

## НАПРАВЛЕНИЕ 5

### Инженерные системы и экология в строительстве (Н. рук. д-р хим. наук, проф. В.Ф. Строганов)

#### Кафедра Водоснабжения и водоотведения

Председатель Р.Н. Абитов  
Зам. председателя Ж.С. Нуруллин  
Секретарь И.Г. Шешегова

#### ПЕРВОЕ ЗАСЕДАНИЕ

12 апреля, 13.00, ауд. 2-510

**1. А.С. Селюгин, А.В. Бусарев.** Современные методы и сооружения биологической очистки сточных вод.

Большинство канализационных очистных сооружений, построенных в 60–70х годах прошлого столетия, ориентировано на устаревшие нормативные требования, морально и технически устарели и требуют глубокой реконструкции. В связи с этим встает вопрос о внедрении новых технологий биологической очистки сточных вод, учитывающих современные нормативные требования, особенно по содержанию биогенных элементов. Перспективными для внедрения на очистных сооружениях являются: технологии нитри–денитрификации и биологической дефосфотации, технологии биологической очистки сточных вод в мембранных биореакторах и в SBR-реакторах, биологически комбинированная система очистки «BIOCOS»<sup>®</sup>, технология фильтрации через комбинированный слой взвешенного осадка USBF. Необходимым элементом современных очистных сооружений является глубокая очистка биологически очищенных сточных вод на дисковых фильтрах тонкой очистки и песчаных самопромывных фильтрах. Все это позволяет довести качество очищенных сточных вод до ПДК водоемов рыбохозяйственного значения.

**2. А.В. Бусарев, А.С. Селюгин.** Очистка нефтесодержащих сточных вод машиностроительных предприятий

На машиностроительных предприятиях в процессе эксплуатации различного оборудования образуются нефтесодержащие сточные воды. Так, при охлаждении технологических установок нефтепродукты (масла) попадают в воду, используемую в системе оборотного водоснабжения. При эксплуатации котельных, в которых в качестве основного или резервного топлива используется мазут, образуются дренажные стоки, загрязненные нефтепродуктами. На территории машиностроительных предприятий также образуются поверхностные (дождевые и талые) сточные воды, содержащие нефтепродукты, взвешенные вещества и органические загрязнения. На территории машиностроительных предприятий, как правило, имеются гаражи, в которых осуществляется мойка автомобилей. При этом также образуются нефтесодержащие сточные воды. В Казанском государственном архитектурно–строительном университете разработана технология очистки нефтесодержащих сточных вод с использованием гидроциклонных установок.

**3. Ж.С. Нуруллин, И.Г. Шешегова, Р.Н. Абитов.** К вопросу получения питьевой воды при использовании маломутных цветных вод поверхностных источников.

Многие водопроводные очистные станции в нашей стране запроектированы и построены многие десятилетия назад. С одной стороны, за это время произошли значительные изменения качественных физико-химических показателей воды источников водоснабжения, с другой стороны, повысились требования потребителей к качественным показателям используемой воды и появились более современные технологии и сооружения ее обработки. Существующие технологии очистки воды на сегодняшний день не в состоянии обеспечить нормативные требования, предъявляемые к воде хозяйственно-питьевого назначения.

На кафедре «Водоснабжение и водоотведение» Казанского государственного архитектурно-строительного университета разработаны и научно обоснованы технологические схемы по получению воды хозяйственно-питьевого назначения при использовании маломутных цветных вод поверхностных источников, содержащих, в том числе, антропогенные примеси.

Использование данных технологий при подготовке питьевой воды особенно актуально для населенных мест Республики Татарстан расположенных по берегам Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ, вода которых характеризуется малой мутностью и повышенной цветностью.

**4. Ж.С. Нуруллин, И.Г. Шешегова.** Анализ Столбищенского месторождения подземных вод для их возможного использования их в системе хозяйственно питьевого водоснабжения г. Казани.

Для города Казани одними из важных проблем хозяйственно-питьевого водоснабжения являются дефицит питьевой воды и низкий процент использования подземных вод. Доля воды подземных источников в хозяйственно-питьевом водоснабжении г. Казани на сегодняшний день составляет 6 %. Сложившаяся ситуация не отвечает требованиям по безопасности систем хозяйственно-питьевого водоснабжения города в чрезвычайных ситуациях - доля подземных вод системы хозяйственно-питьевого водоснабжения должна составлять не менее 20-30 % от потребностей города. Учитывая численность населения г. Казани и современные нормы водопотребления, дефицит в воде хозяйственно-питьевого назначения составляет порядка 300 тыс.м<sup>3</sup>/сут.

Для решения проблемы дефицита питьевой воды и увеличения доли подземных вод в системе хозяйственно-питьевого водоснабжения города проведен анализ качества и эксплуатационных запасов подземных воды Столбищенского месторождения.

**5. А.В. Бусарев, И.Г. Шешегова, Г.Р. Гарифьянова** (гр. 6СМ15). Некоторые аспекты исследований процессов глубокой очистки водопроводной воды.

В связи с ухудшением качества природной воды в поверхностных источниках, снижением эффективности работы водопроводных очистных сооружений, а также вторичного загрязнения воды в системах ее транспортировки необходима глубокая очистка водопроводной воды.

Одним из методов доочистки водопроводной воды является применение методов ее электрохимической активации.

В Казанском государственном архитектурно-строительном университете на кафедре «Водоснабжение и водоотведение» проводились исследования процессов глубокой очистки водопроводной воды с использованием аппаратов ее электрохимической активации типа «Изумруд». Исследование проводилось на объектах г. Казани и г. Альметьевска. Анализ результатов исследований показали эффективность использования данных аппаратов для доочистки водопроводной воды.

**6. И.Г. Шешегова.** Некоторые аспекты решения проблемы дефицита питьевой воды.

Для большинства городов РФ характерен ряд общих проблем систем водоснабжения, одной из которых является дефицит питьевой воды. Дефицит питьевой воды во многом связан со значительными объемами ее потерь и утечек. Потери воды в коммунальном водоснабжении составляют в среднем по стране 20-30 % общего водопотребления, а в отдельных городах достигают 40 %. К факторам, определяющим высокий уровень потерь воды в коммунальном водоснабжении большинства российских городов относятся: износ сети; использование стальных труб, не защищенных от коррозии; повышенные напоры; большая амплитуда их колебания в течение суток; гидравлические удары; недостаточный объем резервуаров; неудовлетворительная обеспеченность ресурсами на ремонтно-эксплуатационные нужды; отсутствие надежных приборов для своевременного обнаружения утечек воды. Ликвидация потерь и утечек позволит существенно ослабить, а в отдельных регионах и ликвидировать дефицит воды питьевого качества.

В работе рассмотрены структура неучтенных расходов и потерь воды, возможности сокращения и устранения непроизводительных затрат и потерь воды.

**7. Ж.С. Нуруллин, И.Г. Шешегова, Л.Р. Хисамеева, А.А. Хамидуллина.** К вопросу возможности использования электропроводности воды для контроля ее качества.

Лабораторный контроль качественных показателей воды является трудоемким и длительным процессом и не позволяет оперативно реагировать на изменения качества исходной и очищенной воды для своевременной корректировки технологии ее обработки. В связи с этим представляется интересным поиск новых возможностей повышения оперативного контроля качественных показателей воды.

На базе Приволжского федерального университета совместно с Казанским государственным архитектурно-строительным университетом и Санкт-Петербургским государственным электротехническим университетом «ЛЭТИ» исследуется возможность применения прибора по определению активной электропроводности жидких сред (патент РФ №2383010, G01N 27/06 от 04.05.2008) для ускорения лабораторного контроля по изменению содержания органических и неорганических примесей воды в процессе подготовки воды.

Работа направлена на выявление закономерности активной проводимости воды в диапазоне электромагнитных частот от 1кГц до 10МГц в зависимости от вида и концентрации примесей. К каждому роду вещества, находящегося в жидкости, соответствует своя частота электромагнитных колебаний ( $f_x$ ) и проводимости (G).

**8. Ж.С. Нуруллин, А.Х. Низамова, Л.Р. Хисамеева.** Обеспечение пожарной безопасности при проектировании систем пожаротушения.

Обеспечение пожарной безопасности объекта важная задача, от правильного решения которой может зависеть жизнь многих людей. При проектировании систем пожаротушения встала проблема выбора противопожарного оборудования. В настоящее время появились отечественные аналоги импортного оборудования. При равных технических характеристиках и показателях, узлы управления отечественного производства поставляются в собранном виде и не требуют подбора необходимой обвязки и других обязательных составляющих, как у иностранных аналогов. Закладывая в проект определенный узел, указывается одна позиция конкретного узла управления, который уже содержит в себе все элементы, не упускается какой-либо важный элемент узла управления, например, акселератор, манометр или камера задержки. При монтаже узла управления в собранном виде, потребитель экономит время на отсутствие сборки и избегает возможных настроек или неполадок. Номенклатура узлов управления: диаметр от 25 до 200 мм; спринклерные (водонаполненные и воздушные) и дренчерные (с гидро-, пневмо-, электроприводом); взрывозащищенного исполнения; интеллектуальный узел управления для спринклерно-дренчерных систем «Спринт» - аналог импортных узлов управления системы pre-action.

**9. А.Х. Низамова.** Анализ систем противопожарного водоснабжения в зданиях повышенной этажности

Бурное развитие человечества привело к стремительному росту числа городов-мегаполисов с преобладанием высотного домостроения этажностью свыше пятидесяти. Надежность противопожарного водоснабжения обеспечивается устройством нескольких уровней водной противопожарной защиты и соединением их в единую информационную систему, объединяющую системы пожарной сигнализации, наблюдения и оповещения. В высотных зданиях проектируют автоматические системы пожаротушения и системы с пожарными кранами. Все системы выполняют раздельными с зонированием по высоте здания.

Все помещения многофункциональных высотных зданий следует оборудовать установками автоматического водяного пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией, за исключением жилых квартир, лестниц, помещений с мокрыми процессами, а также помещений для инженерного оборудования, в которых отсутствуют горючие материалы.

Помимо автоматических систем пожаротушения в высотных зданиях проектируют сухотрубы (незаполненные водой трубопроводы с размещенными на них на каждом этаже клапанами пожарных кранов в комплекте с соединительными головками). Нижняя часть сухотрубов с соединительными головками на конце выводится на фасад здания.

**10. Ж.С. Нуруллин, А.Х. Низамова.** Пожаротушение тонкораспыленной водой.

Большая концентрация горючих материалов требует больших расходов воды, и системы пожаротушения должны быть направлены на быструю локализацию пожара и предотвращение значительного материального ущерба. Основной задачей при проектировании систем пожаротушения является обеспечение достаточного водоснабжения. Система водяного пожаротушения требует включения в проект системы противопожарного водоснабжения и канализации обслуживаемого здания и производит локализацию очага возгорания, используя для тушения водопроводную воду под давлением. В условиях недостатка воды особый интерес представляет пожаротушение тонкораспыленной водой (ТРВ).

Тонкораспыленная вода – это эффективное и экономичное средство тушения пожаров. Благодаря использованию в качестве огнетушащего вещества воды, подаваемой под высоким давлением, и получению капель величиной не более 100-150 микрон создается мелкодисперсный туман, который быстро насыщает защищаемый объем помещения, сокращая при этом концентрацию кислорода, значительно увеличивая эффективность пожаротушения при использовании минимального количества воды.

**11. Н.С. Урмитова.** Противопожарное водоснабжение на предприятиях хранения нефти.

Пожары на предприятиях хранения нефти и нефтепродуктов представляют опасность для коммуникаций, смежных сооружений, а также для участников тушения. Опасность этих пожаров обусловлена возможностью жидкостей растекаться на большой площади с большой скоростью распространения пламени. При тушении пожаров нефти и нефтепродуктов вода используется как основной компонент для получения воздушно-механической пены и как охлаждающее средство. Воду для тушения пожаров применяют в виде цельных, распыленных и мелко распыленных струй. Цельные (компактные) струи механически сбивают пламя, а также их используют в случаях, когда невозможно приблизиться к очагу пожара и для подачи в большом количестве. Распыленные струи воды имеющие хороший эффект тушения в закрытых объемах, используют для экранирования лучистой энергии пламени, так как оно отбирает значительное количество тепловой энергии от очага пожара на испарение. Мелко распыленные струи воды имеют свойство производить

«осаждение» дыма при горении в задымленных помещениях и быстрее превращаются в пар. Пар, разбавляя воздух, снижает процентное содержание в нем кислорода и этим способствует прекращению горения. Для тушения пожара на нефтебазах предусматривается строительство пожарных насосных станций.

#### **12. А.Х. Низамова, Л.Р. Хисамеева.** Комплексная очистка воды.

На сегодняшний день ситуация складывается таким образом, что очистка воды в многоквартирном доме является не прихотью, а жизненной необходимостью, поскольку централизованные станции очистки питьевой воды не справляются с поставленной задачей. Во многом это связано с тем обстоятельством, что после прохождения очистки на муниципальных станциях, вода подается к потребителям по металлическим водопроводам, которые давно исчерпали свой ресурс, и в которых трубы находятся в плачевном состоянии. И вот вода, двигаясь по таким трубам, смывает с их стенок различные вредные вещества, которые и поступают в квартиры жильцов многоквартирных домов.

В последнее время большой популярностью пользуются различные бытовые водоочистители, с помощью которых можно провести окончательную очистку водопроводной воды в многоквартирном доме. Каждый житель многоквартирного дома может самостоятельно установить у себя в квартире устройства водоочистки и осуществлять их обслуживание. Но намного выгоднее в экономическом плане организовать комплексную очистку и водоподготовку сразу для всех жителей многоквартирного дома. В таких случаях имеет смысл устанавливать центральную систему очистки воды.

#### **13. Р.Н. Абитов, А.Х. Низамова.** Обследование внутренней системы канализации мечети.

В мечети Энилэр по ул. Газовая было произведено обследование внутренней системы канализации здания (28.12 2016г) по поводу затопления помещений учебного класса и женского санитарного узла, расположенных в подвале здания. В результате обследования выявлено: трубопроводы системы канализации, отводящие стоки в наружные сети проложены в конструкции пола подвала. На выпуске из здания установлен канализационный затвор фирмы НЛ. В течение длительного срока службы произошло засорение затвора, заслонка не полностью закрыта и сигнал в электронном блоке подает световую индикацию.

При засорении наружных сетей канализации, возникает подпор, и затвор должен находиться в закрытом положении, одновременно подается сигнал в диспетчерский пункт. Необходимо произвести прочистку канализационной сети.

Даны следующие рекомендации: произвести обследование канализационного затвора, установленного перед выпуском бытовой канализации в смотровой колодец, специалистами, обслуживающими оборудование данной фирмы; произвести обследование внутренних канализационных сетей на предмет течи; произвести промывку существующих канализационных сетей по улице Газовая.

#### **14. Ф.Ф. Каюмов, Р.А. Бадрутдинов** (гр. 6СМ14, н. рук. А.В. Бусаев). Процессы очистки сточных вод от мойки автомобилей.

В процессе обслуживания автотранспорта осуществляется мойка автомобилей. Сточные воды, загрязненные твердыми взвешенными веществами, нефтепродуктами, а также органическими соединениями перед их возвратом в систему оборотного водоснабжения автомоек нуждаются в очистке.

На кафедре «Водоснабжение и водоотведение» Казанского государственного архитектурно-строительного университета разработана технология очистки сточных вод от мойки автомобилей с применением гидроциклонных установок. Для доочистки стоков от взвешенных веществ применяются скорые и сверхскоростные фильтры с зернистой загрузкой. Глубокая очистка сточных вод от мойки автомобилей для снижения в этих стоках содержания нефтепродуктов осуществляется в установках с мембранными разделителями.

#### **15. И.А. Каюмов, Р.Е. Броднев** (гр. 3ВВ01). Результаты работы ФГБУ «Управление «Татмелиоводхоз» в 2016 году.

В 2016 году силами мелиоративных организаций Республики Татарстан построено и введено в эксплуатацию:

- 169 тысяч га орошаемых земель;
- 6 тысяч га осушенных земель;
- 870 прудов и гидротехнических сооружений;
- пробурено 36 скважин на воду;
- изготовлено и установлено 13 водонапорных башен;

- изготовлено и установлено 14 комплектов дождевальных машин кругового действия «Казанка».

На эти цели было израсходовано 769 миллионов рублей, в том числе:

- из бюджета РФ 108 миллионов рублей (14 %);
- из бюджета РТ 519 миллионов рублей (68 %);
- из внебюджетных средств 142 миллиона рублей (18 %).

**16. И.А. Каюмов, А.А. Егина** (гр. 3ВВ01). Ресурсное обеспечение мелиорации в Республике Татарстан в 2016 году.

1. Федеральной целевой программой «Развитие мелиорации земель Российской Федерации» предусмотрена для Республики Татарстан 108713 тысяч рублей в том числе:

- капитальные вложения (65350 тысяч рублей);
- на противопоаводковые мероприятия (13400 тысяч рублей);
- субсидии на реконструкцию мелиоративных систем (29963 тысяч рублей);

2. Республиканская программа «Развитие мелиорации земель сельхоз назначения» (519663 тысячи рублей), в том числе:

- мелиоративное строительство (56465 тысяч рублей);
- агролесомелиоративные мероприятия (150000 тысяч рублей);
- восстановление гидротехнических сооружений (211598 тысяч рублей);
- техническое перевооружение мелиоративных систем (63000 тысяч рублей);
- субсидии на бурение скважин с установкой водонапорных башен (38600 тысяч рублей).

**17. И.А. Каюмов, А.Е. Носов** (гр. 3ВВ01). Структура финансирования мелиоративных программ в 2016 г. в Республике Татарстан.

В 2016 году были представлены субсидии сельхозтоваропроизводителем на возмещение затрат:

- по строительству, реконструкции систем водоснабжения – в размере 90 % от произведенных затрат;
- за приобретенную поливную технику и насосно – силового оборудования – в размере 70 % от ее стоимости;
- на строительство, реконструкцию орошаемых и осушенных земель – в размере 50 % от произведенных затрат;
- за электроэнергию, потребляемую насосными станциями при подаче воды на оросительные системы – в размере 50 % от затрат за электроэнергию.

**18. И.А. Каюмов, Ф.Ф. Камалов** (гр. 6СМ15). Профессиональная переподготовка специалистов по профилю водоснабжение и водоотведение.

Кафедра водоснабжения и водоотведения (ВиВ) Казанского государственного архитектурно-строительного университета (КГАСУ) осуществляет профессиональную переподготовку специалистов по направлению «Строительство» профиля Водоснабжение и водоотведение по 802-часовой программе. В разработанную с учетом региональной особенности программу профессиональной переподготовки руководителей и специалистов ВиВ включены принятые:

- решения I-VII Международных специализированных выставок и конгрессов «Чистая вода. Казань»;
- разработки и производственный опыт Датских концернов «Grundfos» и AVK International A/S, Швейцарской «Geberit», Австрийской «E.HAWLE Armatuenwerke», Немецкой «Viega» и Российских «Standartpark» и «Союзприбор» компаний, а также Холдинга «Полимерные трубопроводные системы»;
- решения XI Республиканского конкурса «Пятьдесят лучших инновационных идей для Республики Татарстан».

**19. И.А. Каюмов, Е.О. Ильина** (гр. 6СМ03). Квалификационные требования к специалистам по организации инженерных изысканий, подготовки проектов и строительства.

К квалификационным требованиям специалистов организаций инженерных изысканий, подготовки проектов капитального строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов кап. строительства относятся:

- по месту основной работы, стажа работы на инженерных должностях не менее чем три года соответственно в организациях, выполняющие инженерные изыскания, осуществляющие подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объектов капитального строительства;
- общего трудового стажа по профессии, специальности или направлению подготовки в области строительства не менее чем 10 лет;

- повышение квалификации специалиста по направлению подготовки в области строительства и его профессиональная аттестация не реже одного раза в пять лет.

**20. И.А. Каюмов, Д.И. Батталов** (гр. 2ВВ01). О должностных обязанностях специалистов по организации инженерных изысканий и архитектурно-строительного проектирования.

К должностным обязанностям специалистов по организации инженерных изысканий и архитектурно-строительного проектирования относятся:

- подготовка и утверждение заданий на выполнение работ по инженерным изысканиям, подготовке проектной документации объекта капитального строительства;

- определение критериев отбора участников по выполнению инженерных изысканий, подготовке проектной документации и отбору исполнителей этих работ, а также координация деятельности исполнителей;

- представление, согласование и приемка результатов работ по выполнению инженерных изысканий, подготовке проектной документации;

- утверждение результатов инженерных изысканий, проектной документации.

**21. И.А. Каюмов, А.А. Егина** (гр. 4ВВ01). О должностных обязанностях специалистов по организации строительства. К ним относятся:

- организация входного контроля проектной документации объектов капстроительства;

- оперативное планирование, координация, организация и проведение строительного контроля в процессе строительства, реконструкции, капремонта объектов капстроительства;

- приемка законченных видов и отдельных этапов работ по строительству, реконструкции, капремонту объектов капстроительства, элементов, конструкций и частей объектов капстроительства, сетей инженерно-технического обеспечения, их участков с правом подписи соответствующих документов;

- подписание акта приемки объекта капитального строительства;

- документов, подтверждающих соответствие построенного, реконструированного объекта капстроительства требованиям технических регламентов и соответствие параметров проектной документации, в том числе требования энергетической эффективности и требования оснащенности объекта строительства приборами учета используемых энергетических ресурсов;

- документа, подтверждающего соответствие построенного объекта капстроительства техническим условиям подключения к сетям инженерно-технического обеспечения.

**22. В.А. Нестеров** (н. рук. Л.И. Нечаева, Архитектурно-строительная академии при Донском Государственном Техническом Университете). Обоснование актуальности сорбционной очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Вопросы, касающиеся очистки сточных вод, всегда будут оставаться актуальными. Сточные воды представляют собой сложные гетерогенные смеси, которые могут быть загрязнены химическим, биологическим либо физическим путем. Такие воды зачастую оказывают негативное воздействие на экосистемы. Наиболее часто в качестве поллютантов гидросферы выступают ионы тяжелых металлов (ИТМ), к которым относят более сорока химических элементов, что обуславливает объем и сложность очистки сточных вод. ИТМ аккумулируются живыми организмами, вызывая необратимые изменения. Подобные загрязнения образуются при воздействии антропогенного фактора: целлюлозно-бумажная, текстильная, химическая, автомобильная промышленность и другие. Поэтому при экологизации технологий промышленности целесообразно использовать локальные очистные сооружения перед сбросом стоков в водоем. Эффективное решение – использование сорбционной очистки, обеспечивающей глубокое удаление ИТМ и обладающей рядом преимуществ и незначительными недостатками, легко устранимыми в ходе технологической эксплуатации. Здесь и основная задача коммунальных служб – использование материала для очистки, обладающего энергоэффективностью и технологическим результатом, оправданным с экономической точки зрения. Таким материалом выступают сорбенты природного или синтетического происхождения.

**23. А.В. Кругликова, Е.К. Аганичева, А.Е. Бальжанова** (Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин) г. Новосибирск). Воздействие климата на эффективность работы канализационных очистных сооружений.

На сегодняшний день, расчет канализационных очистных сооружений производится на среднегодовую температуру сточной жидкости, поступающей в приемную камеру. Фактически температура поступающей на очистные сооружения канализации (ОСК) сточной жидкости имеет значительные отклонения, как по временам года, так и по этапам её очистки. Особенно большие отклонения наблюдаются для сооружений малой производительности из-за меньшей теплоёмкости содержимого канализационных сетей и очистных сооружений. В районах с резко-континентальным климатом это проявляется наиболее заметно. При расчете ОСК по

среднегодовой температуре основные показатели (эффект осветления в первичных отстойниках, БПК на входе в аэротенк, фактический вынос взвешенных веществ из вторичного отстойника) могут существенно отличаться от реальных значений, при учете фактической температуры. В связи с тем, что данный вопрос является актуальным, авторы данного исследования разрабатывают математическую модель в программном модуле ANSYS, с учетом теплотехнического расчета для возможного использования данной модели, как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации ОСК, что существенно облегчит наблюдения за качеством очищаемой жидкости.

**24. Г.Т. Амбросова, Е.Н. Матюшенко** (Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин) г. Новосибирск). Проблемы удаления фосфатов на очистных сооружениях канализации.

Поступающая на очистные сооружения канализации (ОСК) сточная жидкость имеет несколько источников насыщения фосфором: хозяйственно-бытовые сточные воды от жилой застройки и стоки предприятий, иловая вода уплотнителей избыточного активного ила или иловая вода уплотнителей совместного сгущения сырого осадка и избыточного активного ила, иловая вода уплотнителей промытого осадка в схемах с метантенками и вакуум-фильтрами, а также иловая вода иловых площадок, а также стоки, образующиеся в результате механического обезвоживания на фильтр-прессах или центрифугах. Выполнены: анализ, известных способов удаления фосфора (биологического, физико-химического и комбинированного), сравнительная оценка реагентов, применяемых в настоящее время для извлечения фосфатов. Описаны ход проведения и результаты опытов, выполненных с использованием натуральной сточной жидкости Новосибирских ОСК. Проанализированы экспериментальные данные, проведенные с использованием экологически неопасных реагентов с точки зрения возможного их применения на действующих ОСК. Приводятся схемы функционирующих ОСК и выявлены места наибольшего дефосфотирования сточных вод.

**25. А.А. Цыба, Ю.Л. Сколубович** (Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)), г. Новосибирск). Анализ качественного состава поверхностных сточных вод.

Одной из важнейших проблем современности является защита окружающей среды от загрязнений, однако это задача усложняется в связи развитием промышленности, сельского хозяйства и урбанизацией общества. Особого внимания заслуживает проблема загрязнения природных водоемов поверхностными сточными водами. С целью подтверждения данных о качественном составе поверхностных сточных вод был выполнен литературный обзор. Анализ представленных данных показал, что в настоящее время весь организованный и неорганизованный поверхностный сток, с территории города Новосибирска, сбрасывается в природные водоемы без очистки. Загрязняя их взвешенными веществами, нефтепродуктами, плавающими веществами, органическими и биогенными веществами, а так же химическими веществами различной степени вредности. Частично или полностью эту проблему можно решить усовершенствованием системы отведения поверхностных сточных вод, устройством локальных очистных сооружений и очистных установок.

## ВТОРОЕ ЗАСЕДАНИЕ

13 апреля, 13.00, ауд. 2-510

**1. А.Н. Смирнова** (гр. БСМ15, н. рук. А.С. Селюгин). Подготовка питьевой воды малых населенных пунктов.

Источники, используемые для водоснабжения малых населенных пунктов, подразделяют на: поверхностные (реки, озера, водохранилища) и подземные (скважины). Качество воды поверхностных источников в большей степени зависит от интенсивности выпадения атмосферных осадков, таяния снегов, загрязнения стоками. Подземные воды обычно содержат незначительное количество взвешенных веществ и обычно бесцветны, обладают высокими санитарными качествами, но часто сильно минерализованы, имеют повышенную жесткость, значительное содержание железа и т.п. Наиболее подходящими источниками водоснабжения являются подземные (особенно артезианские и родниковые) воды, если они не сильно минерализованы. В случае, когда вода не соответствует нормам, необходима подготовка воды. Если необходимо вода очищается от механических взвесей, мутности (осветление), железа и марганца (обезжелезивание), сероводорода, тяжелых металлов и солей жесткости (умячение), а также бактериальных загрязнений (ультрафиолетовая стерилизация). Если же вода соответствует нормам, то она может подаваться потребителю без водоподготовки.

**2. С.Р. Ахмеров** (гр. ЗВВ02, н. рук. Ж.С. Нуруллин). Водоподготовка из подземных источников на территории Республики Беларусь в Брестской области.

Показатели качества воды в источнике: железо – 2,5 мг/л; сероводород – 0,2 мг/л; Свободная углекислота – 21 мг/л; метан – 0,2 мг/л. Остальные качества воды удовлетворяют требованиям. Следовательно, без очистки воды обойтись невозможно. Возможно применение метода фильтрования с упрощенной аэрацией на безнапорных (открытых) фильтрах.

Обезжелезивание заключается в переводе железа из растворенного состояния в нерастворенное способом его окисления из двухвалентного до трехвалентного. После чего, выпавшее в осадок нерастворенное железо оседает на разнообразных фильтрующих загрузках. Дегазация - удаление нежелательных растворенных газов или захваченных газовых пузырьков из приборов и веществ. После фильтрования вода поступает в РЧВ, пройдя предварительное обеззараживание.

**3. А.Р. Мухаметханова** (гр. 5СМ15, н. рук. Ж.С. Нуруллин). Система водоснабжения г. Арск РТ.

В городе Арск РТ запроектирована единая система хозяйственно-питьевого, производственного и противопожарного водоснабжения общей производительностью 1337,3 м<sup>3</sup>/сут. Для водоснабжения города используется вода трех кооптированных родников, расположенных около населенных пунктов д. Нижняя Корса и с. Купербаш. Родники «Корса-1» и «Корса-2» расположены у населенного пункта д. Нижняя Корса и имеют производительность 63 и 40 м<sup>3</sup>/ч соответственно. Подъем воды осуществляется насосами марки ЭВЦ-10-63-190, ЭВЦ-8-40-110. От родников вода перекачивается на площадку насосной станции 3-го подъема по двум водоводам из полиэтиленовых труб диаметром по 225 мм, протяженностью 21,95 км. Родник «Купербаш» расположен у населенного пункта Купербаш, подъем осуществляется насосом марки ЭВЦ-10-65-150, мощностью 45 кВт, производительностью 65 м<sup>3</sup>/ч. От родника проложены два водовода из полиэтиленовых труб диаметром по 225 мм протяженностью 6,75 км. В город, вода подается с площадки 3-го водоподъема насосной станцией, где установлено 3 насоса типа К-100-80-160.

**4. С.В. Наумов** (гр. 5СМ15, н. рук. Ж.С. Нуруллин). Установка автоматического пожаротушения тонкораспыленной водой.

Установка автоматического пожаротушения тонкораспыленной водой разработана для защиты складского помещения Гипермаркета в г. Альметьевске РТ. Запроектирована спринклерная установка водяного пожаротушения, совмещена с системой внутреннего противопожарного водопровода. Установка автоматического пожаротушения рассчитана на работу в течении 45 минут и обеспечивается водой насосной станцией, в которой установлены : три насоса Д160-112а (из них 1-резервный), «жокей»-насос CR 3-25, узлы управления УУ-С150/1,2В-ВФ.04-02-3 к-та, УУ-Д100/1,2(Э220)-ВФ.04-1 к-т и регулятор давления RAF60. Необходимый объем воды для системы пожаротушения составляет 800 м<sup>3</sup> и хранится в противопожарном резервуаре. Подвод воды к насосной станции предусмотрен по двум трубопроводам диаметром по 300мм. Для зоны складирования применены спринклеры марки CBSO-ПНО(г)0,13-R1/2 с расчетным давлением у диктующего оросителя 0,7МПа, работающие по принципу тонкораспыленной воды. Для спринклерной системы использованы оросители марки: «АНД204Р-1/2» Chang Der, СВО0-РВо(д)-R1/2Р79.ВЗ-»СВВ-К80»«, а для дренчерной завесы ороситель марки -»Завеса-8мм» с расчетным давлением у диктующего оросителя 0,1 МПа. Внутренние пожарные краны питаются от спринклерной системы водяного пожаротушения и также рассчитаны на работу в течение 45 мин. Проект системы противопожарного водоснабжения выполнен в соответствии с требованиями: СП 112.13330.2012, СП 5.13130.2009, СП 112.13330.2012 и др.

**5. Г.А. Зарипова** (гр. 5СМ15, н. рук. И.Г. Шешегова). Разработка технологии подготовки экологически чистой воды.

Интенсивное загрязнение объектов окружающей среды приводит к коренным изменениям качественного состава поверхностных и подземных вод. Несмотря на постоянное совершенствование методов водоподготовки и обеззараживания зачастую в питьевой воде встречаются остаточные концентрации различных химических веществ, небезразличных для организма человека. Длительное употребление такой воды может привести к срыву защитных возможностей организма, снижению иммунитета с последующим переходом в стадию предболезни и далее с развитием болезни инфекционного или неинфекционного характера. Все это диктует необходимость обеспечения населения экологически чистой водой с физиологически обоснованным химическим составом. Экологически чистая вода должна быть безопасной в бактериологическом отношении, благоприятной по органолептическим свойствам, безвредной по химическому составу, иметь оптимальный состав микро- и макроэлементов. Для получения



экологически чистой воды была разработана технология водоподготовки, которая включает в себя озонирование, фильтрование через фильтры с песчаной и угольной загрузкой, ионаторы серебра.

**6. А.Н. Хайрутдинов** (гр. 5СМ15, н. рук. Ж.С. Нуруллин, И.Г. Шешегова). К вопросу совершенствования технологии водоподготовки на очистных сооружениях ПАО «Казаньоргсинтез»

Очистные сооружения ПАО «Казаньоргсинтез» введены в эксплуатацию более сорока лет назад. В настоящее время существующая на станции технология подготовки воды не может обеспечить получение воды питьевого качества. Это вызывает необходимость совершенствования технологии водоподготовки на существующих очистных сооружениях.

Для выработки рекомендаций по совершенствованию технологии очистки речной воды были проведены анализ качества исходной воды и анализ технического состояния сооружений очистной станции, изучена возможность по модернизации существующей системы водоподготовки с увеличением производительности сооружений со 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут до 120 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

По результатам изучения существующей технологии обработки воды, технического состояния сооружений и анализа качественных показателей исходной воды даны рекомендации по улучшению работы очистной станции.

**7. Е.В. Чиглакова** (гр. 5СМ15, н. рук. Ж.С. Нуруллин, И.Г. Шешегова). Проектирование дополнительной очереди водопроводной очистной станции ПАО «Казаньоргсинтез».

Для увеличения производительности водопроводной очистной станции ПАО «Казаньоргсинтез» была запроектирована дополнительная очередь водоподготовки. Источником водоснабжения является вода Куйбышевского водохранилища, которая характеризуется как маломутная повышенной цветности. Дополнительная очередь очистных сооружений производительностью 50000 м<sup>3</sup>/сут запроектирована по разработанной на кафедре «Водоснабжение и водотведение» Казанского государственного архитектурно-строительного университета технологической схеме получения питьевой воды при использовании маломутных цветных вод поверхностных источников, содержащих антропогенные примеси. Предлагаемая схема водоподготовки предусматривает использование более эффективных и менее затратных технологий. Полный состав основной технологической схемы обработки воды включает микрофильтры, смесители, контактные осветлители, сорбционные фильтры загруженные активированным углем.

**8. Д.Д. Калимуллина** (гр. 3ВВ01, н. рук. Л.Р. Хисамеева, И.Г. Шешегова). Железобактерии как одна из причин вторичного загрязнения питьевой воды.

По данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в РФ в 2014 году» доброкачественной питьевой водой обеспечено только 63,9 % населения РФ (93,254 млн. чел.). Основными причинами сложившегося состояния являются: ухудшение качества воды источников водоснабжения, использование технологий очистки воды не позволяющих оперативно реагировать на изменение качества воды в источнике, нарушение технологических условий эксплуатации существующих сооружений водоподготовки, вторичное загрязнение питьевой воды при ее транспортировке потребителям.

Одной из причин возникновения вторичного загрязнения воды является заселение стенок трубопроводов железобактериями и неравномерностью гидравлического режима работы водопроводной сети. Железобактерии – типичные представители микрофлоры, которые выносятся из источника водоснабжения в водопроводную сеть, после чего закрепляются на стенках трубопровода, размножаются и формируют биопленку.

В работе рассмотрены механизмы действия железобактерий приводящие к ухудшению качества питьевой воды.

**9. Т.В. Нуруллин** (гр. 3ВВ02, н. рук. Ж.С. Нуруллин). Реконструкция и оптимизация водоснабжения и водоподготовки населенного пункта Усады Высокогорского района РТ.

Водоснабжение н.п. Усады осуществляется из подземных источников. Максимальный суточный расход составляет 591,48 м<sup>3</sup>/сут. Показатели качества воды не удовлетворяющие требованиям СанПиН «Вода питьевая»: общая жесткость – 28-35 мг-экв/л, по величине сухого остатка – 1,69-1,8 г/л, содержание сульфатов – 970-1100 мг/л. В связи с этим перед подачей воды потребителю необходима соответствующая водоподготовка по снижению этих показателей.

Также в населенном пункте Усады расположен «Усадский спиртзавод» для которого необходима подача воды в количестве 187 м<sup>3</sup>/ч из которых 60 м<sup>3</sup>/ч требуется на технологические нужды со следующими требованиями к качеству воды: жесткость – не более 1,0 мг-экв/л; содержание кальция – не более 20 мг/л; содержание магния – не более 5,0 мг/л; микробиология – отсутствует.

**10 А.И. Зиганшина** (гр. ЗВВ01, н. рук. И.Г. Шешегова). Проектирование системы хозяйственно-питьевого водоснабжения установка комплексной подготовки нефти.

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения служит для обеспечения персонала установка комплексной подготовки нефти (УКПН) «Шешма» водой питьевого качества. Источником водоснабжения является артезианская скважина, расположенная на территории объекта. Производительность проектируемой артезианской скважины составляет 20 м<sup>3</sup>/сут. Взамен резервной скважины, предусмотрены аккумулирующие баки V=3м<sup>3</sup>(2 шт.) привозной питьевой водой на случай ремонтно-восстановительных работ. Над водозаборной скважиной предусмотрен блок модуль, где предусмотрен общий ультразвуковой расходомер. Т.к. согласно лабораторных исследований, вода не отвечает требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 предусмотрена станция водоподготовки, которая располагается также в блоке-модуле. Вода после водоподготовки подается в здания для хоз-питьевых нужд персонала. Наружные сети хозяйственно-питьевого водопровода проектируются из стальных трубопроводов по ГОСТ 10704-91, внутренние сети - из полипропиленовых труб «Рандом Сополимер».

**11. А.И. Зиганшина** (гр. ЗВВ01, н. рук. И.Г. Шешегова). Технология очистки воды для хозяйственно-питьевых нужд установки комплексной подготовки нефти.

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения установки комплексной подготовки нефти «Шешма» является артезианская скважина. Согласно лабораторных исследований выявлено превышение требований СанПиН 2.1.4.1074-01 по общей жесткости (10 мг-экв/л при норме до 7 мг-экв/л). В соответствии с данными анализа исходной воды и требований предъявляемым к питьевой воде была разработана технология водоподготовки подземной воды, включающая методы осветления, умягчения и обеззараживания. Вода от скважины сначала подается на сетчатый фильтр Honeywell для удаления механических примесей крупнее 100 мкм, затем на установку умягчения ПВО-01FU05-D-III-Y для удаления солей жесткости. Подготовленная вода поступает в накопительные емкости предназначены для накопления и резервирования очищенной воды, а также для сглаживания неравномерного режима водопотребления. Из накопительных емкостей очищенная вода поступает к потребителю при помощи насоса второго подъема с частотным регулированием. Частотное регулирование насоса позволяет подавать очищенную воду к потребителям с постоянным напором независимо от производительности. Перед подачей потребителю вода для обеззараживания проходит через ультрафиолетовый стерилизатор установленный на напорном трубопроводе.

**12. К.К. Суханова** (гр. 5СМ14, н. рук. А.С. Селюгин). Установка очистки бытовых сточных вод гостиничного комплекса.

Для их очистки сточных вод гостиничного комплекс разработан проект биологических очистных сооружений заводского изготовления производительностью 40 м<sup>3</sup>/сутки. Технология очистки сточных вод включает: тангенциальные песколовки, в которых производится выделение минеральных примесей; отстойник– биореактор, оборудованный ершовыми насадками; аэротенки – отстойники I и II ступени, работающие с комплексом взвешенной и иммобилизованной биомассы и оборудованные двумя вторичными тонкослойными отстойниками, в которых происходит отделение активного ила от сточной воды. Биологически очищенная сточная вода с помощью блока перекачки стоков поступает на доочистку в автоматизированную сверхскоростную фильтровальную станцию (АСФС), состоящую из сверхскоростных напорных фильтров. Для удаления фосфатов предусмотрено реагентное дефосфатирование с подачей реагента перед АСФС. Очищенная вода из АСФС поступает в блок обеззараживания ультрафиолетовым облучением и после этого через выпуск сбрасывается в реку.

**13. Р.Ф. Тухбатуллин** (гр. 5СМ14, н. рук. А.В. Бусарев). Обработка хромсодержащих сточных вод в гальванокоагуляторах.

В процессе работы гальванических цехов в них образуются хромсодержащие сточные воды (ХСВ), которые содержат ионы шестивалентного и трехвалентного хрома. Для использования хромсодержащих сточных вод в системах оборотного водоснабжения гальванического производства необходимо удалить из воды ионы шестивалентного хрома и снизить в сточных водах концентрацию ионов трехвалентного хрома.

Восстановление ионов шестивалентного хрома до состояния Cr<sup>3+</sup> осуществляется в гальванокоагуляторах различных конструкций. В Казанском государственном архитектурно-строительном университете на кафедре Водоснабжения и водоотведения проведены исследования процессов обработки хромсодержащих сточных вод в гальванокоагуляторе в результате которых установлена возможность эффективной очистки ХСВ с применением метода гальванокоагуляции.

**14. В.К. Трофименко** (гр. 6СМ14, н. рук. А.С. Селюгин). Очистка поверхностных сточных вод асфальто-бетонного завода.

Для сбора с территории комплекса стоков от дождей и таяния снега предусматривается сеть дождевой канализации и две локальные очистные установки по очистке дождевых стоков.

Атмосферные осадки с территории базы по спланированной поверхности стекают к дождеприемным колодцам, и далее по подземной сети канализации поступают в сборники стоков. В качестве сборников используются железобетонные горизонтальные подземные резервуары емкостью 38 м<sup>3</sup> и 190 м<sup>3</sup>. Из резервуара-накопителя стоков насосной установкой, входящей в состав очистных сооружений, стоки подаются на очистку. Очищенная вода поступает в резервуары чистой воды (объемом 38 м<sup>3</sup> и 512 м<sup>3</sup> соответственно для 1-й и 2-й площадок). Очищенная вода из резервуара на 2-й площадке используется как противопожарный запас воды и на технологические нужды (для приготовления бетона). Вода на 1-й площадке (после мойки колес) может использоваться на полив территории и газонов, на мытье колес, а также вывозиться на технологические нужды предприятия.

Основными загрязнителями, содержащимися в дождевом стоке, являются крупнодисперсные примеси и нефтепродукты, сорбированные главным образом на взвешенных веществах. Для очистки используется очистное оборудование БЛИК-2К на 3м<sup>3</sup>/ч (на 1-й площадке) и на 10 м<sup>3</sup>/ч (на 2-й площадке), производства ООО ПКФ «ВЭ КО».

**15. Л.Н. Хабибуллина** (гр. 3ВВ02, н. рук. А.С. Селюгин). Реконструкция биологических очистных сооружений с. Верхний Услон Верхнеуслонского района Республики Татарстан.

При реконструкции биологических очистных сооружений производительностью 350 м<sup>3</sup>/сутки принята технологическая схема очистки сточных вод на сооружениях механической, биологической очистки, сооружениях глубокой доочистки и установках химической обработки сточных вод. Механическая очистка осуществляется на решетках и песколовках. Процесс биологической очистки осуществляется в биореакторах, в которых проходит биосорбция органических веществ из субстрата, их гидролиз, использование разлагаемой органики для прироста биомассы, распад биологической массы и удаление распавшейся биомассы. Очистка сточных вод от органических соединений осуществляется за счет удаления азота и фосфора в биореакторах. Нитрификация осуществляется в аэротенках, а денитрификация осуществляется подачей иловой смеси из вторичных отстойников в денитрификатор. Для доведения очищенных сточных вод до норм ПДК предусмотрена глубокая очистка в сверхскоростных фильтрах и обеззараживание УФ-облучением и гипохлоритом натрия. Произведены технологические и гидравлические расчеты сооружений для очистки, обеззараживания сточных вод и обработки осадков; разработаны их объемно-планировочные и конструктивные решения.

**16. Н.О. Шинкарев** (гр. 5СМ14, н. рук. А.С. Селюгин, Л.Р. Хисамеева). Очистка поверхностных сточных вод топливо-заправочного комплекса.

Очистка поверхностных сточных вод, образующихся на территории промышленных предприятий является актуальной задачей. Поверхностные сточные воды топливо-заправочного комплекса содержат 20-700 мг/л нефтепродуктов и 300-600 мг/л взвешенных веществ. В очищенной воде концентрация загрязнений должна составлять, не более: по нефтепродуктам – до 0,05 мг/л, по взвешенным веществам – до 15 мг/л.

В соответствии с исходными данными разработана установка очистки поверхностных сточных вод топливо-заправочного комплекса. Для достижения норм ПДК предусмотрена механическая очистка поверхностных стоков в тангенциальных песколовках, тонкослойных отстойниках и фильтрах с зернистой загрузкой, а также физико-химическая очистка в адсорбционных фильтрах. Предусмотрено надземное расположение сооружений в отдельно расположенном здании.

**17. Я.В. Ягин** (гр. 5СМ14, н. рук. А.С. Селюгин). Очистка производственных сточных вод систем оборотного водоснабжения машиностроительных предприятий.

На многих предприятиях машиностроения образуются нефтесодержащие сточные воды (НСВ), загрязненные нефтепродуктами и взвешенными веществами. В частности, в системах охлаждения используется обратная вода, которая, в ряде случаев, загрязняется нефтепродуктами и взвешенными веществами. Концентрация нефтепродуктов в загрязненной воде систем оборотного водоснабжения достигает 3000 мг/л, а содержание взвешенных веществ 200 мг/л.

Перспективным оборудованием для очистки таких НСВ являются разработанные в Казанском государственном архитектурно-строительном университете установки типа «блок гидроциклон-отстойник», состоящие из напорных гидроциклонов и отстойников различных типов. Проведенные исследования показали достаточно высокую эффективность данной технологии и позволили разработать установку для очистки сточных вод систем оборотного водоснабжения машиностроительного предприятия.

**18. Р.Р. Хабибуллин** (гр. 5СМ14, н. рук. Н.С. Урмитова). Установки очистки нефтесодержащих сточных вод с коалесцирующими насадками.

С целью интенсификации процесса очистки нефтесодержащих сточных вод, как предварительный этап обработки перед отстаиванием применяют коалесцирующие насадки с коалесцирующей загрузкой из различных гидрофобных материалов. Коалесцирующие насадки подразделяются на гидродинамические и контактные.

В гидродинамических насадках процесс коалесценции осуществляется за счет принудительного сближения, контактирования, слияния, укрупнения частиц нефти, а в контактных насадках процесс коалесценции основан на явлениях адгезии и смачивания, т.е. укрупнения частиц нефти зависит от гидрофобных свойств загрузки.

Контактные насадки применяются очень часто в комбинациях с флотацией, жидкостной контактной массой, полочными блоками, гидроциклонами и другими методами обработки.

Существуют огромное количество установок различной конструкции с разными видами коалесцирующих насадок для очистки нефтесодержащих сточных вод с целью заводнения нефтяных пластов.

**19. Л.Д. Шагиева** (гр. 3ВВ02, н. рук. Н.С. Урмитова). Установка очистки пластовых вод с целью закачки их в пласт для поддержания пластового давления.

В НГДУ «Азнакаевскнефть» пластовая вода из технологических емкостей под остаточным давлением 0,2-0,25 МПа поступает в отстойники с гидрофобным жидкостным фильтром ОГЖФ-200. В отстойниках с помощью перфорированных труб вода равномерно распределяется в фильтрующем слое толщиной не менее 0,5 м. При этом суммарная площадь отверстий подбирается с таким расчетом, чтобы начальная скорость струи составляла 0,8-1,0 м/с. Уловленная нефть с гидрофобными примесями из нефтесборной части ОГЖФ-200 отводится в буферную емкость. Отвод нефти из ОГЖФ-200 и буферной емкости ведется периодически, по мере накопления. Пластовые воды, прошедшие очистку содержат нефтепродуктов 56,7 мг/л, механических примесей 11,3 мг/л. Данное качество очищенных пластовых вод соответствует требованиям, предъявляемым к качеству воды, используемой для заводнения продуктивных горизонтов в нефтепромыслах НГДУ «Азнакаевскнефть».

**20. И.А. Суганов** (гр. 6СМ14, н. рук. Н.С. Урмитова). Интенсификация процессов очистки нефтесодержащих сточных вод.

В народном хозяйстве первостепенное значение имеет внедрение оборотных систем использования воды, интенсификация и повышение степени очистки сточных вод, создание бессточных промышленных комплексов, снижение себестоимости очистки.

Наиболее эффективным методом утилизации нефтесодержащих сточных вод (НСВ) на промыслах является повторное их использование в системах заводнения нефтяных пластов. Это позволяет значительно сократить потребление пресной воды, решить проблемы утилизации указанных вод на промыслах и защиты окружающей среды от загрязнений.

Повышение качества и интенсификации процессов очистки НСВ в последние годы связывается с использованием предварительной обработки их перед отстаиванием. Наиболее эффективные виды предварительной обработки НСВ основаны на реализации процесса коалесценции, которая способствует уменьшению количества тонкодиспергированных частиц нефти в эмульсии и интенсификации процессов очистки отстаиванием, флотацией, фильтрацией. Процесс коалесценции может эффективно осуществляться фильтрацией НСВ через гранулированные коалесцирующие материалы.

**21. А.Ф. Нуруллина** (гр. 6СМ14, н. рук. Н.С. Урмитова). Очистка поверхностных сточных вод.

Поверхностный сток с территорий городов и промышленных предприятий является существенным источником загрязнения и засорения водных объектов.

При очистке поверхностных сточных вод решаются в основном две задачи: очистка сточных вод от взвешенных веществ и очистка от загрязнений нефтепродуктами. При этом решение второй задачи становится более актуальным в связи с ростом автоматизации и соответственно увеличением количества торговых центров, автостоянок, гаражей, автозаправочных станций и т.д. Также ливневые очистные сооружения используются для очистки поверхностных ливневых стоков с полотна автодорог и путепроводов.

В состав очистных сооружений поверхностного стока входят: распределительный колодец, пескоотделитель, маслобензоотделитель, сорбционный фильтр, колодец для отбора проб. Система очистки сточных вод, состоящая из пескоотделителя и маслобензоотделителя позволяет получить на выходе степень очистки по взвешенным веществам до 20 мг/л, по нефтепродуктам до 0,3 мг/л, после сорбционного блока степень очистки составляет по взвешенным веществам – до 3 мг/л, по

нефтепродуктам – до 0,05 мг/л, что соответствует нормам сброса на рельеф или в водоем рыбохозяйственного назначения.

**22. Д.Ю. Ланцов** (гр. 6СМ14, н. рук. Н.С. Урмитова). Сверхскоростная гидроциклонно-фильтровальная станция.

Данная установка предназначена для очистки нефтесодержащих сточных вод, а также для очистки природных и сточных вод от взвешенных веществ различной природы.

В состав гидроциклонно-фильтровальной установки очистки воды входят блок напорных сверхскоростных фильтров, напорные трубопроводы подачи исходной воды и отвода фильтрата, трубопроводы промывной воды и отвода загрязненной промывной воды.

Блок напорных сверхскоростных фильтров расположен по кругу, установка снабжена расположенными на одной оси по вертикали напорными цилиндрическими камерами в последовательности сверху вниз: напорной цилиндрической камерой для распределения исходной воды по фильтрам, напорной цилиндрической камерой для сбора загрязненной промывной и шламовой воды, напорной цилиндрической камерой для сбора очищенной воды.

Достоинства данной установки: высокий эффект очистки (80 %), сокращение длины технологических трубопроводов обвязки, равномерное распределение гидравлической и грязевой нагрузки между фильтрами, высокая удельная производительность, компактность, высокоиндустриальная в изготовлении и монтаже.

**23. А.И. Султанова** (гр. 3ВВ02, н. рук. А.Х. Низамова, Л.Р. Хисамеева). Локальные очистные сооружения.

Установки очистки нефтесодержащих дождевых сточных вод применяются на автозаправках, автостоянках, складах мазута, автомобильного топлива, в гаражах, станциях технического обслуживания автомобилей, системах оборотного водоснабжения моек. Технологическая схема включает автоматизированную насосную станцию, отстойник с нисходяще-восходящим потоком, тонкослойный отстойник, фильтр с плавающей загрузкой и механизированной промывкой. Очищенные ливневые сточные воды, соответствующие установленным для них нормам содержания вредных веществ могут сбрасываться в открытые водоемы или использоваться в оборотных целях. Установки оборотного водоснабжения мойки легковых автомобилей принимают загрязненные моечные воды, очищают их и подают очищенную воду к моечным постам под давлением, достаточным для ручной и механизированной мойки, производят глубокую доочистку избыточной моечной воды перед ее сбросом до уровня отвечающей природоохранным и санитарным требованиям. Технологическая схема включает автоматизированный насос, флотатор, фильтровальный модуль, емкость очищенной воды, насос, подающий очищенную воду на мойку, узел приготовления водовоздушной смеси для флотатора, контейнер для песка, емкости для твердых и жидких отходов.

**24. П.Н. Соловьева** (гр. 2ВВ01з, н. рук. Р.Н. Абитов, Л.Р. Хисамеева). Реконструкция канализационных очистных сооружений г. Вятские Поляны Кировской области.

Существующие очистные сооружения города Вятские Поляны в Кировской области находятся в неудовлетворительном состоянии, морально устарели и физически изношены. На очистных сооружениях эксплуатируется технологическое оборудование с большой степенью износа, используется технологически устаревшие схемы очистки сточных вод, которые не обеспечивают должной степени очистки. Современные требования к качеству очищенной воды по биогенным элементам требует реализации технологий удаления азота и фосфора на канализационных очистных сооружениях.

Реконструкция очистных сооружений г. Вятские Поляны предусматривают мероприятия по удалению соединений азота и фосфора путем расширения существующих аэротенков за счет использования объемов первичных отстойников и аэробных стабилизаторов. Данное решение позволит перевести биологический блок в режим работы нитри-денитрификации и дефосфотации. Для дезинфекции сточных вод вместо существующего контактного резервуара будет предусмотрено УФ обеззараживания.

**25. Т.В. Нуриева** (гр. 2ВВ01з, н. рук. Л.Р. Хисамеева, Р.Н. Абитов). Критерии выбора систем очистки поверхностных стоков промышленных предприятий.

Основным критерием инженерного выбора систем очистки поверхностного стока является наличие в их составе определенного набора последовательных технологических стадий: предварительной очистки стока от крупных механических включений и мусора; разделения потока сточных вод на загрязненную и условно чистую части; очистки стока от тяжелых минеральных загрязнений и грубодисперсных примесей; аккумуляирования и усреднения стока, при этом для очистных систем небольшой мощности с относительно малозагрязненных территорий допускается совмещение стадий аккумуляирования и предварительной очистки от тяжелых минеральных

загрязнений и грубодисперсных примесей методом статического отстаивания; выделения основной массы загрязнений методами отстаивания, флотации или контактной фильтрации с предварительной реагентной обработкой сточных вод; извлечения средне- и тонкодиспергированных загрязняющих веществ методом одно- или двухступенчатого механического фильтрования на зернистых загрузках с обеспечением стандартных процедур помывки фильтрующей загрузки от задержанных загрязнений; одно- или двухступенчатой адсорбционной доочистки стоков от остаточных эмульгированных и растворенных нефтепродуктов и органических веществ.

**26. Е.П. Устинова** (гр. 2ВВ01з, н. рук. Л.Р. Хисамеева). К вопросу проектирования канализационных очистных сооружений поверхностных сточных вод с территории АО «ГМС Нефтемаш» г. Тюмени.

Решение о проектировании и строительстве канализационных очистных сооружений с территории АО «ГМС Нефтемаш», принято исходя из требований плана мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на территории города Тюмени в период весеннего снеготаяния и половодья. Очистные сооружения предназначены для локальной очистки дождевых, талых и поливочных сточных вод, отводимых с территории, до значений, соответствующих требованиям экологических нормативов ПДК загрязняющих веществ в водоемах рыбохозяйственного водопользования. Состав и концентрация загрязняющих веществ в поверхностном стоке, отводимом с территории объекта по канализационной сети на очистные сооружения, приняты по аналогичным объектам, расположенным вблизи природно-климатических районах и имеющих схожую сферу деятельности. При проектировании очистных сооружений приняты новейшие достижения науки и техники с тем, чтобы строящиеся очистные сооружения ко времени ввода их в эксплуатацию имели высокие показатели по производительности, надежности, долговечности и качеству очистки сточных вод, низкую себестоимость очистки и обеспечили бы безопасность производственных процессов, нормальные условия труда обслуживающего персонала, а также охрану окружающей среды от загрязнения.

**27. Г.И. Зиннурова** (гр. 3ВВ02, н. рук. А.С. Селюгин, А.Х. Низамова). Водоподготовка для заливки льда ледового дворца.

Ледовый дворец – физкультурно-спортивное сооружение с искусственным льдом, предназначенное для проведения соревнований, тренировочных занятий и зрелищных мероприятий. Качество льда арены должно удовлетворять требованиям СанПин 2.1.4.1074-1 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества воды». Для создания прозрачного, однородного и монолитного льда используются: фильтры механической очистки - для очистки от твердых частиц, песка, ржавчины из трубопроводной системы, окалины; фильтры-обезжелезиватели - для защиты трубопроводной системы от образования ржавчины, засорений, снижения напора; фильтры-умягчители – для умягчения специальными установками, которые с помощью ионного обмена удаляют из воды соли жесткости; установки обратного осмоса - жидкость, проходящая через специальную мембрану, разделяется на 2 раствора: чистую воду и смесь солей. Подготовленная таким образом вода позволяет залить идеально чистый, гладкий и прозрачный лед.

### ТРЕТЬЕ ЗАСЕДАНИЕ

14 апреля, 13.00, ауд. 2-510

**1. К.Г. Бражникова** (гр. 3ВВ01, н. рук. И.Г. Шешегова). Проектирование оборотного водоснабжения плавательного бассейна в гостевом доме базы отдыха.

Вода способна положительно влиять на физический и эмоциональный тонус человека. Плавание сочетает возможность гармоничного развития организма, ярко выраженную оздоровительную направленность.

В гостевом доме на базе отдыха запроектирован плавательный бассейн размером 33х12х1.2-2 м и объемом воды 530 м<sup>3</sup>. Источником водоснабжения является существующий хозяйственно питьевой водопровод. В бассейне принята переливная схема с рециркуляционной системой водообмена. Очищенная вода, подаваемая в бассейн через форсунки возвратата воды, вмонтированные в дно чаши бассейна, вытесняет верхний, наиболее загрязненный слой воды в переливной лоток. Далее через форсунки лотка, по системе трубопроводов вода попадает в компенсационную емкость, откуда насосами подается на песчаные фильтры. Перед фильтрами установлена станция дозирования коагулянта. После механической очистки воды производится обеззараживание ультрафиолетом, ее подогрев и последующая дезинфекция соединениями хлора. Опорожнение бассейна происходит через донные сливы. Промывка песчаных фильтров осуществляется через компенсационную емкость. Для восполнения потерь воды на испарения,

промывку фильтров предусмотрен в компенсационной емкости автоматический регулятор уровня воды, обеспечивающий пополнение свежей водой.

**2. О.В. Андреева** (гр. ЗВВ01, н. рук. И.Г. Шешегова). Разработка технологической схемы очистки оборотной воды плавательного бассейна физкультурно-оздоровительного комплекса.

В здании физкультурно-оздоровительного комплекса «Восток» г. Чебоксары предусмотрен бассейн на максимальную нагрузку в смену 40 чел. Размер бассейна 25x10.5, объем бассейна 440 м<sup>3</sup>. Полный водообмен воды в ванне осуществляется за 8 часов. Подпитка воды осуществляется из городского водопровода. При разработке технологической схемы очистки оборотной воды бассейна учитывались санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к воде плавательного бассейна, технико-экономические показатели, качество исходной воды, объем ванны бассейна, его назначением и другие параметры. Выбранная схема включает: фильтрование на зернистых фильтрах и коагулирование циркулирующей воды, обеззараживание хлорсодержащими препаратами и ультрафиолетовыми лучами для повышения надежности обеззараживания. Вода для обработки забирается из поверхностного слоя (через переливную решетку) и со дна бассейна через донный водозабор, проходит фильтры предварительной очистки (волосоловки) и насосами подается на песчаные фильтры, где проходит контактную коагуляцию и осветление. Фильтрованная вода подогревается до требуемых параметров, обеззараживается хлорсодержащим реагентом и УФ-излучением и затем системой распределительных форсунок подается в чашу бассейна смешиваясь с основным объемом воды.

**3. Р.И. Хайрутдинов** (гр. ЗВВ02 н. рук. Л.Р. Хисамеева, Р.Н. Абитов). Проектирование инженерных коммуникаций в жилых и общественных зданиях.

Проектирование систем холодного и горячего водоснабжения, хозяйственно-бытовой канализации и водостоков зданий должно выполняться в соответствии с действующими нормами и правилами, которые предусматривают мероприятия по решению экологических, санитарно-гигиенических и противопожарных мероприятий. Работа инженерных систем и ее долговечность зависит от принятых решений, выбора материалов и оборудования. Рекомендуется применять энерго-и теплосберегающие технологии. В жилых и общественных зданиях высотой свыше 4-х этажей следует объединять группы водоразборных стояков горячей воды кольцевыми перемычками в секционные узлы одним циркуляционным трубопроводом к сборному циркуляционному трубопроводу системы. В секционные узлы следует объединять от 3 до 7 водоразборных стояков горячего водоснабжения. Кольцевые перемычки прокладываются по чердаку под слоем изоляции, под потолком верхнего этажа при подаче воды снизу или по подвалу при подаче воды сверху (крышная котельная). При невозможности увязки давлений в сети трубопроводов систем горячего водоснабжения путем соответствующего диаметра труб предусматривается установка регуляторов температуры, диафрагм на циркуляционном трубопроводе или балансировочных клапанов.

**4. И.М. Минвалеев** (гр. ЗВВ01, н. рук. Л.Р. Хисамеева, Р.Н. Абитов). Состояние инженерных сетей.

Трубопроводные системы - неотъемлемая часть инфраструктуры современных городов, а городские водопроводные и водоотводящие сети являются не только наиболее функционально-значимым элементом системы водоснабжения и водоотведения, но и, как показывает практика эксплуатации, наиболее уязвимы. При этом от надежной и бесперебойной их работы в значительной степени зависит состояние окружающей среды, комфортность проживания, эффективная работа жилых, общественных и коммунальных предприятий города. Причины низкой надежности трубопроводов городов России известны и сложились не в один день: износ трубопроводов; неправильный выбор материала труб и класса их прочности, отвечающего фактическим внешним и внутренним нагрузкам, воздействующим на трубопровод; несоблюдение технологии производства работ по укладке и монтажу трубопроводов; отсутствие необходимых мер по защите трубопроводов от агрессивного воздействия внешней и внутренней среды; разрушающие давления, воздействие гидравлических ударов, падение долговременной прочности; несоответствие качества труб требованиям ГОСТ.

**5. Д.Ф. Хайруллин** (гр. ЗВВ02 н. рук. Л.Р. Хисамеева). К вопросу о состоянии магистральных водопроводов.

Около 80 % магистральных водопроводов в нашей стране состоят из дешевых стальных труб. Лишенные антикоррозийной защиты, через 5-6 лет после монтажа они подвергаются разрушению, образуются ржавые пятна, затем появляются трещины и происходит утечка воды (в целом до 40 % по стране). Водоносные магистрали часто проходят рядом с канализационными стоками, при этом существует реальная угроза обмена между этими потоками. Случаи затопления подвалов уже не редкость, а норма. В результате возрастает количество случаев кишечных

инфекционных заболеваний. Железо, содержащееся в воде, провоцирует развитие железобактерий. Они объединяются в колонии и образуют на внутренней поверхности труб ржавые бугры высотой до 10 мм, затем превращающиеся в коррозионные отверстия – свищи, через которые происходит утечка воды. При этом вода дополнительно насыщается окисленным трехвалентным железом. Сами железобактерии не опасны, однако продукты их жизнедеятельности обладают канцерогенной активностью и оказывают негативное воздействие на организм человека.

**6. О.А. Цыпцын** (гр. 2ВВ01з, н. рук. Л.Р. Хисамеева, А.Х. Низамова). К вопросу о проектировании зданий различного назначения.

Проектирование зданий различного назначения ведется на основании технических условий, выданных заказчиком. В них указаны мероприятия, которые необходимо выполнять при проектировании систем холодного и горячего водоснабжения.

Для внутренних систем горячего водоснабжения применяются трубы стальные оцинкованные или трубы металлополимерные. В соответствии с СанПин 2.1.4.2490-09 расчет бойлера ГВС выполняется на температуру горячей воды в точках водоразбора не ниже 60°С. Согласно требованиям п.2.10. СП41-191-95 «Проектирование тепловых пунктов» проектом необходимо выполнение мероприятия по предотвращению превышения уровня шума. Для системы ГВС (при необходимости) предусматривается установка повысительных насосов, оснащенных системой частного регулирования.

В обвязке бойлера ГВС предусматривается: установка регулятора температуры; установка циркуляционного насоса ГВС; для улучшения качества исходной воды и увеличения срока службы подогревателей в обвязке ВВП на линии холодной воды устанавливается конвертер воды типа «КВ», а также фильтры тонкой очистки на трубопроводах В1, Т3, Т4.

**7. Д.Д. Калимуллина** (гр. 3ВВ01, н. рук. Л.Р. Хисамеева). К вопросу проектирования предприятий общественного питания.

Предприятия общественного питания - это вид предприятия с характерными особенностями обслуживания, ассортимента реализуемой кулинарной продукции и номенклатуры, предоставляемых потребителям услуг. Предприятия открытой сети общественного питания следует проектировать в системе комплексного обслуживания населения в соответствии с проектами планировки населенных пунктов. Столовые образовательных учреждений следует размещать в соответствии с требованиями нормативной документации. Нормы расхода воды включают все дополнительные расходы (обслуживающим персоналом, душевыми для обслуживания персонала, посетителями, на уборку помещения и т. д.). Время работы столовой школы принимается с учетом приготовления пищи и мытья оборудования определяется технологической частью проекта. При проектировании систем канализации предусматривается отдельный выпуск от технологического оборудования. Санитарные узлы для персонала необходимо оборудовать смесителями с локтевым управлением и унитазом с педальным спуском воды.

**8. Ю.В. Косарева** (гр. 3ВВ01, н. рук. Л.Р. Хисамеева). Особенности проектирования общежития с кафе на первом этаже.

Проектирование общежитий производится на основании СП 2.1.2.2844-11 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, оборудованию и содержанию общежитий». На первом этаже проектируемого здания расположено кафе. Кафе – предприятие по организации питания и (или без) отдыха потребителей с предоставлением ограниченного ассортимента продукции общественного питания.

Предприятия общественного питания должны быть оборудованы системой постоянного водоснабжения, обеспечивающей хозяйственно-питьевые цели. Производственные помещения оснащены специальным технологическим санитарно-техническим оборудованием: мойка на одно или несколько отделений, посудомоечные машины, овощемойки и овощечистки, варочные котлы, раковины и ванны, санитарно-технические приборы (умывальники, поливочные краны, души, трапы). Режим водопотребления зависит от режима работы кафе, т.е. от пропускной способности посетителей. Расходы воды определяют по потребности приготовления определенного количества блюд и количества перерабатываемой продукции.

**9. Р.Ю. Ефремова** (гр. 4ВВ01, н. рук. И.Г. Шешегова). Особенности проектирования банно-оздоровительного комплекса.

Банно-оздоровительный комплекс (БОК): многофункциональный комплекс, объединяющий в составе своей деятельности гигиенические, купальные, оздоровительно-профилактические и т.п. функции, связанные с очищением и омоложением тела потребителя и укреплением его физического состояния. Благодаря объединению нескольких функций в комплексе создаются условия как для принятия собственно банных процедур (причем в большом многообразии), так и



для оздоровительных мероприятий, занятий спортом, делового и дружеского общения, развлечения и отдыха. Традиционно в планировочную структуру современного банно-оздоровительного комплекса входит несколько видов бань народов мира (обычно русская, финская, турецкая и японская), один или несколько бассейнов или купален, разнообразные души, массажные и косметические кабинеты, солярии, рестораны или кафе (буфеты) и др. Многое в деле организации БОК решает проект, банно-оздоровительный комплекс только тогда вправе рассчитывать на высокую посещаемость, когда продумана каждая деталь, каждый метр площадей. Когда еще на стадии проектирования решены задачи по созданию безопасных, надежных и комфортных условий, выверены все компоненты и составляющие звенья будущего комплекса – от материалов и оборудования до планировок и интерьера

**10. И.Н. Тазмиева** (гр. 3ВВ01, н. рук. И.Г. Шешегова). Проект внутренних систем водоснабжения и водоотведения банно-оздоровительного комплекса гостевого дома.

Здание банно-оздоровительного комплекса оборудовано системами хоз-питьевого водопровода, горячего водоснабжения и хозяйственно-бытовой канализации. Водоснабжение здания принято по одному вводу от артезианской скважины глубиной 135 м, расположенной в здании насосной. Артезианская вода проходит систему водоочистки, которая состоит из сетчатого фильтра, установки умягчения, осветлительно-сорбционного фильтра и установки обеззараживания. Приготовление горячей воды осуществляется в водонагревателях, расположенных в здании насосной. Для обеспечения циркуляции предусмотрены циркуляционные насосы. Предусмотрены резервные вводы холодной и горячей воды от здания насосной. Сети системы холодного и горячего водопроводов приняты из полипропиленовых армированных труб. Сточные воды самотеком отводятся в дворовую сеть канализации. Вентиляция сети производится через вентиляционный стояк, который выводится на кровлю. Система хозяйственно-бытовой канализации принята из полипропиленовых труб.

Водоснабжение бассейна холодной водой также принято от артезианской скважины по одному вводу. Оборудование бассейна располагается рядом в техническом приямке. Для слива бассейна используется самовсасывающих насос с префильтром.

**11. Е.А. Филимонов** (гр. 2ВВ01з, н. рук. Р.С. Сафин, Л.Р. Хисамеева). Особенности проектирования воздушных установок автоматического пожаротушения.

В настоящее время использование воздушных установок пожаротушения значительно возросло, в основном за счет строительства многоэтажных неотапливаемых гаражей-стоянок. Технологи считают, что температурный режим неотапливаемого помещения наиболее благоприятен для хранения автомобилей. Учитывая резкий рост автомобилизации и наличие программ гаражного строительства, можно прогнозировать возрастающий спрос на установки воздушного спринклерного пожаротушения. Поэтому вопросы, возникающие во время проектирования пожаротушения, можно разделить на две группы: нормативные и технические. Следует отметить, что при проектировании воздушных систем разработчику необходимо внимательно подходить к постановке задачи на проектирование, выбору оборудования воздушных систем и их компоновки в объемно-планировочных решениях.

**12. А.Н. Измайлова** (гр. 3ВВ01 н. рук. Л.Р. Хисамеева). Проектирование дошкольных учреждений.

В настоящее время в нашей стране большое внимание уделяется вопросу строительства детских садов. Здания детских дошкольных учреждений должны быть оборудованы системами хозяйственно-питьевого водоснабжения, хозяйственно-бытовой, ливневой и производственной канализацией. В проектируемом здании детского сада на 160 мест на первом этаже расположена столовая. Для организации собственного производства столовая оборудована горячим, мясным и овощным цехами. В столовой запроектированы кухонная посуда, холодный участок и раздаточная. В качестве резервного источника горячего водоснабжения в столовой необходима установка местных накопительных водонагревателей. Для каждой группы предусмотрена комната для приема пищи (буфетная) с резервными источниками водоснабжения. Отвод стоков от раковин моечной посуды осуществляется с разрывом струи 20 мм. Для отделения жира от сточных вод предусмотрена установка местных жироловушек под каждой мойкой. В помещениях душевых, постирочной, а также в моечной и заготовочном цехе пищеблока полы оборудованы сливными трапами с соответствующими уклонами полов к отверстиям трапов. Температура горячей воды в детских туалетных не должна превышать 37°. На подводке холодной и горячей воды устанавливаются терморегуляторы.

**13. Ю.В. Никитина** (гр. 3ВВ01, н. рук. И.Г. Шешегова). Проектирование внутренних систем водоснабжения социально-реабилитационного центра для детей девиантным поведением.

Социально-реабилитационный центр для детей с девиантным поведением предназначен для осуществления социальной реабилитации несовершеннолетних, оказавшихся в трудной жизненной ситуации, обеспечение психологической, медицинской и социальной адаптации детей и подростков. Реабилитационный центр расположен на ул. Восстания г. Казани в 2-х этажном здании. Снабжение здания холодной водой осуществляется от уличного водопровода по одному водоводу из полиэтиленовых труб. Горячее водоснабжение предусмотрено централизованное, от наружных сетей из стальных труб. На вводах холодной и горячей воды установлены счетчики и сетчатые фильтры. Сеть хозяйственно-питьевого противопожарного водопровода принята тупиковой. Внутреннее пожаротушение осуществляется из пожарных кранов. Циркуляция горячей воды осуществляется в магистральном трубопроводе и циркуляционных стояках. Для поддержания режима циркуляции в сети горячего водоснабжения установлен циркуляционный насос. В качестве резервного горячего водоснабжения в туалетных и буфетных помещениях, помещениях медблока и столовой установлены накопительные нагреватели. Произведены технологические и гидравлические расчеты, разработаны объемно-планировочные и конструктивные решения по проектированию внутренних систем водоснабжения.

**14. О.В. Андреева** (гр. 3ВВ01, н. рук. А.А. Хамидуллина, И.Г. Шешегова). Проектирование системы водоснабжения физкультурно-оздоровительного комплекса.

Физкультурно-оздоровительный комплекс «Восток» расположен в г. Чебоксары и включает 2-хэтажный административно-бытовой корпус со спортзалом и 2-хэтажный блок плавательного бассейна.

В здании предусмотрены: объединенный хоз-питьевой и противопожарный водопровод, горячее водоснабжение и технологическое водоснабжение бассейна.

Система водоснабжения предусмотрена для обеспечения холодной водой на хозяйственно-бытовые нужды, противопожарные нужды и полив. Источником водоснабжения является существующая городская водопроводная сеть. Внутреннее пожаротушение осуществляется из пожарных кранов. Полив зеленых насаждений, тротуаров предусмотрен поливочным краном, выведенным от внутренней сети здания.

Вода для нужд горячего водоснабжения приготавливается в ИТП. Система горячего водоснабжения принята с циркуляцией в магистралах и стояках. Циркуляционный насос предусмотрен в помещении ИТП. Схема принята двухтрубная с нижней разводкой.

Заполнение и подпитка бассейна производится водой после специальной подготовки из хозяйственно-питьевого водопровода.

**15. М.И. Самсонова** (гр. 2ВВ01з, н. рук. Л.Р. Хисамеева, А.Х. Низамова). Проектирование системы канализации в подвальных помещениях.

Сточные воды, расположенные выше отметки 0.000 отводятся с помощью самотечной канализационной сети. Стоки от санитарно-технических приборов, расположенные в подвале, отводятся в самотечную сеть с помощью перекачивающих насосных установок или самотечной канализации. Санитарные приборы, борта которых расположены ниже уровня люка ближайшего смотрового колодца, необходимо присоединять к отдельной системе канализации (изолированной от системы канализации вышерасположенных помещений) с устройством отдельного выпуска и установкой на нем задвижки с электрифицированным приводом или канализационного затвора, управляемым автоматически по сигналу датчика, устанавливаемого на трубопроводе в канализуемом подвале, и подачей аварийного сигнала в дежурное помещение или на диспетчерский пункт. Допускается установка задвижки с ручным приводом при условии круглосуточного пребывания обслуживающего персонала в подвальном помещении.

**16. А.В. Малахова** (гр. 3ВВ02, н. рук. А.Х. Низамова, Л.Р. Хисамеева). Проектирование спортивных комплексов с бассейном.

Основными системами проектируемого спортивного комплекса с бассейном являются системы водоснабжения и водоотведения, со специальным оборудованием для водоподготовки. Водоподготовка – это совокупность инженерных решений, определяющая способы очистки воды от органических и неорганических загрязнений в заданных режимах, с соблюдением соответствующих параметров качества воды. Выбор технологии водоподготовки определяется назначением бассейна, химическим составом и органолептическими свойствами используемой воды. Она должна обеспечивать: оптимальные условия циркуляции и распределения воды бассейна; эффективность процесса фильтрования и дезинфекции воды с добавлением специальных реагентов, обеззараживание, озонирование; кондиционирование; корректировку жесткости воды; борьбу с водорослями и мутностью. Водоподготовка включает в себя следующие операции: забор воды из чаши бассейна через скиммеры и донные сливы, или переливные желоба;

фильтрация воды от взвеси через фильтры; нагрев воды до заданной температуры с помощью электронагревателя или теплообменника; дезинфекция воды специальными реагентами, обработка УФО, озонирование, дезинфекция без хлора; возврат очищенной подогретой воды в бассейн через стеновые или донные форсунки.

**17. А.В. Кириллова** (гр. 4ВВ01, н. рук. А.Х. Низамова, А.С. Селюгин). Особенности проектирования систем водоснабжения уникальных зданий.

С развитием современных строительных технологий существенно возросло количество строящихся высотных зданий. Они отличаются разнообразием архитектурно-планировочных решений и являются уникальными объектами. Лидером в нашей стране по высотному строительству является город Москва. В основном такие здания имеют многопрофильное использование: жилые помещения, парковки, кафе и магазины. Многофункциональность назначений таких зданий обуславливает особый подход в решении вопроса холодного и горячего водоснабжения. Из зарубежных многофункциональных высотных зданий хочется отметить проект вращающегося небоскреба Дэвида Фишера. Самое необычное в этом здании является то, что все инженерные системы центрального ядра будут соединяться с вращающимися частями этажей, что позволит использовать в апартаментах воду, электричество, отопление и канализацию в привычном режиме. Подобные здания он хотел построить в таких городах России как Москва и Санкт-Петербург.

**18. А.Д. Корнилов** (гр. 3ВВ02, н. рук. А.С. Селюгин, А.Х. Низамова). Очистка загрязненных ливнеотоков на мостах автомобильных дорог.

К числу наиболее значимых социально-экономических последствий модернизации и развития сети автомобильных дорог федерального, регионального (межмуниципального) значения отнесено сокращение негативного влияния транспортно-дорожного комплекса на окружающую среду. Проектирование и строительство очистных сооружений на мостах автомобильных дорог имеет важное природоохранное значение. Одной из задач водоочистки является сокращение сброса загрязненных ливневых стоков с мостов автомобильных дорог. Для решения этой задачи необходимо предусматривать устройство соответствующих очистных сооружений при проектировании автодорожных мостов.

На мостовых сооружениях успешно используются очистные сооружения индивидуального типа, которые состоят из распределительного колодца, блока предварительной очистки, блока доочистки и колодца отбора проб. Блок предварительной очистки ливневого стока включает в себя: решетку, на которой удаляются крупные загрязняющие вещества (тряпки, бумага, пакеты, банки и т.д.); отстойник (песколовка), который одновременно выполняет роль резервуара – накопителя, для задержания наиболее крупных минеральных примесей, содержащихся в сточной воде. Блок доочистки состоит из 2-х или 3-х ступеней фильтров.

**19. М.Р. Сафин** (гр. 3ВВ01, н. рук. Л.Р. Хисамеева, А.Х. Низамова). Прокладка трубопроводов.

Прокладка труб – это технически сложный и трудоемкий процесс, который должен соответствовать основным требованиям контроля по качеству и безопасности. При прокладке различных видов коммуникаций: водопровод, канализация, газопровод, электрокабель применяется метод прокола. На пересечении коммуникаций с железнодорожными и трамвайными путями, автодорогами, железными дорогами, местными проездами и другими подземными коммуникациями трубопроводы прокладываются в защитных футлярах, которые могут выполняться из стали или пластика. В условиях, позволяющих осуществлять прокладку труб открытым способом, можно прокладывать трубопроводы в траншеях. Это классический и наиболее простой в осуществлении метод.

Траншейная прокладка подходит для сооружения трубопроводов под незастроенными участками земли и в условиях города, под дорожными путями малой интенсивности.

Проколы дорог – это лучшая альтернатива траншее. Прокол дороги для прокладки трубы или кабеля в разы экономичнее и эффективнее траншейных методом прокладки коммуникаций, а в некоторых случаях это просто единственно возможный вариант прокладки.

**20. А.А. Хуснутдинова** (гр. 3ВВ02, н. рук. А.С. Селюгин, А.Х. Низамова). Проектирование систем водоснабжения для дошкольного учреждения на 140 мест с бассейном и столовой.

Дошкольные учреждения – наиболее массовый тип общественных зданий, представляющих собой сложный комплекс инженерных сооружений, основной задачей которых является обеспечение комфортных и безопасных условий для пребывания детей. Развитие системы физкультурно-оздоровительных сооружений в нашей стране приобретает все большее значение. При этом возникает необходимость обеспечить доступность оздоровительных и спортивных занятий для всех возрастных групп населения. В проектируемом здании детского сада на 140

мест предусмотрен бассейн с размерами чаши 6000x3000x500 мм и объемом воды в нем 9 м<sup>3</sup>. Качество пресной воды, поступающей в ванну плавательного бассейна, должно отвечать гигиеническим требованиям, предъявляемым к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. К проектированию принят бассейн рециркуляционного типа с узлом подготовки воды, включающим фильтрацию и ввод обеззараживающего реагента. На основании СП 118.13330.2012 в бассейне используется подогретая вода до 27-28 °С.

**21. З.Р. Саеггареева** (гр. ЗВВ01, н. рук. А.С. Селюгин, А.Х. Низамова). Особенности проектирования учреждений здравоохранения.

Здравоохранение – одна из самых главных функций государства, включающая в себя сохранение и поддержание высокого уровня здоровья граждан. В настоящее время медицинские учреждения страдают от недостатка оборудования и лекарств и нуждаются в реконструкции и модернизации. Большое количество поликлиник построенных в советский период устарели, а многие уже не обеспечивают пропускную способность. В такой ситуации наиболее правильным решением является реконструкция поликлиник.

Проектирование систем водоснабжения и канализации учреждений здравоохранения ведется в соответствии с СП «Проектирование зданий медицинских учреждений». В системе водоснабжения должно предусматриваться резервирование запаса воды для работы душевых и туалетов не менее чем на 3 часа. Современный проект поликлиник требует создания комфортных условий во всех помещениях: кондиционирование, теплый пол, аварийные электрогенераторы и установки для доочистки хозяйственно-питьевой воды.

Развитие российской медицины невозможно без модернизации лечебных зданий. При строительстве новых и реконструкции существующих поликлиник необходимо применять передовой мировой опыт и современные материалы и оборудования.

**22. И.С. Матросов** (гр. ЗВВ02, н. рук. А.С. Селюгин, А.Х. Низамова). Теплоизоляция трубопроводов холодного и горячего водоснабжения при наружной прокладке на территории промышленного предприятия.

При наружной прокладке трубопроводов холодной и горячей воды по опорам и эстакадам на территории промышленного предприятия должна быть предусмотрена теплоизоляция для защиты труб от замораживания. Применение различных изоляционных материалов и конструкций обусловливается месторасположением изолируемых трубопроводов, их диаметром, температурой транспортируемой и окружающей среды, а также требованиями, предъявляемыми к изоляции. При необходимости обогрева трубопровода его прокладывают совместно с обогревающими трубопроводами-спутниками, устраивая общую теплоизоляционную конструкцию. Правильный монтаж теплоизоляции трубопроводов позволяет увеличить срок их службы и обеспечивает эффективную работу системы. Монтаж изоляционного материала необходимо проводить в соответствии с установленными стандартами и требованиями на основании СНиП 41-03-2003. На промышленных объектах следует применять полносборные или комплектные конструкции заводского изготовления, а также трубы с тепловой изоляцией полной заводской готовности. Физико-технические свойства теплоизоляционных материалов оказывают определяющее влияние на энергоэффективность, эксплуатационную надежность и долговечность конструкций промышленной тепловой изоляции, трудоемкость их монтажа, возможность ремонта в процессе эксплуатации.

**23. Д.М. Саегова** (гр. 2ВВ01з, н. рук. Н.С. Урмитова, А.Х. Низамова). Проектирование медицинского центра в промышленной зоне города Казани Республики Татарстан.

Для нормального функционирования завода, а именно для охраны здоровья и профилактических осмотров рабочих промышленности запроектировано медицинское учреждение с офисами и кафе. Административно-медицинский центр расположен на территории промзоны на проспекте Победы города Казани, состоит из 13-ти этажей. В здании запроектированы следующие системы канализации: бытовая канализация (К1); напорная бытовая канализация цокольного этажа (К1Н); производственная канализация кафе цокольного этажа (К3); ливневая канализация (К2). Произведены технологические и гидравлические расчеты, разработаны схемы систем В1, Т3, Т4. Подобраны самые современные и безопасные для здоровья людей материалы и установки: насосная установка фирмы «GRUNDFOS» HydroMulti; стояки и подводки из полипропиленовых труб PPR - AL- PPR; изоляция «K-FLEX», «ROCKWOOL». Технические решения, которые были приняты в рабочих чертежах, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта.

**24. А.М. Хабиева** (гр. 3ВВ01, н. рук. А.Х. Низамова, Н.С. Урмитова). Противопожарные муфты в системах канализации.

Муфты противопожарные самосрабатывающие предназначены для пассивной защиты от пожаров в местах прохода полимерных труб систем внутренней канализации и водоснабжения через конструкции в гражданском и промышленном строительстве.

Принцип действия манжеты основан на способности резиноподобного вкладыша муфты при огневом воздействии значительно увеличиваться в объеме с образованием плотного, негорючего пенококса, который заполняет проходное отверстие и исключает распространение пламени и продуктов горения между этажами и смежными помещениями.

Под действием открытого огня конструктивные элементы могут разрушаться в течение нескольких минут. Исходя из этого, их соответствие установленному при испытаниях пределу огнестойкости и времени срабатывания пожарных манжет имеет решающее значение.

К главным преимуществам противопожарных муфт относятся: высокая огнестойкость (не менее 3-х часов, EI-180), простота монтажа (демонтажа) муфт, не требуется специального технического обслуживания при эксплуатации, стойкость к воздействию влаги, долговечность.

**25. Д.В. Мухаметгалеева** (гр. 3ВВ01, н. рук. А.С. Селюгин, А.Х. Низамова). Применение насосных установок для отвода стоков.

Для решения проблемы с отводом канализационных стоков из подвальных помещений используется система сололифт. В настоящее время они являются лучшими насосными установками и практически не имеют недостатков. Принцип работы такого механизма довольно прост: жидкость втягивается через приемный фильтр в резервуар устройства; режущий механизм, расположенный на входе в прибор, измельчает поступившие включения (фекалии, бумагу, средства личной гигиены); далее, жидкость проходит по отводящему патрубку, на котором расположен обратный клапан; угольный фильтр, расположенный в верхней части корпуса устройства, препятствует выходу неприятного запаха.

К преимуществам установки принудительной канализации можно отнести самоочищение станции. Это производится за счет 3-х факторов: мощность создаваемого потока масс; округлая форма дна корпуса не дает отходам задерживаться внутри; специфика установки обязывает соблюдать угол наклона прибора, при котором твердые отходы отправляются непосредственно к отводному патрубку.

**26. А.А. Кривохижина** (гр. 3ВВ02, н. рук. Л.Р. Хисамеева). Естественная компенсация температурных удлинений.

Компенсаторы служат для восприятия деформаций стальных трубопроводов при изменениях температуры в системах горячего водоснабжения и для разгрузки их от возникающих температурных напряжений, а также для предохранения от разрушения арматуры.

Если в трубопроводе отсутствует компенсация температурных деформаций, то при сильном нагревании в стенке трубопровода могут возникнуть напряжения, недопустимые по прочности. Для безаварийной работы необходимо, чтобы компенсирующие устройства были рассчитаны на максимальные удлинения трубопроводов. Наиболее надежной является естественная компенсация, или самокомпенсация, которая допускается к применению для всех способов прокладки водопроводных сетей и находит широкое применение на практике. Естественная компенсация температурных удлинений достигается на изгибах за счет гибкости самих труб. Преимуществами являются: простота устройства, надежность, отсутствие необходимости в надзоре и уходе, разгруженность неподвижных опор от усилий внутреннего давления. Недостатки естественной компенсации: поперечное перемещение деформируемых участков трубопровода, требующее увеличения ширины непроходных каналов и затрудняющее применение изоляций при прокладке трубопроводов горячей воды из котельной в здания.

**27. Е.А. Пярная** (гр. 4ВВ02, н. рук. А.Х. Низамова, А.С. Селюгин). Водоподготовка для комплексов различного назначения.

Водоподготовка в многоквартирных домах связана с городским водопроводом, вода в котором соответствует нормам, но требует дополнительной обработки. С помощью очистки вода избавится от запаха, цвета, железа. Для достижения указанных требований применяются следующие методы: аэрация воды, обезжелезивание, умягчение, ультрафиолетовое обеззараживание воды. В курортных учреждениях вода необходима и для водных процедур, она нуждается в умягчении. Жесткие требования предъявляются к цветности и мутности воды. Чтобы избавить воду от запаха и цветности устанавливаются системы, которые осуществляют сорбционные процессы. При выборе системы очистки для предприятий питания, требуются результаты анализа воды. Часто необходима установка дополнительных умягчителей и ламп ультрафиолетового обеззараживания. Вода, используемая в детских учреждениях, должна пройти целый ряд водоочистительных мероприятий. К ней применяются наиболее строгие требования норм СанПиН.

Методы очистки воды для детских учреждений: тщательная очистка от различных примесей, дехлорирование, обеззараживание.

**28. А.В. Шарипов** (гр. ЗВВ01 н. рук. А.Х. Низамова). К вопросу об использовании пластинчатых теплообменников в системах горячего водоснабжения.

Принципиальная схема системы горячего водоснабжения включает в себя теплообменник для нагревания холодной воды до температуры не выше 75 °С и сети разводящих трубопроводов. Теплообменник – это аппарат, осуществляющий процесс передачи тепла от горячего теплоносителя к холодному нагреваемому. Теплообменники используются при проектировании зданий различного назначения и во всех отраслях промышленности. Теплообменники различны по конструкции и бывают контактными, поверхностными, жаротрубными и с большой площадью поверхности – пластинчатые и ребристые. Наиболее востребованы в использовании пластинчатые и ребристые.

Пластинчатый теплообменник – это устройство, которое состоит из одинаковых гофрированных пластин (медных, стальных, графитовых), через которые происходит передача тепла от горячего теплоносителя к холодному, в результате чего происходит прогрев холодной среды. Эффективный теплообмен достигается оригинальной конструкцией пластинчатого теплообменника, которая предполагает чередование горячих и холодных слоев.

### **Кафедра Теплоэнергетики, газоснабжения и вентиляции**

Председатель Р.А. Садыков  
Зам. председателя Р.Г. Сафиуллин  
Секретарь А.М. Зиганшин

#### **ПЕРВОЕ ЗАСЕДАНИЕ** 13-14 апреля 10.00, ауд. 4-106

**1. Р.А. Садыков.** Взаимосвязанный тепломассоперенос при кратковременном контакте фаз.

Рассматривается процесс нестационарного взаимосвязанного энергомассопереноса в капиллярно-пористых строительных материалах и многослойных ограждающих конструкциях (МОК). Для системы уравнений сопряженного переноса решается одномерная смешанная краевая задача с обогреваемой поверхностью. На основе полученного решения для обогреваемого слоя капиллярно-пористых материалов определены такие производные характеристики, как средняя температура и влагосодержание материала, средний перепад давления в слое материала, скорость нагрева материала, скорость сушки, температурный коэффициент сушки, локальный и средний коэффициенты теплоотдачи, термическое сопротивление нагреваемого слоя. Коэффициенты взаимосвязанного переноса (теплоотдачи), рассчитанные с учетом термодиффузии и фильтрации влаги существенно отличаются (в большую сторону – на 40 %) от рассчитанных по формулам О.Кришера, учитывающих только тепломассоперенос. Полученные результаты могут быть использованы при анализе и расчете других подобных обменных процессов, оценок влияния обезвоживания или увлажнения материалов и МОК на их прочностные и теплотехнические свойства, служат развитию общей теории взаимосвязанных процессов переноса и математического моделирования.

**2. А.М. Зиганшин.** Верификация задачи о течении к круглому отсосу-раструбу.

Численно решается задача о течении воздуха к круглому отсосу-раструбу под 45°. Для верификации, получаемых численно результатов, проводится исследование влияния, используемых моделей замыкания, пристеночных функций и размеров ячеек расчетной сетки на решение. Задача решается в осесимметричной и трехмерной постановках. Проверяются двухпараметрические модели турбулентности  $k-\epsilon$  («стандартная», «реализуемая» и «ренормализованных групп»),  $k-\omega$  и модель Рейнольдсовых напряжений. Для каждой из этих моделей проверяются два варианта пристеночного моделирования – «стандартные» пристеночные функции и расширенное пристеночное моделирование. Для каждой задачи путем измельчения расчетной сетки сначала во всей расчетной области, а затем в пристеночной проводится устранение сеточной зависимости. В качестве контрольного параметра выбран коэффициент местного сопротивления (КМС), значение которого приведено в справочной литературе. По результатам численных расчетов построены графики изменения КМС от параметров характеризующих степень измельчения расчетной сетки, а также выбранного сочетания моделей. Кроме того найдены очертания вихревой зоны, образующейся при срыве потока с острой входной кромки отсоса-раструба.

### **3. Р.А. Садыков.** Математическое моделирование котельной установки.

Для разработки компьютерного симулятора реального времени котельной установки (КУ), с целью тестирования систем автоматизации и наладки систем управления, необходимо предварительно разработать математическую модель (ММ) функционирования основного оборудования КУ с учетом протекающих в них процессов. ММ КУ строится на основе законов сохранения веществ и энергии. На примере типовой КУ (водяной, паровой, или энергетической) представлен алгоритм решения поставленной краевой задачи с необходимыми теоретическими пояснениями и физической интерпретацией полученных решений. Предлагаемая ММ позволяет отыскивать оптимальные температурные решения КУ при различных тепловых нагрузках, улучшить процесс горения топлива, уменьшить содержание вредных выбросов в дымовых газах и в итоге снизить себестоимость теплоносителя. Результаты представленных исследований служат также развитию общей теории компьютерного моделирования; полезны при постановке экспериментальных исследований по взаимосвязанному тепло- и массопереносу, предварительном расчете и проектировании основного оборудования. Кроме того, ММ КУ позволяет значительно сократить объем необходимых экспериментальных исследований или полностью заменить натурные эксперименты на численные. В ходе теоретических и промышленных исследований КУ, ММ может далее корректироваться и уточняться.

### **4. В.А. Бройда.** Целесообразность аккумулирования холода для кондиционирования воздуха.

Выполнена оценка целесообразности аккумулирования холода в системах кондиционирования воздуха с промежуточным теплоносителем. Рассмотрены модели простых и активных (использующих фазовые превращения) баков-аккумуляторов. Учитывались режимные параметры работы: возможные периоды аккумуляции холода в течение суток, продолжительность периодов использования более дешевого ночного тарифа на электроэнергию, стоимость электроэнергии по дневному и ночному тарифу. В расчетах оценивалась эффективность выработки холода, связанная с температурным режимом использования и аккумулирования холода. Также учитывались ценовые характеристики основного оборудования: chillера, простого и активного бака-аккумулятора. С учетом стоимости присоединения к сетям электроснабжения аккумулирование холода может давать значительное снижение затрат денежных средств. По расчетам наибольший экономический эффект достигается при доле использования аккумулированного холода ~0,4. В этом случае снижение приведенных затрат, учитывающих уменьшение инвестиций и эксплуатационных затрат может достигать 40-45 %.

### **5. Г.И. Беляева, М.Г. Зиганшин** (ООО «Газпром трансгаз Казань», Казанский государственный архитектурно-строительный университет). Численное определение аэродинамических характеристик потока в батарейном циклоне

Природный газ, транспортируемый по газораспределительным сетям от места добычи до конечного потребителя, подвергается очистке на компрессорных и газораспределительных станциях. Процесс очистки газа в основном производится в инерционных пылеуловителях в качестве первой ступени очистки и в фильтрах на второй ступени очистки, что в настоящее время является довольно энергозатратным. В работе рассматривается возможность создания энергоэффективного устройства, совмещающего в себе обе ступени очистки. В качестве его основы выбран батарейный циклон, который представляет интерес в современных условиях повышения требований к газоочистке вследствие высокой степени очистки, обусловленной применением циклонных элементов небольшого диаметра. В работе представлены результаты численного моделирования потоков в корпусе мультициклона, проведенные с целью повышения энергоэффективности очистки. Дальнейшим направлением исследований является более точный учет турбулентности при движении газового потока, усовершенствование конструкции испытываемой модели циклона в направлении уменьшения гидравлического сопротивления и окончательное определение оптимального расположения циклонных элементов в батарейном циклоне.

### **6. А.Т. Замалиева, М.Г. Зиганшин** (Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ООО «Газпром трансгаз Казань»). Анализ эффективности использования циклонной фильтрации для осаждения мелкодисперсных частиц.

Проведен анализ существующих способов циклонной фильтрации производственных дисперсных выбросов. Анализ литературных источников показал, что существующие устройства либо обеспечивают высокую степень осаждения мелкодисперсных частиц классов PM10, PM2.5, но с большими энергозатратами, либо имеют малые энергетические и материальные затраты и низкую степень очистки. С целью создания высокоэффективного устройства для осаждения мелкодисперсных частиц классов PM10 и PM2.5 при невысоких энергозатратах. Разработана опытная конструкция циклона-фильтра и проведены экспериментальные исследования с целью

выявления степени осаждения частиц при разных значениях физических параметров потока. Выполнены численные исследования модели на основе опытного образца циклона с использованием пакета программного обеспечения Fluent. Выявлены изменения тангенциальных составляющих скоростей и статического давления в нескольких поперечных сечениях циклона посредством методов вычислительной гидродинамики. Проводится верификация результатов численного исследования.

**7. Ф.Ф. Сафиуллин, В.А. Бройда.** Экспериментальная установка для исследования стабилизирующего устройства.

При понижении температуры наружного воздуха возрастает естественное давление, что приводит к перерасходу удаляемого воздуха, вследствие чего требуются дополнительные затраты на его нагревание в холодный период года. Применение стабилизирующего устройства прямого действия позволит поддерживать постоянный расход естественной вытяжки и уменьшить потери тепловой энергии, при этом такое устройство не потребляет энергию внешнего источника. Целью работы является разработка и подготовка экспериментальной установки для моделирования изменения гравитационного давления и проверки способности стабилизирующего устройства, содержащего один или несколько упругих элементов, поддерживать постоянный расход вентиляционного воздуха при изменяющемся располагаемом давлении. В настоящее время ближайшими задачами являются: конструирование экспериментальной установки, ее изготовление и оснащение контрольно-измерительными приборами, изготовление модели стабилизирующего устройства, расчет и подбор для него упругого элемента с необходимой характеристикой жесткости, проведение на установке аэродинамических измерений.

**8. А.И. Фаизов, Р.А. Садыков.** Анализ работы шнекового теплообменника для подогрева нефтяной эмульсии.

Спроектирован шнековой теплообменник (ТО) для нужд горячего водоснабжения и отопления. Шнековой ТО представляет собой трехступенчатый теплообменный аппарат, где теплоноситель (ТН) воздействует на нагреваемую среду через внутренний и внешний каналы ТО. Нагреваемая среда протекает по винтовой направляющей шнека, благодаря изменению направления движения потока и развитой поверхности теплообмена, значительно увеличивается интенсивность теплообмена. В первой и третьей ступенях обеспечивается теплообмен противотоком, во второй прямотоком. Анализируется эффективность работы шнекового ТО, как теплообменного устройства для подогрева нефтяной эмульсии, перекачиваемой по магистральным нефтепроводам. Проведены теплотехнические расчеты работы шнекового ТО с использованием различных типов теплоносителей, в том числе и с высокотемпературным органическим ТН. Проведен сравнительный анализ работы шнекового ТО для подогрева нефтяной эмульсии с кожухотрубчатыми теплообменными аппаратами, которые в настоящее время эксплуатируются в нефтедобывающей промышленности.

**9. Г.А. Медведева, Р.Т. Ахметова.** Современные радиационно-защитные бетоны из отходов теплоэнергетики и нефтегазового комплекса.

Предложена технология утилизации отходов химического производства хлорида бария Менделеевского химзавода имени Карпова и золошлаковых отходов Казанской ТЭЦ-2 в радиационно-защитные силикатные бетоны, которую можно применить на производстве бетонных изделий. Актуальной экологической и технико-экономической проблемой в ряде регионов России и за рубежом является утилизация отходов, образующихся в результате деятельности предприятий химической промышленности, которые могут содержать вредные вещества, представляющие угрозу для человека и окружающей среды своим токсическим воздействием. Такими отходами являются отходы химического производства хлорида бария Менделеевского химзавода имени Карпова и золошлаковые отходы Казанской ТЭЦ-2 в Татарстане. В связи с этим были разработаны композиционные материалы на основе золошлаковых отходов ТЭЦ, с высокими физико-механическими свойствами. Выполнены комплексные исследования по подбору составов, изучению физико-механических свойств и технологических параметров приготовления и формирования композиционных материалов на их основе. Установлено, что высокие прочностные свойства и устойчивость к агрессивным средам и воде обусловлены химическим взаимодействием компонентов и образованием сульфидов, возможно, сшитой структуры. Разработанная технология позволяет получать прочные и агрессивностойчивые композиционные материалы, обладающие защитой от радиации, себестоимость которых в 2,5 раза ниже известных аналогов.

**10. Р.Г. Сафиуллин, А.А. Шопеева.** Исследование характеристик сопротивления вентблоков жилых зданий.

В многоэтажных зданиях широко используются естественные вытяжные системы типа «магистральный канал – каналы спутники» на основе типовых поэтажных вентиляционных



блоков. Зачастую при аэродинамическом расчете таких систем используются неточные данные о сопротивлении вентиляционных блоков, в частности о потерях давления при слиянии воздушных потоков в тройниках. На практике это приводит к некачественной увязке поэтажных каналов и к неэффективной работе систем вентиляции, что сказывается на качестве воздуха в помещениях. В работе численным моделированием определены очертания вихревых зон в узлах слияния нескольких типов вентиляционных блоков, что позволяет усовершенствовать их конструкции с точки зрения уменьшения аэродинамического сопротивления. Рассчитаны поля скорости и давлений по длине вентиляционных блоков. Установлены зависимости КМС узлов слияния вентиляционных блоков от числа Рейнольдса и геометрии узлов. Новые значения КМС позволяют скорректировать существующие методики подбора вентиляционных блоков и разработать пользовательскую программу аэродинамического расчета вытяжных систем типа «магистральный канал – каналы спутники».

**11. Е.В. Варсегова, Д.В. Маклаков, В.Н. Посохин.** Исследование течения вблизи всасывающего отверстия в стенке воздуховода.

При раздаче или всасывании воздуха через отверстие в стенке воздуховода возникает проблема обеспечения равномерности распределения скорости в приточных и вытяжных отверстиях. Неравномерность всасывания приводит, в частности, к неэффективной работе местных отсосов, неравномерность на притоке к отклонению параметров воздуха в помещении от нормируемых значений. В настоящей работе рассматривается течение вблизи щелевого отверстия в стенке вытяжного воздуховода. Необходимо, рассчитать поле скорости вне воздуховода вблизи отверстия и распределение скорости в самом отверстии. Решение находится аналитически. Для анализа используется модель идеальной жидкости. Найденное аналитически распределение скорости в отверстии, сравнивается с результатами численного расчета с помощью пакета Fluent. Аналитический и численный профили скорости заметно различаются. При численном решении наличие вихревой зоны, образующейся при срыве потока с кромки щели, приводит к тому, что профиль скорости становится более равномерным и однонаправленным. Улучшить совпадение результатов, полученных аналитически и численно вероятно можно используя отрывную модель течения идеальной жидкости.

**12. В.Н. Енюшин.** Многослойные ограждающие конструкции – за и против.

После введения в конце прошлого века повышенных требований к величине сопротивления теплопередаче, стало популярным использование в ограждающих конструкциях, так называемых эффективных теплоизоляционных материалов. Многослойные ограждающие конструкции с наиболее распространенными теплоизоляционными материалами – минеральной ватой и пенополистиролом, имеют ряд серьезных недостатков: неопределенность срока службы, пожароопасность, высокие затраты на капитальный ремонт и утилизацию отработавшего утеплителя. Однако, пожалуй, наиболее существенным является их низкая теплоаккумулирующая способность. Опыт прошедшей зимы показал, что надежность систем теплоснабжения оставляет желать много лучшего: в ряде регионов Поволжья в самый разгар отопительного периода случались аварии, на ликвидацию которых требовалось, как правило, несколько суток, легкие многослойные конструкции не смогут сохранить положительную температуру в помещениях. Реальной альтернативой многослойным конструкциям могут стать ограждения из «теплой» керамики или пенобетона.

**13. Г.М. Ахмерова.** Проблемы, возникающие при переходе от ЦТП к АИТП в настоящее время.

В 2014-2016 годах в Казани введено в эксплуатацию порядка трехсот автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов (АИТП). Расчеты, выполненные В. И. Ливчаком еще в 1970-х годах показали, что ИТП оказываются эффективнее решения с ЦТП как по капиталовложениям, так и по эксплуатационным затратам. Перемещение центров горячего водоснабжения и отопления непосредственно в здание повышает качество снабжения жителей горячей водой, дает экономию и для потребителей, и для тепловых сетей. Общее количество объектов с АИТП в Казани – 42 процента от общего количества зданий. В Татарстане первый опыт перехода от центральных тепловых пунктов к автоматизированным индивидуальным был осуществлен еще в 2004 году в Набережных Челнах. Затем в Елабуге, Альметьевске, в ряде городов Закамской зоны Татарстана: Уруссу, Заинске, Лениногорске, Бугульме в многоквартирных жилых домах и муниципальных учреждениях были установлены ИТП. Казанская теплосетевая компания в 2013 году разработала пятилетний проект программы по переходу на АИТП с последующей ликвидацией всех 125 обслуживаемых ЦТП. Кризис 2014 года внес свои коррективы в реализацию этой программы - выросли и цены на все импортное оборудование, и процентные ставки на кредиты. В докладе рассматриваются проблемы, возникающие при переходе от ЦТП к АИТП.

**14. Д.Н. Антропов, Р.А. Садыков.** Микрокомпьютерная система управления сушкой дисперсных материалов.

Анализ проведенных исследований позволил создать модель системы управления (СУ) сушильной установкой и разработать алгоритмы его работы для различных сыпучих или дисперсных материалов. Алгоритм автоматического оптимального режима управления базируется на оптимизационной модели, которая, в свою очередь, формализуется на основе математической модели процесса сушки с учетом технологических требований, предъявляемых к конечному продукту. СУ поддерживает следующие режимы сушки: сушка в плотнопродуваемом, фильтрующем, псевдооживленном и фонтанирующем слоях; понижением давления с кондуктивным теплоподводом; в режимах вакуум-осциллирования; в режимах комбинированного сброса давления и вакуума. СУ сушильной установки включает программно-технический комплекс, который построен на базе микропроцессорной техники. Предусмотрены следующие варианты работы СУ: автоматический (автономное поддержание оптимального режима технологического процесса, возможно каскадное регулирование), полуавтоматический (поддержание параметров технологического процесса в рамках заданных диапазонов); ручное управление (управление с пульта сушильной установки или дистанционное управление режимами работы с АРМ оператора).

**15. И.Н. Соломин, А.З. Даминов, Р.А. Садыков.** Турбодетандер для органического цикла Ренкина.

В настоящее время Европейский Союз лидирует по разработкам в направлении производства электроэнергии из низко- и среднетенциальной тепловой энергии. Как правило, источниками низкпотенциальной теплоты являются естественно возобновляемые виды тепловой энергии, такие как, солнечная энергия, геотермальная энергия, древесные отходы, биомасса, и т.д. Источниками среднетенциальной тепловой энергии могут выступать сбросное тепло от сжигания топлива на крупных энергетических объектах, а так же неостребованное (утилизируемое) тепло пара на тепловых электроцентралях при работе в конденсационном цикле. Наиболее перспективной по выработке электроэнергии от данных источников тепла является технология, основанная на принципе органического цикла Ренкина (ОЦР).

В работе изучены показатели эффективности ОЦР установок и других конкурирующих технологий с точки зрения эксергетического и теплового КПД. Рассмотрены номенклатурные классификации установок и основного оборудования по диапазонам генерируемой электроэнергии и тепловой мощности. Разработаны математические модели (ММ) термодинамических и газодинамических процессов в турбодетандере для определения оптимальных профилей рабочих органов. ММ позволяют оценить тепловую и эксергетическую эффективность в зависимости от конструктивных размеров турбодетандера и его рабочего органа (турбины).

**16. И.Н. Соломин, А.З. Даминов, Р.А. Садыков.** Разработка методов совершенствования режимов работы тепловых сетей.

Разработан метод оптимизации тепловых сетей путем определения оптимальных параметров (расходы теплоносителя в тепловой сети, диаметры участков теплотрассы, вид прокладки, тип теплоизоляции и др.) от теплоисточника до потребителя, с целью повышения энергетического КПД систем. Данный метод включает: расчет тепловой схемы источника и располагаемой нагрузки; определения КПД источника при различных режимах работы; определение оптимальных расходов в тепловой сети; определение оптимальных диаметров участков теплотрассы; оптимизация вида прокладки и теплоизоляции; определение КПД тепловой сети; разработка оптимальных конструкции тепловых узлов и теплопотребляющих установок потребителей, в зависимости от назначения; определения коэффициента полезного потребления тепловой энергии на теплопотребляющих установках. Разработан метод оптимизации температурного графика регулирования нагрузки с целью оптимального потребления энергоресурсов на теплоисточнике в соответствии с потребностями потребителей, т.е. определение оптимальных схем тепловых узлов потребителей и принципов регулирования параметров теплоносителя в этих узлах (расход, давление, коэффициент смешения в узле).

**17. И.Н. Соломин, А.З. Даминов, Р.А. Садыков.** Разработка метода оптимизации параметров теплоизоляции трубопроводов систем централизованного теплоснабжения.

Метод включает обобщенную математическую модель нелинейного стационарного процесса молекулярного переноса тепла (или влаги) через многослойные ограждающие конструкции различных канонических форм (плоскость или цилиндр) и учитывает инфильтрацию или эксфильтрацию паровоздушной (газовой) смеси и наличие разнообразных внутренних или поверхностных стоков (влагодержания) или источников теплоты. Модель позволяет рассчитывать поля температур, тепловые потоки, а также различные коэффициенты переноса (теплоотдачи, теплопередачи, термического сопротивления, порового охлаждения,

фильтрационного охлаждения) и другие производные характеристики с учетом ее влагосодержания, различного рода включений или неоднородностей для многообразных классов физических явлений или процессов. Также дает возможность учитывать в расчетах полей переноса (тепла, влаги, парогазовой смеси) изменение теплофизических характеристик от толщины многослойной ограждающей конструкции или ее термического сопротивления. Полученные результаты можно будет использовать для практических расчетов при проектировании многослойных ограждающих конструкций тепловых инженерных сетей, разработке СНиПов, СП и т. д.

#### **18. З.Х. Замалеев, М.А. Валиуллин.** Диффузия паров водных растворов солей.

При проектировании систем вентиляции в некоторых случаях возникает необходимость определения количества испарившейся жидкости с поверхности раствора. Применение критериальных зависимостей для расчета теплообмена требует знания такой массообменной характеристики, как коэффициент диффузии. Измерение коэффициента водных растворов солей было проведено по экспериментальной установке, реализующей метод Стефана. Эксперименты проводились с водой и водными растворами нитрата аммония. На основании полученных экспериментальных данных установлено, что давление водяного пара при данной температуре и зависит от концентрации соли в жидкой фазе. Таким образом, для расчета теплообмена при испарении водных растворов солей с горизонтальной поверхности в условиях свободной и вынужденной конвекции необходимо учитывать концентрационную зависимость коэффициента диффузии. Полученные экспериментальные результаты могут быть использованы при определении коэффициента массоотдачи для нахождения количества испарившейся жидкости

**19. Г.М. Ахмерова.** Основные причины отклонения от нормы температуры воды в системе горячего водоснабжения после теплового пункта.

Тепловой пункт является одним из основных элементов системы централизованного теплоснабжения, в котором холодная вода нагревается в теплообменнике и отправляется к потребителям. Температура местной воды горячего водоснабжения относится к основным показателям работы тепловых пунктов. Согласно требованиям СанПиН температура горячей воды в местах водоразбора независимо от применяемой системы теплоснабжения должна быть не ниже 60°C и не выше 75°C. Поэтому требуемые температуры горячей воды на выходе из теплообменника, +60÷65°C. В каких случаях может быть занижена температура воды горячего водоснабжения после теплового пункта при условии соблюдения температурного графика и расчетного расхода сетевой воды? В докладе анализируются следующие причины: неисправность работы регулятора температуры, уменьшение теплоотдачи водонагревателей в случае увеличения слоя накипи, неотрегулированность тепловой сети, увеличенные тепловые потери трубопроводов при повреждении или увлажнении изоляции, отсутствие циркуляционной линии в системе ГВС, увеличение расходов теплоснабжающих организаций при повышении температуры горячей воды.

#### **20. Ю.Х. Хабибуллин.** Вентиляционная задвижка.

В работе рассматривается устройство, предназначенное для вентилирования помещений, оснащенных противопожарными дверями. Известные устройства, которые обычно используются в помещениях с повышенной температурой, как правило, громоздки и не всегда своевременно срабатывают при возникновении пожароопасной ситуации. Поэтому нами была предложена вентиляционная задвижка, обладающая необходимым быстродействием и надежностью. Изменяющаяся температура воздуха в помещении воспринимается устройством, включающим корпус с тремя и более рычагами, выполненными из биметалла или материала с памятью формы и соединенных рычагами регулируемыми площадь отверстия для вентиляции. Доступ воздуха в помещение также может регулироваться путем включения электромагнита по команде с пульта управления. Таким образом, данное устройство, установленное в противопожарной двери, обеспечивает вентилирование помещения при нахождении в нем обслуживающего персонала и прекращает доступ воздуха при возникновении пожароопасной ситуации. На предлагаемую вентиляционную задвижку получен патент РФ №254671.

**21. О.Б. Барышева.** Разработка метода расчета химического состава продуктов сгорания применительно к высокотемпературным процессам.

Для термически изолированных систем в случае бесконечно больших скоростей обратимых химических реакций диссоциации и рекомбинации, когда время пребывания продуктов сгорания в реакционной зоне велико для определения состава в камерах сгорания энергоустановок используют приближение химического равновесия. Для химически равновесного газа характерно отсутствие градиентов температуры, концентраций, скорости. Но, при определении параметров процессов переноса (например, теплопроводности) предполагается наличие таких градиентов, которые должны вызывать нарушение химического равновесия даже для стационарных условий! В

таком случае, если не рассматривать больших градиентов и турбулентные пульсации потоков, то возможно использования понятия о локальном термодинамическом равновесии (ЛТР). Автор рассматривает метод расчета химического состава продуктов сгорания применительно к высокотемпературным процессам. В проводимой работе и исследованиях рассматривается возможность применения термодинамического равновесия к некоторым неравновесным процессам, протекающим, в области «низких» температур высокотемпературных энергосиловых установок, где, как известно, «работают» не все допущения, которые приняты для высокотемпературной области. Полученные результаты сравниваются с имеющимися экспериментальными данными. Анализ результатов дает положительный результат по некоторым теплотехническим свойствам.

**22. Д.В. Крайнов.** Расчет теплотерь помещения с учетом влияния теплотехнических неоднородностей оболочки здания.

Современные многослойные ограждающие конструкции зданий имеют разнообразные теплотехнические неоднородности, через которые происходят дополнительные потери теплоты. Рассматривается метод расчета нагрузки на системы отопления, который учитывает уникальный набор ограждающих конструкций и их узлов для каждого помещения. В основу положен элементный подход для определения теплозащитных свойств ограждающих конструкций, реализованный в СП 50.13330.2012, позволяющий учитывать сложные узлы сопряжения современных многослойных ограждающих конструкций и наличие разнообразных теплопроводных включений. Приводится выражение для определения коэффициента теплопередачи ограждающей конструкции, позволяющее вести отдельный учет элементов ограждения для каждого помещения здания индивидуально. Расчет нагрузки на системы отопления здания реализован с помощью матричного метода. Матрицы используются для представления наборов характеристик, определяющих соответствующие тепловые потоки. Строки матриц соответствуют помещениям здания.

**23. Ю.В. Лавирко.** Теплогенерирующий агрегат с выработкой пиролизного газа.

В теплоэнергетических агрегатах с внешним теплоносителем термохимическое разложение древесины происходит при нагреве без подвода воздуха и процесс называется сухой перегонкой или пиролизом древесины, а образующаяся газообразная смесь называется пиролизным газом. Теплогенерирующий агрегат для термохимической конверсии древесины состоит из двух коаксиально расположенных цилиндрических стальных кожухов отопительной камеры и пиролизного реактора, закрываемых съемными крышками. Эксперименты на агрегате проведены в полевых условиях при температуре наружного воздуха  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Систематическая погрешность измерения температуры процесса пиролиза составляла  $\pm 1,7\%$ , погрешность определения состава пиролизного газа по содержанию кислорода составляла  $\pm 1\%$ . В результате низкотемпературного пиролиза получают конечные качественные горючие продукты в виде пиролизного газа с теплотворной способностью  $17,7\text{ МДж/кг}$  и древесного угля с теплотворной способностью  $32,3\text{ МДж/кг}$  при использовании в качестве исходного сырья – древесины с влажностью  $20\%$  и с теплотворной способностью  $14,1\text{ МДж/кг}$ . Коэффициент использования древесины в качестве топлива для отопления пиролизного реактора составляет  $72,8\%$ , что подтверждает экономичность использования древесины с влажностью  $20\%$  для получения пиролизного газа и древесного угля.

**24. Ю.Р. Кареева, А.М. Зиганшин.** Исследование струйного течения, разделяющего помещение на зоны.

Численным методом, с помощью программного комплекса Fluent, решается задача о течении плоской изотермической струи, разделяющей помещение на две зоны: «чистую» и «грязную» – с наличием вредных выделений.

Для верификации численной модели поставлена тестовая задача, в которой подача струи происходит в помещение без вредных выделений. Воздух подается из щели конечного размера с постоянной скоростью  $u_0=10\text{ м/с}$ , расположенной в центре области. Удаление происходит через щель размером  $b_0=0,1\text{ м}$ , расположенную в верхней части условно «грязной» зоны. Геометрические размеры помещения: высота  $H=3\text{ м}$ , длина  $l=6\text{ м}$ .

При выборе наиболее адекватной схемы численного решения проведено сравнение результатов, полученных при установке следующих моделей турбулентности: k-ε «стандартная», k-ε RNG, k-ω с различными вариантами пристеночного моделирования.

С использованием верифицированной модели численного решения рассчитывается задача с поступающими в «грязную» зону вредными выделениями. На нижней границе зоны задано распределение толуола –  $\text{C}_7\text{H}_8$ . В процессе решения проведена проверка на сеточную зависимость. В результате получены линии тока течения, изменение скорости по длине струи и распределение концентраций по всей области помещения. Определено, что при таком способе подачи и удаления воздуха из помещения, возможно разделение его на зоны. Однако, часть вредных выделений

проникает сквозь струю и попадает в «чистую» зону. Этот факт необходимо учитывать при расчетах и сравнивать значение концентраций примеси с ПДК.

**25. А.В. Кодылев, А.Н. Лозинков, Р.А. Садыков.** Автоматизированное регулирование параметров процесса сушки.

Сушильная установка (СУ) состоит из четырех систем: нагрева воздуха, сушки материала (камера сушки и др.), рекуперации теплоты нагреваемого воздуха и автоматического регулирования параметров процесса сушки. Для увеличения эффективности обезвоживания строительных материалов, контроль основных параметров работы СУ выведен на ПК, который с помощью специального ПО проводил их мониторинг. Системы рекуперации теплоты нагреваемого воздуха и автоматического регулирования параметров позволили повысить энергоэффективность и снизить себестоимость процесса сушки сыпучих материалов. В процессе работы СУ фиксировались температура и давление воздуха, относительная влажность воздуха на входе и выходе из сушильной камеры. Процесс подачи воздуха в камеру сушки контролировался векторным преобразователем частоты ПЧВ, который в процессе работы менял частоту переменного тока, подаваемого на вентилятор в зависимости от перепада давления воздуха в слое материала, измеряемых датчиками давления. Таким образом, количество подаваемого теплоносителя в камеру сушки при заданном режиме псевдооживления регулировалось с учетом сопротивления слоя высушиваемого материала. Параметры процесса фиксировались при помощи ПИД регуляторов ТРМ-138 и ТРМ-101. Далее обработанный ими сигнал через преобразователь двухканального интерфейса RS-485 отправлялся на ПК, где происходила окончательная обработка полученных данных и строились аналитические и графические зависимости, необходимые для анализа и оптимизации исследованного процесса сушки.

## ВТОРОЕ ЗАСЕДАНИЕ

17-18 апреля, 10.00, ауд. 4-106

**1. Е.Э. Беляева** (гр. 6СМ11, н. рук. А.М. Зиганшин). Снижение потерь давления при профилировании острого отвода для широкого диапазона изменения размеров.

Для систем вентиляции и кондиционирования воздуха всегда являются существенными потери давления, связанные с местными сопротивлениями. Предлагается решение по их снижению, путем установки внутри прямой фасонной детали специальной профилирующей вставки, которая полностью повторяет очертания свободной линии тока и разделяет область основного течения в канале и вихревой зоне (ВЗ). Для определения очертаний ВЗ проводится численный эксперимент с помощью программного комплекса вычислительной гидродинамики Fluent. После предварительного исследования сочетание «стандартной» k-ε модели турбулентности со «стандартными» пристеночными функциями показало наиболее физически адекватные результаты при сравнении с известными экспериментальными данными. Получены очертания вихревых зон. Проведено численное моделирование усовершенствованных энергоэффективных отводов. Показано снижение потерь давления на величину от 30 до 70 %. Определены зависимости КМС непрофилированных и профилированных отводов от геометрических размеров. Расширен диапазон размеров, данные о сопротивлениях по которым, отсутствуют в известных справочниках.

**2. Р.И. Давлетшина** (гр. 4ТГ01, н. рук. А.М. Зиганшин). Численное тестирование задачи о струе из щелевого приточного насадка.

Общее течение в вентилируемом помещении формируется различными способами. Наиболее устойчивыми и дальнобойными являются приточные струи. Закономерности приточных струй составляют основу: расчета воздухораспределения, проектирования воздушных завес, воздушного отопления и т.д. В данной исследовательской работе представлено численное тестирование задачи о струе из щелевого приточного насадка. Основная цель заключается в построении модели приточной струи и выявлении ее кинематических свойств для последующего сравнения с ранее изученными закономерностями струи. В ходе численного решения определялся коэффициент местного сопротивления (КМС) на выходе из приточного насадка, а также параметры струи при ее развитии – осевая скорость, расход, угол раскрытия струи и профили продольной скорости в ее поперечных сечениях. На первом этапе решается ряд задач с различным сочетанием k-ε модели турбулентности и пристеночных функций, для определения модели, дающей наиболее близкие результаты к известным экспериментальным и теоретическим данным. Далее используя найденную модель, определяются все остальные параметры. Получено хорошее соглашение численных с уже известными данными, что позволит использовать такую модель для исследования более сложных приточных вентиляционных струй.

**3. А.И. Сафиуллина** (гр. 5СМ12, н. рук. М.А. Валиуллин). Разработка методики подбора регулирующих органов для трубопроводов систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

По разным причинам (ограниченность сортамента труб, особенности трассировки систем и т.п.) достичь увязки потерь давления по циркуляционным кольцам зачастую не удается. А это означает, что планируемое потокораспределение в системе тоже не будет достигнуто. Тогда проектировщик должен предусмотреть установку балансировочных клапанов и указать параметры предварительной настройки, устанавливающие нужные сопротивления клапанов, при которых расчетные расходы будут обеспечены. Неточность расчета, погрешности монтажа приводят к тому, что фактическое потокораспределение в смонтированной системе может не соответствовать расчетному. Тогда необходимо проводить наладку системы, в процессе которой определяется и фиксируется окончательная настройка клапанов. В процессе эксплуатации возможны отклонения от расчетного режима, возникающие, в основном, вследствие несанкционированных изменений в конструкции или регулирования тепловой мощности отдельных элементов системы. В результате балансировка системы нарушается. От правильного подбора и настройки регуляторов зависит надежная работа всей системы. Работа посвящена разработке методики подбора балансировочных клапанов, регуляторов расхода и перепада давления.

**4. Е.К. Бабич** (гр. 5СМ12, н. рук. В.А. Бройда). Численное исследование аэродинамики воздушно-струйного локализирующего экрана.

Исследуется воздушно-струйный экран защищающий атмосферу помещения от вредных выделений из промышленной ванны. Методом CFD рассчитываются течения, сформированные плоской приточной струей и щелевым стоком, при этом учитываются: расстояние между приточным устройством и стоком  $l$ , расстояние от оси воздушно-струйного экрана до зеркала жидкости  $h$ , ширина щелевого стока  $B$ . Установлено, что в режиме предельного улавливания, расход удаляемого воздуха близок расходу в полуограниченной приточной струе и слабо зависит от расстояния от оси струя – сток до зеркала жидкости и от ширины щели стока. При  $h^*=h/l < 0,4$  струя настигает на зеркало жидкости и вблизи приточного устройства формируется циркуляционная зона. При больших величинах  $h^*$  под воздушным экраном формируется зона циркуляции, покрывающая все зеркало жидкости. Увеличивая высоту  $h^*$  можно размещать под экраном детали на время стекания жидкости. Результаты исследования могут применяться для проектирования воздушно-струйных экранов у ванн, как с низкими, так и с высокими бортами, обеспечивающими защиту от вредных выделений, во всех фазах технологического процесса.

**5. С.О. Закамский** (гр. 5СМ12, н. рук. В.А. Бройда). Экспериментальное исследование устройства для стабилизации расхода вентиляционного воздуха.

Выполнено экспериментальное исследование модели новой конструкции устройства с турбинкой, предназначенного для стабилизации расхода вентиляционного воздуха. Смонтирован экспериментальный стенд, содержащий вентилятор с регулирующим клапаном и протяженный измерительный участок воздуховода. На измерительном участке предусмотрены штуцеры для отбора давления и двухканальная пневмометрическая трубка. На измерительном участке устанавливается сконструированная модель стабилизирующего устройства с турбинкой. На стенде проведены замеры потери давления в модели устройства при определенных скоростях воздуха в канале и углах поворота турбинки  $\alpha$ . Измерены вращательные моменты от воздействия воздушного потока на турбинку. Результаты представлены в виде зависимости коэффициента потери давления в устройстве  $\zeta$  от угла поворота и коэффициента  $k$ , характеризующего вращательный момент. Полученные данные могут быть использованы для конструирования и расчета подобных устройств, ограничивающих возрастание расхода воздуха в системах вентиляции.

**6. Н.Ж. Нуруллин, А.М. Хворыстка** (гр. 4ТГ03, н. рук. В.А. Бройда). Численное моделирование работы противоточного пластинчатого рекуператора.

Эффективным теплообменником для систем утилизации тепла удаляемого воздуха является пластинчатый рекуператор. В настоящее время чаще используются перекрестноточные рекуператоры. Уже разработаны и применяются более эффективные противоточные пластинчатые рекуператоры. Дальнейшее повышение их эффективности связано с ростом площади теплообмена, что влечет увеличение размеров и стоимости оборудования. Работа направлена на повышение эффективности противоточных пластинчатых рекуператоров за счет введения турбулизирующих вставок в каналы течения воздуха. Первоначально была выполнена верификация применяемого метода CFD (Computational Fluid Dynamics), которая подтвердила корректность расчетной модели. Затем методом CFD рассчитывается передача тепла в пластинчатом рекуператоре при гладких пластинах и в случае, когда имеются турбулизирующие вставки. Расчеты показывают, что во втором варианте эффективности теплопередачи значительно выше, при незначительном росте аэродинамического сопротивления теплообменника.

**7. В.А. Соколов** (гр. ЗТГ03, н. рук. А.М. Зиганшин). Численное моделирование течения в остром отводе с нишей.

При конструировании систем вентиляции часто встречается случай формирования отвода путем врезки одного прямого воздуховода в другой. При этом обычно врезка происходит на некотором расстоянии от торца воздуховода  $s$ , и получается возмущающий элемент (ВЭ) сети называемый коленом с нишей. В справочнике по гидравлическим сопротивлениям И.Е. Идельчика указано, что вне зависимости от размера ниши сопротивление такого ВЭ на 20 % выше обычного острого отвода на  $90^\circ$ , но не приведена зависимость коэффициента местного сопротивления от глубины ниши. Целью работы является исследование течения в таком ВЭ, с определением его сопротивления, очертаний вихревых зон и их зависимости от глубины ниши  $s$ . Задача решается численно, на предварительном этапе решается ряд задач с разным сочетанием моделей турбулентности и пристеночных функций, и размеров ячеек расчетной сетки и определяется наиболее оптимальный вариант. По результатам расчетов найдена искомая зависимость КМС от  $s$  и очертания вихревых зон в нише, а также при срыве с внутренней острой кромки отвода. Показано, что имеется однозначная зависимость сопротивления отвода с нишей от ее глубины, но величина сопротивления действительно не более чем на 15 % выше, чем у отвода без ниши. Вихревая зона в нише существенно зависит от ее глубины, а образующаяся при срыве с острой кромки не только не зависит от  $s$ , но и вообще от наличия ниши, и совпадает по очертаниям с вихревой зоной отвода без ниши.

**8. Р.М. Мисбахов** (гр. ЗТГ02, н. рук. М.Г. Зиганшин). Моделирование прибора лучистого отопления помещений жилых и общественных зданий.

За основу моделируемого аппарата принят отопительный прибор «EURO GF30.10» типа «F» с закрытой камерой сгорания и коаксиальным дымоходом. В ходе исследования ранее выбранной модели были найдены соотношения движения потоков газа и инжектируемого воздуха на входе в прибор. Данные соотношения были определены при различных входных параметрах. При проведении численного эксперимента скорость газового потока на входе изменялась от 16 до 66,4 м/с, что диапазон реальных скоростей в приборах лучистого отопления, используемых в бытовых и производственных условиях. В ходе эксперимента было обнаружено образование в начале топочной камеры прибора зоны обратных токов части сформировавшейся, но еще не воспламенившейся газозвушной смеси, которая приводит к заметному снижению кратности инжекции воздуха, и к ухудшению качества сжигания газа. Определены геометрические и гидродинамические характеристики указанной зоны. Полученные результаты используются для разработки наиболее эффективных конструкций топочного объема прибора, позволяющих проводить сжигание газового топлива в стесненных условиях с повышенной производительностью и улучшенным КПД.

**9. К.С. Коченкова** (гр. 4ТГ03, н. рук. М.Г. Зиганшин). Анализ эффективности использования конденсационных котлов для отопления жилых и производственных зданий.

Использование двухконтурных котлов конденсационного типа для обогрева жилых объектов и приготовления горячей воды является в странах Евросоюза весьма популярным, а в Великобритании и Бельгии их применение даже обрело обязательный статус. Устойчивое распространение конденсационных котлов обусловлено обеспечением экономии топлива за счет использования теплоты, выделяющейся при конденсации водяных паров в продуктах сгорания. Это их практически единственное преимущество перед традиционной технологией генерирования тепловой энергии. При этом очевидно, что величина экономии будет существенно зависеть от климатических условий, и в странах с более холодным климатом, чем Бельгия и Великобритания, она не может быть высокой. Вместе с тем сейчас эта технология начинает активно распространяться и в России, причем уже стала заметной тенденция постепенного вытеснения обычных котлов конденсационными. Однако дополнительные расходы, сопутствующие переходу на технологию конденсационной генерации, могут превысить топливную экономию. В работе проводится анализ преимуществ и недостатков конденсационных котлов. Рассматриваются пути их эффективного применения в Татарстане, климатические условия которого характерны для регионов центральной России.

**10. А.Р. Лаптева** (гр. 4ТГ03, н. рук. М.Г. Зиганшин). Совершенствование газовых двухконтурных напольных бытовых котлов.

Работа посвящена вопросам совершенствования газогорелочных устройств в двухконтурных напольных бытовых котлах. Современный двухконтурный газовый котел – это полностью автоматизированный агрегат, представляющий, по сути, мини-котельную с собственным насосом и двумя теплообменниками. Пульт управления позволяет регулировать температуру горячей воды и влиять на климат в помещениях. Теплоноситель из отопительного теплообменника котла проходит в систему отопления, а после нее при помощи насоса

возвращается в котел. Вода, нагретая во втором теплообменнике, поступает в систему горячего водоснабжения. В работе проведен анализ проблем, возникающих при эксплуатации двухконтурных напольных котлов, позволивший выявить их основные недостатки. Это достаточно большие габариты аппарата, а также сложность его одновременной работы на отопление и горячее водоснабжение, особенно при наличии нескольких точек водоразбора. Одним из способов устранения подобных недостатков является совершенствование горелки котла с целью повышения эффективности сжигания газа.

**11. А.И. Шаймарданова** (гр. 4ТГ03, н. рук. М.Г. Зиганшин). Эффективность газовых двухконтурных настенных бытовых котлов.

Современные бытовые котлы могут быть настенными и напольными, одно- и двухконтурными. В работе представлена история развития двухконтурных аппаратов, анализируются их достоинства и недостатки. Системы отопления жилища человека теплоносителем, вырабатываемым в теплогенераторах, возникли еще в Римской империи вместе с теплосетями и центральным водоснабжением. Современный аналог индивидуального теплоснабжения жилищ на основе котлов появился в США и Великобритании с началом индустриализации. Первые модели котлов, работающих на газе, появились в конце XIX века. Первой страной, где было открыто производство подобных котлов, является Германия. Принципы устройства их основных узлов используются и сейчас. К примеру, автоматический блок управления уже в те времена позволял регулировать подачу газа в зависимости от расхода горячей воды. Современные настенные котлы имеют ограниченную мощность и значительно меньший срок службы по сравнению с напольными котлами. В настоящее время их совершенствование ведется в направлении использования различных энергосберегающих технологий. В работе рассматриваются пути повышения эффективности их работы посредством совершенствования газогорелочных устройств.

**12. Р.Д. Сухов** (гр. 6СМ12, н. рук. М.Г. Зиганшин). Повышение эффективности фильтрационной очистки гетерогенных выбросов на основе CFD-моделирования.

В работе рассматриваются способы энергосбережения и повышения эффективности фильтрационной очистки гетерогенных выбросов. На сегодняшний день все большее внимание уделяется экологическим аспектам современного производства, в связи с этим все более ужесточаются нормы, ограничивающие выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Особенно это касается мелких взвесей с размерами частиц менее 10 и 2,5 мкм (PM10, PM2,5). Интенсивно развиваются и наукоемкие производства с особыми требованиями к чистоте воздуха в помещениях. Это обуславливает необходимость использования высокотехнологичного очистного оборудования со степенью осаждения частиц категории PM10, PM2,5 на 99,5 % и более, тогда как современные фильтровальные материалы обеспечивают их технически и экономически приемлемую очистку не выше, чем на 99 %. Для решения поставленных задач создается численная модель нового вида фильтровального пористого слоя, обеспечивающего повышенную степень осаждения взвешенных в гетерогенном выбросе веществ без повышения энергозатрат. Для усовершенствования конструктивных решений фильтровальных систем предусматривается проведение численных исследований движения запыленного потока в пористом слое на основе CFD-моделирования.

**13. А.Э. Мельник** (гр. 6СМ12, н. рук. М.Г. Зиганшин). Разработка эффективных методов термообработки атмосферных выбросов глобального действия, содержащих диоксины.

Работа посвящена решению проблемы обеспечения полноты термообезвреживания диоксинов. Это высокотоксичные вещества с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) в воздухе населенных мест  $0,5 \times 10^{-9} \text{ мг/м}^3$ , что на 8...9 порядков ниже ПДК обычных токсичных газов, присутствующих в городской атмосфере, таких как  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_x$ . Диоксины обладают сильным канцерогенным воздействием и накапливаются в организме человека в течении 10...30 лет. Они выбрасываются во все возрастающих масштабах как побочные продукты производства пластмасс типа ПВХ, пестицидов, гербицидов, дефолиантов, бумаги, а также генерируются в больших количествах при сжигании отходов на мусорообработывающих предприятиях. Простых способов обезвреживания диоксинов нет. Считается, что термодеструкция исходного соединения проходит в температурном диапазоне 700...1250°C. Однако точных данных о составе продуктов разложения нет, так как веществ, относящихся к диоксинам, т.е. к семейству химических соединений хлор- и бромпроизводных дибензодиоксиана, насчитывается несколько сотен. При этом деструкция в пламени природного газа может привести к образованию новых токсичных соединений, таких как боевые отравляющие вещества. В данной работе на основе методов CFD моделируется возможность полного обезвреживания хлорсодержащих диоксинов в многоступенчатой системе обработки выбросов, включающей ступени термообработки в пламени газовой горелки, хемосорбции и конденсации.



**14. Д.Н. Мингазеева** (гр. 5СМ13, н. рук. А.М. Зиганшин). Построение критериальной зависимости конвективной теплоотдачи верхнего и среднего цилиндров в вертикальном ряду из трех цилиндров.

При конструировании систем отопления некоторых видов пожароопасных промышленных цехов и помещений с особыми требованиями к чистоте используются приборы отопления с поверхностями легкодоступными к очистке. Наиболее простыми с точки зрения изготовления являются гладкотрубные регистры. Для их проектирования пользуются данными о теплоотдаче одиночно расположенных горизонтальных цилиндров, что неверно. Теплоотдача нагретых горизонтальных цилиндров, располагающихся в вертикальных или горизонтальных рядах, в процессах свободной конвекции изучена недостаточно хорошо, имеется лишь отрывочная информация о теплоотдаче верхнего цилиндра. В работе представляются результаты продолжения исследования теплоотдачи цилиндров в многорядных гладкотрубных регистрах. Определяется критериальная зависимость конвективной теплоотдачи верхнего (третьего) цилиндра в вертикальном ряду. Исследование проводится численно. Моделируется ряд регистров, у которых расстояние между нижним (первым) и средним (вторым) цилиндром постоянное и равно наиболее оптимальному расстоянию найденному авторами ранее, а расстояние  $s$  между средним и верхним (третьим) цилиндром меняется. По результатам обработки численных экспериментов построена критериальная зависимость вида  $Nu=f(Ra, s)$  для среднего и верхнего цилиндров.

**15. А.М. Фатихов** (гр. 3ТГ02, н. рук. М.Г. Зиганшин). Специфика численных исследований сжигания газового топлива в стесненных топках.

Методы CFD широко используются для численных исследований эффективности сжигания газового топлива как в стационарных, так и в мобильных установках. Однако топки стационарных производственных котлов и печей конструируются с учетом возможности свободного развития факела, а в камерах сгорания мобильных устройств такие условия обеспечить невозможно. Последнее касается и получивших широкое распространение бытовых газовых отопителей. Необходимость учета стесненных условий возникает, например, при исследовании эффективности камеры сгорания прибора газового лучистого отопления помещений. Кроме подобных приборов, стеснение факела в топке имеет место и у большинства современных бытовых настенных газовых котлов. По таким устройствам выполнено множество работ, касающихся вопросов энергетической эффективности использования топлива и/или уменьшения вредных выбросов в продуктах сгорания, в основном  $NO_x$  и  $CO$ . Однако даже среди исследований эффективности использования топлива в двигателях внутреннего сгорания крайне редки работы, учитывающие стесненность условий сжигания. В данном исследовании рассматриваются особенности выполнения численных расчетов сжигания газообразных горючих соединений в топочных камерах с объемами, недостаточными для свободного развития факела.

**16. Л.Р. Гайнанова** (гр. 4ТГ01, н. рук. Г.А. Медведева). Сравнение свойств теплоизоляционно-конструкционных материалов из минерального вяжущего и отходов теплоэнергетики.

Для теплоизоляционных материалов основным показателем эффективности является коэффициент теплопроводности. Согласно полученным результатам исследований применение золошлаковых отходов ТЭЦ в определенной концентрации для производства бетонов позволяет получить золошлакобетон с коэффициентом теплопроводности  $0,15 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ . В данной работе рассматривались бетоны с близким к данному значению коэффициентом теплопроводности: керамзитобетон, газобетон, перлитобетон, пенобетон. Свойства бетонов сравнивались со свойствами полученного образца золошлакобетона. Коэффициент теплопроводности каждого из рассмотренных материалов зависит от плотности. У каждого материала рассматривались преимущества и недостатки. Каждому виду рассмотренного бетона характерны такие качества как морозостойкость, пожаробезопасность, долговечность и экономичность. Сравнивая различные свойства бетонов, было выявлено, что в зависимости от средней стоимости  $1 \text{ м}^3$  материала самым выгодным является перлитобетон (1600 руб.  $1 \text{ м}^3$ ). По прочностным характеристикам самым прочным материалом является керамзитобетон ( $25 \text{ кг/см}^2$ ).

**17. Т.С. Локтева, Э.М. Салахова** (гр. 5ТГ01, н. рук. Г.А. Медведева). Экономика энергетики теплоэнергетических установок с применением эксергии и анергии.

Одной из главных задач человечества постиндустриального общества является энергосбережение. Ведь энергия – это ограниченный ресурс, и с каждым последующим годом, столетием, ее становится меньше. Поэтому нужно научиться использовать энергию так, чтобы ее хватило еще на много поколений. Так политика энергосбережения промышленно развитых стран позволила им существенно снизить энергозатраты. В последние десятилетия за рубежом ведутся фундаментальные исследования деятельности ряда отраслей, производств и технологий с позиций эксергетической методологии. Величина, определяющая пригодность к действию

(работоспособность) ресурсов вещества и энергии, была названа эксергией, а функции, определяющие ее значение, – эксергетическими. Россия, обладая большими запасами природных энергоносителей, активно внедряет эксергетическую методологию для совершенствования нефтехимических производств. Цель данной работы является провести эксергетический анализ, рассмотреть способы энергосбережения в нашей стране со стороны термодинамики. В последние годы наблюдается большая активизация попыток применения эксергетических методов анализа различных технических устройств и систем, включая химико-технологические установки, системы кондиционирования воздуха и т.д. Поэтому, эксергия и анергия – это уникальные качественные и количественные показатели энергии, которые могут и должны восстановить логический смысл применения законов термодинамики в формировании энергосберегающей политики российской энергетики.

**18. Г.Р. Сафиуллина, И.Д. Бурханова** (гр. 5ТГ01, н. рук. Г.А. Медведева). Современные подходы к решению проблем по повышению качества теплоносителя.

Вода – это универсальный растворитель и теплоноситель, но природная вода имеет в своем составе различные примеси: механические, коррозионноактивные, осадкообразующие, которые могут стать причиной неэффективной работы котельных установок. Система водоподготовки – это комплекс фильтров для приведения качества воды в соответствие с требованиями технологических потребителей. Такие меры предотвращают образование накипи и последующего развития коррозии на внутренней поверхности котельных установок. Так как отложения могут стать причиной потери мощности, а развитие коррозии может привести к полной остановке работы котельной из-за закупоривания внутренней части оборудования. Котловые системы подразделяют на паровые и водогрейные. Для каждого типа котла предусмотрен свой набор требований к очищенной воде, которые напрямую зависят от температурного режима и мощности котла. Водоподготовка котельных и последующая очистка системы транспортировки теплоносителя подразделяется на несколько основных этапов: начальная очистка от взвесей, коллоидов и органики; процесс смягчения (деминерализации); аннигиляция агрессивных газов  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$ ; коррекционная постобработка и расчет следующей очистки. В настоящее время способов водоподготовки котельных существует немало: осаждение, химические способы (коагуляция, флокуляция, адсорбация), обратный осмос; ионный обмен; безреагентная водоподготовка. Мероприятия по водоподготовке важны для эффективной и бесперебойной работы котельных установок.

**19. С.Р. Загидуллин** (гр. 5СМ13, н. рук. Р.Г. Сафиуллин). Экспериментальное определение КМС фитингов фирмы HERZ при ламинарном режиме течения.

Традиционно в гидравлическом расчете систем отопления используются коэффициенты местных сопротивлений (КМС) фитингов, определенные для развитого турбулентного режима. Совершенствование теплозащиты зданий значительно снижает нагрузку на систему отопления, и при малых расходах теплоносителя в трубах и фитингах устанавливается ламинарный режим течения. Использование гидравлических характеристик элементов трубопроводов, не учитывая режим течения, приводит к ошибкам в расчетах, к неэффективной эксплуатации системы отопления. В работе экспериментально определены КМС фитингов фирмы HERZ (отводы, тройники) в широком диапазоне значений числа Рейнольдса ( $Re$ ). Получено, что в области малых  $Re < 1000$  величина КМС может в разы превышать значения для развитого турбулентного режима. Проведено сравнение результатов гидравлического расчета систем отопления с использованием справочных значений КМС и данных, полученных в экспериментах. В дальнейшем полученные результаты могут быть внесены в программу гидравлического расчета систем отопления.

**20. А.А. Гибадуллин** (гр. 5СМ13, н. рук. Р.Г. Сафиуллин). Экспериментальное исследование характеристик центробежного эжекционного воздухораспределителя.

Среди воздухораспределителей (ВРП), применяемых в общественных зданиях, особое место занимают устройства, использующие эффект эжекции для подмешивания рециркуляционного воздуха непосредственно из помещения. Применение таких ВРП позволяет отказаться от рециркуляционных воздуховодов, а также от секций смешения в приточных центрах. Широкому распространению эжекционных ВРП препятствует отсутствие данных об их аэродинамических характеристиках – коэффициентах местного сопротивления (КМС) и эжектирующей способности. В работе определены аэродинамические характеристики нового эжекционного ВРП, конструкция которого в основном соответствует Типовой Серии «ВРП центробежные типа - ВЦ». Типовая конструкция дополнена патрубком с профилированным входом (коллектором), через который воздух из помещения подсасывается внутрь корпуса - вихревой камеры. Причиной эжекции является разрежение, которое образуется в приосевой зоне вихревой камеры. Приведено описание экспериментального стенда и методики измерений, позволивших установить зависимость коэффициента эжекции и КМС от геометрических параметров ВРП.

**21. К.Ю. Камзина** (гр. 5СМ13, н. рук. Р.Г. Сафиуллин). Исследование норм энергопотребления на ОАО «Зеленодольский молочный комбинат».

Нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в производстве продукции и установление плановой меры потребления энергоресурсов в технологическом процессе передового предприятия является актуальной задачей для любой отрасли. Для отрасли детского питания в Татарстане таким передовым предприятием является ОАО «Зеленодольский молочный комбинат» (ЗМК). В работе установлены нормы расхода топлива, тепловой и электрической энергии на основные и вспомогательные производственно-эксплуатационные нужды по видам детского питания, выпускаемого на ЗМК. Проведено исследование технологии производства и потребления ТЭР, составлены карты потребления ТЭР. Выполнен анализ и расчет технологических норм расхода тепловой и электроэнергии на ЗМК, расчет цеховых норм расхода тепловой и электроэнергии, расчет общезаводских норм расхода тепловой и электроэнергии, расчет норм расхода топлива котельной. Составлены сводные таблицы удельных технологических, цеховых и общезаводских норм расхода тепловой и электроэнергии ЗМК.

**22. К.И. Хайруллина** (гр. 6СМ13, н. рук. Р.Г. Сафиуллин). Возможности снижения уровня автоматизации ИТП при переходе на адаптивную вентиляцию в здании.

Проблема энергосбережения в системах теплоснабжения зданий крайне важна. Актуальным является поиск рационального инженерного обеспечения тепловоздушного режима здания с точки зрения улучшения распределения воздуха по помещениям, снижения капитальных и эксплуатационных затрат на индивидуальные тепловые пункты (ИТП). Перспективным решением проблемы является создание в здании комбинированной системы отопления (КСО), состоящей из «фоновой» нерегулируемой системы водяного отопления, рассчитанной на поддержание температуры в помещениях  $+12\div+15^{\circ}\text{C}$  и «догревающего» воздушного отопления (адаптивной вентиляции), которая функционирует в трех основных режимах: в режиме притока, рециркуляции и отсутствия притока. В работе обсуждаются возможности снижения уровня автоматизации ИТП при использовании КСО в общественных зданиях (при переходе на адаптивную вентиляцию в здании), рассмотрены способы определения рациональных режимов работы КСО для снижения капитальных и эксплуатационных затрат при распределении воздуха в помещениях.

**23. А.И. Димиева** (гр. 6СМ12, н. рук. Р.Г. Сафиуллин, Я.Д. Золотоносов). Теплообменные аппараты с интенсифицированными теплообменными элементами.

В настоящее время в России на долю промышленного теплопотребления приходится более 50 % от всего количества произведенных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Доля теплообменного оборудования в структуре ведущих отраслей промышленности составляет порядка 70 %, где в большинстве случаев используются теплообменные аппараты с гладкотрубными теплообменными элементами, имеющими высокий уровень физического износа (до 60...70 %) вследствие длительного срока их эксплуатации (50...60 лет). В связи с этим остро встают вопросы, связанные с совершенством теплообменного оборудования, его реконструкцией и модернизацией, что порой является практически единственным способом повышения экономичности современных энергоустановок. В работе рассмотрены конструкции теплообменников инновационного типа с интенсифицированными теплообменными элементами, позволяющие существенно компенсировать температурное напряжение за счет их компоновки по типу труба в трубу с нижними плавающими головками. Аппараты этого типа менее металлоемки, поскольку выполнены без внешнего корпуса.

**24. Л.И. Тухфатуллина** (гр. 6СМ12, н. рук. Р.Г. Сафиуллин). Гелиоактивные ограждающие конструкции для зданий с пониженным энергопотреблением в климатических условиях Татарстана.

В условиях холодного климата Татарстана лишь малая часть доступного солнечного тепла может быть эффективно использована для снижения отопительной нагрузки зданий. В этой связи определенными перспективами обладают наружные ограждающие конструкции, совмещенные с солнечными коллекторами, а также остекленные стены конструкции Тромба. Последние предназначены для улавливания и аккумуляции солнечного излучения, используемого для нагревания воздуха внутри отапливаемого здания. В докладе представлена постановка задачи для моделирования течения воздуха и численного определения коэффициента конвективного теплообмена (ККТО) в стене Тромба. В существующих работах значение ККТО определялось приблизительно, основываясь на критериальных уравнениях, полностью не описывающих физические процессы гидродинамики и теплообмена в воздушной прослойке стены Тромба. Процессы теплообмена в этой прослойке рассматривались в отрыве от вопросов гидродинамики. CFD-моделирование повысит достоверность оценки возможностей пассивных систем солнечного теплоснабжения на стадии проектирования и покажет возможность применения конструкций наружных стен, совмещенных с солнечными коллекторами, а также стен Тромба в условиях Татарстана.

**25. Л.М. Бакирова** (гр. 6СМ12, н. рук. Р.Г. Сафиуллин). Система локальной вентиляции рабочих мест в административных зданиях.

Среди всех инженерных систем зданий вентиляция и кондиционирование (ВК) относятся к самым энергоемким - на их долю приходится до 60-75 % общего эксплуатационного энергопотребления административных зданий. Если сопоставить эксплуатационные характеристики инженерных систем с теоретической потребностью их функционирования по фактическому количеству и времени пребывания сотрудников на рабочих местах, то перерасход энергетических ресурсов составляет 50-70 %. В связи с этим стали актуальны системы ВК с переменным расходом воздуха - адаптивная вентиляция и многозональное локальное кондиционирование воздуха «по потребности». С помощью таких систем оптимальные параметры микроклимата можно обеспечивать на фиксированных рабочих местах, а за их пределами поддерживать допустимые параметры микроклимата. В докладе предложена конструкция системы локальной вентиляции рабочих мест в административных зданиях, обеспечивающая экономно энергии на подогрев приточного воздуха. Рассматриваемая конструкция позволит снизить воздухообмен по приточному воздуху на локальном рабочем месте без снижения уровня комфортности.

**26. В.Д. Буленева** (гр. 5СМ13, н. рук. Л.Э. Осипова). Анализ риска линейной части газопровода высокого давления.

Эксплуатация магистральных газопроводов (включая газопроводы-отводы) сопряжена со значительным техногенным риском. Основными физическими проявлениями аварии на магистральных газопроводах и ее поражающими факторами являются: – разрыв газопровода без воспламенения газа, истекающего в виде свободной струи из концов разрушенного трубопровода (поражающие факторы: разлет осколков, воздушная волна сжатия, скоростной напор струи газа, загазованность); – разрыв газопровода с воспламенением газа и образованием пламени (поражающие факторы: разлет осколков, воздушная волна сжатия, скоростной напор струи газа, прямое воздействие пламени, тепловое излучение). Анализ техногенного риска проведен на примере газопровода-отвода высокого давления ( $P_{у} \leq 6 \text{ кгс/см}^2$ )  $\varnothing 159 \times 4,5$ , трасса которого проходит недалеко от населенных пунктов, пересекает автомобильные дороги и ручьи. Возможные аварийные ситуации при эксплуатации газопровода могут привести к катастрофическим последствиям для окружающей среды и населения. Поэтому количественная оценка последствий аварийных ситуаций является актуальной.

**27. Ч.Д. Якимова** (гр. 5СМ13, н. рук. Л.Э. Осипова). Расчет эжекционной системы аспирации воздуха окрасочной камеры.

Вентиляция окрасочной камеры предусматривает подачу воздуха из верхней зоны (через подшивной потолок с фильтрующими кассетами), а удаление – из нижней. Конструкция и место расположения вытяжки зависит и от того, легче или тяжелее воздуха образующиеся пары лакокрасочных покрытий. Все лакокрасочные покрытия – легкогорючие вещества. Кроме того, пары растворителей являются взрывоопасными. Эжекционная система аспирации применяется в тех случаях, когда извлекаемый воздух содержит взрывоопасные или действующие разрушающе на вентилятор примеси. Эжектор прост в конструкции, может работать в широком диапазоне изменения параметров состояния паровоздушных смесей. Проведен расчет и спроектирована эжекционная система аспирации воздуха окрасочной камеры с использованием специального программного обеспечения – универсального моделирующего пакета Chem Cad, который содержит весьма развитую базу данных для расчета теплофизических свойств самых различных веществ (органических, неорганических, а также условных – например нефтяных фракций) и их смесей.

**28. Д.Р. Ахмерова** (гр. 5СМ13, н. рук. Е.В. Варсегова). Исследование течения в канале овальной формы.

В рамках настоящей работы рассматривается одна из проблем энергосбережения в области строительства, а именно снижение затрат на аэродинамическое сопротивление воздуховодов. Расчет параметров течения потока в овальном канале производится с помощью пакета программ Fluent. Актуальность настоящего исследования связана с распространением применения плоскоовальных воздуховодов, в связи с тем, что они, в отличие от круглых, обладают меньшим сопротивлением и позволяют уменьшить монтажное пространство. Также встает вопрос о необходимости разработки рекомендаций по их совершенствованию. В работе представлена постановка задачи пространственного течения воздуха на прямолинейном участке трубопровода при различных формах канала. Результаты расчета (значения скорости, давления и коэффициентов сопротивления) позволяют сделать выводы по оптимальной форме канала, с точки зрения уменьшения сопротивления. Полученные результаты овального канала можно применить для плоскоовальных воздуховодов, которые помогут сократить энергию, потребляемую системой вентиляции.

**29. Д.Р. Биалов** (гр. 5СМ11, н. рук. Е.В. Варсегова). Исследование сопротивления бокового входного отверстия концевого участка трубопровода.

В вентиляционных установках боковые входные и выходные отверстия часто делают непосредственно в конце трубопровода, торец которого заглушен. Потери давления в таких системах зависят от величины сопротивления концевого участка трубопровода. Рассчитать установки при таких условия течения достаточно сложно. В связи с этим в работе была сделана попытка получить систематический материал по аэродинамическим характеристикам численно. В работе проведено компьютерное моделирование сопротивления входного отверстия расположенного в конце воздуховода, торец которого заглушен с использованием пакета программ Fluent. В ходе численных исследований варьировались наиболее значимые параметры: размер входного отверстия и длина концевого участка воздуховода. В результате были получены картины течений и распределение осредненных по расходу статического, динамического и полного давлений по длине канала, а также определены значения коэффициентов местного сопротивления входного отверстия. Полученные результаты сравнивались с реальными экспериментальными значениями В.Н. Ханжонкова.

**30. Р.М. Мухаметшин** (гр. 5СМ11, н. рук. Е.В. Варсегова). Исследования многослойных ограждающих конструкций.

В настоящее время стоит вопрос рационального использования утеплителей, а именно выбор по критериям экономичности, долговечности и удобства монтажа. В связи с этим работе проводятся исследования разного рода утеплителей. За основу взято жилое здание. Рассматриваются стены, состоящие из слоев с утеплителем и без него. Определяются удельные потери теплоты, обусловленные каждым элементом. Расчет основан на представлении фрагмента теплозащитной оболочки здания в виде набора независимых элементов, каждый из которых влияет на тепловые потери через фрагмент. Удельные потери теплоты, обусловленные каждым элементом, находятся на основе сравнения потока теплоты через узел, содержащий элемент, и через другой узел, без исследуемого элемента. Исследуемым элементом является утеплитель. Для нахождения приведенного сопротивления, а именно – коэффициента теплопередачи, коэффициента теплоотдачи и т.п., была использована программа ELCUT. В результате исследований удалось установить, какой утеплитель является наиболее эффективным в использовании.

**31. Л.Н. Бадыкова** (гр. 6СМ11, н. рук. А.М. Зиганшин). Энергоэффективная конструкция вентиляционного тройника.

Приводятся результаты продолжения работы по определению сопротивления вытяжного вентиляционного тройника на слиянии. Ранее на верифицированной численной модели были определены очертания вихревых зон, образующихся внутри тройника. Поскольку очертания вихревой зоны существенно зависят от соотношения расходов на боковом ответвлении к расходу на слияние  $G_B/G_C$ , при построении моделей профилированного тройника использовался ряд очертаний, полученных при соотношениях  $G_B/G_C = 0,236; 0,394; 0,511; 0,711; 0,860$ . Для каждого из этих профилей проводился полноценный численный эксперимент с определением сопротивления на проход и на ответвление при пяти значениях отношения расхода в диапазоне от 0,1 до 0,9. В результате построены семейства линий описывающих изменение коэффициента местного сопротивления (КМС) на проход  $\zeta_{\Pi}$  и на ответвлении  $\zeta_B$  вытяжного тройника в зависимости от соотношения расходов  $G_B/G_C$  при его профилировании пятью видами очертаний вихревой зоны. Предположение о том, что наименьшее сопротивление будет иметь профилированный тройник при том соотношении расходов, при котором получен этот профиль, не подтвердилось. К примеру, тройник с профилем 0,86, при  $G_B/G_C \sim 0,92$ :  $\zeta_{\Pi} = -0,224$  и  $\zeta_B = 0,279$ , а при  $G_B/G_C \sim 0,15$ :  $\zeta_{\Pi} = 0,188$  и  $\zeta_B = -0,439$ . Тем не менее, удалось обнаружить профиль, который имеет минимальное сопротивление и на проход и на ответвление на всем диапазоне изменения отношения расходов, который и рекомендуется как наиболее универсальный и энергоэффективный.

**32. Г.А. Гимадиева** (гр. 6СМ11, н. рук. А.М. Зиганшин). Характеристики струи истекающей из среднего бокового отверстия.

Численно определяются характеристики струи истекающей из среднего бокового отверстия. Ранее была определена схема численного решения, приводящая к результатам, наиболее близким уже известным экспериментальным данным о сопротивлении при течении воздуха в канале мимо отверстия и при истечении из отверстия. Сейчас с использованием этой компьютерной модели проводится определение угла истечения струи, кинематического коэффициента, а также профилей продольной скорости и изменение осевой скорости струи по ее длине. Исследование проводится для диапазона соотношений расхода воздуха на истечении из отверстия к суммарному расходу в канале  $G_{отв}/G_{общ}$  от 0,159 до 0,896. Показано, что угол истечения хорошо совпадает с результатами полученными другими авторами экспериментально и аналитически. В то же время полученные

новые данные о кинематических характеристиках струи показывают, что они отличаются от, обычно используемых характеристиках струи истекающей из торцевого отверстия, то есть при осесимметричных условиях истечения. Для струи из среднего бокового отверстия условия истечения существенно несимметричны, и зависят от соотношения расходов  $G_{отв}/G_{общ}$ . Построены зависимости кинематического коэффициента и угла струи от этого соотношения.

**33. А.Д. Нурмухаметова** (гр. 4ТГ02, н. рук. В.Н. Енюшин). Пенополистирол как материал для многослойной ограждающей конструкции.

Пенополистирол, являющийся наиболее популярным на рынке теплоизоляционных материалов, имеет три существенных недостатка, исходящих из его природы. Во-первых, это высокая пожарная опасность, этот горючий материал имеет высокую токсичность и дымообразующую способность. Во-вторых, недолговечность; согласно исследованиям, реальная долговечность для неэкструдированного пенополистирола составила всего 13 лет. Чаще всего используемый для утепления среднего качества пенополистирол после 5-7 лет эксплуатации, особенно в южных областях, теряет свои теплозащитные свойства. И в-третьих, это экологическая небезопасность. Из-за возможного накопления влаги между ограждающей конструкцией и утеплителем образуется плесень, что оказывает негативное воздействие на здоровье людей. Пенополистирол в условиях эксплуатации на воздухе подвергается химическому взаимодействию с кислородом воздуха, при этом в окружающую среду выделяются бензол, толуол, этилбензол, а также ацетофенон, формальдегид, метиловый спирт.

**34. А.Д. Хаеретдинова** (гр. 4ТГ01, н. рук. В.Н. Енюшин). Минеральная вата как энергоэффективный утеплитель для многослойной ограждающей конструкции.

Целесообразность использования многослойных ограждающих конструкций с так называемыми эффективными теплоизоляционными материалами подвергается сомнению многими специалистами. Наиболее распространенным теплоизоляционным материалом в строительстве является минеральная вата. Одним из наиболее очевидных недостатков этого материала является неопределенность его состава: добросовестные производители каменной ваты применяют в качестве основного материала базальтовые горные породы. В ряде случаев могут использоваться и близкие по составу минералы: габбродиабаз и диабаз, амфиболит, порфирит, микродиарит. Все они не имеют ничего общего с утеплителями, материалом для которых являются отходы металлургической промышленности – шлаки. Другим недостатком минеральной ваты являются ее невысокие экологические показатели: фенольные и формальдегидные смолы, входящие в состав минеральной ваты в качестве связующих компонентов, являются токсичными, кроме того, пыль базальтового волокна, и особенно волокна, исходным материалом для которого являлись доменные шлаки, согласно мнению некоторых авторов, можно отнести к канцерогенным материалам. Ну, и самым очевидным недостатком является недолговечность: согласно заявлениям производителей, срок службы минеральной ваты может составлять 50, и даже 70 лет, однако, согласно отзывам потребителей, реальный срок службы - не более 10 лет, а в ряде случаев вообще 5 лет.

**35. Д.С. Толуева** (гр. 4ТГ01, н. рук. В.Н. Енюшин). Технология энергоэффективных окон в современном строительстве.

В рамках вопроса об энергоэффективности ограждающих конструкций здания рассмотрены различные виды энергоэффективных светопрозрачных конструкций, на которые наносится специальное низкоэмиссионное покрытие, уменьшающее коэффициент тепловой эмиссии (излучения) стекла, ограничивающее прозрачность в ближней инфракрасной области и позволяющее снизить потери тепла через остекление. К достоинствам данной технологии относятся высокий коэффициент сопротивления теплопередачи и высокая светопрозрачность, которые позволяют снизить затраты на отопление. К недостаткам – относительно дорогостоящее и трудоемкое производство. Сегодня на рынке светопрозрачных материалов и конструкций существует ряд их разновидностей: окна и остекленные двери (входные и балконные); витражи и витрины; остекленные стены фасадов; элементы остекления крыш (фонари и наклонные остекленные поверхности). Наибольший эффект от использования энергосберегающих стекол (максимальное снижение тепловых потерь через остекление) достигается при использовании их в составе стеклопакетов. Энергосберегающие окна получили большое распространение за границей, в России данная технология только набирает популярность.

**36. К.Э. Батрова** (гр. 4ТГ02, н. рук. А.М. Зиганшин). Численное исследование струи при истечении из последнего бокового отверстия канала.

Предварительно, при решении задачи о сопротивлении выхода струи через последнее боковое отверстие была верифицирована компьютерная модель. Получено, что сочетание «стандартной» k-ε модели турбулентности и расширенного пристеночного моделирования приводит к получению результата наиболее близкого к известным данным. Кроме сопротивления

такой фасонной детали, при расчете воздухораспределения важно знать характеристики струи выходящей из отверстия. Обычно считается, что струя выходит по нормали к воздуховоду, а характеристики соответствуют характеристикам струи выходящей из торцевого отверстия. Очень часто в практике вентиляции струя распространяется из боковых отверстий, а в частности из последнего. При этом ясно, что струя будет выходить под углом, а неравномерность распределения скорости и давления в отверстии приведет к отличию кинематических характеристик такой струи при симметричных условиях истечения. Проведено численное определение характеристик струи истекающей из последнего бокового отверстия – угла наклона струи, распределения осевой скорости, профилей продольной скорости в поперечных сечениях струи, кинематического коэффициента. Построены зависимости указанных выше параметров от размеров тупика – расстояния от края приточного отверстия до заглушенного торца канала.

**37. А.Р. Гайфуллина** (гр. 5СМ11, н. рук. Г.М. Ахмерова). Понижение температуры горячей воды с точки зрения энергосбережения.

С марта 2017 года горячая водопроводная вода могла стать холоднее на 10 градусов (сейчас санитарно-эпидемиологические правила и нормы обязывают нагревать горячую водопроводную воду до 60-75 градусов). Осенью 2016 года с предложением по изменению норм СанПиН выступил Роспотребнадзор. Специалистами широко обсуждался вопрос, как экономической целесообразности изменения нормативов, так и санитарно-эпидемиологической безопасности. Гарантий того, что этот вариант обернется экономией для поставщика и экономической выгодой для потребителей, нет. На основании уравнения теплового баланса очевидно, что понижение температуры приводит к увеличению расхода нагреваемой воды, так как при меньшем температурном перепаде для передачи того же количества теплоты необходимо большее количество теплоносителя. В докладе рассматриваются расчетные расходы нагреваемой воды для девятиэтажного жилого дома как при нагреве до 65 °С, так и до 55 °С, анализируется понижение температуры горячей воды с точки зрения зарубежного опыта.

**38. А.Ф.Салахова, В.А. Чернышова** (гр. 4ТГ02, н. рук. Ахмерова Г.М.). Современные технические решения по увеличению срока эксплуатации и надежности тепловых сетей.

Качество современных теплопроводов несколько хуже, чем сооруженных 40 лет назад. Продолжительность эксплуатации этих тепловых сетей значительно снижена, т.к. конструкции каналов слабо гидроизолированы, используются теплопроводы с более тонкими стенками, а также устройство тепломагистралей в зоне грунтовых вод. В то же время используемая тепловая изоляция имеет малую долговечность, обладает невысокими теплоизоляционными свойствами. Продолжительность службы изоляции ниже нормативного срока эксплуатации трубопроводов. В докладе анализируются причины, снижающие надежность теплопроводов: использование устаревших технологий при строительстве теплотрасс, неблагоприятный водно-химический режим теплоносителя, низкое качество антикоррозионных и теплоизоляционных покрытий трубопроводов, продолжительная работа теплопроводов с температурой сетевой воды 75-95°С, низкие темпы замены ветхих тепловых сетей, недостаток технологического оборудования для своевременной проверки подземных трубопроводов, подтопляемость теплотрасс. Рассматривается применение летнего температурного графика  $T_1=100$  °С и внедрение метода «транспозиции» для увеличения надежности и срока службы тепловых сетей.

**39. Р.И. Гилязетдинов** (гр. 3ТГ02, н. рук. Г.М. Ахмерова). Влияние ошибок монтажа тепловой изоляции на эксплуатацию водяных тепловых сетей.

Изолированные пенополиуретаном в заводских условиях системы трубопроводов для тепловых сетей представляют собой жесткую конструкцию типа «труба в трубе», состоящую из стальной (рабочей) трубы, изолирующего слоя из жесткого пенополиуретана (ППУ) и внешней защитной оболочки из полиэтилена низкого давления или оцинкованной стали. В Западной Европе предварительно изолированные трубы с теплоизоляцией из ППУ успешно применяются с середины 60-х годов, в России – с 1993 г. Целью доклада является изучение последствий эксплуатации трубопроводов водяных тепловых сетей с нарушениями монтажа изоляции стыковых соединений трубопроводов с пенополиуретановой изоляцией. Теплоизоляция труб пенополиуретаном позволяет не только снизить теплопотери трубопровода до 10 раз, но и в 3 раза сокращает сроки укладки тепловых сетей. Теплогидроизоляция труб производится в заводских условиях, а на месте монтажа выполняются работы по изоляции стыковых соединений. Причины 30 % отказов предизолированных трубопроводов – дефекты монтажа. Высокая дефектность на трубопроводах с ППУ изоляцией отмечается и в зарубежной печати.

**40. Э.С. Макаров, А.П. Имаев** (гр. 6СМ12, н. рук. В.А. Бройда). Численное исследование аэродинамики симметричного тела в канале с диафрагмой.

На основе численного моделирования определяются поля скоростей и распределение давлений в сечениях канала с перемещаемым вдоль оси канала симметричным телом и имеющейся в канале неподвижной диафрагмой. Рассмотрены осесимметричные и двухмерные (плоские) задачи, соответствующие течениям в круглых вентиляционных каналах и в каналах прямоугольного поперечного сечения с большим соотношением длин сторон. Исходя из расчетных полей скорости и давления, вычисляются коэффициенты местного сопротивления устройства  $\zeta$  и коэффициенты  $k$ , характеризующие аэродинамическую силу, действующую на симметричное тело в канале при его расположении на оси симметрии канала на различных расстояниях относительно диафрагмы. Рассмотрены варианты разных длин симметричного тела. Результаты исследования могут быть использованы при конструировании и расчете регуляторов расхода, поддерживающих постоянный расход воздуха в вентиляционных каналах при изменяющихся условиях и, обеспечивающих рациональное использование тепловой энергии в холодный период года.

**41. А.И. Шигапова** (гр. 6СМ12, н. рук. З.Х. Замалеев). Тепломассообмен при испарении водных растворов солей.

В промышленности применяются большое количество жидкостей, выделяющих различное количество тепла и пара, а также вредных веществ. Для оптимизации микроклимата помещений часто возникает потребность расчета вентиляции, в котором необходимо знать количества теплоты и пара, выделяющегося в воздух помещения при испарении раствора с открытой поверхности. Имеется ряд критериальных зависимостей для расчета тепломассообмена при испарении жидкости. Для определения количества испарившейся жидкости необходимо знать коэффициент массоотдачи. В работе проведено сравнение полученных экспериментальных значений коэффициента массоотдачи с рассчитанными по критериальным уравнениям в условиях свободной и вынужденной конвекции. На основании проведенного сравнения показано, что большее значение при выборе критериальной зависимости имеет установление критического произведения ( $Ar \cdot Pr_D$ ), а также температурные и скоростные диапазоны, в которых коэффициент массоотдачи, полученный с помощью эмпирических формул, наиболее близок к экспериментальным данным.

**42. Д.И. Гилязова** (гр. 5СМ13, н. рук. З.Х. Замалеев). Тепловой расчет гелиотермального теплоснабжения здания.

Гелиотермальная энергетика как один из способов использования солнечной энергии актуальна как для промышленного получения электроэнергии, так и для коммерческого теплоснабжения зданий. На основании оценки располагаемого количества солнечной энергии и климатических данных района проведен тепловой расчет системы гелиотермального отопления, гелиотермального горячего водоснабжения, комбинированной системы (отопление традиционное, горячее водоснабжение - гелиотермальное). Полученные результаты показали, что комбинированная система теплоснабжения в течение 26 недель полностью обеспечивает потребность здания в теплоснабжении. Данный расчет включал в себя выбор солнечных коллекторов, подбор аккумуляторов теплоты, подбор расширительного бака гелиосистемы горячего водоснабжения и циркуляционного насоса. Проведенный расчет стоимости монтажа и эксплуатационных расходов запроектированных систем геотермального теплоснабжения и традиционного показал высокий срок окупаемости и геотермального теплоснабжения. В зимний период солнечная энергия заданного климатического района не может обеспечить нужное количество тепловой энергии, которое могло бы создать комфортные условия для данного здания.

**43. Т.О. Шушляев, С.С. Шугаев** (гр. 5СМ11, н. рук. В.Н. Енюшин). Использование термографии, как метода определения дефектов ограждающих конструкций.

Для оценки энергоэффективности ограждающей конструкции здания рассмотрен метод определения дефектов ограждающей конструкции тепловизионной камерой. Произведено сравнение термограммы, полученной путем термографической съемки, и полей температур, полученных путем расчета с помощью пакета программ Elcut. Актуальность темы обусловлена ужесточением требований к энергосбережению и совершенствованием методов оценки энергопотерь. Тепловизионные камеры позволяют оперативно измерять температурные поля на достаточном больших площадях ограждающих конструкций. У этого метода существует ряд недостатков: систематические погрешности прибора (разрешающая способность, поле зрения и т.п.), случайные погрешности, возникающие при проведении замеров (воздействие солнечной радиации, выбор излучательной способности, метеорологические условия), однако при использовании современных приборов термографии с высоким разрешением, а также при учете излучательной способности поверхности ограждающей конструкции все погрешности можно свести к минимуму.



**44. И.И. Низамов** (гр. ЗТГ03, н. рук. Ю.Х. Хабибуллин). Диспетчеризация объектов ЖКХ.

Рассматриваемая работа относится к области автоматизированного управления комплексом зданий различной функциональной направленности. Техническим результатом является повышение эффективности использования энергетических ресурсов объекта, а именно тепловой энергии, электроэнергии, горячей и холодной воды, природного газа за счет единой технологии контроля и управления системой. Система содержит первичные измерительные преобразователи расхода газа, электроэнергии, тепловой энергии и воды, которые снабжены устройствами отображения информации в виде жидкокристаллического индикатора, модулей контроля температуры, охранно-пожарной сигнализации, измерения относительной влажности. Система снабжена микропроцессорным счетчиком-вычислителем, отображающим информацию с помощью жидкокристаллического индикатора. В счетчике-вычислителе производится сбор и обработка данных, с целью учета расхода ресурсов. Предлагаемая система выгодно отличается от существующих, тем, что полученная о потреблении энергетических ресурсов информация может передаваться по энергосиловым проводникам, радио или по сети интернета.

**45. Г.С. Маннанова** (гр. 5СМ11, н. рук. Д.В. Крайнов). Учет теплотехнических неоднородностей наружных ограждений при определении тепловой нагрузки на систему отопления.

Вопрос повышения энергоэффективности систем микроклимата зданий в России на сегодняшний день является широко обсуждаемым. Чтобы достичь снижения тепловой нагрузки здания, необходимо на стадии проектирования воспроизвести точные расчеты тепловых потерь. Современные многослойные ограждающие конструкции зданий имеют высокую неоднородность. Наличие различных теплопроводных включений в теплозащитной оболочке здания обуславливает необходимость использования такого метода расчета нагрузки на систему отопления, который смог бы учитывать уникальный набор ограждающих конструкций и их узлов для каждого помещения. Для этого расчет приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций должен производиться с использованием элементного подхода, заложенного в СП 50.13330.2012. Данная методика позволяет учитывать передачу теплоты не только по глади ограждающей конструкции, но и через линейные и точечные теплопроводные включения, такие как: откосы оконных проемов, узлы примыкания к стене плит перекрытий, тарельчатые анкеры и т.д. Используя элементный подход, повысится точность расчета потерь теплоты через ограждающие конструкции для конкретного помещения, а многочисленные поправки, вносимые проектировщиками в расчет теплопотерь, будут упрощены.

**46. А.В. Антонов, А.М. Газимов, Д.В. Пазников** (гр. 4ТГ03, н. рук. З.Х. Замалеев). Экспериментальная установка для определения коэффициента диффузии паров водных растворов.

Одной из важных массообменных характеристик является коэффициент диффузии, знание величины которого необходимо при расчетах процессов тепломассообмена как в условиях свободной, так и вынужденной конвекции. Для решения поставленной задачи была создана экспериментальная установка, основными элементами которой являются катетометр, диффузионная трубка, вентилятор, термоанемометр. Из существующих различных методов исследования был выбран стационарный метода Стефана и он является относительно простым, испытанным исследователями и зарекомендовавшим себя по надежным результатам. Суть данного метода заключается в том, что в калиброванной стеклянной диффузионной трубке, находящейся в изотермических условиях происходит испарение с поверхности исследуемой жидкости, а над открытым концом трубки продувается воздух. В этих условиях под жидкостью происходит взаимная диффузия паров и газа. В данной работе представлены экспериментальные результаты исследования коэффициента диффузии паров воды и этилового спирта. Сравнение полученных результатов с известными табличными данными показало хорошую сходимость, что говорит о возможности использования данной экспериментальной установки для дальнейших исследований. Также в этой работе представлено сравнение результатов эксперимента с теоретическими расчетами, проведенными по методу Аппольда, Джиллленда и Слеттери.

**47. О.С. Секарина** (гр. 5СМ11, н. рук. Д.В. Крайнов). Расчетный способ определения коэффициента теплопроводности строительного изделия.

Для возведения ограждающих конструкций зданий с эффективным потреблением энергии в настоящее время активно применяются блоки из различных материалов: керамика, легкий и ячеистый бетон и др. Для улучшения теплозащитных свойств стеновых блоков в них создают воздушные полости или щели, а также помещают вкладыши из теплоизоляционных материалов. Экспериментальные способы определения коэффициента теплопроводности такого строительного изделия предполагают проведение длительных испытаний в климатической камере. При этом измеряется теплопроводность кладки, а не отдельно взятого блока. В работе рассматривается численный метод определения коэффициента теплопроводности стенового блока, основанный на

расчете температурных полей методом конечных элементов в программном комплексе Elcut. В качестве примера выбран блок размерами 390×190×190 мм. Рассмотрены два варианта геометрии щелей блока: в первом случае блок четырех-, во втором- восьмищелевой. Основным материалом блока является керамзитобетон, заполнителем щелей- полистиролбетон. В результате моделирования температурных полей определяется тепловой поток, проходящий через блок. Далее рассчитывается коэффициент теплопроводности стенового блока и определяется эффективность применения щелей и заполнителя.

**48. А.Р. Залялова** (гр. 4ТГ02, н. рук. Г.М. Ахмерова). Современные проблемы теплоснабжения и рациональные пути их решения городов на примере Санкт-Петербурга.

Во втором крупнейшем городе России Санкт-Петербурге преобладает схема централизованного теплоснабжения с открытым ГВС. Казалось бы, что применение закрытой схемы ГВС более эффективно. Но опыт этого города показал, что невская вода не подходит для этой схемы. Из-за агрессивности воды трубопроводы подвергаются коррозии. Исторически сложилось так, что с расширением города темпы строительства инженерных систем отставали, и вместо ТЭЦ были построены крупные котельные, на сегодняшний день устаревшие. В докладе рассматриваются вопросы комплексной модернизации и реконструкции систем теплоснабжения. Необходимость применения новых материалов и оборудования для повышения эффективности, качества, долговечности и надежности. Снижение потерь в тепловых сетях может быть доведено до 1,5-2 % при одновременном уменьшении их стоимости заменой стальных труб высоких давлений и температур на полиэтиленовые, срок работы которых в 3-5 раз больше. В докладе также анализируется возможность замены городских теплоснабжающих систем новой комбинированной системой дальнего горячего водоснабжения от загородных ТЭЦ, расположенных у источников пресной воды и нагревающих ее до 70 °С при отсутствии возврата «обратной» воды, что должно привести к экономии сжигаемого топлива до 30 %.

**49. Б.Х.Мусин, А.З.Вагизов** (гр. 3ТГ01, н. рук. О.Б. Барышева). Метод расчета формулы условной молекулы среднестатистических твердых бытовых отходов (ТБО).

Любые отходы можно классифицировать по происхождению на бытовые, промышленные, медицинские, сельскохозяйственные и т.д., и по свойствам - на «опасные», т.е. токсичные, едкие, воспламеняющиеся и т.п., и «неопасные». Твердыми бытовыми отходами (ТБО) или по западной терминологии «твердыми муниципальными отходами» (Municipal Solid Waste) обычно называют отходы, захоронением или утилизацией которых занимаются городские власти, хотя в последние годы заметно возросла на Западе роль частных предприятий в сборе и переработке ТБО. В связи с этим, было решено найти универсальную методику расчета условной молекулы топлива. Авторами найдена универсальная методика расчета условной молекулы топлива. Поскольку состав и объем бытовых отходов чрезвычайно разнообразен, а усредненные характеристики и свойства этих отходов могут существенно различаться не только для различных стран, но и для различных регионов отдельной страны и даже для разных районов одного и того же города, то для нахождения формулы условной молекулы топлива был использован среднестатистический состав твердых бытовых и промышленных отходов. Авторами была разработана методика расчета условной молекулы топлива. Эта формула необходима для того, чтобы определить при сжигании топлива состав продуктов сгорания, выявить наличие диоксинов и их предвестников, и предпринять меры по обезвреживанию продуктов сгорания. Данная формула может быть использована для любого топлива.

**50. Т.Г. Абдуллаев** (гр. 6СМ11, н. рук. Д.В. Крайнов). Анализ удельной теплозащитной характеристики зданий.

Для нормирования удельного расхода энергии через оболочку здания используется удельная теплозащитная характеристика ( $k_{об}$ ), численно равная потерям тепловой энергии единицы отапливаемого объема здания в единицу времени при перепаде температур в один градус. Она определяется на основе данных о геометрических и теплотехнических параметрах элементов теплозащитной оболочки: стен, окон, кровли, перекрытий. На примере нескольких зданий проанализировано влияние приведенного сопротивления теплопередаче и площадей отдельных элементов фасада на величину удельной теплозащитной характеристики здания. Определена математическая зависимость  $k_{об}$  от коэффициента остекленности фасада, построены диаграммы распределения площадей и удельных теплопотерь через оболочку здания, определены коэффициент компактности и общий теплозащитный коэффициент здания. Отмечено, что изменение значения приведенного сопротивления теплопередаче различных элементов оболочки, а также коэффициента остекленности фасада позволяет подобрать необходимую величину удельной теплозащитной характеристики здания, удовлетворяющую требованиям нормативной документации.

**51. Э.Ф. Закиров** (гр. 4ТГ01, н. рук. Зиганшин А.М., Кареева Ю.Р.). Моделирование струйных завес в помещении с продувкой чистой зоны.

Ранее была выбрана модель численного решения и рассчитана задача о течении струи в помещении, где имеются вредные выделения. Полученные линии тока показывают, что в «чистой» зоне помещения образуется вихревое движение и эта зона становится застойной и в нее происходит проникновение вредностей из «грязной» зоны.

Для того, чтобы избавиться от застойной зоны предлагается дополнительная подача воздуха в чистую зону. Поставленная задача решается численно с помощью программного комплекса Fluent. Воздух подается из щелей конечного размера, расположенных в центре области – струйная завеса и в верхней части «чистой» зоны - продувка. Распределение скорости на истечении равномерно. Вытяжное отверстие находится в верхней части условно «грязной» зоны. Размеры приточных и вытяжного отверстий равны 0,1 м. Геометрические размеры помещения: высота  $H=3$  м, длина  $l=6$ м.

Для замыкания системы уравнений используется модель k-ε «стандартная» с расширенным пристеночным моделированием. Рассматриваются различные варианты соотношения расходов воздуха в приточных отверстиях «грязной» и «чистой» зон. В результате решения получаются картины тока течения, позволяющие судить об эффективности продувки.

**52. Н.Ф. Галиев, А.С. Мошкин** (гр. 4ТГ01, н. рук. Р.А. Садыков). Автоматизированный контроль параметров процесса конвективной сушки строительных материалов с рекуперацией теплоносителя.

Автоматизация процесса сушки осуществляется с помощью датчиков измерения температуры, влажности, давления воздуха и скорости воздушного потока в сушильном аппарате. Термопреобразующие датчики осуществляют контроль температуры, тем самым сигнал с них передается на ПИД-регулятор ТРМ-138, который преобразует сигнал в определенную дискретную величину, а затем этот сигнал через двуканальный -интерфейс «RS-485» поступает на ПК. Датчики давления установлены на входе и выходе из камеры сушки. В процессе сушки материала влажность уменьшается, тем самым уменьшается перепад давления в слое, что позволяет снизить расход воздуха, показания которого считываются на измеритель-регулятор ТРМ-101, а преобразователь частот регулирует частоту вращения лопастей вентилятора. Сигнал со всех датчиков передается на ТРМ-138 и ТРМ-101, а далее он поступает через «RS-485» на ПК. Параметры относительно влажности воздуха ( $\phi$ ) снимаются датчиками ДВТ-02 расположенных внутри камеры сушки. Показания датчиков контролируются, с учетом особенностей высушиваемого материала. Сигналы с датчиков ( $\phi$ ) поступают на ТРМ-138, от которого далее через «RS-485» он поступает на ПК. В приборах установлен модуль «RS-485», что позволяет управлять приборами и выдавать информацию о состоянии регулируемых параметров на ПК.

**53. А.К. Мухаметзянова** (гр. 4ТГ01, н. рук. Р.А. Садыков). Анализ основных законов сохранения тепла и вещества.

Основные законы сохранения тепла и вещества являются базовыми для специалиста (бакалавры, магистры и аспиранты). На основе этих фундаментальных знаний и практических навыков проводится разработка инженерных систем (теплогасоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха), изучаются базовые процессы, происходящие в помещениях зданий и сооружений; формируются навыки расчетов многослойных ограждающих конструкций, а именно правильный подбор и применение тепло- и гидроизоляционных материалов.

В работе представлен теоретический материал по тепло- и массопереносу, рассмотрены и проанализированы основные законы теплового излучения, уравнения энергии, конвективно-диффузионного переноса вещества, уравнения неразрывности потока, Навье-Стокса.

Освоение теоретических вопросов по тепло- и массопереносу очень важно для специалиста, работающего в области проектирования инженерных коммуникаций, т. к. квалифицированный инженер должен изнутри понимать физико-математическую природу рассматриваемого процесса или явления, даже несмотря на тот факт, что многие расчеты в настоящее время максимально автоматизированы с помощью специальных программ.

**54. К.И. Харьковский** (гр. 4ТГ01, н. рук. Р.А. Садыков). Сравнительный анализ теплофизических характеристик вакуумных теплоизоляционных панелей.

Одними из самых эффективных теплоизоляционных материалов на сегодняшний день являются так называемые вакуумные изоляционные панели. Их теплотехнические характеристики, такие как коэффициент теплопроводности, плотность, теплоемкость, температуропроводность, а также срок службы значительно превосходят характеристики распространенных изоляционных материалов, например, пенополистирола, пенополиуретана, минваты стекловаты и др.

В данной работе рассматривается перспектива использования таких панелей, их характеристики, а также проводится сравнительный анализ с распространенными утеплителями.

Идея вакуумных изоляционных панелей состоит в том, что с помощью воздухонепроницаемых материалов конструируют замкнутый контур, в котором создается давление около 10 кПа. Для минимизации эффекта просачивания газов через микропоры применяют наполнитель с высокими сорбирующими свойствами, в том числе микрокремнезем, дисперсные порошки на основе диатомитов, которые позволяют сохранять давление внутри панели почти без изменений на срок более 30 лет с поддержанием коэффициента теплопроводности  $\lambda$  в пределах 0,006-0,008 Вт/(м\*К).

**55. А.А. Халилов** (гр. 4ТГ01, н. рук. Р.А. Садыков). Приближенный расчет взаимосвязанного теплопереноса.

Решения краевых задач для систем дифференциальных уравнений тепло- и массопереноса во многих случаях выражаются сложными аналитическими зависимостями. В работе предлагается рассмотреть более простой способ определения аналитических решений с помощью феноменологических законов, принятых в термодинамике неравновесных состояний. В ее основе лежат два основных принципа: 1) линейный закон процессов переноса и 2) соотношение взаимности Онсагера. Для вывода систем дифференциальных уравнений молекулярного переноса вводятся предположения относительно модели термодинамической системы: во-первых, внутри изотропного тела имеется  $n$  различных субстанций и процесс переноса происходит под действием  $n$  обобщенных сил, потенциалами которых являются скалярные функции; во-вторых, термодинамическая система является существенно гетерогенной и непрерывной. Полученная путем математических преобразований обобщенная система дифференциальных уравнений взаимосвязанного переноса позволяет при конкретных потенциалах переноса и теплофизических коэффициентах переноса записать соответствующие системы взаимосвязанного переноса для молекулярных растворов, для капиллярно-пористых тел, для двухфазного переноса жидкости через пористые среды, для переноса тепловых нейтронов в ядерных реакторах и т.д.

**56. Б.Р. Валиуллин, Е.С. Желтухина** (гр. 4ТГ03, н. рук. Ю.В. Лавирко). Анализ подготовки воды в котельных г. Зеленодольска и предложения по усовершенствованию водоподготовки.

В настоящее время в г. Зеленодольск существует 11 котельных, на каждой из которых осуществляется химическая очистка воды, однако соблюдать стандарты по части водоподготовки в них не представляется возможным (отсутствуют надежные и автоматизированные установки очистки воды).

Водоподготовка в г. Зеленодольск осуществляется на установке умягчения воды, состоящей из солевого бака и натрий-катионитового фильтра, где вследствие ионного обмена из воды удаляются катионы кальция и магния, а вода обогащается ионами натрия. Регенерация фильтрующего материала фильтров производится раствором поваренной соли. Все операции по регенерации осуществляются автоматически с помощью блока управления. Химочищенная вода после фильтра ХВО направляется в бак запаса умягченной воды. Этот метод устарел и не позволяет получать воду высокого качества.

На примере котельной № 8 предлагаем усовершенствовать систему умягчения воды и водоподготовки, подобрав мембранную подготовительную установку. Эта система даст возможность воде соответствовать установленным нормам, увеличить КПД котельной и обеспечить экологичность ХВО за счет отсутствия сбросов солевых стоков.

**57. Э.Т. Джафаров** (гр. 2ЭН01з, н. рук. Р.А. Садыков). Российская энергетика: проблемы и перспективы ее развития.

Энергетический комплекс без преувеличения может быть назван одной из ключевых отраслей промышленности. Без теплоэнергии невозможно производство в практически любой другой области. Таким образом, от энергетики, в конечном счете, зависит вся экономика нашей страны. В работе анализируется состояние в настоящее время российской энергетики и перспективы ее развития.

По оценкам экспертов, от 50 до 80 % оборудования энергетической промышленности уже выработало или в ближайшие годы выработает свой ресурс. У нас не хватает генерирующих мощностей, используется недостаточно эффективно имеющиеся ресурсы: весь объем вырабатываемой энергии часто бывает сложно передать потребителю вследствие высокого износа оборудования и инженерных систем, в том числе централизованного теплоснабжения, на которые приходится свыше 24 % потерь теплоты.

По энергетической стратегии России ВВП вырастет с 2005 до 2030 г. в 3,5-5 раза, расход энергии - на 45-75 %. Это потребует двукратного снижения энергоемкости ВВП. Россия имеет 20 % от известных мировых энергоресурсов. При должной ее интенсификации производство энергии планируется увеличить на 25-45 %. Уголь, АЭС и ГЭС станут замещать нефть и газ, доля последнего снизится с 42,5 до 41 %.

В работе был сделан анализ существующей в настоящее время российской тепловой энергетики, а так же рассмотрен один из существующих методов решения проблем с теплопотерями, что приводит к и снижению себестоимости тепловой энергии.

**58. Н.А. Бобкова** (гр. 5СМ12, н. рук. В.А. Бройда). Экономия энергии некоторыми видами систем утилизации тепла удаляемого воздуха.

Выбраны характерные населенные пункты для проведения исследования, для каждого из которых составлена климатическая модель, учитывающая изменения и температуры и влажности наружного воздуха в течение отопительного периода. В зависимости от этих условий уточняются внутренние параметры воздуха, в частности относительная влажность. Скомпонованы исследуемые приточные установки, а именно: установка без утилизации, установка с перекрестно-точным пластинчатым утилизатором с предварительным подогревом, установка с перекрестно-точным пластинчатым утилизатором с догревом удаляемого воздуха.

Данные установки рассчитаны с помощью программного комплекса для определения потребления тепловой энергии в годовом цикле, на основании которых выявляется годовая эффективность перекрестно-точного пластинчатого утилизатора и наиболее эффективная компоновка.

Результаты представлены в виде экономии теплоты  $\Delta Q$  кВт и годовой экономии бюджета  $\text{Э}$  руб/год за счет утилизации теплоты. Полученные данные могут быть использованы для расчета и проектирования энергоэффективных приточных установок с перекрестно-точными пластинчатыми утилизаторами.

### **Кафедра Химии и инженерной экологии в строительстве**

Председатель В.Ф. Строганов  
Зам. председателя Р.Т. Ахметова  
Секретарь Д.Б. Наумова

#### **ПЕРВОЕ ЗАСЕДАНИЕ**

14 апреля, 11.00, ауд. 1-40

**1. М.О. Амельченко, В.Ф. Строганов.** Наполнение активированным каолином водно-дисперсионных стирол-акриловых лакокрасочных материалов.

Рассмотрено влияния каолина активированного различными способами (ультразвуковая и кислотная обработка, термическая активация) на основные технологические и эксплуатационные характеристики водно-дисперсионных стирол-акриловых лакокрасочных покрытий

При наполнении стирол-акриловых пленкообразователей активированными каолинами в различных количественных соотношениях установлено влияние их структуры на свойства лакокрасочных покрытий. Наполнение каолинами кристаллической структуры способствует аддитивному увеличению характеристик лакокрасочных покрытий, а совместное применение активированных наполнителей кристаллической и аморфной структур обуславливает проявление синергетического эффекта. Сочетание в рецептуре трех видов исследованных активированных наполнителей усиливает синергетический эффект.

**2. Р.Т. Ахметова, Г.А. Медведева, В.Ф. Строганов.** Пропиточные технологии при получении композиционных материалов на основе отходов промышленности

Недостатки многих композиционных материалов на основе техногенных отходов (пористость, низкая прочность) можно исправить с помощью пропитки изделий в серных расплавах, тем более что сера сама является отходом производства. При пропитке в расплавах сера, заполняя поры цементного камня, обладая при этом полной водонепроницаемостью и высокой коррозионной стойкостью к различным солям и кислотам, гарантирует высокие прочностные и физико-механические свойства.

Свойства пропитки композиционных материалов определяются, во многом, вязкостью серного расплава. Низковязкие серные пропиточные составы способны обеспечить проникновение серы в объем материала и формирование упрочняющих и водостойких покрытий. В этом плане интересно использование модифицирующих добавок, обеспечивающих расплаву низкую вязкость. При исследовании реологических свойств расплавов, получаемых с использованием ряда модификаторов, было установлено значительное падение вязкости в широком температурном интервале, что существенно повышало технологичность процесса и обеспечивало быстрое перемешивание реакционной смеси, формирование однородной реакционной массы и обеспечивало получаемым материалам высокие прочностные и эксплуатационные свойства.

Пребывание серы в реакционной температурной зоне сократилось почти вдвое, что позволило значительно сократить энергоресурсы.

**3. Е.Н. Сундукова, А.И. Садриева.** Интенсификация процессов очистки бытовых сточных вод.

В последние годы возрос спрос на современные очистные сооружения небольшой производительности. Однако, при разработке и реализации подобных проектов необходимо учитывать такие специфические факторы, присущие системе ЖКХ малых городов и населенных пунктов, как: неразвитые системы централизованной канализации, трудности с получением дополнительных электромощностей, недостаток финансирования и квалифицированных кадров, низкая заработная плата персонала.

Типовая технология очистки бытовых сточных вод включает: механическую, биологическую очистку и обеззараживание очищенной воды. От того, насколько хорошо осуществляется процесс механической очистки, во многом зависит дальнейшее протекание биологической очистки. В связи с этим, рассмотрены и обобщены новые способы и приемы, позволяющие интенсифицировать работу сооружений механической очистки.

Остро нуждаются в реконструкции или замене и сооружения биологической очистки. В условиях недофинансирования большой интерес вызывают методы интенсификации и повышения эффективности процесса биологической очистки без использования крупномасштабной перестройки. Анализ научно-технической литературы показал многообразие предлагаемых решений: использование комбинированных сооружений, более широкое внедрение погружных биофильтров и новых современных загрузочных материалов для них, ретехнологизация работы аэротенков, применение стимуляторов жизнедеятельности активного ила.

**4. А.М. Мухаметова, В.Ф. Строганов.** Изучение влияния модифицированных композиций на основе водорастворимой эпоксидной смолы на молекулярную подвижность и свойства эпоксидных полимеров.

Композиции на основе водорастворимых эпоксидно-гидантоиновых смол являются современными экологичными защитными покрытиями, обладающими высокими деформационно-прочностными и адгезионными характеристиками.

Предложены варианты модификации эпоксидно-гидантоиновой смолы среднемолекулярными эпоксидиановыми смолами, хлорсульфированным полиэтиленом, нефтеполимерной смолой, позволяющие получать технологичные, стабильные и экологичные водосодержащие олигомер-олигомерные и олигомер-полимерные композиции. Модифицированные эпоксиолигомеры обладают более высокой жизнеспособностью, а полимеры - молекулярной подвижностью, прочностью на разрыв и адгезией к бетонным поверхностям.

Подтверждена эффективность метода ядерно-магнитного резонанса для определения молекулярной подвижности в сложных модифицированных олигомер-полимерных и полимер-полимерных эпоксидных системах.

**5. Н.С. Громаков.** О применении современных web-технологий при подготовке экологов.

Современному человеку для эффективной профессиональной деятельности необходима разнообразная информация. Основными источниками учебной информации для студентов в настоящее время являются разнообразные ресурсы Интернета. Информационные и телекоммуникационные технологии становятся настолько распространенными и доступными в образовании, что порой непросто определить, какие из них и как использовать для развития информационной компетенции студентов. Поэтому вузам и преподавателям важно, с одной стороны, обеспечить образовательный процесс необходимыми информационными ресурсами, а, с другой, научить студентов поиску, анализу, обработке и передаче информации. Основой для этого у студентов-экологов следует рассматривать курс «Информационные технологии инженерной защиты окружающей среды», читаемый именно студентам первого курса и позволяющий уделить данным вопросам должное внимание. Так, например, в самом начале учебы каждый студент получил индивидуальное задание: подробно ознакомиться с web-сайтом КГАСУ и представить в виде презентации в PowerPoint свой персональный взгляд на его содержание, структуру, выделить его наиболее знаковые стороны и высказать свои предложения. Считаю, что подобные задания для студентов 1 курса должны способствовать формированию у них компетенций, позволяющих участвовать в практической деятельности и решать профессионально значимые задачи.

**6. А.В. Шарафутдинова.** Зарубежный опыт управления охраной окружающей среды.

Важным этапом в развитии экологического образования в мире стала первая Межправительственная конференция по образованию в области окружающей среды, созванная ЮНЕСКО совместно с ЮНЕП осенью 1977 г. На ней была принята стратегия развития образования в области окружающей среды на национальном уровне, а также выработано более 40

конкретных рекомендаций по совершенствованию экологического просвещения, применительно к образованию. Одним из разделов дисциплины «Экология» является тема «Управление охраной окружающей среды». В рамках этой тематики, помимо Российских служб по экологии рассматривается зарубежный опыт управления качеством окружающей среды. Например, каждый штат в США создал собственную систему природоохранных органов, различающихся по структуре, сферам и объему полномочий. Созданная в Японии система законодательных актов по регулированию природопользования охватывает все основные направления по контролю за загрязнением окружающей среды и улучшению ее состояния. От организации качественного управления охранной окружающей среды зависит ее состояние, поэтому все государства мира должны приложить усилия для создания качественной системы управления природоохранной деятельности.

**7. В.Ю. Осипова.** Роль и место олимпиадной работы студентов в освоении предметных компетенций.

Одной из основных задач современного высшего образования в условиях глобализации и интеграции российского образования в мировое образовательное пространство является выявление талантливой, проявляющей творческие способности молодежи.

Проведение таких творческих научно-ориентированных мероприятий, как олимпиады способствует решению этой задачи. Расширение сфер применения современных инфокоммуникационных технологий в области образования дает возможность массового участия одаренных студентов в олимпиадах и расширяет географию участников.

Интернет - олимпиада дает возможность оценить умение творчески мыслить, способствует саморазвитию молодежи, повышает инфокоммуникационную культуру студентов и преподавателей. Участие в олимпиадах побуждает студентов к более глубокому изучению дисциплин и применению полученных знаний на практике.

Тематическое наполнение олимпиадных заданий реализует различные уровни компетентности, что дает возможность судить о способности решать практико-ориентированные задачи, используя знания законов и методов, положений, анализировать использованные методы решения, интерпретировать полученные результаты с учетом поставленной задачи.

В данной работе проанализированы результаты первого тура Открытой международной Интернет-олимпиады по дисциплине «Экология».

**8. Н.Н. Комлева.** Особенности организации самостоятельной работы студентов при изучении аналитической химии в техническом вузе.

Студент и выпускник вуза должен не только получить знания, умения и навыки, но и уметь самостоятельно приобретать новые научные сведения, самообразовываться, саморазвиваться. В связи с этим большое значение приобретает самостоятельная работа студента. Цель работы – выявить эффективность самостоятельной работы на формирование учебных универсальных действий и совершенствование ключевых компетенций обучающихся. Автором показано, что достичь этого можно организовав проведение лабораторных работ с элементами научных исследований, индивидуальных домашних заданий, тестирования. Разработаны методические рекомендации, варианты домашних заданий и тестов, т.е. комплекс дидактических материалов. Сделан вывод о том, что самостоятельная работа способствует повышению качества знаний, лучшему усвоению ключевых компетенций обучающихся, формирует умение целенаправленно работать с информацией.

**9. Д.Б. Наумова.** Развитие эколого-профессиональных компетенций на факультативной дисциплине «Строительная экология».

Современному инженеру-строителю, для того, чтобы удовлетворять запросы общества, и быть инновационным, информационным и находиться в непрерывном качественном развитии, нужно обладать способностью, действовать в различных нестандартных ситуациях, требующих непрофильных знаний, таких как экология, управление персоналом и экономика. Для этого на этапе обучения, помимо освоения компетенций, которые включены в ФГОС ВО, бакалавру строительного направления необходимо развивать дополнительные компетенции. Такими компетенциями, как мы считаем, могут стать эколого-профессиональные компетенции, которые выступают как интегративные компетенции, сочетающие в себе экологические и профессиональные компетенции. Для их развития в процессе подготовки мы считаем, необходимо предусмотреть факультативные дисциплины. Такой дисциплиной, может выступать «Строительная экология». Данная дисциплина поможет инженеру-строителю применять полученные экологические знания и быть готовым к их практическому использованию в строительной отрасли.

**10. М.О. Амельченко, В.Ф. Строганов, А.А. Гудаерова.** Анализ перспективных наполнителей лакокрасочных материалов.

Известно, что одну из важных ролей в обеспечении высокого уровня защитных характеристик водно-дисперсионных лакокрасочных материалов играют наполнители. Современный ассортимент представлен широким спектром минеральных наполнителей среди которых наибольшей популярностью пользуются мел, каолин, микрокальцит. Одним из наиболее перспективных наполнителей в лакокрасочной промышленности является волластонит, в связи с чем, актуально проведение сравнительных исследований защитных свойств покрытий наполненных традиционными наполнителями (мел, каолин) и волластонитом.

Установлено, что наполнение стирол-акрилового пленкообразователя Э-21 волластонитом способствует повышению уровня таких характеристик, как смываемость (на 20 %), водо- и влагопоглощения (на 10-15 %), а также адгезионной прочности к стальному субстрату (на 50 %). Показано, что наполнение волластонитом актуально для получения покрытий обладающих высокими эксплуатационными характеристиками и применения их для защиты поверхностей, подвергающихся воздействиям механического (истирание, смываемость) и химического (действие агрессивных сред) видов.

**11. С.В. Водопьянова, Р.С. Сайфуллин, А.Р. Абдуллина, М.В. Курманаевская, Р.Т. Ахметова** (КНИТУ-КХТИ). Композиционные хромовые покрытия с дисперсной фазой графита.

В настоящее время успешно развивается технология электроосаждения композиционных электрохимических покрытий (КЭП), получаемых из суспензий, представляющих собой электролиты с добавкой определенного количества высокодисперсного порошка. КЭП, как перспективные покрытия, широко исследуются не только в нашей стране, но и за рубежом. Значительная доля исследований по КЭП охватывает системы с матрицей из никеля, меди, цинка, и незначительно с матрицей из хрома.

Одним из главных недостатков хромирования является высокая токсичность основного компонента электролита хромового ангидрида. Снижение экологической опасности процесса хромирования – одна из актуальных проблем гальванотехники.

Для решения этих проблем используются малоконцентрированные электролиты, или нетоксичные электролиты, содержащие соединения трехвалентного хрома.

Установлено, что частицы ДФ из высокодисперсного графита способствуют получению блестящих покрытий за счет образования мелкокристаллической структуры по сравнению с контрольными образцами. Твердость КЭП закономерно уменьшается с 10 ГПа до 8 ГПа. Износостойкость КЭП повышается. Методом рентгенофлуоресцентного анализа установлено более равномерное распределение хрома по поверхности образца.

Несмотря на высокую агрессивность хромового электролита, в промышленности применяют пока только электролиты на основе хрома (VI), так как они позволяют получать защитно-декоративные, коррозионно-стойкие, износостойкие покрытия. Электролиты на основе трехвалентного хрома позволяют получать только защитно-декоративные покрытия.

**12. В.Ш. Хайбиева, Р.Е. Фомина, С.В. Водопьянова, А.А. Пермяков, Р.Т. Ахметова** (КНИТУ-КХТИ). Замена токсичных хромовых электролитов экологически безопасным никелевым электролитом.

На современном этапе научно-технического прогресса качество поверхностей деталей является главным показателем надежности и технического совершенства при производстве и эксплуатации машин. Необходимые показатели рабочих поверхностей деталей обеспечиваются нанесением на них электрохимических покрытий. В отношении функционального применения наиболее универсальными являются хромовые покрытия, так как они обеспечивают жаростойкость, низкий коэффициент трения, высокую твердость и хорошую химическую устойчивость деталей. Однако они относятся к числу наиболее опасных и токсичных. Поэтому в подавляющем большинстве случаев, специалисты в области гальванотехники для получения покрытий используют электролиты с меньшей токсичностью.

Проведены исследования возможности снижения экологической опасности гальванопроизводства заменой хромовых электролитов электролитами, содержащими соли никеля. В ходе исследований было выявлено, что никелевые электролиты в паре с различными видами микро- и наночастиц второй фазы способны заменить собой хромовые и обеспечить получение покрытия с высокими защитными свойствами.



## ВТОРОЕ ЗАСЕДАНИЕ

17 апреля, 9.00, ауд. 1-40

Председатель В.Ф. Строганов  
Зам. председателя Р.Т. Ахметова  
Секретарь Д.Б. Наумова

**1. А.Н. Ахметгареева** (гр. 6СМ16, н. рук. Р.Т. Ахметова). Безотходная технология серных бетонов с использованием техногенных отходов

По мере развития современного производства с его масштабностью и темпами роста все большую актуальность приобретают проблемы разработки и внедрения безотходных технологий. Под безотходной технологической системой следует понимать такое производство, в результате деятельности которого не происходит выбросов в окружающую среду.

Серные бетоны по сравнению с традиционными имеют ряд технических преимуществ, заключающихся в быстром наборе прочности, обусловленном только временем остывания смеси, высокой прочностью, водостойкости, морозостойкости и других эксплуатационных свойствах. Известно, что высокие физико-механические характеристики получаемых материалов определяются оптимальным структурообразованием, химическим и минералогическим составом компонентов.

В этой связи важным является использование ряда инертных и химически активных многотоннажных техногенных отходов, которые оказывают структурирующее действие и формирование дополнительных химических связей между связующим и наполнителем. Такие технологии позволяют экономить материальные и энергетические ресурсы и получать материалы, отвечающие требованиям современного материаловедения.

**2. Я. Герасимик** (гр. 6СМ16, н. рук. Р.Т. Ахметова). Получение цементных бетонов с использованием техногенных отходов химической промышленности

Рост потребления благ человеком привел к существенному увеличению объемов образования различных отходов, в том числе – техногенных отходов химической промышленности, которые являются серьезной экологической угрозой. Многие техногенные отходы по своему составу и свойствам близки к природному сырью и могут выступать в качестве сырьевых материалов для многих композиционных материалов, в том числе, строительного назначения. Использование промышленных отходов позволяет покрыть до 40 % потребности строительства в сырьевых ресурсах. Добавление в производство цементного бетона отходов химической промышленности способствует появлению новых и более эффективных эксплуатационных показателей конечного результата, позволяет на 10-30 % снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья, создавать новые материалы с высокими технико-экономическими показателями и уменьшить загрязнение окружающей среды.

**3. Р.Р. Шайхутдинова, С.А. Мургазина** (гр. 5СМ16, н. рук. Р.Т. Ахметова). Химически стойкие и радиационнозащитные материалы на основе промышленных отходов.

Экологическая и экономическая целесообразность и необходимость повторного и многократного использования природных ресурсов путем вовлечения части отходов производства и потребления в хозяйственный оборот в качестве вторичного сырья доказана многолетней практикой во многих странах мира.

В регионах с развитым промышленным потенциалом ежегодно образуется огромное количество промышленных отходов, которые весьма негативно отражаются на состоянии окружающей среды. Промышленность строительных материалов является наиболее перспективной отраслью по переработке техногенных отходов и попутных продуктов производств, что обусловлено многотоннажностью выпускаемой строительной продукции, близостью химического состава материалов. Одним из направлений по повышению долговечности, коррозионной и химической стойкости, а также увеличению межремонтного периода эксплуатации конструкций является разработка эффективных композиционных материалов, способных противостоять агрессивному воздействию среды. Исследования последних лет показали, что для получения химически стойкого и сравнительно недорогого композиционного материала в качестве связующего может быть использована сера нефтехимического комплекса. Расширению применения серных бетонов в строительстве способствует их высокая химическая, атмосферо- и морозостойкость, низкое водопоглощение, тепло- и электропроводность, повышенные прочностные характеристики, возможность повторного использования и применение в качестве исходного сырья серосодержащих вторичных отходов. В случае использования ряда модифицирующих добавок возможно придать материалам радиационнозащитные свойства.

**4. А.Н. Ахметгараева** (гр. 6СМ16, н. рук. Е.Н. Сундукова). Утилизация техногенных отходов в производстве современных строительных материалов.

Образование и накопление промышленных отходов в окружающей среде обусловлено несовершенством технологических процессов, недостатками в организации производства, а также отсутствием экономических механизмов управления обращения с отходами.

В работе рассмотрены основные крупнотонножные отходы, образующиеся в угледобывающей промышленности, топливно-энергетическом и нефтегазовом комплексах, черной и цветной металлургии, химической и деревообрабатывающей промышленности. Эти отходы могут использоваться для производства современных строительных материалов (кирпича, цемента, шлакоблоков, заполнителей бетонов и др.). Многие, вновь полученные материалы, обладают более лучшими эксплуатационными свойствами, по сравнению с традиционными, например, повышенной влаго- и морозостойкостью, водонепроницаемостью, механической стойкостью и др.

Строительная отрасль является крупнейшим потребителем невозобновляемых природных ресурсов, поэтому использование техногенных отходов в производстве строительных материалов будет способствовать не только утилизации отходов, но и экономии энергоресурсов и улучшению экологической обстановки в регионах.

**5. К.В. Савичева** (гр. 6СМ16, н. рук. Е.Н. Сундукова). Сравнительный анализ методов технического обращения с радиоактивными отходами

Радиоактивные вещества и источники ионизирующего излучения широко используются в атомной энергетике и вооруженных силах, во многих отраслях промышленности, в здравоохранении, научных исследованиях. В связи с этим особенно острой является проблема утилизации и захоронения радиоактивных отходов (РАО). Ликвидация отходов заключается в изоляции их от окружающей среды на длительный срок в специальных хранилищах или в геологической среде, при этом важно обеспечить очень малый риск вторичного загрязнения окружающей среды при небрежном вмешательстве человека.

В работе проведен анализ современных методов технического обращения с твердыми и жидкими РАО, выявлены основные достоинства и недостатки методов. Согласно требованиям СП 2.6.6.1168-02 такие отходы должны перерабатываться, храниться, транспортироваться и подвергаться захоронению таким образом, чтобы негативное воздействие от радиации на окружающую среду не превышало установленных пределов. Стадии технического обращения с РАО зависят от вида отходов, их физических и химических

свойств, а также от уровня их активности. Характер и свойства отходов подлежат учету, регистрации и документированию с последующей передачей этих данных от одной стадии переработки к другой.

**6. Р.А. Шаехов, Л.Р. Хуснутдинова** (гр. 6СМ16, гр. ЗИ301, н. рук. В.Ф. Строганов, И.В. Строганов). Моделирование процессов биоповреждения высокопрочных песчаных бетонов в органических средах.

Как известно, доля и роль высокопрочных бетонов в мировой строительной индустрии стремительно возрастает и сопровождается появлением и развитием новых архитектурных форм и функционально новых видов сооружений. В этой связи все более возрастает роль высокопрочных песчаных бетонов (ВПБ), под которыми следует понимать многокомпонентные композиционные материалы на основе минеральных вяжущих, кварцевого песка и суперпластификаторов, свойства которых в итоге определяются видом, размерностью и характером взаимодействия составляющих их компонентов. Известно, что бетоны, включая ВПБ, в процессе эксплуатации могут подвергаться коррозионному воздействию микроорганизмов - биоповреждению. Как следует из литературы, процессы биоповреждения ВПБ до настоящего времени не изучались. В этой связи при моделировании процессов биоповреждения ВПБ нами впервые использовались карбоновые кислоты, ранее с успехом примененные для этой же цели в случае цементно-песчаных растворов. Цель работы заключалась в определении устойчивости образцов ВПБ марок М 600, М 800 и М 1000 в растворах карбоновых кислот и их смесей при моделировании процесса биоповреждения. В результате проведенных исследований были получены серии кинетических зависимостей изменения прочностных характеристик образцов бетонов после экспозиции в модельных средах кислот при температуре 40 °С. На основе их анализа, можно сделать вывод, что биостойкость ВПБ, в основном, определяется их маркой и временем экспозиции в модельной среде.

Образцы высокопрочных песчаных бетонов были предоставлены к. т. н., доцентом кафедры ТСМИК КГАСУ Н.М. Морозовым, трагическая гибель которого в феврале этого года прервала начатые совместные исследования.

**7. А.А. Сабирова, Б.Р. Вахитов** (гр. 5СМ16 н. рук. В.Ф. Строганов, Е.В. Сагадеев). Биоповреждение наномодифицированных цементно-песчаных растворов в модельных средах карбоновых кислот.

Известно, что одним из путей увеличения технологических и эксплуатационных характеристик минеральных строительных материалов является введение в них различных модифицирующих добавок, применение которых приводит к повышению их физико-химических свойств. В последнее время в качестве добавок к минеральным строительным материалам часто используются углеродные нанотрубки (УНТ) различных производителей. Следует отметить, что в литературе нет единого мнения по эффективности применения (УНТ) в качестве модификаторов бетона. В этой связи в настоящей работе изучалось влияние на прочностные характеристики цементно-песчаных растворов (ЦПР) мало функционализированных УНТ: «Таунит», производства ООО «НаноТехЦентр» и «Tuball», производства компании «Ocsial». С этой целью моделировался процесс биоповреждения наномодифицированных ЦПР в средах двух- и трехосновных карбоновых кислот: щавелевой и лимонной. В результате были получены кинетические зависимости  $R_{изг} = f(t)$  и  $R_{сж} = f(t)$  изменения прочностных характеристик образцов ЦПР после экспозиции в средах карбоновых кислот при температуре 40 °С. На основании анализа полученных кинетических данных можно сделать вывод о том, что введение в состав ЦПР мало функционализированных УНТ не приводит к повышению их прочностных характеристик.

**8. Д.А. Староверов, А.Б. Гарифуллин, А.А. Нуруллин** (гр. 6СМ16, гр. 4ИЗ01, н. рук. О.В. Спирина, Е.В. Сагадеев). Концепция устойчивого развития РТ в рамках работы студенческого экологического отряда «Гринлайт».

Экологическая деятельности студенческого отряда КГАСУ «Гринлайт» является результатом самостоятельной работы студентов и направлена на проведение благотворительных акций и воспитательных мероприятий. Студенческий экологический отряд «Гринлайт» в рамках нравственно-экологического воспитания выполняет несколько функций:

- экологическая (очистка акваторий и территорий от мусора и других инородных загрязнителей, выполнение других работ для поддержания гармонии между человеком и окружающей природной среды);
- эколого-социальная (проведение агитаций среди школьников и студентов для развития в них экологического мышления и поддержания идеи экологически образованного общества);
- социальная (прохождение студентами учебной и производственной практики, получение опыта работы в экологической сфере);

Помимо решения экологических задач, студенческий экологический отряд КГАСУ «Гринлайт» намерен вести благотворительную деятельность помощи ветеранам и нуждающимся в бытовой и моральной поддержке людям в тех населенных пунктах, на которые будет выезжать отряд для проведения своей работы.

**9. А.Р. Анамова** (гр. 3ИЗ01, н. рук. О.В. Спирина). Мониторинг окружающей среды как средство борьбы с загрязнением природы и защиты населения.

Длительное время человечество проводило наблюдения лишь за состоянием и изменениями природной среды, которые обусловлены естественными причинами. Однако состояние биосферы изменяется под воздействием совокупности антропогенных и естественных факторов. Чтобы выделить эти изменения, возникла необходимость в организации специальных наблюдений за изменениями биосферы под влиянием человеческой деятельности. Такую систему наблюдений за состоянием окружающей среды называют мониторингом, в процессе которого осуществляется наблюдение, оценка и прогноз.

Мониторинг имеет большое народно-хозяйственное значение. На основе оценки можно проанализировать, насколько те или иные мероприятия и программы решают выявленные проблемы, то есть снижают выявленный потенциальный ущерб здоровью населения и окружающей природной среды. Идентификация проблемы решает задачу по оценке экологической ситуации, установлении причинно-следственных связей и их количественных характеристик. Прогноз предполагает выявление оптимальных способов устранения причин и условий возможных негативных изменений.

**10. Т.А. Никифорова, Л.Р. Биктагирова, Г.И. Ахмадиева, К.В. Савичева** (гр. 3ИЗ01, гр. 6СМ16, н. рук. В.Ф. Строганов, Е.В. Сагадеев, Б.Р. Вахитов). Моделирование процессов биоповреждения минеральных строительных материалов в слабоагрессивных средах.

Проблема биологической коррозии минеральных строительных материалов (МСМ), изделий и конструкций на их основе является весьма сложной и многогранной. Различные виды микроорганизмов и, в первую очередь, плесень, заселяя поверхности МСМ, обуславливают их биокоррозию. Таким образом, биокоррозия – это процесс разрушения МСМ под действием микроорганизмов и продуктов их метаболизма, которыми является комплекс карбоновых кислот

различной основности. При моделировании в лабораторных условиях процессов биоповреждения МСМ образцы испытуемых цементно-песчаных растворов (ЦПР) помещают в кинетическую установку, позволяющую проводить исследования в интервалах температур и pH среды. В качестве модельных сред используют слабоагрессивные карбоновые кислоты: одно-, двух- и трехосновные, а также гидроксикарбоновые кислоты. Использование лабораторной установки позволяет получать спектр кинетических зависимостей изменения прочностных характеристик образцов ЦПР после выдерживания их в модельных средах карбоновых кислот и их смесей при различных температурах и времени экспозиции. Эти данные позволяют определить кинетические параметры (порядок и константу скорости реакции) процесса биокоррозии строительных материалов и сформулировать основные положения теории биоповреждения МСМ.

**11. А.Р. Бикмухаметова, Р.Р. Нигматзянова, Г.Р. Нигматуллина, Д.Р. Хайрутдинова** (гр. 4И301, н. рук. В.Ф. Строганов, Е.В. Сагадеев, Б.Р. Вахитов). Аппаратурное обеспечение проведения испытаний минеральных строительных материалов на биостойкость в модельных средах.

Моделирование процессов биоповреждения минеральных строительных материалов в слабоагрессивных средах карбоновых кислот является одним из актуальных направлений при решении проблемы биокоррозии строительных материалов, изделий и конструкций на их основе. В рамках этого научного направления для проведения кинетических исследований процессов биоповреждения образцов строительных материалов разработан новый вариант лабораторной установки, на которую получен патент РФ. Использование нового аппаратного обеспечения при испытаниях строительных материалов на биостойкость позволяет: с высокой точностью измерять и поддерживать pH модельной среды на заданном уровне; позволяет обеспечивать постоянство концентраций компонентов модельной среды за счет постоянного перемешивания; регистрировать количество расходуемой модельной среды; автоматически градуировать pH-электрод и обеспечивать автономную работу кинетической установки во весь период проведения испытаний. Моделирование процессов биоповреждения цементно-песчаных растворов (ЦПР) проводится в растворах карбоновых кислот при температуре среды 40 °С, при постоянном значении pH = 3 (наиболее рекомендуемом в литературе). Повышение температуры модельной среды позволяет сократить время проведения испытаний на биостойкость с 28 до 8 суток. В результате проведенных исследований получен спектр кинетических зависимостей  $R_{изг} = f(t)$  и  $R_{сж} = f(t)$  изменения прочностных характеристик образцов ЦПР после экспозиции в модельных средах карбоновых кислот и их смесей.

**12. Л.И. Гиниатуллина, Л.Р. Хуснутдинова, А.А. Юсупова** (гр. 3И301, н. рук. О.В. Спирина). Учение В.И. Вернадского о биосфере и решение глобальных экологических проблем.

Выдающийся ученый В.И. Вернадский является основоположником научного направления, названного им биогеохимией, которое легло в основу современного учения о биосфере. Многие из того, о чем писал Вернадский, становится достоянием сегодняшнего дня. Современными и понятными оказались его мысли о целостности, неделимости цивилизации, о единстве биосферы и человечества. Переломный момент в истории человечества, о чем сегодня говорят ученые, политики, публицисты, был увиден Вернадским.

Вернадский, анализируя геологическую историю Земли, утверждает, что наблюдается переход биосферы в новое состояние – в ноосферу под действием новой геологической силы, научной мысли человечества. Критическим моментом, определяющим трагизм ситуации, в которой сегодня находится наша планета, является глубочайший разрыв между техническими возможностями человека и его нравственным развитием. Разрыв между разумом и интеллектом – главное препятствие на пути формирования ноосферы. Разум – это способность творить добро и гармонию, находить этически оправданное решение на основе добытых наукой знаний о природе вещей. Задача формирования ноосферного мировоззрения прежде всего и состоит в преодолении этого разрыва, способного решать глобальные экологические проблемы.

**13. Г. Закирова** (гр. 5И301, н. рук. Н.С. Громаков). Роль информационных технологий к мотивации в обучении.

Динамика развития современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), их все более широкое распространение и доступность вызывают активную перестройку всего образовательного процесса, как в методической, так и в содержательной части, и появление новых форм организации учебного процесса. Технические средства, которые пришли в аудиторию (ноутбук, проектор, интерактивная доска и др.), а также современные технологии, позволяющие задействовать и те мобильные средства, которые находятся у студента, все это позволяет преподавателю дать больше информации, как по форме ее представления, так и по содержанию. Это позволяет в интерактивном режиме получить обратную связь с каждым учащимся, переводит эту часть образовательного процесса в on-line режим, при этом студент занимается в присутствии

ему темпе, и с различными информационными ресурсами и более ответственно. Такая возможность имеется у студентов-экологов при изучении дисциплин «Информационные технологии инженерной защиты окружающей среды», «Основы техносферной безопасности» и «Коллоидная химия».

**14. О. Кайманова** (гр. 5ИЗ01, н. рук. А.В. Шарафутдинова). Оценка состояния почв России.

Почва является основной составляющей биосферы и выполняет главные функции. Она обеспечивает биотический круговорот веществ. Наиболее важным свойством является плодородие почв. Высшей степенью плодородия обладают - черноземы, площадь которых в России составляет 120 млн. га.

Важное значение, в последнее время, приобретает – влияние качества почвы на здоровье человека, особенно в условиях антропогенного загрязнения почв. В настоящее время скорость деградационных процессов почв составляет около 18 млн. га в год. Площадь земель, подверженных опустыниванию составляет 190000 кв. км. Особо вредные загрязняющие вещества - суперэкоотоксиканты (гептил, хлордиоксины, ПХБ и др.), стойкие нефтепродукты - полициклические ароматические пестициды, тяжелые металлы, токсические элементы, разнообразные отходы жизнедеятельности, а также приоритетные почвенные биоагенты - возбудители корневых гнилей, зерновых злаковых культур. Зоны, в которых содержание тяжелых металлов в почвах агрогодий в десятки и сотни раз превышают ПДК, это Кемеровская, Белгородская и Челябинская области, повышенное содержание тяжелых металлов - в Московской, Смоленской, Тульской и Брянской областях.

**15. А.Р. Бикмухаметова** (гр. 4ИЗ01, н. рук. Е.Н. Сундукова). Методы снижения негативного воздействия пестицидов на окружающую среду.

Проблема применения пестицидов и исследования последствий их влияния на природные экосистемы и здоровье людей приобретает все большую актуальность. Кроме целевого назначения – борьбы с вредителями, пестициды оказывают многостороннее негативное влияние на биосферу, масштаб которого сравнивают с глобальными экологическими факторами. Несмотря на преимущества, получаемые человеком при использовании пестицидов, а это - эффективность действия ядохимикатов, массовость и быстрота воздействия, имеется большой недостаток – это опасно для жизни человека и животных токсичное их действие, а также гибель полезной микрофлоры.

В работе рассмотрены основные виды и характеристики наиболее широко применяемых в настоящее время пестицидов, их трансформация и миграция в окружающей среде, пути передачи и бионакопления в растениях и живых организмах, воздействие на здоровье человека и компоненты биосферы. Особое внимание уделено методам уменьшения негативного воздействия пестицидов на окружающую среду

**16. Д. Мазанова** (гр. 5ИЗ01, н.рук. А.В. Шарафутдинова). Проблема загрязнений почвы в Татарстане.

Почва относится к одному важнейшему природному ресурсу, состояние которого во многом определяет экологическое равновесие планеты. Загрязнение почв различными нефтепродуктами - это самая большая и актуальная на данный момент проблема, которая требует решения. В районах, где добыча нефти наиболее развита, то загрязнение почв - это наиболее острая экологическая проблема. Нефтяное загрязнение вызывает опасные экологические последствия. Разрушается структура почвы, изменяются ее свойства. Различные аварийные ситуации, происходящие на предприятиях, вредят сельскохозяйственной деятельности. Вследствие этого на этих землях перестает что-либо расти, урожайность падает, а со временем урожайность может и вовсе прекратиться. Также различные микроорганизмы, которые выполняют функцию очистки почвы от нефти, и животные, живущие почвы тоже утрачивают свои функции из-за отравления частичками нефти. Республика Татарстан признана самым загрязненным нефтью субъектом РФ в связи с регулярными аварийными прорывами трубопроводов и излияниями во время испытаний либо ремонта нефтяных скважин. В Татарстане можно выделить такие города, как: Нижнекамск, Набережные Челны, Альметьевск, которые славятся своим большим процентом загрязненности почв. Для того чтобы уменьшить загрязнение почвы в Татарстане и обеспечить выживание всех микроорганизмов и животных, рост урожайности, требуется приложить немало усилий.

**17. Л.И. Гиниатуллина** (гр. 3ИЗ01, н. рук. О.В. Спирина). Экологическая безопасность производства воздушной извести.

Производство воздушной строительной извести сопровождается выделением в атмосферу известковой пыли, которая наносит вред окружающей среде. Для достижения безопасного производства воздушной извести в технологическом процессе устанавливается очистное оборудование. Обжиговые печи, дробильное, измельчающее оборудование и гидраторы

комплекуются пылеуловителями и пылесборниками. К ним относятся пылевые камеры, циклоны, мокрые скрубберы, тканевые фильтры, электростатические и гравийные фильтры. На предприятиях по производству извести применяются двух и трехступенчатые установки для улавливания загрязняющих веществ. В качестве первой ступени применяется пылесадительная камера, в качестве второй ступени — циклоны, в качестве третьей ступени — рукавные фильтры и электрофильтры. Компановка систем осуществляется по разомкнутой системе, запыленный поток проходит аппараты всех ступеней очистки, а затем выбрасывается в атмосферу через дымовую трубу. Для процесса гашения извести используют мокрые скрубберы и мешочные фильтры. Выбор очистного оборудования зависит от конструкции печи и используемого топлива.

**18. М.А. Мухаметзянов, А.А. Мухаметзянова** (гр. ЗИЗ01, н. рук. Е.Н. Сундукова). Очистка газовоздушных выбросов предприятий по производству цемента

В производстве строительных материалов на долю цементного производства приходится 75 % выбросов аэрозолей и 44 % газообразных выбросов. Около 500 кг газообразных продуктов выделяется в атмосферу при производстве 1 т цемента. Кроме этого, вращающиеся печи цементных заводов (только в СНГ их около 90) способны выбрасывать в атмосферу в год около 2 млн. т пыли, содержащей тяжелые металлы. Все эти загрязнения распространяются на большие расстояния и негативно действуют на окружающую среду и здоровье человека.

В связи с этим, рассмотрены основные методы и технологии очистки газовоздушных выбросов, применяемые на цементных заводах. Эффективность очистки загрязненных выбросов цементного производства проверяется по содержанию вредных веществ в атмосферном воздухе. В отношении контролируемых веществ, характеризующих технологии и особенности производственного процесса на цементных заводах, это: пыль, оксиды азота, диоксид серы, оксид углерода, тяжелые металлы и их соединения.

**19. Г.А. Габдуллина** (гр. ЗИЗ01, н. рук. В.Ю. Осипова). Реконструкция системы очистки сточных вод ПАО «Нижнекамскнефтехим».

Проблема очистки сточных вод – одна из актуальных проблем. В настоящее время очистные сооружения ПАО «Нижнекамскнефтехим» работают на пределе своих возможностей. Сооружения, оборудование, трубопроводы, запорная арматура имеют высокую степень износа (отдельные сооружения до 80-90 %, аэрационная система усреднителей на 100 %), что влияет на качество очистки.

Была изучена технологическая схема очистки сточных вод ПАО «Нижнекамскнефтехим» и проведен анализ качественных показателей сточных вод до и после очистки, который показал, что качество очистки сточных вод в значительной степени зависит от блока механической очистки, где не полностью удаляются водонерастворимые нефтепродукты, которые, попадая в аэротенки, резко снижают эффективность биологической очистки. Установка по улавливанию и обеззараживанию парогазовых выбросов работает неэффективно.

Для улучшения качества очистки сточных вод предложено усовершенствовать узел механической очистки, а также очистку парогазовых выбросов в атмосферу на установках «Ятаган» с целью исключения неприятных запахов от отстойников, смесителей и денитрификаторов.

**20. Д.Д. Павлова** (гр. ЗИЗ01, н. рук. О.В. Спирина). Экологическое развитие силикатной промышленности.

Современное производство силикатного кирпича развивается в острой конкуренции с промышленностью, выпускающей обожженный керамический кирпич. Однако научные исследования и производственная практика в области силикатных материалов показали преимущества новых технологий силикатных стеновых материалов. Ведь это не только силикатный кирпич, это и пустотелые блоки, газо- и пенобетонные блоки, которые отличаются высокими физико-механическими показателями. Современное оборудование позволяет добиться хорошей геометрии силикатных изделий, окрашенный кирпич выполняет функцию декоративной облицовки, силикатные блоки увеличивают скорость строительства — и все это экологически безопасно и экономически эффективно с точки зрения организации производства.

За всеми этими достоинствами нельзя упустить и существенные недостатки, которыми обладает силикатный кирпич: низкая водостойкость, морозостойкость и огнестойкость. Такая особенность не позволяет использовать такой стеновой материал для проведения фундаментных и подвальных работ, возведения каминов, печных дымоходов и труб. Зато идеально подходит для создания декоративных перегородок и несущих стен архитектурных сооружений любого назначения.

**21. М.А. Мухаметзянов** (гр. ЗИ301, н. рук. Р.Т. Ахметова). Ресурсосберегающие технологии получения серных бетонов из техногенных отходов нефтехимии и теплоэнергетики.

Актуальной экологической и технико-экономической проблемой в ряде регионов России и за рубежом является утилизация серы, образующейся как отход переработки нефти и газа. Переработка дешевых серных отходов экономически целесообразна и позволила бы решить экологическую проблему. Разработка технологий серных композиционных материалов актуальна ввиду того, что указанные материалы обладают рядом ценных свойств – прочностью, стойкостью к истиранию, водонепроницаемостью, кислотостойкостью и т. д.

Применение технической серы, модифицированной добавками, в качестве вяжущего для изготовления серного бетона позволит в широком интервале направленно регулировать его физико-механические свойства. В процессе приготовления бетона сера плавится и играет роль самостоятельного вяжущего, равномерно распределяясь между минеральными компонентами, обволакивая их, создает структурные связи кристаллизационного типа.

**22. А.А. Мухаметзянова** (гр. ЗИ301, н. рук. Р.Т. Ахметова). Получение цементного бетона с повышенными эксплуатационными свойствами из отходов нефтехимии и теплоэнергетики

В двадцатом столетии развитие промышленности, перерабатывающей минеральное сырье, привело к накоплению огромного количества отходов, в составе которых содержатся силикаты и алюмосиликаты кальция, серы, магния, калия и натрия. Промышленность строительных материалов – главный потребитель сырьевых ресурсов, является завершающим звеном комплексного использования минерального и техногенного сырья и может решать многие экологические проблемы.

В работе рассмотрена разработка составов цементного бетона с использованием в качестве заполнителя золошлаковых отходов с последующей ее пропиткой в расплаве серы, для получения бетона с повышенными эксплуатационными свойствами. Технология пропитки цементного бетона расплавленной серой включает следующие основные операции: сушку образца, приготовление расплава серы, погружение образца в расплав серы, пропитку, извлечение и охлаждение. Полученные материалы отличаются повышенными значениями прочностных и водостойких характеристик и пригодны для использования в стеновых конструкциях.

**23. И.Э. Кадыров, И.Р. Шигапов** (гр. 5И301, н. рук. В.Ю.Осипова). Экологический терроризм и военная экология.

В начале XXI века особо пристального внимания требует такой специфический феномен, как экологический терроризм. Высокотехнологический терроризм (экологический терроризм)—направлен на умышленное загрязнение окружающей природной среды, с целью нанесения противнику экологического урона, которое, зачастую, имеет глобальный характер. Опасен он, потому что действия применяются через природную среду, существование в которой в дальнейшем будет затруднено или вовсе невозможно. Этим определяется актуальность данного исследования.

Экологический терроризм не имеет пока широкого распространения, как в силу глобальности своих последствий, так и по причине особой аморальности, заложенной в покушениях на природу. Однако инстинкты самосохранения и нравственность современных террористов быстро вырождаются. Вместе с тем повышаются материальная обеспеченность и техническая оснащенность терроризма. Поэтому основной угрозой в будущем становится не контролируемое государствами использование оружия массового поражения, которому не может не сопутствовать загрязнение окружающей среды.

Изучив основные проблемы современной экологической ситуации, можно сделать вывод о том, что экологический терроризм – серьезная современная проблема, непосредственно представляющая угрозу состоянию окружающей природы, которая требует превентивных решений по различным направлениям, поиску вариантов которых посвящено данное исследование.

**24. Р.Ф. Синетова** (гр. ЗП302, н. рук. О.В. Осипова). Биосферосовместимое проектирование урбанизированных территорий.

Человек как часть экосистемы стремится на биологическом уровне к единению с Природой, он является ее частью, без нее не может существовать и должен способствовать ее процветанию. На основе этого строится вывод, что в условиях современного ритма жизни, когда человек полностью погружен в городскую среду, Архитектурный облик современных городов должен возводиться с учетом соединения трех позиций: «жизнеобеспечение», «жизнедеятельность», «связь с природой». Это влияет на развитие и городской среды, и человека, и общества.

Биосферносовместимое проектирование поможет внести в город Жизнь, стать свежим глотком природы в каменной среде. Осознание человеком себя как части окружающей Природы и невозможности существования без нее человека и общества должно проявиться в разработке зданий и сооружений нового поколения; изучении региональной архитектуры как базовой составляющей национального культурного наследия Республики Татарстан; изучении методов

регенерации и использования архитектурно-градостроительного наследия; выявлении и анализе новейших направлений архитектурно-теоретической мысли и творческих концепций архитекторов. В данной работе раскрывается сущность функций биосферосовместимого города как одного из фундаментальных принципов создания благоприятной и комфортной городской среды.

**25. Э.Р. Гагиятуллина** (гр. 5И301, н. рук. О.В. Спирина). Проект по воспитанию экологического самосознания у подрастающего поколения.

Ликвидация экологической безграмотности населения - это первостепенная задача для государства. Важнейшей задачей современного общества является воспитание у молодежи активной гражданской позиции в вопросе сохранения природы, ее богатств, биологического разнообразия, как основы целостности и устойчивости биосферы. Бережное отношение к природе необходимо прививать молодежи с момента становления будущего полноправного гражданина общества как личности.

Говорят, что незнание закона не освобождает тебя от ответственности, поэтому еще с малых лет нужно воспитывать в ребенке ответственность, которую он несет перед окружающим миром. Этими вопросами должна заниматься студенческая молодежь. В качестве эффективной методики воспитания подрастающего поколения, мы предлагаем: проведение уроков экологического воспитания среди учащихся средних и старших классов; проведение акций по сбору макулатуры совместно с муниципальными образовательными учреждениями; проведение субботников по очистке города от мусора; проведение обучающих и развлекательных акций и конкурсов среди школьников на знание экологических правил; проведение профильных экологических детских смен, направленных на формирование у школьников экологического мышления. И такая работа уже ведется силами студенческого экологического отряда КГАСУ «Гринлайт».

**26. Э.Р. Гагиятуллина, Г.Н. Закирова, Е.Р. Сайткужина, Р.А. Биктимирова** (гр. 5И301, гр. 6И301, н. рук. О.В. Спирина, Е.В. Сагадеев). Экологическая деятельность студенческого отряда «Гринлайт».

Жить в согласии с природой – необходимое условие сохранения цивилизации. Студенческий экологический отряд «GreenLight» (СЭО «ГринЛайт») образовался в феврале 2016 года на базе кафедры ХИЭС. В состав отряда вошли студенты 1 и 2 курса специальности «Инженерная защита окружающей среды», которых объединила общая идея формирования экологического мировоззрения у студенческой молодежи.

Активисты отряда ведут сотрудничество с общественным экологическим движением Министерства экологии и природных ресурсов РТ «Будет чисто». Акции, проводимые под руководством «Будет чисто», привлекают большое количество человек, которые безвозмездно трудятся на благо экологии своего родного региона и охватывают 30 районов Республики Татарстан. На базе санаториев и детских оздоровительных лагерей РТ отрядом «ГринЛайт» организованы профильные экологические смены палаточного и стационарного типа. Более 600 детей этим летом получили дополнительное образование по экологии, были вовлечены в игровые, теоретические и практические экологические технологии, направленные на воспитание чувства причастности к природе и бережного отношения к ней у подрастающего поколения.

**27. А.С. Кудрявцева, К.А. Семенова** (гр. 6ЭН02 н. рук. Н.Н. Комлева). Использование нанотехнологий в строительстве.

В настоящее время многие ученые работают над использованием нанотехнологий при разработке новых конструкционных и строительных материалов. Цель работы – изучить и упорядочить информацию о качестве строительных материалов и конструкций, полученных при помощи нанотехнологий, а также изучить информацию о безопасном использовании таких материалов в строительстве. Показано, что использование нанодобавок к традиционным строительным материалам позволяет улучшить их свойства. Например, добавление наночастиц  $\text{SiO}_2$  и  $\text{TiO}_2$  при производстве бетона и стекла повышает их прочность и долговечность. Рассмотрено возможное влияние наночастиц на окружающую среду и человека. Подчеркивается необходимость серьезных исследований структуры наноматериалов, их реакционной способности, связи их свойств с токсичностью. Сделан вывод о том, что внедрение нанотехнологий в строительную отрасль является первостепенной задачей для ее успешного развития.