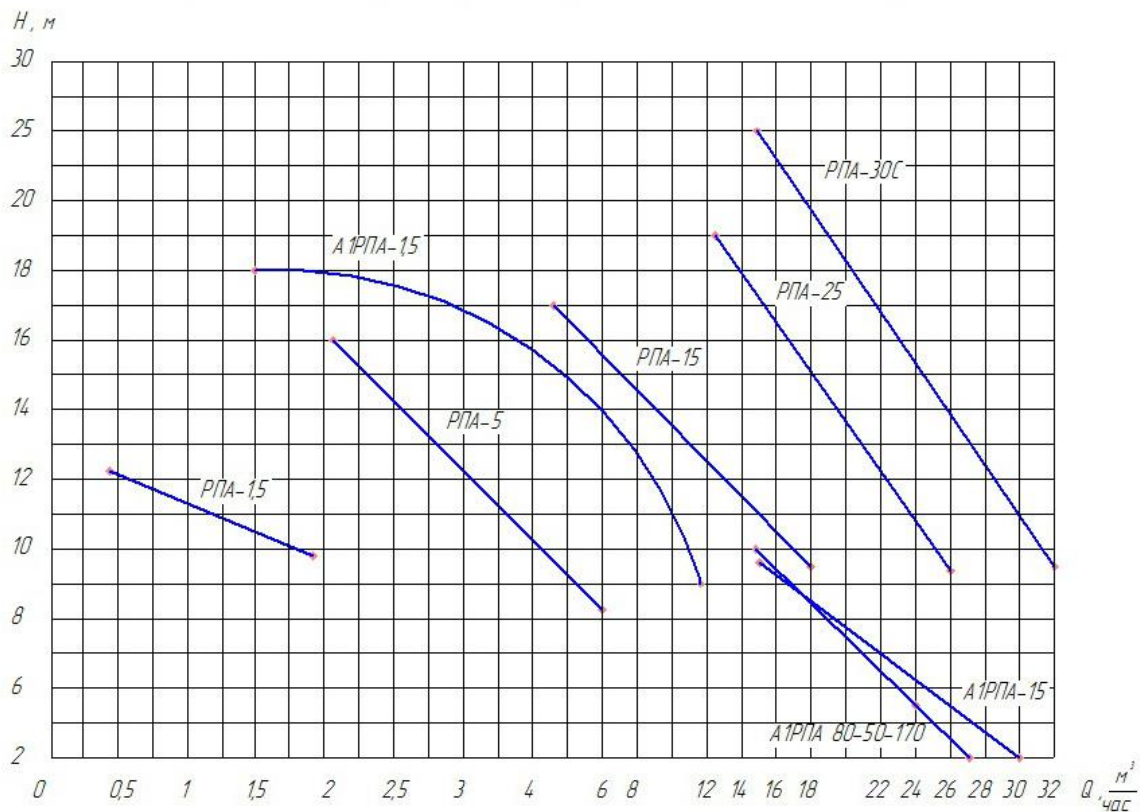


Рис. 2. Зависимость напора от подачи в роторно-пульсационной машине

В отличие от нагнетателя роторно-пульсационная машина не имеет увеличения напора из-за соответствия подаваемой и потребляемой жидкости (рис 2).

Большое значение имеет форма лопаток насоса. Лопатки роторно-пульсационной машины отогнуты под углом 90° (радиальные).

Уравнение для определения теоретического напора в виде аналитической зависимости от подачи

$$H_{T\infty} = \frac{U_2^2}{g} \left(U_2 - \frac{Q_2}{F_2} \operatorname{ctg} \beta_2 \right).$$

Данное уравнение позволяет сделать следующее заключение:

при $\beta_2 = 90^\circ$, $H_{T\infty} = U_2^2/g = \operatorname{const}$, $H_{T\infty}$ не зависит от $Q_{T\infty}$, лопатки радиальные [2].

Определение изменения величин слагаемых общего теоретического напора (статического и динамического) в зависимости от угла β_2 :

угол $\beta_2 = 90^\circ$, лопатки радиальные и относительная скорость ω_2 имеет радиальное направление (рис. 3).

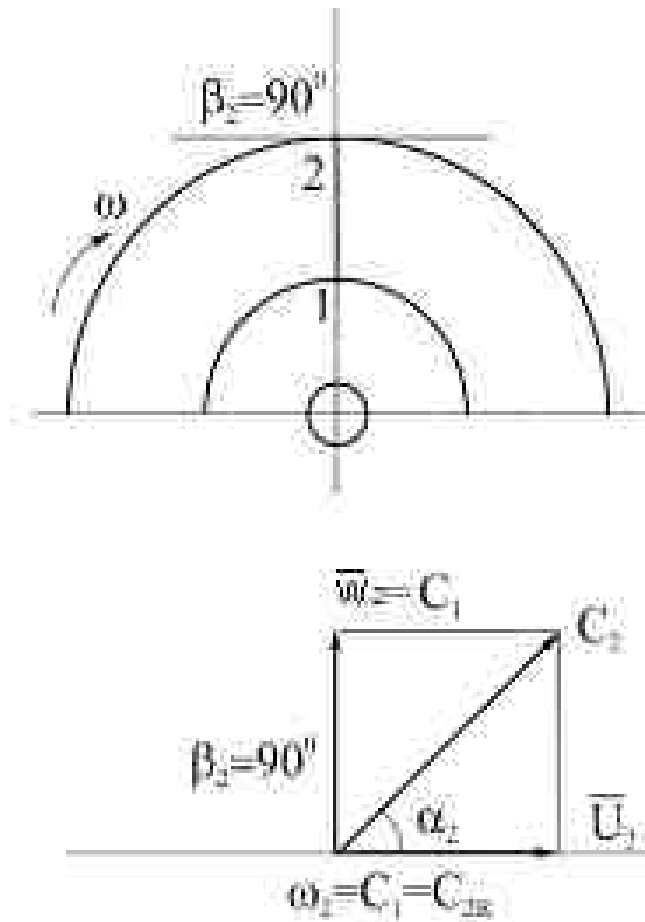


Рис. 3. Треугольники скоростей в зависимости от угла β_2

Величины слагаемых общего напора для каждого случая:

Общий напор $H_{T\infty} = \frac{U_2 C_2 \cos \alpha_2}{g} = \frac{U_2^2}{g}$, так как $C_2 \cos \alpha_2 = U_2$. Динамический напор

$H_{\text{дин}} = \frac{C_2^2 - C_1^2}{2g} = \frac{U_2^2}{2g}$, т.е. равняется половине общего напора.

Следовательно, $H_{\text{ст}} = \frac{U_2^2}{2g}$.

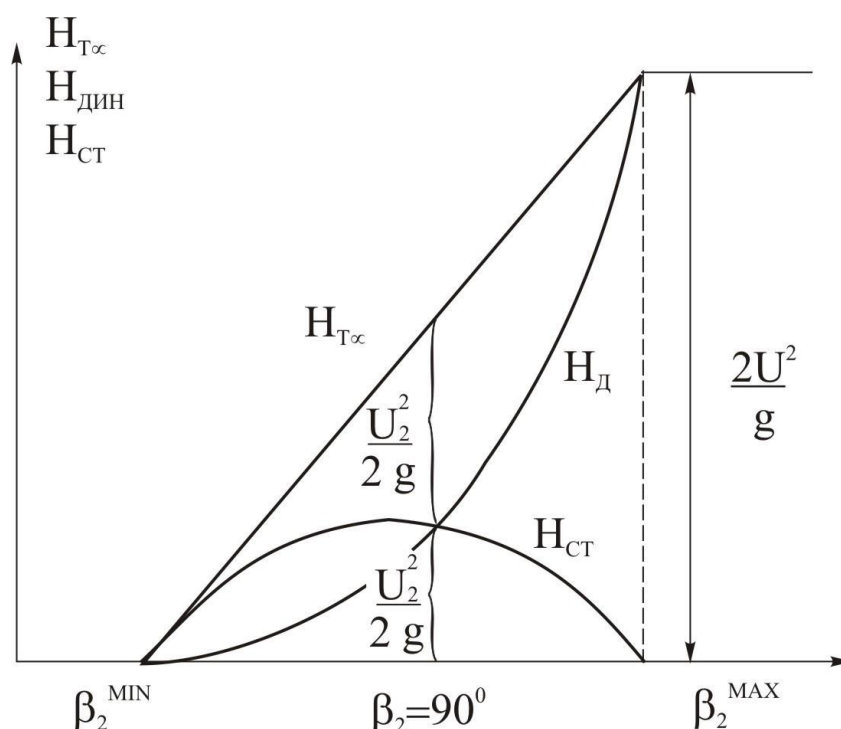


Рис. 4. График зависимости составляющих общего напора от угла β_2

Из графика (рис. 4) следует вывод, что при работе РПМ явление помпажа может быть не характерно, в отличие от лопастных насосов, потому, что работает или определяет напорно-расходные характеристики угол β_2 , при котором работает правая ветвь нагнетателя, а левая вообще не участвует.

Библиографический список

1. Гусин Н.В. Лопастные насосы: учебное пособие. Ч. 1. - Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 1995. - 169 с.
2. Нурутдинов Р.Г. Гидравлические машины в нефтегазовом деле. -Уфа: Изд-во УГНТУ, 2008.-143 с.

Е.Ю. Кодряну

магистрант II курса ВШТЭ СПбГУПТД

А.Б. Дягилева

д.х.н., проф. каф. ООС и РИПР ВШТЭ СПбГУПТД

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕШЕНИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ И ТУШЕНИЮ ПОЖАРОВ ЗЕРНА

Эффективное управление рисками производства продукции растениеводства составляет основу устойчивого развития сельского хозяйства, обеспечения продовольственной и национальной безопасности, стабильного развития экономики страны в целом.

В современных условиях сложилась ситуация отсталости существующих Инструкций [1] по хранению зерна от современных темпов и методов производства и хранения зернопродуктов. Наиболее актуальным является применимость регламента Таможенного союза "О безопасности зерна" [2], но все же он не дает полного представления картины обращения с зерном, которое обеспечило бы максимальную безопасность качества сырья и безопасность окружающей среды. Поэтому возникает необходимость доработки, корректировки существующих методик и их адаптации к особенностям растительного сырья Российского производства.

Основной причиной пожаров зерна является самовозгорание [3]. Оно возникает в результате тепловыделения при сорбции кислорода и влаги воздуха, окисления и протекания других биологических процессов. Наиболее быстро прогреваются слои продукта, расположенные на высоте 1,5-2 диаметра силоса от нижнего разгрузочного бункера.

Основные применяемые методы тушения пожаров следующие:

- Тушение пожара в силосах и бункерах жидким диоксидом углерода.

- Тушение горящих силосов перегретым паром.
- Тушение водяными растворами пенообразователей.
- Комбинированный метод подачи огнетушащих веществ.

В таблице представлена сравнительная характеристика данных методов.

Таблица 1

Сравнительная характеристика методов тушения пожаров зерна

Метод	Применение	Характеристика
Тушение пожара жидким диоксидом углерода	Температура в очаге больше 250 градусов	Расход жидкого диоксида углерода составляет 1,4-1,7 кг на 1 метр куб. продукта. Жидкий диоксид углерода подается в нижнюю зону силоса через технологические люки-отверстия, пробитые в разгрузочном бункере горящего силоса.
Тушение перегретым паром	Температура в очаге горения не превышает 250 градусов	Можно использовать стационарные и передвижные парообразовательные установки, имеющиеся на объектах
Тушение водяными растворами пенообразователей	Температура очага меньше 250 градусов.	Подача водяных растворов пенообразователей осуществляется в нижнюю зону силоса через технологические люки, для чего используются стволы «А», у которых вместо насадок устанавливаются удлинители, выполненные из цельнометаллических труб диаметром 25 мм.
Комбинированный метод	Температура в очаге больше 250 градусов	Комбинированный метод заключается в очередности подачи газовых и водяных средств тушения. Тушение заключается в эффекте флегматизации и изоляции зоны горения при одновременном охлаждении.

При применении любого из приведенных способов тушения очага пожара для устранения возможного образования взрывоопасных горючих смесей в силосах целесообразно в каждом случае заполнять свободный верхний объем горящего силоса, а также свободные верхние объемы силосов, объединенных с горящим силосом, воздушно-механической пеной [4].

Метод пожаротушения должен обеспечить:

- максимальную надежность работы системы по хранению зерна;
- минимальные затраты на компоновку;
- минимальный ущерб окружающей среде;
- безопасность населения;
- сохранение свойств и качества зерна.

Успех тушения пожаров в силосах включает в себя выполнение следующих основных операций:

- герметизация горящего силоса и соседних, соединенных с ним пересыпными окнами;
- флегматизация горючей газовой смеси в объеме горящего и соседних с ним силосов;
- послойное тушение растительных материалов снизу вверх;
- устранение условий, благоприятствующих брожению, при проливании и тушении растительных материалов водопенными средствами и паром.

Профилактика развития пожаров и взрывов в силосах заключается в реализации правильно организованной системы комплексного непрерывного мониторинга за температурой, составом горючих компонентов газовой среды, что может позволить локализовать аварийные режимы самосогревания и при отдельном хранении по видам продукции. Данная профилактика должна реализовываться на предприятиях посредством установки средств автоматического контроля. Для постоянного контроля качества зерно отбирается

автоматическими пробоотборниками и поступает в лаборатории. ВНИИЗ разработал технологию контроля зерна методом «анализа цифрового изображения» - сопоставления исследуемого зерна с компьютерным «эталонном зерна» [5].

В системе надежности эксплуатации этих предприятий важное место занимают планирование и организация мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности в режиме опережающего цикла. Обеспечение стабильности качества сырья при длительном хранении возможно при соподчиненности в реализации эксплуатации технического сооружения следующих условий: наличие подготовленных кадров → выбор и обоснование правильного типа хранилища → профилактика и защита от вредителей с оперативным устранением заражения → непрерывный мониторинг и контроль качества продукта и условий хранения → обеспечение пожаровзрывобезопасности хранилищ [6].

Библиографический список

1. Инструкция N 9-7-88 Инструкция по хранению продовольственно-фуражного зерна и зерновых продуктов (дата введения 1988-09-01).
2. Регламент Таможенного союза "О безопасности зерна" (с изменениями на 16 мая 2016 года).
3. ФГБУ НИИ Проблем хранения Росрезерва / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://niiphrosreserv.ru>. Дата обращения: 21.07.18.
4. Бритиков Д.А. Виды и причинно-следственные связи аварий взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья: сб. докл. XIII Международного форума по промышленной безопасности. Презентация в PowerPoint [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.conference.gce.ru> –Загл. с экрана

5. Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки (ВНИИЗ) / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://vniiz.org>. Дата обращения: 30.07.18.

6. Кодряну Е.Ю., Дягилева А.Б. Система мероприятий опережающего цикла для обеспечения техносферной безопасности при хранении зерна// Техносферная безопасность как комплексная научная и образовательная проблема: материалы Всероссийской конференции, Санкт-Петербург, 4–6 октября 2018 года.-СПб.: Политех-Пресс, 2018.

УДК 502.3: 626.8

В.И. Конотоп

магистрант II курса ВШТЭ СПбГУПТД

И.В. Антонов

ст. преп. каф. ООС и РИПР ВШТЭ СПбГУПТД

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ПРИ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ КАНАЛОВ МЕЛИОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Мелиоративные системы - комплексы взаимосвязанных гидротехнических и других сооружений и устройств (каналы, коллекторы, трубопроводы, водохранилища, плотины, дамбы, насосные станции, водозаборы, другие сооружения и устройства на мелиорированных землях), обеспечивающих создание оптимального водного, воздушного, теплового и питательного режимов почв на мелиорированных землях [1].

В начале - середине 2000-х годов, особенно на территориях, непосредственно примыкающих к г. Санкт-Петербург, началось массовое строительство промышленных объектов, транспортных магистралей, индивидуальное жилищное и коттеджное строительство.

Данные обстоятельства приводят к ряду существенных проблем при эксплуатации мелиоративных сетей, к которым относятся:

1. Технические факторы

-износ и старение основных производственных фондов гидромелиоративных систем;

-конструктивное несовершенство сохранившихся гидромелиоративных систем (моральное старение систем, построенных в 60-80-х годах двадцатого столетия);

- применение морально и физически устаревшей (энерго- и ресурсозатратной) техники;

- качественно низкий уровень водоучёта, водопотребления и состояния гидромелиоративных систем (инженерной инфраструктуры и мелиорируемых земель);

-недостаточность ремонтно-восстановительных работ на федеральной составляющей гидромелиоративных систем и практическое их отсутствие во внутривладельческой сети;

- невосприимчивость к внедрению результатов НИР и НИОКР.

2. Организационно-правовые факторы

- несовершенство структуры управления мелиоративной деятельностью в стране и регионах;

- сокращение сети проектных организаций;

- ликвидация ранее созданной и успешно функционировавшей специализированной строительно-индустриальной базы мелиоративного комплекса;

- отсутствие должного финансового обеспечения агромелиоративного комплекса.

Для поддержания рабочего состояния мелиоративной сети необходимо проводить периодический мониторинг, в результате которого выявляются основные причины неисправной работы сети, с последующим их устранением.

С учетом потенциального изменения структуры землепользования на водосборных площадях встает задача экономического обоснования очередности и состава мероприятий по сохранению и восстановлению работоспособности водопроводящих каналов. Для решения задач данной направленности первоначально требуется проведение инвентаризационных работ.

Данную работу можно подразделить на 3 этапа:

1. Подготовительные работы.
2. Обследование и инвентаризация выявленных объектов мелиоративных систем.
3. Создание карт-схем мелиоративных систем.

На первом этапе производится сбор существующих материалов по мелиоративным системам (мелиоративных, водоотводящих и других каналов, участков с межхозяйственной сетью и внутрихозяйственной сетью). Затем осуществляется рассылка запросов в администрации районов, органы местного самоуправления, администрации и управления организаций, на землю, на которой расположены элементы мелиоративной системы по вопросам предоставления имеющихся сведений об этих объектах.

Для полной оценки состояния мелиоративных сетей Приморского района необходимо оценить изменение площадей территорий жилой застройки, сельскохозяйственных, лесных насаждений, имеющихся на данный момент, с правилами пользования и застройки территории Санкт-Петербурга.

Для оценки состояния каналов использовались спутниковые снимки территории Приморского района, которые с помощью пространственной привязки были соединены между собой в заданной системе координат (рис. 1).

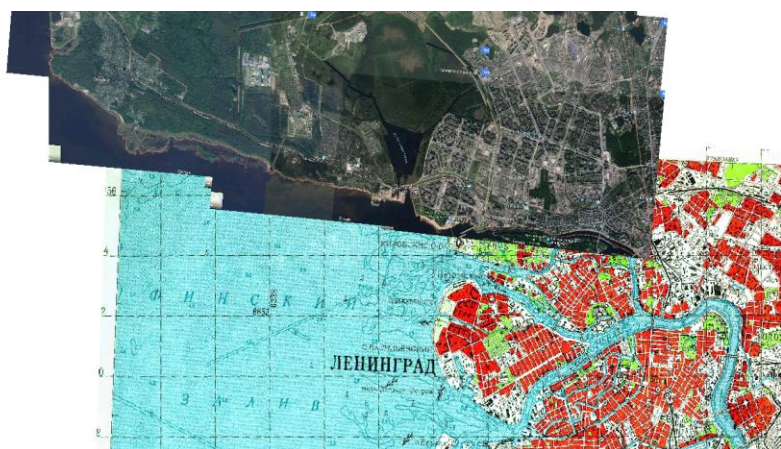


Рис.1. Пространственная привязка [4]

Следующим этапом было выделение границ района, зон жилой застройки, сельского хозяйства, леса и водоемов [3]. Для каждой выделенной зоны была посчитана площадь (рис. 2).

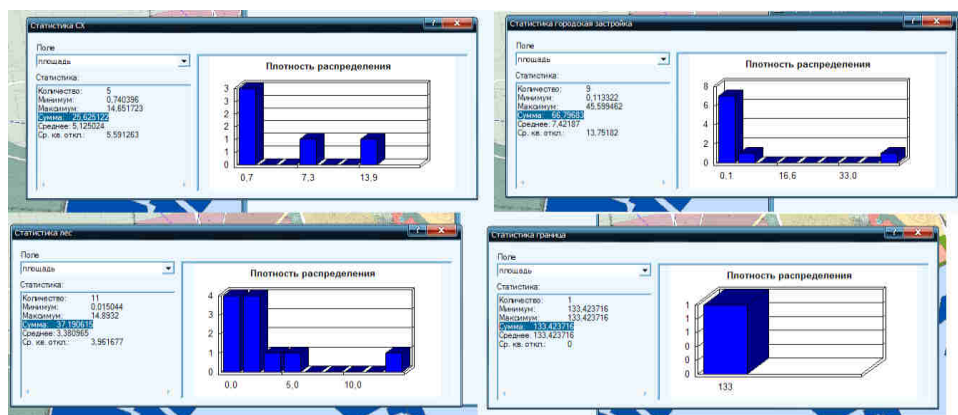


Рис. 2. Площади зон Приморского района

На 2-м этапе работ проводятся более детальное обследование и инвентаризация объектов мелиоративных систем, включающее:

- Полевые обследования мелиоративных каналов:
 - рекогносцировочные обследования выявленных в ходе выполнения 1-го этапа объектов мелиоративных систем, уточнение их месторасположения;
 - выявление объектов мелиоративных систем, не выявленных картографическими методами;

- определение типа и назначения выявленных объектов мелиоративных систем, обоснование критериев отнесения объектов мелиоративной системы к тому или иному типу; присвоение инвентаризационных номеров выявленным объектам мелиоративных систем согласно системе идентификации объектов мелиоративных систем Санкт-Петербурга.

- Картирование мелиоративных систем – актуализация картографических материалов (топографических планшетов) с объектами мелиоративных систем с учетом рекогносцировочных обследований и другой полученной информации.

На 3-м этапе инвентаризации осуществляется разработка и создание карт-схем выявленных объектов мелиоративных систем с использованием программного продукта фирмы ESRI ArcGIS Desktop 10 [2].

Первоначально осуществляется перевод первичных пространственных данных инвентаризации в векторный цифровой формат пространственных данных (шейп (shape)).

Нанесение выявленных объектов мелиоративных систем (мелиоративных каналов и водопропускных сооружений) в электронном виде на карту Санкт-Петербурга. Создание пространственно привязанных точечных слоев с возможностью просмотра фотографий с пояснительной информацией (общие виды мелиоративных каналов, узловые точки, места пересечений с прочими мелиоративными каналами, инженерными коммуникациями, исток и устье мелиоративного канала).

Компоновка и создание картографических материалов в формате JPEG.

Зонирование Приморского района на 2015-2025

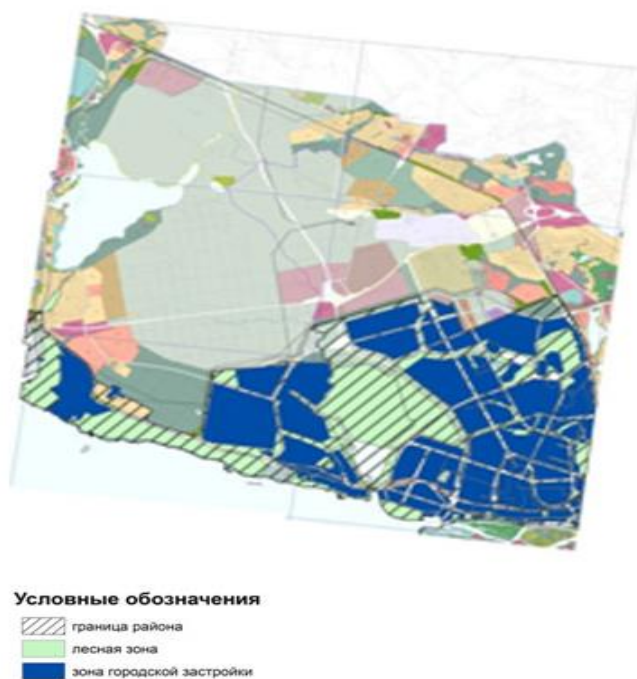


Рис. 3. Макет карты Приморского района

В ходе проводимых обследований выявляются проблемные территории города, подверженные затоплению и подтоплению. Проводится систематический мониторинг подобных территорий с целью оперативного реагирования при возникновении аварийных ситуаций. О наличии несанкционированных свалок и точек сбросов неочищенных сточных вод, выявленных при обследованиях, направляется соответствующая информация в Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, а также другие органы исполнительной власти города, что в конечном счёте приводит к снижению негативного воздействия на окружающую среду и восстановлению нарушенных естественных экологических систем.

Библиографический список

1. Конотоп В.И., Антонов И.В. Анализ существующих нормативных документов в области регулирования мелиоративных сетей//Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сб.

докл. XII международной научной конференции аспирантов и студентов. - Донецк, 2018.- С. 202-204.

2. Геоинформационные технологии в техносферной безопасности: учебно-методическое пособие/ сост. И.В. Антонов, А.И. Шишкин, А.В. Епифанов/ ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2017. – 52 с.

3. Геоинформационные технологии в техносферной безопасности: методические указания для выполнения курсовых работ / сост. И.В. Антонов, А.И. Шишкин, А.В. Епифанов/ ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2017. – 21 с.

4. Система координат 1942 года, СК-42 [Электронный ресурс] // интернет портал «Взгляд инженера». URL: <https://geostart.ru/sk-42> (Дата обращения: 01.12.2018)

УДК 004.94

Н.В. Корнелюк

студент IV курса ВШТЭ СПбГУПТД

В.П. Яковлев

зав. каф. ПМИ ВШТЭ СПбГУПТД

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДЫ RAND MODEL DESIGNER

В настоящее время компьютерное моделирование - самый эффективный метод для изучения сложных задач, поскольку проводить различные вычислительные эксперименты намного легче и удобнее на компьютерной модели [1,2].

Rand Model Designer — это высокопроизводительная визуальная среда для разработки компонентных моделей сложных динамических систем. Rand Model Designer использует образный, интуитивно понятный объектно-ориентированный язык моделирования высокого уровня, позволяющий быстро и

качественно создавать сложные модели. Rand Model Designer позволяет разрабатывать непрерывные, дискретные и гибридные (непрерывно-дискретные) модели и проводить интерактивные вычислительные эксперименты с разработанными моделями. Rand Model Designer работает на Intel - совместимых компьютерах под управлением операционных систем MS Windows XP, VISTA, Windows 7 и Windows 8 [3].

Основными областями применения продукта являются: проведение научных вычислительных экспериментов, в том числе и с использованием внешних приборов и оборудования; проектирование технических систем; проведение стратегического аудита; обучение; разработка математических моделей физических систем и процессов с последующим включением их во внешние программные приложения.

Типовыми примерами использования Rand Model Designer могут являться: моделирование механических систем; моделирование электрических цепей; имитационное моделирование; моделирование жидкостных гидравлических систем; моделирование газовых систем; моделирование систем управления; моделирование макроэкономики [4].

Было рассмотрено применение Rand Model Designer на конкретном примере: необходимо создать модель, представляющую собой упругое центральное столкновение трех шаров (рис. 1). Маленький шарик с начальной скоростью v_0 движется сначала в правую сторону и соударяется с первым шаром массой m_1 . Происходящий удар заставляет поменять скорость маленького шарика на скорость v_1 , которая меньше скорости v_0 , а скорость первого шара становится больше 0. Отскочивший в обратную (левую) сторону маленький шарик доходит до второго шара с массой m_2 и сталкивается с ним по идентичному закону. В конце скорость маленькой шарика станет меньше скорости одного из двух движущихся больших шаров и удара не произойдет.

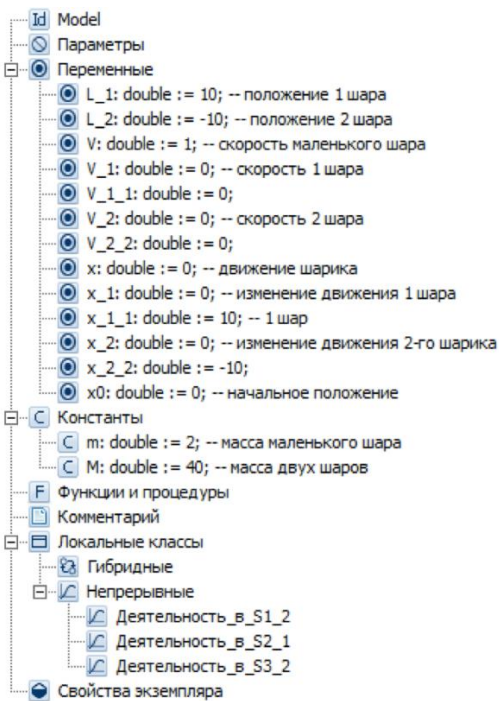


Рис. 1 – Описание модели: параметры, переменные, состояния и функции, используемые в модели

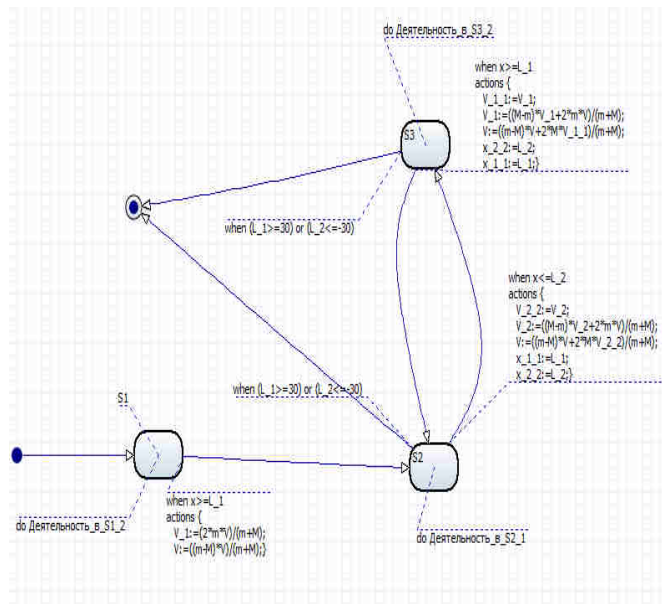


Рис. 2 – Схема математической модели

На рис. 2 представлена схема математической модели со всеми переходами и вычислительными формулами. Блоки S1, S2, S3 имеют следующие формулы (деятельность):

$$S1: x = x_0 + V * time$$

$$S2: x_1 = x_{1-1} + V_1 * time$$

$$x = x_{1-1} + V * time$$

$$L_1 = x_1$$

$$x_2 = x_{2-2} + V_2 * time$$

$$L_2 = x_2$$

$$S3: x = x_{2-2} + V * time$$

$$x_2 = x_{2-2} + V_2 * time$$

$$L_2 = x_2$$

$$x_1 = x_{1-1} + V_1 * time$$

$$L_1 = x_1$$



Рис.3. Временная диаграмма

На временной диаграмме (рис. 3) показано моделирование в реальном времени, но благодаря настройкам можно ускорить или замедлить прогон модели.

На рис. 4 и 5 продемонстрирована модель столкновения трех шариков.

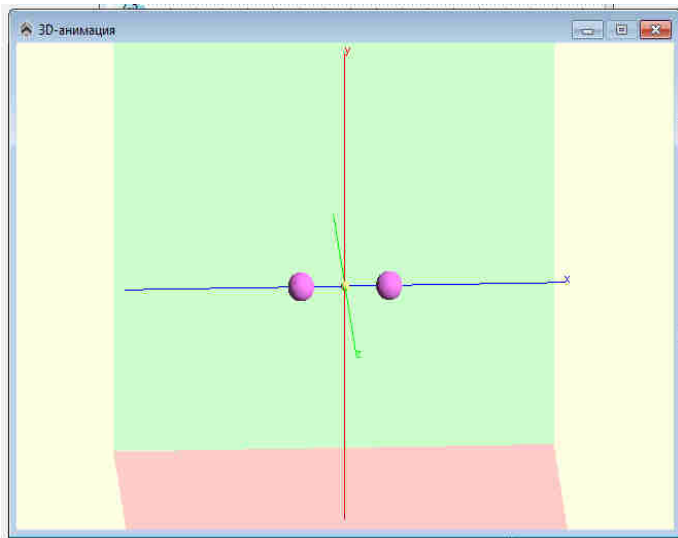


Рис. 4. Модель столкновения трех шариков

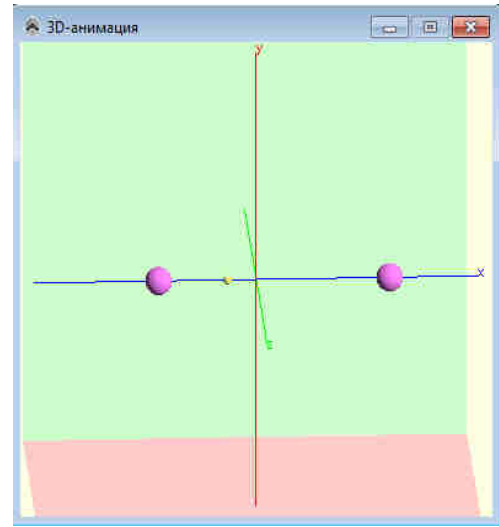


Рис. 5. Модель столкновения трех шариков

При рассмотрении примера были приобретены навыки работы в визуальной среде для разработки компонентных моделей сложных динамических систем Rand Model Designer. Благодаря этим навыкам была реализована модель столкновения трех шариков.

Таким образом, среда визуального моделирования Rand Model Designer предназначена создания иерархических многокомпонентных событийно управляемых моделей сложных динамических систем.

Библиографический список

1. Введение в математическое моделирование / под ред. П.В. Трусова.- М.: Логос, 2007.- 124 с.
2. *Ресурс удаленного доступа.* Википедия. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]. - <https://ru.wikipedia.org/wiki/wiki/Моделирование> (дата обращения: 9.12.2018).
3. *Ресурс удаленного доступа.* Официальный сайт Rand Model Designer [Электронный ресурс]. - <http://www.mvstudium.com> (дата обращения: 9.12.2018).

4. Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Компьютерные технологии математического моделирования. СПб.: Изд-во политехнического ун-та, 2012. – 136 с.

УДК 53.001.891.573

А. К. Кузнецов
студент III курса ВШТЭ СПбГУПТД
Г. Ю. Бутко
доц. каф. П и АХТ ВШТЭ СПбГУПТД
С.С. Синегубов
к.т.н., доц. каф. МАС ВШТЭ СПбГУПТД

РАБОТА РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННЫХ МАШИН И ЕЁ ОБЪЯСНЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОНЯТИЯ «СТРАННЫЙ АТТРАКТОР»

Давид Рюэль, бельгийско-французский физик-математик, голландский математик Флорис Такенс, пытаясь предложить альтернативу традиционным взглядам на порог турбулентности, предположили, что источником всего сложного в турбулентности является не наложение частот, ведущих к появлению бесконечного множества независимых и перекрывающих друг друга движений жидкости, а всего лишь три отдельных движения. Авторы назвали это «странный аттрактор».

При работе роторно-пульсационных машин образуются поля ускорений, скоростей, мелкомасштабные однородные поля давлений, кавитация и т.д. Комплекс этих явлений, по нашему мнению, приводит к странному аттрактору.

«Странный аттрактор» — это, в нашем случае, притягивающее множество неустойчивых траекторий жидких частиц в фазовом пространстве диссипативной динамической системы. В отличие от аттрактора, не является многообразием, то есть не является кривой или поверхностью. Структура «странного аттрактора» фрактальна. Траектория такого аттрактора непериодическая (она не замыкается) и режим функционирования неустойчив

(малые отклонения от режима нарастают). Основным критерием хаотичности аттрактора является экспоненциальное нарастание во времени малых возмущений. Следствием этого является «перемешивание» в системе, непериодичность во времени любой из координат системы, сплошной спектр мощности и убывающая во времени автокорреляционная функция.

Динамика на «странных аттракторах» часто бывает хаотической: прогнозирование траектории, попавшей в аттрактор, затруднено, поскольку малая неточность в начальных данных через некоторое время может привести к сильному расхождению прогноза с реальной траекторией.

«Странный аттрактор» обитает в фазовом пространстве — одном из удивительнейших изобретений современной науки. Фазовое пространство делает возможным превращение чисел в изображения, извлекая даже малую толику существенной информации из движущихся систем, механических или жидкостных и наглядно демонстрируя все их возможности.

В фазовом пространстве все известные данные о динамической системе в каждый момент времени концентрируются в одной точке, которая и представляет собой данную систему в кратчайшем временном отрезке. В следующее мгновение система уже претерпит изменения, пусть даже совсем незначительные, и точка изменит свое местонахождение. Всю длительность существования системы можно изобразить на графике, следя за перемещениями точки с течением времени и наблюдая за ее орбитой в фазовом пространстве.

Но как же все данные о сложнейшей системе могут быть представлены лишь в одной точке? Если система характеризуется двумя переменными, найти ответ не составляет труда, он напрямую вытекает из Евклидовой геометрии: одна из переменных располагается на горизонтальной оси x , а другая — на вертикальной оси y . Если же система представляет собой качающийся маятник, свободный от действия силы трения, то одна из переменных является его положением в пространстве, а другая — скоростью. Они непрерывно меняются, образуя линию из точек, которая изгибается

петлей, вновь и вновь повторяющей саму себя. Та же система, но обладающая более высокой энергией, раскачивающаяся быстрее и дальше, образует в фазовом пространстве петлю, схожую с первой, но большую по размерам.

Впрочем, столкнувшись с одним из проявлений реальности — трением, система начинает претерпевать изменения. Чтобы описать поведение маятника, подверженного трению, не нужны уравнения движения: каждое его колебание фактически заканчивается на одном и том же месте, в центре, откуда начиналось движение, и скорость его в эти моменты равна нулю. Данная центральная фиксированная зона как бы «притягивает» колебания. Вместо того чтобы вечно чертить на графике петли, орбита маятника спиралью закручивается внутрь. Трение рассеивает энергию системы, что в фазовом пространстве выглядит как толчок к центру. Наблюдается движение из внешних зон с высокой энергией к внутренним зонам с низкой энергией [1].

Вернёмся к неустойчивым траекториям, возникающим в «странном аттракторе». На первый взгляд, требование о неустойчивости всех траекторий, принадлежащих аттрактору, и требование о том, чтобы все соседние траектории при $t \rightarrow \infty$ к нему стремились, кажутся несовместимыми, поскольку неустойчивость означает разбегание траекторий. Это кажущееся противоречие устраняется, если учесть, что траектории могут быть неустойчивыми по одним направлениям в пространстве состояний и устойчивыми (т. е. притягивающими) по другим. В n -мерном пространстве состояний траектории, принадлежащие странному аттрактору, не могут быть неустойчивы по всем $(n - 1)$ -направлениям (одно направление отвечает движению вдоль траектории), так как это означало бы непрерывный рост начального объема в пространстве состояний, что для диссипативной системы невозможно. Следовательно, по одним направлениям соседние траектории к траекториям аттрактора стремятся, а по другим — неустойчивым — от них уходят. Такие траектории называют седловыми, и именно множество таких траекторий составляет «странный аттрактор».

«Странный аттрактор» может появиться уже после нескольких бифуркаций возникновения новых периодов: даже сколь угодно малая нелинейность может разрушить квазипериодический режим (незамкнутая обмотка на торе), создав на торе «странный аттрактор». Это, однако, не может произойти на второй (начиная с разрушения стационарного режима) бифуркации. Учет малой нелинейности не разрушает тора, так что «странный аттрактор» должен был бы быть расположен на нем, но на двумерной поверхности невозможно существование притягивающего множества неустойчивых траекторий. Дело в том, что траектории в пространстве состояний не могут пересекаться друг с другом (или сами с собой); это противоречило бы причинности поведения классических систем: состояние системы в каждый момент времени однозначно определяет ее поведение в следующие моменты. На двумерной поверхности невозможность пересечений настолько упорядочивает поток траекторий, что его хаотизация невозможна. Но уже на третьей бифуркации возникновение странного аттрактора становится возможным (хотя и не обязательным!). Такой аттрактор, приходящий на смену трехчастотному квазипериодическому режиму, расположен на трехмерном торе.

Принадлежащие странному аттрактору сложные, запутанные траектории расположены в ограниченном объеме пространства состояний. Классификация возможных типов «странных аттракторов», которые могут встретиться в реальных гидродинамических задачах, в настоящее время неизвестна; неясны даже критерии, на которых должна была бы основываться такая классификация. Существующие знания о структуре странных аттракторов основаны в основном лишь на изучении примеров, возникающих при компьютерном решении модельных систем обыкновенных дифференциальных уравнений, довольно далеких от реальных гидродинамических уравнений [2].

Библиографический список

1. Глейк Джеймс. Хаос: Создание новой науки / пер. с англ. М. С. Нахмансона, Е.С. Барашковой.- СПб.: Амфора, 2001. – 396 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.. Теоретическая физика. Гидродинамика- 3-е изд., испр. -М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. Т. VI. - 736 с.

УДК 542.944.1

Е. В. Литвиненко

магистрант II курса ВШТЭ СПбГУПТД

В. А. Маталин

к.х.н., нач. лаб. 822 ФГУП "РНИЦ "Прикладная химия"

Л.М. Попова

д.х.н., проф. каф. ОХ ВШТЭ СПбГУПТД

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ФТОРИРОВАНИЕ МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА

На сегодняшний день одним из основных промышленных методов получения перфторированных органических соединений с сохранением в них функциональных групп является метод электрохимического фторирования (ЭХФ).

Поиск возможности улучшения процесса ЭХФ и подбор оптимальных для синтеза исходных соединений является важной практической и прикладной задачей, ввиду уникальности химических, физико-химических и эксплуатационных характеристик получаемых фторированных продуктов.

Целью данной работы являлась технологическая оптимизация процесса ЭХФ с получением фторангидридов перфторированных кислот. В качестве исходного реагента был выбран малеиновый ангидрид (МА).

Проведено ЭХФ МА и разделение полученных продуктов ректификацией. Структуру продуктов определяли по спектрам ЯМР ^{19}F на

спектрометре «BrukerSpectrospin» AM-500 с частотой 470.6 МГц в растворах дейтерохлороформа с гексафторбензолом в качестве внутреннего стандарта. Также был выполнен анализ ГЖХ на капиллярной колонке Rtx-200 и хроматографе «Кристалл–2000М».

ЭХФ малеинового ангидрида проводилось в электролизере типа Саймонса. Объем электролизера, изготовленного из углеродистой стали, составлял 0,66 дм³. На рисунке приведена схема лабораторной установки для ЭХФ.

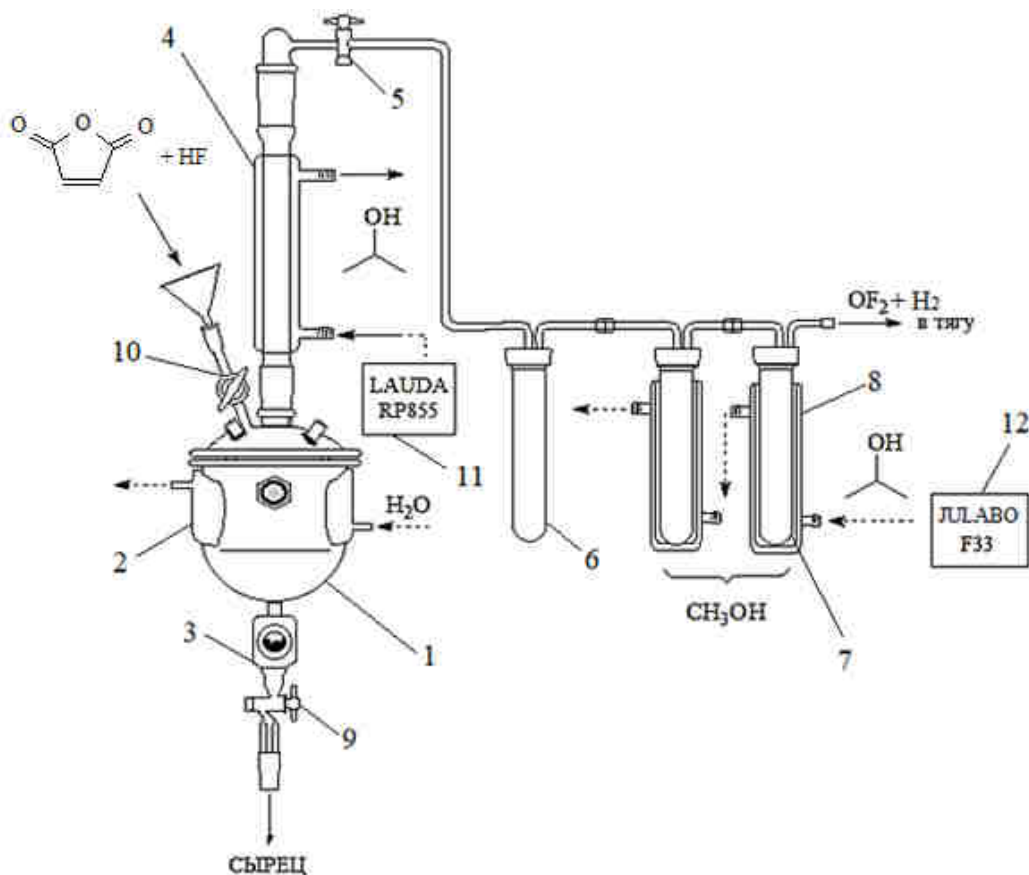


Схема лабораторной установки для ЭХФ малеинового ангидрида:

1 – электролизер типа Саймонса; 2 – рубашка для охлаждения электролизера; 3 – фонарь; 4 – обратный холодильник; 5 – кран для подачи реакционных газов в ловушки; 6 – предохранительная ловушка с воздухом; 7 – ловушки с метанолом; 8 – рубашки для охлаждения ловушек; 9 – кран для слива жидкого продукта (сырца); 10 – кран для подачи реагентов; 11,12 – охлаждающие циркуляционные термостаты с изопропиловым спиртом

Электролитическая ячейка 1 представляет собой одну камеру, снабженную рубашкой 2 для водяного охлаждения. Внутри ячейки расположен пакет чередующихся никелевых электродов, прикрепленных к внутренней части крышки. Эффективная площадь анодов равна 502 см². В верхней крышке электролизера расположен кран для подачи исходной органической смеси и фторида водорода и обратный холодильник 4, который охлаждается до температуры минус 30-36 °С изопропиловым спиртом. В нижней части электролизера установлен «фонарь» со смотровым окном 3 и кран для слива сырца.

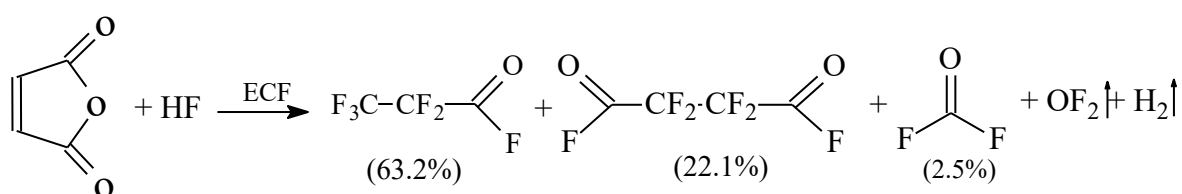
Получаемые газообразные продукты и реакционные газы (OF₂, HF и др.) проходили через две последовательно присоединенные ловушки с метанолом 7, снабженные рубашкой и охлаждаемые изопропиловым спиртом (T = минус 15-20°С). Фторангидриды и HF растворялись в метаноле, а OF₂ и H₂ отводились в тягу.

Основные параметры процесса ЭХФ представлены в таблице

Условия проведения процесса ЭХФ МА

Концентрация МА, %, г	15 (99)
Сила тока, А	10
Плотность тока, А/см ²	0.02
Напряжение, В	5.4-6
Температура электролизера, °С	+(18-26)
Температура холодильника, °С	-(30-36)

Реакцию ЭХФ малеинового ангидрида во фториде водорода можно описать уравнением, представленным на схеме.



Полученный сырец слили и провели ректификацию полученной смеси продуктов. Для образца сырца с температурой кипения 170-173°C были записаны спектры ЯМР ^{19}F , ^1H в растворе CDCl_3 . Также был выполнен анализ ГЖХ, который показал наличие в сырце 3-х основных продуктов и минорных примесей.

Результаты ЯМР-анализа подтвердили, что в ходе ЭХФ МА преимущественно образуется фторангидрид перфторпропионовой кислоты (ФАППК) (63.2 %) и дифторангидрид тетрафторянтарной кислоты (ДФАТФЯК) (22.1 %).

Области применения полученных фторированных продуктов: ФАППК используется в качестве мономера в синтезе композиционных материалов как промежуточный продукт в органическом синтезе (например, для получения перфторэтилизопропилкетона [1-3]), для получения эмульгаторов, фторсодержащих ПАВ, полимеров и др. [4]; ДФАТФЯК является важным продуктом в синтезе мономеров для получения термо- и морозостойких каучуков.

В результате синтеза получены перфторированные продукты с выходом по веществу – 36 и 45 % для ДФАТФЯК и ФППК соответственно, продолжительность синтеза составила - 206 ч.

По итогам данной работы был предложен новый метод получения фторангидрида перфторпропионовой кислоты и дифторангидрида тетрафторянтарной кислоты путем электрохимического фторирования малеинового ангидрида. Данный метод имеет существенные преимущества по экономическим и технологическим показателям перед ранее использованными в промышленности методами получения данных фторангидридов.

Библиографический список

1. Пат. 4136121 США. Способ получения фторсодержащих кетонов [Текст]/ Томас Мартини; заявитель Hoechst Aktiengesellschaft – Заявл. 20.10.1977, опубл. 23.01.1979. – 9 с.

2. Пат. 2472767 РФ. Способ получения перфторэтилизопропилкетона [текст]/ И.М. Феничев; заявитель ФГУП "РНЦ "Прикладная химия" – Заявл. 25.11.2011, опубл. 20.01.2013. – 7 с.
3. Пат. 2494086 РФ. Способ получения перфторэтилизопропилкетона [текст]/ В.Г. Барабанов; заявитель Минпромторг России – Заявл. 10.10.2011, опубл. 29.09.2013. – 7 с.
4. Пономаренко В. А., Круковский С. П., Альбина А. Ю. Фторсодержащие гетероцепные полимеры - М.: Наука. – 1973. – С. 118-123.

УДК 7.011

А.В. Литвинова

инженер кафедры Д и М ВШТЭ СПбГУПТД

О.В. Ильина

член Союза Дизайнеров России, зав. каф. Д и М ВШТЭ СПбГУПТД

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ – СТРИТ-АРТ

«Улицы — наши кисти. Площади — наши палитры. <...> На улицы, футуристы, барабанщики и поэты!» — писал Владимир Маяковский в 1918 году [1]. Стрит-арт (англ. Street art — уличное искусство) — изобразительное искусство, отличительной особенностью которого является ярко выраженный урбанистический стиль.

Уличное искусство на ранней стадии своего развития наиболее активно проявлялось в условиях политической, экономической и социальной протестной ситуации. Сегодня этот вид современной визуальной культуры является уникальным воплощением в городской среде мыслей и стремлений художников разных возрастов, вовлекающих в диалог зрителей. Стремительность развития уличного искусства охватила к началу 21 века все развитые страны. Стрит-арт прошел путь от простейших граффити конца 1960-х годов до огромных настенных росписей, отражающих настрой художника, или являющихся реакцией на политические события в стране, или же просто имеющих своей целью преображение того или иного района города.

Существует множество споров по поводу стрит-арта, его места в городской среде. Кто-то испытывает полный восторг, приветствует, борется за сохранение работ в городе, а кто-то – негатив и за ликвидацию этих работ. Чтобы понять, нужен ли стрит-арт в городской среде, следует обозначить функции стрит-арта:

- просветительская функция (создание картин, новые техники, работа с контекстом, цитаты, фразы - это, так или иначе, работает на коммуникацию со зрителем и на образовательную функцию);
- создание неофициальной навигации в городе, благодаря стрит-арту горожане и гости города могут находить интересную локацию;
- остро социально-политическая функция – очень часто художники отражают свою позицию относительно политических явлений.

Стрит – арт – это искусство без цензуры, оно отражает острые политические вопросы. Следует разграничить понятия граффити и стрит-арт. Граффити - это самореклама, когда художник протестует большому количеству согласованной рекламы (создает рекламу себя).

Граффити на сегодняшний день – это глобальная молодежная субкультура, способ коммуникации внутри сообщества, цель которой – тиражирование своего имени или названия команды для маркирования урбанистического пространства и утверждения своего присутствия.

Художник или граффити райтер (от англ. to write – писать) не ограничен в выборе материалов и инструментов и может использовать при создании граффити весь имеющийся или еще неизвестный технический потенциал (краска, аэрозольный баллончик, маркер и др.).

Стрит-арт – это искусство, которое самым простым способом доходит до зрителя, не надо посещать музеи, ходить в галерею, а следует просто выйти на улицу города. Смотря на работу, понимаешь какой смысл она несет. Например, на «теле лодки» автор изобразил чудовище. Так автор показывает, что мы загрязняем природу. Проблему экологии автор доносит таким простым, первобытным способом.

В настоящее время существуют два основных направления уличного искусства, которые часто противопоставляются в научной и популярной литературе – это стрит-арт и паблик-арт. Судя по определениям, сформулированным художниками и исследователями, их различие – в условиях создания произведения: так, первый из терминов «в большей степени применим к нелегальному уличному искусству», а паблик-арт, соответственно, ко всему тому, что «легально» и одобряемо институциями и часто даже выполнено по их заказу [2]. С технической точки зрения «набор» средств и приемов выражения у паблик-арта и стрит-арта практически идентичен – и тот и другой обращаются к росписям городских объектов, акциям, скульптуре, использует аэрозоли, маркеры, краску, подручные материалы и т. д.; различие заключается в собственно генезисе конкретного произведения.

При этом необходимо отметить, что паблик-арт зачастую утрачивает ряд присущих стрит-арту черт, таких как неопределенность и темпоральность существования произведений (объекты паблик-арта нередко изначально «защищены» от уничтожения властями, срок их жизни определяется желанием заказчика) [3], и такие работы зачастую лишены эффекта неожиданности, связанного, прежде всего, с чистотой восприятия [4]. Планирование подобных проектов часто анонсируется в СМИ, зритель может узнать о произведениях из сторонних источников еще до первого знакомства с ними в реальном городском пространстве. Стрит-арт, напротив, использует эффект неожиданности, спонтанно внедряясь в привычные городские маршруты, «взламывая» их изнутри [5]. Сталкиваясь с такими работами, зрители имеют возможность «оценивать их с обнуленных позиций» [6, с. 130], без влияния авторитета в лице институций, представленных как местными властями, так и признанными культурными организациями, музеями и галереями, прежде всего.

Благодаря стрит-арту происходит преобразование не самых удачных участков публичного пространства — трансформаторных будок,

обшарпанных фасадов. Они превращаются в места, на которые обращают внимание, которые обсуждают.

Известный художник Покрас Лампас, расписал самую большую крышу в Риме (один из главных объектов Рима). Этот проект был реализован вместе с заказчиком, поэтому нес культурный резонанс. Каллиграфия на площади в 1250 кв. метров стала проектом для F is For Fendi — онлайн-платформы, поддерживающей стиль и творчество миллениалов.

В скандинавских странах в 2000 г. муниципалитеты получали циркулярий, что лучшая борьба со стрит-артом - это закрашивание. Но прошло 9 лет и стрит-арт получил статус «лицензионное искусство» и стали выделяться «лицензионные зоны», площадки для артистов.

В Санкт-Петербурге также есть место для стрит арта- существует Музей уличного искусства, он основан 2015 г. и предоставляет площадки для реализации новаторских проектов молодых художников. Также в этом году Центральном выставочном зале «Манеж» совместно с Фондом содействия развитию современного искусства RuArts был представлен масштабный выставочный проект Алексея Партола «Части Стен» [5]. «Части Стен» — это первое масштабное исследование уличного искусства России от Калининграда до Петропавловска-Камчатского. Кураторы выставки попытались зафиксировать работы наиболее заметных граффити и стрит-арт художников, совершенно разных и не похожих друг на друга, рисующих как нелегально, так и в легальных местах, их подходы и методы работы на улице. Проект был направлен на исследовании городской среды и уличной культуры в каждом отдельном российском городе.

В наше время уличное искусство является одним из самых популярных и влиятельных видов визуальной культуры на территории многих стран мира.

Библиографический список

1. Маяковский В.В. «Приказ № 2 армии искусств» [Электронный ресурс].- <http://www.stihi-rus.ru/1/Mayakovskiy/37.htm> (дата обращения: 17.12.2018).
2. Создатели Партизанинга о стрит-арте // Ultramarine [Электронный

ресурс]. – URL: <http://www.vltramarine.ru/mag/streetart/opinions/4307> (дата обращения: 20. 04. 2018).

3. Трубина Е. Г. Город: стратегии и тактики // Художественный журнал. – 2013. – № 89. [Электронный ресурс]. – URL:

<http://moscowartmagazine.com/issue/8/article/80> (дата обращения: 23. 04. 2018).

4. Костарева И.. Пост-граффити: как стрит-арт становится предметом музейного искусства // Design Mate [Электронный ресурс]. – URL: <https://designmate.ru/read/megapolis/post-graffiti> (дата обращения: 16. 12. 2018).

5. Савина А. Как стрит-арт попадает в музей // ПРО ПАБЛИК АРТ [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.propublicart.ru/publication?id=44> (дата обращения: 17.12.2018).

6. Поносов И. Г.. Искусство и город: Граффити, уличное искусство, активизм. – М.: Игорь Поносов, 2016. – 208 с.

УДК 547.89

К.А. Лоцман

магистрант II курса ВШТЭ СПбГУПТД

Ю.Г. Тришин

проф. зав. каф. ОХ ВШТЭ СПбГУПТД

Е.А. Александрова

ст. преп. каф. ОХ ВШТЭ СПбГУПТД

α -АМИНОФОСФОРИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В РОЛИ ХОЗЯЕВ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМ

Супрамолекулярная химия – достаточно молодая и быстро развивающаяся область экспериментальной химии, имеющая историю развития уже около 40 лет и объединяющая несколько направлений науки. Супрамолекулярная химия имеет дело с нековалентными связывающими взаимодействиями. Термин «нековалентный» охватывает разнообразные силы притяжения и отталкивания [1].

Уже сегодня супрамолекулярные системы находят широкое применение в сорбции, селективном катализе и разработке лекарственных препаратов нового поколения [2]. Так, супрамолекулярные системы могут выступать в роли носителя лекарственных субстанций, осуществляя направленный транспорт связанного с ним субстрата в определенные области организма.

Согласно терминологии, компоненты супрамолекулярных систем принято называть «хозяин» и «гость», где «гость» - меньший по размеру компонент, вступающий в связь с молекулой-хозяином. Для таких систем важнейшим является принцип комплементарности: геометрическое, топологическое и зарядовое соответствие «гостя» и «хозяина». Размер «хозяина» определяет размер «желанного гостя»: чем точнее соответствие «гость – хозяин», тем выше устойчивость структуры.

В последнее время широкое распространение в химии получили макроциклические основания Шиффа, выступающие в роли «хозяев» супрамолекулярных систем. Азометины образуют важный класс соединений, применяемых в медицинской и фармацевтической химии, так как обладают антибактериальной, противогрибковой и противоопухолевой активностью [3]. В макроциклических основаниях Шиффа атом азота азометиновой группы способен координировать ионы металлов, вследствие чего макроциклические азометины играют жизненно важную роль в создании металлокомплексов, связанных с синтетическими и природными носителями кислорода.

Наличие связи $C=N$ в макроциклических основаниях Шиффа обуславливает возможность их химической модификации для придания этим соединениям новых свойств. К числу таких превращений относится реакция Пудовика, которая представляет собой присоединение гидрофосфорильных соединений по связи $C=N$ с образованием α -аминофосфорильных соединений (АФС), обладающих уникальными биологически активными свойствами и комплексообразующей способностью [4]. АФС могут быть получены также с помощью так называемой трехкомпонентной реакции Кабачника-Филдса, в которой в одном реакторе взаимодействуют карбонильное соединение, амин и

гидрофосфорильное соединение. Центрами координации в АФС выступают электронодонорные атомы азота и фосфорильного кислорода, кроме того, варьирование заместителей при фосфорном, азотном и α -углеродном атомах может приводить к дополнительному связыванию ионов металлов [5].

Нами впервые осуществлено фосфорилирование ароматическими и алифатическими вторичными фосфиноксидами новых макроциклических оснований Шиффа, содержащих в своем составе одновременно атомы азота и кислорода. Исходные макроциклические соединения получены конденсацией диальдегида, синтезированного на основе салицилового альдегида, с различными диаминами (путь 1), а фосфорилированные макроциклические соединения – по реакции Пудовика (путь 2) и Кабачника-Филдса (путь 3) (рисунок).

Строение полученных соединений подтверждено с помощью ЯМР ^1H , ^{13}C , ^{31}P , ИК спектроскопии и масс спектрометрии ESI.

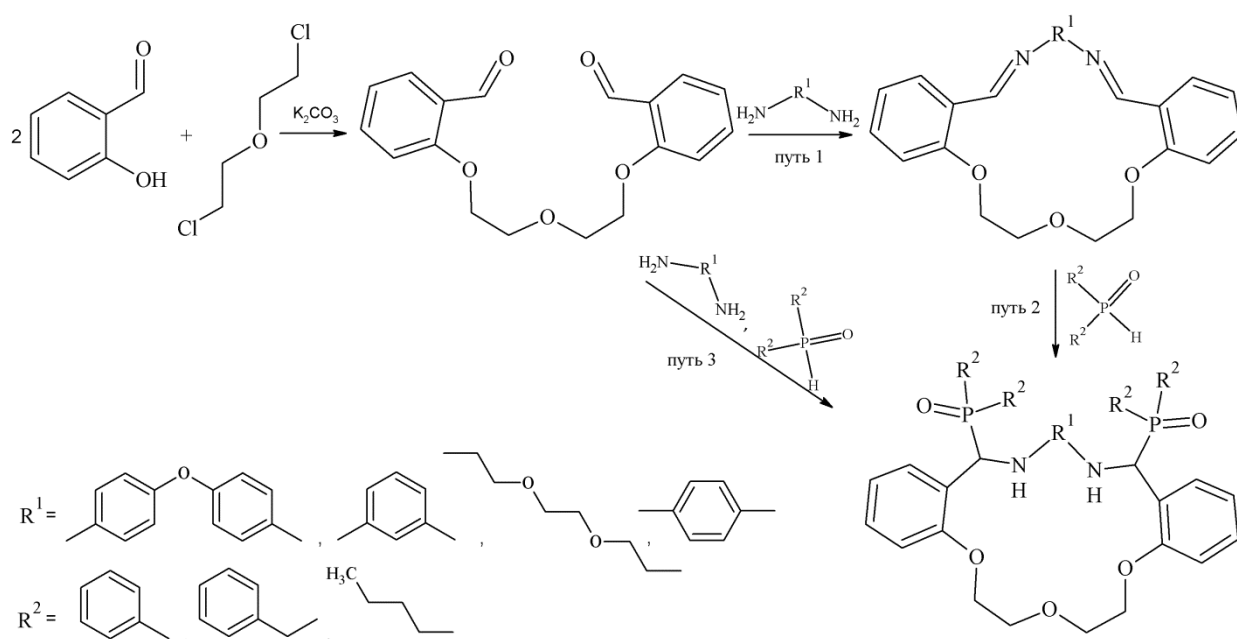


Схема синтеза α -аминофосфорильных соединений

Библиографический список

1. Стив Дж. В., Этвуд Л. Супрамолекулярная химия. Пер. с англ.: в 2 т. Т 1.–

М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 479 с.

2. Kedy S., Almhna N., Kandil F. Synthesis of New Macrocyclic Schiff Base Ligands and Investigation of their Ion Extraction Capability from Aqueous Media// Jordan Journal of Chemistry. – 2012. - №1. - P. 73-80.
3. Eissa H. H. Synthesis Characterization and Antibacterial Activity of New Open and Macrocyclic Schiff Bases Ligands // Global Journal of Science Frontier Research: B Chemistry. – 2014. - №3. - P. 11-22.
4. Черкасов Р.А., Галкин В.И. Реакция Кабачника-Филдса: синтетический потенциал и проблема механизма // Усп. хим. - 1998.- Т.67, №10. - С.940-968.
5. Кабачник М.И. Химия и применение фосфорорганических соединений. - М.: АН СССР, 1957.- С. 18-41.

УДК 004.04

А.А. Ляпустин

студент IV курса ВШТЭ СПбГУПТД

Н.Л. Леонова

ст. преп. каф. ПМии ВШТЭ СПбГУПТД

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ МООС НА ПЛАТФОРМЕ ASP.NET С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ENTITY FRAMEWORK И ПОДХОДОМ CODE FIRST

МООС система для дистанционного обучения, получившая последнее время широкое распространение в интернет-пространстве. МООС – это не просто дистанционные курсы образования, это отдельная методика обучения, включающая в себя большой комплекс разнообразной деятельности.

Аббревиатура МООС состоит из четырех отдельных терминов.

- **Massive** (массовый): данная форма интернет-обучения предполагает большое количество студентов, не ограниченных географическим положением.
- **Open** (открытый): онлайн обучение бесплатно для всех желающих.
- **Online** (онлайн): курсы дистанционного обучения проводятся с использованием средств онлайн связи. Все материалы находятся в электронном виде в свободном доступе.
- **Course** (курс): структурированная и упорядоченная подача информации с определенными целями, правилами работы и временными ограничениями, которые, тем не менее, могут изменяться для каждого отдельного участника.

В работе затрагивается создание базы данных под данную систему. В качестве средства для разработки БД была выбрана система ASP.NET [1, 2].

ASP.NET (Active Server Pages для .NET) — платформа разработки веб-приложений, в состав которой входит: веб-сервисы, программная инфраструктура, модель программирования от компании Майкрософт. Подобно всем приложениям .NET, приложения ASP.NET всегда компилируются.

Общение с базой данных происходит посредством ORM Entity Framework, который является объектно-ориентированной технологией доступа к данным. Предоставляет возможность взаимодействия с объектами как посредством LINQ в виде LINQ to Entities, так и с использованием Entity SQL.

Для создания базы данных в среде .Net является лучшим решением из-за его автономной связи с другими модулями программы. Перед началом работы необходимо ввести несколько определений.

ORM (Object Relation Mapping) – технология программирования, которая связывает базы данных с концепциями объектно-ориентированных языков программирования, создавая «виртуальную объектную базу данных».

Entity Framework (EF) — объектно-ориентированная технология доступа к данным, является object-relational mapping (ORM) решением для .NET

Framework от Microsoft. Предоставляет возможность взаимодействия с объектами как посредством LINQ в виде LINQ to Entities, так и с использованием Entity SQL.

Entity Framework Core представляет собой специальную объектно-ориентированную технологию на базе фреймворка .NET для работы с данными.

Центральной концепцией Entity Framework является понятие сущности или Entity. Сущность представляет собой набор данных, ассоциированных с определенным объектом. Поэтому данная технология предполагает работу не с таблицами, а с объектами и их наборами.

Другим ключевым понятием является Entity Data Model. Эта модель сопоставляет классы сущностей с реальными таблицами в БД.

Entity Data Model состоит из трех уровней:

- концептуального;
- уровень хранилища;
- уровень сопоставления (маппинга).

На концептуальном уровне происходит определение классов сущностей, используемых в приложении.

Уровень хранилища определяет таблицы, столбцы, отношения между таблицами и типы данных, с которыми сопоставляется используемая база данных.

Уровень сопоставления (маппинга) служит посредником между предыдущими двумя, определяя сопоставление между свойствами класса сущности и столбцами таблиц.

Таким образом, через классы, определенные в приложении, становится возможным взаимодействовать с таблицами из базы данных.

На рис. 1 отображена сгенерированная при помощи Entity Framework и подхода Code First база данных. Её преимущество в том, что генерация происходит автоматически по заранее написанному коду. Таким образом нам

не нужно вручную создавать или изменять базу данных под наши нужды Framework сделает это сам.

На рис. 2 изображено создание контекстного слоя EntityFramework путем наследования от стандартного контекста с использованием Asp.Net Identity. В нем задаются объекты, которые необходимо поместить в базе данных. Благодаря этому мы инкапсулируем реализацию таблиц внутри баз данных, которые будут хранить данные объекты. И именно тут проявляется подход Code First, в котором мы отмечаем все объекты, которые должны быть сериализованы в базу данных, а Entity Framework на основе этого, когда создает все необходимые таблицы и значения.

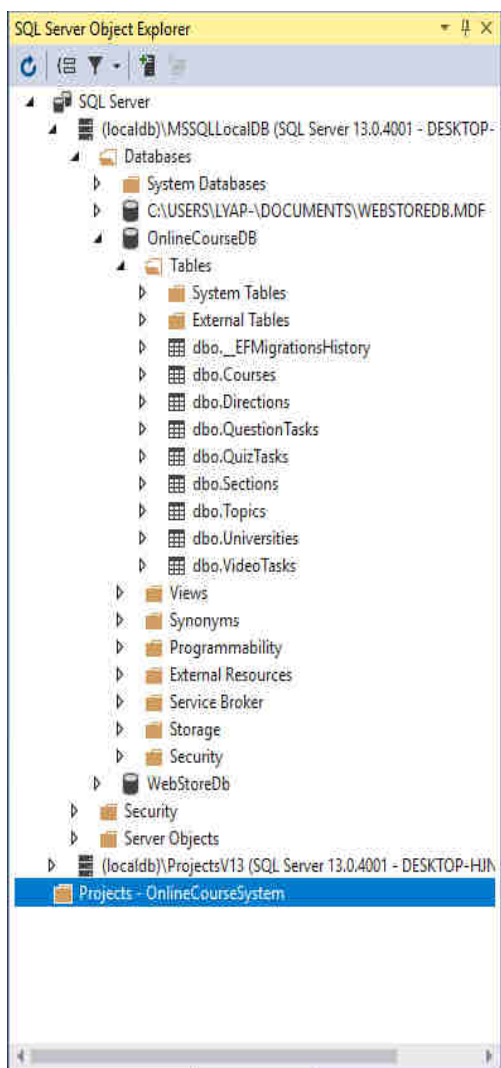


Рис. 1. Устройство базы данных

```
10
11 namespace OnlineCourseSystem.DAL.Context
12 {
13     public class OnlineCourseSystemContext: DbContext
14     {
15         public OnlineCourseSystemContext(DbContextOptions options) :
16             base(options)
17         {
18         }
19     }
20     public DbSet<Course> Courses { get; set; }
21     public DbSet<Direction> Directions { get; set; }
22     public DbSet<Section> Sections { get; set; }
23     public DbSet<Topic> Topics { get; set; }
24     public DbSet<University> Universities { get; set; }
25     public DbSet<VideoTask> VideoTasks { get; set; }
26     public DbSet<QuizTask> QuizTasks { get; set; }
27     public DbSet<QuestionTask> QuestionTasks { get; set; }
28 }
29
30
31
```

Рис. 2. Создание контекстного слоя в Entity Framework

После проведения всех работ была получена полностью функциональная база данных, способная хранить в себе все необходимые объекты для работы MOOK. БД для MOOK разрабатывалась в ходе производственной практики при центре дистанционного образования ВШТЭ. Тестирование показало функциональность и работоспособность БД.

Библиографический список

1. Jian B., Yang C. Project based Case Learning and Massive Open Online Courses //International Journal of Distance Education Technologies (IJDET). – 2015. –13(3). – P. 53-60. Режим доступа: 10.4018/IJDET.2015070104
2. Mamgain N., Sharma A., Goyal P. Learner's perspective on video-viewing features offered by MOOC providers: Coursera and edX //MOOC, Innovation and Technology in Education (MITE), 2014 IEEE International Conference on. – IEEE, 2014. – P. 331-336. Режим доступа: 10.1109/MITE.2014.7020298

УДК 519.62

Д.Д. Паскошев

студент III курса ВШТЭ СПбГУПТД

Н.Л. Леонова

ст. преп. каф. ПМИ ВШТЭ СПбГУПТД

РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ РУНГЕ-КУТТЫ 4-ГО ПОРЯДКА

Методы Рунге - Кутты (в литературе встречаются названия: методы Рунге -Кутта или же методы Рунге - Кутта) — большой класс численных методов решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем. Первые методы данного класса были предложены около 1900 года немецкими математиками К. Рунге и М. В. Куттой.

Метод позволяет решать системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) первого порядка следующего вида:

$$\begin{aligned} \dot{X} &= f(t, X, Y, \dots) \\ \dot{Y} &= g(t, X, Y, \dots), \end{aligned}$$

которые имеют решение:

$$\begin{aligned} X &= X(t), \\ Y &= Y(t), \end{aligned}$$

где t - независимая переменная (например, время); X , Y и т.д. - искомые функции (зависимые от t переменные). Функции f , g и т.д. - заданы. Также предполагаются заданными и начальные условия, т.е. значения искомых функций в начальный момент.

Метод может быть полезен и для решения дифференциальных уравнений высшего (второго и т.д.) порядка, так как они могут быть представлены системой дифференциальных уравнений первого порядка.

Метод Рунге-Кутты заключается в рекуррентном применении следующих формул:

$$\begin{aligned} X_{k+1} &= X_k + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4), \\ Y_{k+1} &= Y_k + \frac{1}{6}(m_1 + 2m_2 + 2m_3 + m_4), \dots, \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} k_1 &= f(t_k, X_k, Y_k, \dots)\Delta t, \\ m_1 &= g(t_k, X_k, Y_k, \dots)\Delta t, \dots, \\ k_2 &= f\left(t_k + \frac{\Delta t}{2}, X_k + \frac{k_1}{2}, Y_k + \frac{m_1}{2}, \dots\right)\Delta t, \\ m_2 &= g\left(t_k + \frac{\Delta t}{2}, X_k + \frac{k_1}{2}, Y_k + \frac{m_1}{2}, \dots\right)\Delta t, \dots, \\ k_3 &= f\left(t_k + \frac{\Delta t}{2}, X_k + \frac{k_2}{2}, Y_k + \frac{m_2}{2}, \dots\right)\Delta t, \\ m_3 &= g\left(t_k + \frac{\Delta t}{2}, X_k + \frac{k_2}{2}, Y_k + \frac{m_2}{2}, \dots\right)\Delta t, \dots, \\ k_4 &= f(t_k + \Delta t, X_k + k_3, Y_k + m_3, \dots)\Delta t, \\ m_4 &= g(t_k + \Delta t, X_k + k_3, Y_k + m_3, \dots)\Delta t, \dots \end{aligned}$$

Нами было рассмотрено решение системы дифференциальных уравнений (модель Лотки-Вольтерры).

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = ax - bxy, \\ \frac{dy}{dt} = -cy + dxy. \end{cases}$$

Задав параметры a, b, c, d и выбрав начальные условия x_0, y_0 при $t = 0$, мы получили участок решения, на котором наблюдаются повторяющиеся колебания численности популяций (рис.1).

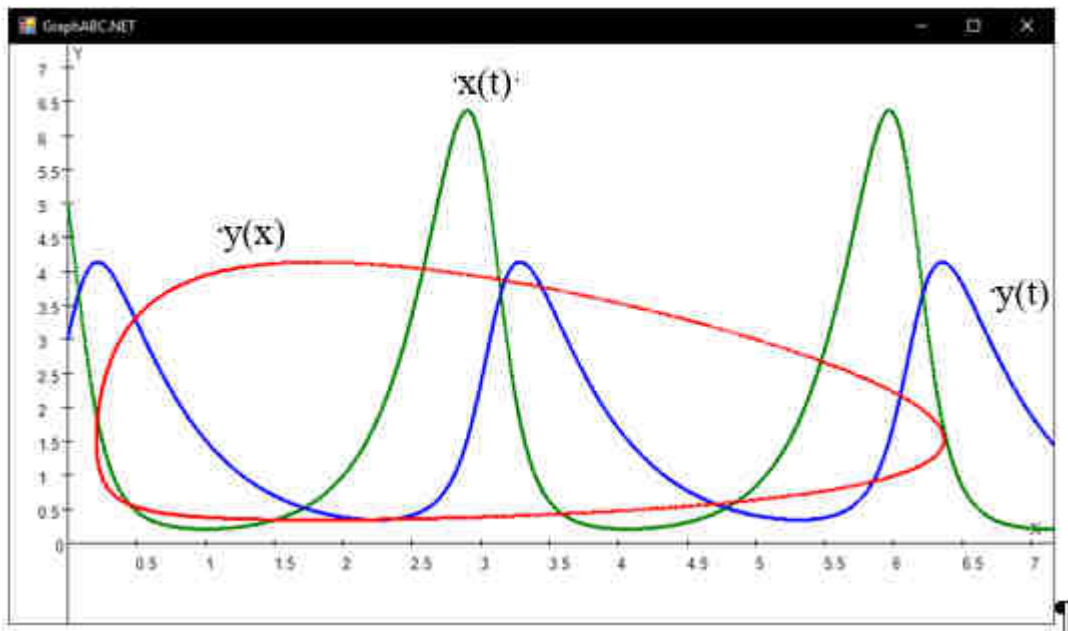


Рис. 1. Графики зависимости $x(t)$ - зелёный, $y(t)$ – синий, $y(x)$ – красный. Ниже на рис. 2 приведён код программы на языке Pascal:

```

program rk_4_3var;
uses graphABC;
var
  x,h,a,b,y1, y2,mx,my,
  k1_1, k1_2,
  k2_1, k2_2,
  k3_1, k3_2,
  k4_1, k4_2:real;
x0,y0,i:integer;
function F(x, y1, y2: real; n:byte):real;
begin
  case n of
    1: f:=y1*(3.2-2.1*y2);
    2: f:=y2*(y1-1.8);
  end;
end;
end;
begin
  x0:=50;
  y0:=windowheight-50;

  SetWindowSize(900, 500);

  mx:=(windowwidth-x0-20)/7;
  my:=(y0-20)/7;

  line(x0,y0,windowwidth,y0);
  textout(windowwidth-20,y0-20,'X');
  line(x0,0,x0,2*y0);
  textout(x0+5,0,'Y');
  textout(x0-10,y0-5,'0');

  for i:=1 to 14 do
  begin
    line(x0+round(i*mx/2),y0-3,x0+round(i*mx/2),y0+3);
    textout(x0+round(i*mx/2),y0+10,fltoastr(i/2));
    line(x0-5,y0-round(i*my/2),x0+5,y0-round(i*my/2));
    textout(x0-25,y0-round(i*my/2)-5,fltoastr(i/2));
  end;

  a:=0; b:=3*pi; h:=pi/2000;
  y1:=5; y2:=3;

  x:=a;
  while x<=b+h do
  begin
    setpixel(x0+round(y1*mx)+1,y0-round(y2*my),clRed);
    setpixel(x0+round(y1*mx)-1,y0-round(y2*my),clRed);
    setpixel(x0+round(y1*mx),y0-round(y2*my)+1,clRed);
    setpixel(x0+round(y1*mx),y0-round(y2*my)-1,clRed);
    setpixel(x0+round(y1*mx),y0-round(y2*my),clRed);

    setpixel(x0+round(x*mx)+1,y0-round(y1*my),clGreen);
    setpixel(x0+round(x*mx)-1,y0-round(y1*my),clGreen);
    setpixel(x0+round(x*mx),y0-round(y1*my)+1,clGreen);
    setpixel(x0+round(x*mx),y0-round(y1*my)-1,clGreen);
    setpixel(x0+round(x*mx),y0-round(y1*my),clGreen);

    setpixel(x0+round(x*mx)+1,y0-round(y2*my),clBlue);
    setpixel(x0+round(x*mx)-1,y0-round(y2*my),clBlue);
    setpixel(x0+round(x*mx),y0-round(y2*my)+1,clBlue);
    setpixel(x0+round(x*mx),y0-round(y2*my)-1,clBlue);
    setpixel(x0+round(x*mx),y0-round(y2*my),clBlue);

    k1_1:=h*f(x, y1, y2, 1);
    k1_2:=h*f(x, y1, y2, 2);

    k2_1:=h*f(x+h/2, y1+k1_1/2, y2+k1_2/2, 1);
    k2_2:=h*f(x+h/2, y1+k1_1/2, y2+k1_2/2, 2);

    k3_1:=h*f(x+h/2, y1+k2_1/2, y2+k2_2/2, 1);
    k3_2:=h*f(x+h/2, y1+k2_1/2, y2+k2_2/2, 2);

    k4_1:=h*f(x+h, y1+k3_1, y2+k3_2, 1);
    k4_2:=h*f(x+h, y1+k3_1, y2+k3_2, 2);

    y1:=y1+1/6*(k1_1+2*k2_1+2*k3_1+k4_1);
    y2:=y2+1/6*(k1_2+2*k2_2+2*k3_2+k4_2);

    x:=x+h;
  end;
end.

```

Рис. 2. Код программы

Наше решение полностью соответствует полученным ранее исследованиям системы Лотки-Вольтерра. Планируется дальнейшее усовершенствование и расширение системы путем учета влияния дополнительных факторов.

Библиографический список

1. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. - С. 363-375.
2. Ильина В. А., Силаев П. К. Численные методы для физиков-теоретиков. – Москва - Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. Ч.2. - С. 16-30.
3. Метод Рунге-Кутта решения диф. уравнений и их систем. [Электронный ресурс] // Все для программиста. <http://www.codenet.ru/progr/alg/Runge-Kutt-Method/> (дата обращения: 19.12.2018).

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСА ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ИЖС

По сравнению с другими странами, например, с Финляндией, в России не так востребована альтернативная энергетика. Это объясняется такими факторами как достаточное количество газа нефти и древесины, высокая стоимость и неинформированность населения. Научными исследователями в области альтернативной энергетике было установлено, что процент альтернативной энергетике будет ежегодно увеличиваться и к 2030 году составит 30, а к 2200 все 50 %. Но несмотря на такую перспективу развития альтернативная энергетика пока не нашла большое распространение в России, хотя традиционная энергетика находится на стадии полного износа оборудования и требует кардинальных мер решения этой проблемы. Одним из решением этой проблемы является установка теплового насоса для индивидуального жилищного строения.

Тепловые насосы – это устройства, позволяющие трансформировать теплоту с низкого температурного уровня на более высокий.

Важнейшая особенность теплонасосных установок (ТНУ) является универсальность по отношению к виду используемой энергии (электрической, тепловой). Это позволяет оптимизировать топливный баланс энергоисточника путем замещения более дефицитных энергоресурсов менее дефицитными.

Основное отличие теплового насоса от других генераторов тепловой энергии, например, электрических, газовых и дизельных генераторов тепла заключается в том, что при производстве тепла до 80 % энергии извлекается из окружающей среды. В таблице приведен сравнительный анализ энергозатрат систем отопления с применением различных установок [2]:

Сравнительный расчет энергозатрат систем отопления

Наименование	Ед.изм.	Тепловой насос	Дизельный котел	Электрокотел	Газовый котел
Мощность	кВт/ч	10	18	10	18
Расход электроэнергии	кВт/ч	2,2	0,2	10,0	0,2
Продолжительность работы оборудования	ч	3000	3000	3000	3000
Годовой расход эл.энергии		6600	600	3000	600
Расход дизельного/газ. Топлива	л/год		4500		5000
Стоимость 1 кВт/ч электроэнергии	руб	3,1	3,1	3,1	3,1
Стоимость 1 литра диз. топлива	руб		25		
Стоимость 1 куб м газа	руб				3,7
Энергозатраты на отопление в год	руб	20460	112500	93000	18500

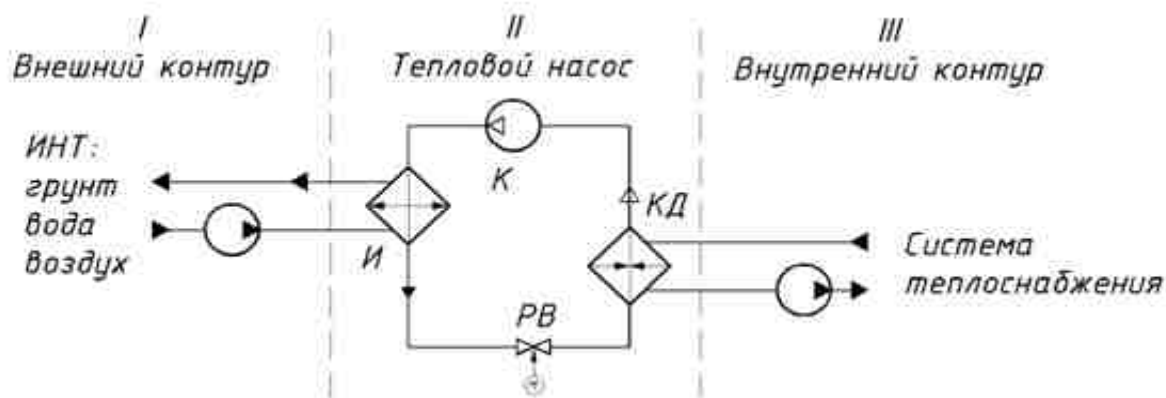
Анализируя вышепредставленную таблицу, можно сказать, что энергозатраты на отопление в год теплового насоса всего лишь больше на пару процентов. Но ТНУ является наиболее безопасной, чем использование газового котла, который в свою очередь, выбрасывает в атмосферу продукты сгорания, в которых содержатся оксиды азота, которые, в свою очередь, разрушают озоновый слой атмосферы.

Также при сравнении ТНУ с солнечными коллекторами имеют ряд преимуществ: обеспечивают отопление на 100 %; дают возможность кондиционирования здания; не требуют обязательного сброса поступающей тепловой энергии в случае неиспользования; не зависят от погоды.

В России на данный момент времени остро стоит вопрос об энергосбережении, следовательно, наилучшим применением являются энергосберегающие установки. Несмотря на увеличение доли использования возобновляемых источников энергии, основным видом топлива для источников теплоты остается ископаемое углеводородное топливо. В такой ситуации при современном росте потребления тепловой энергии экологическая обстановка в мире будет значительно ухудшаться.

Источником низкопотенциального тепла в теплонасосной установке могут быть атмосферный воздух, грунт, грунтовые воды, вода естественных водоемов, сбросное тепло промышленных предприятий и коммунальных служб.

На рисунке приведена принципиальная схема теплового насоса.



Принципиальная схема теплового насоса:

И – испаритель; *К* – компрессор; *КД* – конденсатор; *РВ* – регулирующий вентиль

Процесс работы:

Контур 1: незамерзающая жидкость, циркулирующая по замкнутому контуру, проходит через испаритель, и отдает свое тепло рабочему агенту, циркулирующему в контуре 2. На вход в испаритель насосом подается нагретая незамерзающая жидкость, выходит из испарителя охлажденная незамерзающая жидкость.

Контур 2: нагретый рабочий агент из испарителя поступает в компрессор, где увеличивается давление и температура рабочего агента. Далее из компрессора сжатый рабочий агент поступает в конденсатор, где отдает свое тепло теплоносителю контура 3. Далее охлажденный рабочий агент проходит через регулирующий вентиль, где происходит процесс дросселирования, т.е. падает давление и температура. Далее рабочий агент поступает в испаритель и цикл повторяется.

Контур 3: охлажденная вода из системы отопления идет в конденсатор, где происходит процесс нагрева теплоносителя. Теплоноситель с помощью насоса подается обратно в радиаторы.

К экономической эффективности **теплового насоса** можно отнести и показатель стоимости выработки 1Гкал тепла. По сравнению с системой центрального **теплоснабжения** 1Гкал тепла, выработанная **тепловым насосом**, в 2,5 раза дешевле. В сравнении с автономной газовой котельной 1Гкал тепла, выработанная **ТНУ**, сопоставима, но газовая котельная не вырабатывает холод, ей для этого требуется дополнительное оборудование, что сразу приводит к росту потребления топлива и другой энергии, что ведёт к проигрышу по сравнению с **тепловым насосом**, кроме того эксплуатационные издержки газовой котельной в 4 раза выше чем у **ТНУ**. 1Гкал тепла, выработанная дизельной котельной, обойдётся в 3 раз дороже, чем выработанная **ТНУ** [3].

Так как **тепловой насос** эксплуатируется круглогодично, то средний срок окупаемости системы на базе **теплого насоса** составляет 3-5 лет, при эксплуатации системы только на выработку **ГВС** окупаемость обеспечивается за 2-3 года в сравнении с централизованными сетями **теплоснабжения**.

Теплонасосная установка выполняет все функции теплоснабжения и холодоснабжения, не используя при этом невозобновляемых источников энергии и не нанося вреда окружающей среде. Широкое применение тепловых насосов для систем теплоснабжения зданий и сооружений может помочь решить ряд вопросов, связанных с энергосбережением [1] – сокращением использования невозобновляемых ископаемых углеводородных топлив и улучшением экологии окружающей среды.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 03.08.2018) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.08.2018)

2. Чернышев Д. А., Агишев К. Н., Коренькова Е. С., Соколов Б. В. Применение теплового насоса в Ленинградской области // Молодой ученый.– 2016. - № 8. - С. 354-358. URL <https://moluch.ru/archive/112/28457/> (дата обращения: 10.12.2018).
3. Тоимбаев А. Б., Ермоленко М. В., Степанова О. А. Эффективность работы теплового насоса при различных режимах // Молодой ученый. – 2014. - № 6. - С. 264-266. URL <https://moluch.ru/archive/65/10659/> (дата обращения: 10.12.2018).

Содержание

Беломоев Р.П., руководитель Шишкин А.И. Разработка автоматизированной системы мониторинга природно-технологического комплекса на основе ГИС.....	3
Боличок В.Ю., руководитель Морева Ю.Л. Обзор методов химической водоподготовки перед котельными.....	5
Варыгина О.С., руководитель Ефремов С.В. Определение весовых коэффициентов ущерба на примере энергетического предприятия Санкт-Петербурга для управления техносферной и экологической безопасностью.....	9
Васютнич А.В., руководитель Лоренцсон А.В. Организация водоподготовки на теплоэнергетических объектах.....	14
Ефремкина П.А., руководитель Морева Ю.Л. Системы очистки судовых сточных вод при эксплуатации пассажирских судов.....	19
Жаворонков И.А., руководитель Тихов С.В. Cisco Packet Tracer.....	25
Здоровцева А.Г., Сазанович С.С., руководитель Никифоров А.О. Оптимизация энергосберегающих технологий для химико-технологических систем.....	29
Зимин Р.А., Санников А.В., руководитель Никифоров А.О. Модернизация существующих мобильных аспирационных систем...	34
Иванова В.А., руководители Лебедев Н.В., Попова Л.М. Изучение взаимодействия амида о-аминобензойной кислоты с альдегидом терефталевой кислоты.....	37
Игнатьева С.М., руководитель Васильева Е.А. Утилизация осадков и шламов в клинкерной печи.....	40
Игумнов М.А., руководитель Злобин В.Г. К вопросу использования ветряных генераторов Airborne Wind Turbine.....	44
Ким Д.В., Кожухарь А.А., руководитель Бутко Г.Ю. Явление помпажа с точки зрения зависимости напора жидкости от подачи в насосах и роторно-пульсационных машинах.....	48

Кодряну Е.Ю., руководитель Дягилева А.Б. Обоснование выбора решений по предотвращению и тушению пожаров зерна.....	53
Конотоп В.И., руководитель Антонов И.В. Применение ГИС при инвентаризации каналов мелиоративной системы г. Санкт-Петербурга.....	57
Корнелюк Н.В., руководитель Яковлев В.П. Компьютерное моделирование с использованием среды Rand Model Designer.....	63
Кузнецов А.К., руководители Бутко Г.Ю., Синегубов С.С. Работа роторно-пульсационных машин и ее объяснение с использованием понятия «странный аттрактор».....	68
Литвиненко Е.В., руководители Маталин В.А., Попова Л.М. Электрохимическое фторирование малеинового ангидрида.....	72
Литвинова А.В., руководитель Ильина О.В. Современные тенденции - стрит-арт.....	76
Лоцман К.А., руководители Тришин Ю.Г., Александрова Е.А. α -аминофосфорильные соединения в роли хозяев супрамолекулярных систем.....	80
Ляпустин А.А., руководитель Леонова Н.Л. Разработка базы данных для системы MOOC на платформе ASP.NET с использованием Entity Framework и подходом Code First.....	83
Паскошев Д. Д., руководитель Леонова Н.Л. Решение системы дифференциальных уравнений методом Рунге- Кутты 4-го порядка.....	87
Филимонова А.А. Эффективность использования теплового насоса для теплоснабжения ИЖС.....	91

Научное издание

Мой вклад в науку - 2018

**Сборник материалов
IV студенческой научно-практической конференции
Часть 1
(Санкт-Петербург, 25 декабря 2018 г.)**

Редактор и корректор Т.А. Смирнова

Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2019 г., изд. № 81

Подп. к печати 04.04.19. Формат 60 x 84/16. Бумага тип. № 1.

Печать офсетная. 6,25п.л.; 6,25уч.-изд. л. Тираж 100 экз.

Изд. № 81. Цена «С». Заказ

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, 198095,
Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4