**УДК 697.34**

**РАЗВИТИЕ ПОДХОДОВ К ПЛАНИРОВАНИЮ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ТЕПЛОСЕТЕВОГО КОМПЛЕКСА**

**Д.К. Кислов (**начальник ОАиТМ филиала «Тепловые сети» АО «СИБЭКО»**), Е.Ф. Кулак (**инженер ОАиТМ филиала «Тепловые сети» АО «СИБЭКО»**),  
Д.И. Душенин** к.ф.-м.н.

Планирование технико-экономических показателей энергетического комплекса на длительный период даёт начало не только единому бизнес плану одного предприятия или группе компаний. На основании этих данных строятся производственные планы угледобывающей отрасли, обслуживающих предприятий, логистических организаций и т.д. Что вносит существенный вклад в ВВП города, региона, страны и отражается на благосостоянии всех граждан. Таким образом, в выполнении поставленных задач крупного энергетического предприятия заинтересованы очень многие отрасли и их сотрудники.

К настоящему времени с целью планирования берутся показатели прошедших лет. Учитывается корректировка температуры наружного воздуха и других факторов влияющих на выработку и потребление энергии. Среди факторов необходимо отметить проведение энергоэффективных мероприятий, строительство новых потребителей и снос старых, снижение нормативного потребления ресурсов и др. Однако точность подобного прогнозирования имеет низкую точность и в частности не подходит для краткосрочного анализа.

С целью повышения точности прогноза, анализа точек воздействия на возможность изменения технико экономических показателей, разработана статистическая модель на основе математической регрессии. Данная модель уже применяется для прогнозирования показателей тепловых сетей, так же может применяться для прогнозирования экономики генерирующих станций и показывает очень высокую точность прогнозов, что позволяет принимать взвешенные управленческие решения.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДА ПИКОВЫХ ТЕПЛОИЗБЫТКОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ТРЕБУЕМОГО ВОЗДУХООБМЕНА В ТОННЕЛЯХ   
МЕТРОПОЛИТЕНА МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ**

**И. В. Лугин**, ст. науч. сотр., канд. техн. наук, доцент**,** **Е. Л. Алферова**, **мл. науч. сотр.,**(ИГД СО РАН, г. Новосибирск)

Основной вредностью в тоннелях метрополитена в теплый период года является тепло, для его удаления используются установки тоннельной вентиляции. Основными источниками тепла в метрополитене являются пассажиры и тепловыделения при разгоне и торможении поездов, остальные факторы составляют незначительную его часть. Основные теплопотери в тоннеле – это потери тепла в грунтовой массив, окружающий тоннель, однако, ввиду тепловой инерции грунтового массива, тепловой поток из тоннеля в грунт может быть, как отрицательным, так и положительным. Воздухообмен определяется в результате сведения теплового баланса.

В настоящей работе определены пиковые значения теплоизбытков для теплого периода в зависимости от суточного изменения температуры наружного воздуха, пассажиропотока, частоты движения поездов, а также изменения теплового потока в грунт, который в свою очередь зависит от нескольких факторов (глубина заложения тоннеля, годовое изменение температуры наружного воздуха, теплофизические свойства грунта).

По результатам работы сделаны выводы: 1) при глубине заложения 15 м и более, тепловой поток в грунт при постоянной температуропроводности меняется незначительно; 2) наименьшее значение теплового потока в грунт по времени не совпадает с наибольшей температурой наружного воздуха, функции этих параметров имеют некоторый сдвиг относительно друг друга, который требуется учитывать при расчете теплоизбытков.

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТИПОВЫХ УЧАСТКОВ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СЕТИ МЕТРОПОЛИТЕНА НА СЕТЕВОЕ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ**

**И.В. Лугин**, канд. техн. наук, доцент **(ИГД СО РАН, г. Новосибирск)**

Тоннельная вентиляция является основным звеном системы жизнеобеспечения метрополитенов. К ней предъявляются требования, нормируемые СНиП "Метрополитены" как по созданию комфортных параметров воздушной среды, так и по обеспечению условий безопасной эвакуации пассажиров и обслуживающего персонала при чрезвычайной ситуации. Вентиляционная сеть метрополитена представляет собой связанную систему с существенным влиянием как режима работающих вентиляторов, так и величины аэродинамических сопротивлений участков вентиляционной сети на параметры воздушного потока в разных точках сети. Поэтому для обоснования оптимальных режимов вентиляции рассмотрена задача по исследованию количественных зависимостей взаимного влияния вентиляционных режимов станций линии метро.

Проведено обобщение величин аэродинамических сопротивлений типовых элементов вентиляционной сети метрополитена в укрупненных блоках, таких как: – пешеходная часть станции; путевой участок перегона; ­– станционная венткамера; – перегонная венткамера; – выход в атмосферу; – тупик. Разработана обобщенная расчетная сетевая модель вентиляционной сети метрополитена с десятью станциями, на которой проведена серия численных экспериментов по расчету воздухораспределения. По результатам экспериментов проведен анализ влияния элементов вентиляционной сети на воздухораспределение.

**К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНОГО КОЛИЧЕСТВА ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ ВРЕДНОСТЕЙ НА СТАНЦИИ ЗАКРЫТОГО ТИПА МЕТРОПОЛИТЕНА С ДВУХПУТНЫМ ТОННЕЛЕМ**

**Л.А. Кияница,** асп., инженер **(ИГД СО РАН)**

Метрополитены являются одним из наиболее развитых видов городского транспорта, позволяющим справиться с постоянно возрастающим пассажиропотоком. Современные тенденции строительства линий метрополитена состоят в возведении станций закрытого типа и двухпутных тоннелей. Примером тому служат двухпутный участок тоннеля от станции «Международная» до станции «Южная» Фрунзенского радиуса Санкт-Петербургского метрополитена, и строящаяся Кожуховская линия г. Москвы. В Новосибирске планируется построить станции закрытого типа «Молодежная» и «Гусинобродская» с участками двухпутного тоннеля.

Задача обеспечения микроклимата в подземных сооружениях метрополитена решается системами тоннельной и станционной вентиляции. Выбор параметров работы системы вентиляции зависит от расчетного расхода воздуха, величина которого в свою очередь определяется в зависимости от расчетного количества выделяющихся на станции и в тоннеле вредностей. Особенность станции закрытого типа заключается в аэродинамической изоляции пассажирских помещений станции от путевого отсека и перегонных тоннелей, соответственно выделяющиеся в тоннеле вредности почти не попадают из туннеля и путевого отсека в пассажирские помещения станции.

В данной работе для станции закрытого типа и двухпутного путевого отсека определены расчетные величины выделяющихся вредностей для определения расходов воздуха на вентиляцию. Впервые предложен способ определения теплопоступлений из путевого отсека в пассажирские помещения для учета их в тепловом балансе станции закрытого типа.

**Изучение возможности использования термокраски для утепления здания**

**М. С. Клявлин,** д-р хим.наук, профессор, **Д. А. Халфина,** аспирант, **А. И. Сакаева,** магистрант **(УГНТУ, г. Уфа)**

В настоящей работе рассматривается вопрос энергосбережения зданий за счет использования современных теплоизоляционных сверхтонких материалов.

Объектом исследования выступает жидкий керамический теплоизоляционный материал (термокраска). В качестве предмета исследования выбран материал «Броня», производства Волгоградского Инновационного Ресурсного Центра, который, согласно техническому каталогу завода-изготовителя имеет теплопроводность 0,001 Вт/м∙°С.

Основным методом исследования является тепловизионная съемка. Материальной базой выступает тепловизор NEC TH-7700.

Место проведения исследований – двухэтажное здание столовой Института нефтехимпереработки РБ, расположенное по адресу г. Уфа, ул. Инициативная 12, наружные стены и кровля которого были утеплены термокраской «Броня Фасад» в два слоя суммарной толщиной ~2 мм.

Тепловизионная съемка проводилась 14.12.2016 г. при температуре наружного воздуха -22..-24 ºС. Температура внутреннего воздуха в зале столовой при этом составила +21 ºС, температура поверхностей внутренних ограждающих конструкций - +19,2…+20,6 ºС. Утепление наружных стен и кровли исследуемого здания термокраской «Броня» позволило решить проблему промерзания и образования конденсата, достичь оптимальных параметров микроклимата в помещениях, а также снизить эксплуатационные расходы на отопление.

Применение жидких теплоизоляционных покрытий может быть рекомендовано в качестве финишного покрытия ограждающих конструкций в рамках нового строительства и реконструкции зданий и сооружений с целью снижения теплопотерь и достижения эффекта энергосбережения.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

**Р.Ш. Мансуров,** канд. техн. наук, доцент **(НГАСУ(Сибстрин)), Е.Ю. Косова**, **Д.И. Ефимов** магистры **(НГАСУ (Сибстрин))**

В настоящее время ограждающие конструкции состоят из несущего и теплоизоляционного слоя. Энергоэффективность ограждающих конструкций может достигаться двумя способами: эффективные теплоизоляционные материалы и экранированные конструкции. Предложена экранированная ограждающая конструкция без использования теплоизоляционных материалов. Для обеспечения необходимого термического сопротивления наружного ограждения используются экраны и замкнутые воздушные прослойки между ними. С использованием программного комплекса ANSYS выполнено моделирование процессов теплопередачи в экранированной ограждающей конструкции, состоящая из основной (несущей) части и экранов с замкнутыми между ними воздушными прослойками. Выявлены особенности процесса теплопередачи в толще наружного ограждения.

Целью нашей работы исследование энергоэффективной наружной ограждающей конструкции без использования теплоизоляционных материалов.

**ОЧИСТКА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ В СРЕДЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ**

**Р.Ш. Мансуров**, канд. техн. наук, доцент, **Т.А. Рафальская**, канд. техн. наук, доцент, **(НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)**

Разработан метод высокотемпературной обработки потоков вентиляционного воздуха, подлежащего очистке от органических загрязнителей. Получены данные о его эффективности, в том числе по ряду экономических параметров. Результаты работы рекомендуются для использования, в первую очередь, при разработках плазмотермических реакторов (ОПТР) для очистки воздуха от особо токсичных веществ, а также для крупных технологических очистных установок оганосодержащих вентиляционных выбросов (ОВВ).

Создан экспериментальный ОПТР. Экспериментально изучены закономерности истечения плазменной струи в поток ОВВ ограниченного стенками цилиндрического, водоохлаждаемого канала. Получены зависимости траектории и дальнобойности плазменной струи, вдуваемой радиально в поток ОВВ. Экспериментально исследован теплообмен потока ОВВ со стенками ОПТР после вдува плазменной струи; получены зависимости распределения температур по длине реактора и теплового потока в стенку канала ОПТР. Исследованы химический состав ОВВ после плазмотермической очистки, получены некоторые экспериментальные данные по образованию окислов азота и монооксида углерода в процессе очистки.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА С ФАЗОВЫМИ ПЕРЕХОДАМИ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ**

**Марков С.И.,** м.н.с., асп. **(ИНГГ, НГТУ, г. Новосибирск)**

**Иткина Н.Б.,** к.т.н., доц. **(НГТУ, г. Новосибирск)**

Работа посвящена вопросам математического моделирования процессов теплообмена в гетерогенных средах в условиях криолитозоны.

Прогнозирование состояния слоя вечной мерзлоты в зависимости от разных типов естественных и техногенных воздействий невозможно без применения аппарата математического моделирования. Процедура моделирования движения среды и тепловых полей для сред с фазовым переходом значительно осложняется физической и геометрической неоднородностью данной системы. Поэтому возникает необходимость в разработке адаптивной вычислительной схемы для решения многофизичных задач.

В рамках данной работы предлагается использовать вычислительную схему на базе разрывного метода Галёркина, который обладает высокой адаптацией и гибкостью при решении подобных проблем. Приводятся результаты вычислительных экспериментов, а также их сравнение с имеющимися мировыми и отечественными аналогами.

Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента РФ (приказ №375).

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ ПРИ АВАРИЙНОМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ**

**Т.А. Рафальская**, канд. техн. наук, доцент, **А.К. Березка**, магистрант, **А.А. Савенков**, магистрант **(НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)**

Проведено исследование режимов работы системы теплоснабжения в условиях аварийного отпуска теплоты от ТЭЦ.

Рассмотрены факторы, влияющие на тепловой режим помещения зданий, имеющих наружные ограждения различной конструкции, а также влияние остекления на теплопотери.

Безопасная эксплуатация ограждений и здания в целом определяется не только временем полного промерзания стены, но и с периодом, в течение которого на её поверхности температура понижается до точки росы или допустимого перепада температур между внутренней поверхностью наружного ограждения и температурой внутреннего воздуха.

Предложено решение задачи об охлаждении наружных стен зданий после отключения теплоснабжения, а также при аварийном температурном графике работы теплосети. Разработана методика расчёта для скорости охлаждения внутренней поверхности наружного ограждения и температуры на этой поверхности в заданный момент времени. Определена температура внутреннего воздуха, при которой происходит выпадение конденсата на внутренней поверхности ограждений. Проведён анализ влияния фазовых переходов влаги на темп охлаждения.

Применение разработанной методики и схем автоматизации работы систем теплоснабжения может повысить энергоэффективность и способствовать энергосбережению зданий при авариях в тепловой сети.

**ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ И ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ЗДАНИЙ В ПЕРИОДЫ СРЕЗОК ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАФИКА**

**Т.А. Рафальская**, канд. техн. наук, доцент, **А.О. Рагинская**, магистрант, **Д.А. Расенко**, магистрант **(НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)**

Для отопления и горячего водоснабжения зданий в городах служат системы централизованного теплоснабжения с расчётными температурами теплоносителя 150/70 °С. В настоящее время на источниках теплоты применяются две срезки температурного графика центрального регулирования.

Согласно действующим нормативным документам по обеспечению качества горячей воды, необходимо увеличить температуру воды на нужды горячего водоснабжения с целью улучшения её микробиологических характеристик. Для этого была поднята нижняя срезка температурного графика центрального регулирования. В то же время, в связи с невозможностью источников теплоты поддерживать высокотемпературные графики, применяется верхняя срезка температурного графика.

Наличие срезок вызывает снижение температуры внутреннего воздуха в помещениях, и как следствие, снижение надёжности работы системы теплообеспечения зданий.

Проведено исследование и решена задача определения температуры внутреннего воздуха помещений с учётом коэффициентов тепловой аккумуляции для зданий с различными конструкциями наружных ограждений. Определены основные параметры, влияющие на теплоустойчивость ограждений в зависимости от климатических условий, величины водопотребления в системе горячего водоснабжения и температуры воды в теплосети.

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПОТЕНЦИАЛА ВЛАЖНОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛАГОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

**Т.А. Рафальская**, канд. техн. наук, доцент, **Р.Ш. Мансуров**, канд. техн. наук, доцент, **А.С. Митапов**, магистрант, **Е.А. Ракова**, магистрант **(НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)**

В настоящее время существует проблема энергетически эффективного проветривания зданий с пластиковыми окнами. Одним из способов решения этой проблемы является применение рекуператоров – приточно-вытяжных установок, которые выводят из помещения отработанный воздух и одновременно наполняют его свежим. Применение рекуператоров часто связано с их обмерзанием в холодный период года, поэтому задачей исследования является не допустить возникновения влажности 100 % в толще наружных стен различной конструкции.

Эксплуатационное влажностное состояние наружных ограждений зданий подразумевает периодическое изменение влагосодержания в течение года относительно среднегодового значения. В зданиях с постоянным режимом эксплуатации оно несколько возрастает в апреле-мае и понижается к осени, зимой значения влажности близки к среднегодовым.

Показаны целесообразность и практические преимущества применения потенциала влажности при расчётах влагопереноса через наружные ограждающие конструкции. Оценка влажностного режима ограждающих конструкций на основе теории потенциала влажности позволяет выполнить количественную оценку влажностного состояния материалов в широком диапазоне влажности, включая область сверхсорбционного увлажнения.

**Изучение возможности использования термокраски для утепления здания**

**М. С. Клявлин,** д-р хим.наук, профессор, **Д. А. Халфина,** аспирант, **А. И. Сакаева,** магистрант **(УГНТУ, г. Уфа)**

В настоящей работе рассматривается вопрос энергосбережения зданий за счет использования современных теплоизоляционных сверхтонких материалов.

Объектом исследования выступает жидкий керамический теплоизоляционный материал (термокраска). В качестве предмета исследования выбран материал «Броня», производства Волгоградского Инновационного Ресурсного Центра, который, согласно техническому каталогу завода-изготовителя имеет теплопроводность 0,001 Вт/м∙°С.

Основным методом исследования является тепловизионная съемка. Материальной базой выступает тепловизор NEC TH-7700.

Место проведения исследований – двухэтажное здание столовой Института нефтехимпереработки РБ, расположенное по адресу г. Уфа, ул. Инициативная 12, наружные стены и кровля которого были утеплены термокраской «Броня Фасад» в два слоя суммарной толщиной ~2 мм.

Тепловизионная съемка проводилась 14.12.2016 г. при температуре наружного воздуха -22..-24 ºС. Температура внутреннего воздуха в зале столовой при этом составила +21 ºС, температура поверхностей внутренних ограждающих конструкций - +19,2…+20,6 ºС. Утепление наружных стен и кровли исследуемого здания термокраской «Броня» позволило решить проблему промерзания и образования конденсата, достичь оптимальных параметров микроклимата в помещениях, а также снизить эксплуатационные расходы на отопление.

Применение жидких теплоизоляционных покрытий может быть рекомендовано в качестве финишного покрытия ограждающих конструкций в рамках нового строительства и реконструкции зданий и сооружений с целью снижения теплопотерь и достижения эффекта энергосбережения.