

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СЕТИ ПРОТЯЖЕННОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД ГОДА СЕТЕВЫМИ МЕТОДАМИ

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

Основными элементами для составления сетевой схемы тоннеля являются порталы, путевой тоннель, штольня, вентиляционные стволы, кроссинги, а также для учета поршневого действия поезда: модель поршневого действия, включающая в себя фиктивные источники тяги, описывающие изменение давления перед и за поездом, сопротивление зазора между стенкой тоннеля и поездом и сопротивление рассеяния перед поездом.

На рисунке показана одна из рассмотренных сетевых схем тоннеля.

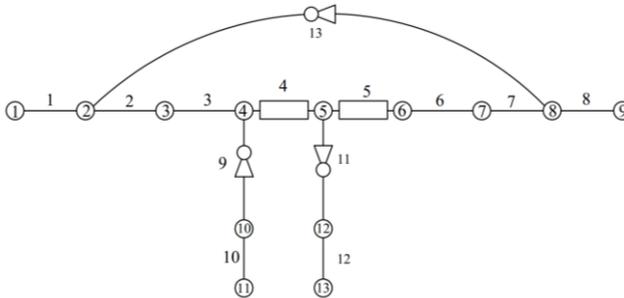


Рисунок. Ветки: 1, 8, 10, 12 – соединение с атмосферой; 2, 7 – входной и выходной порталы; 3, 6 – тоннель; 4 – зазор между поездом и тоннелем; 5 – сопротивление затухания; 9 – вентилятор, моделирующий разрежение воздуха за последним вагоном; 11 – вентилятор, моделирующий повышение давления воздуха перед локомотивом; 13 – вентилятор, моделирующий действие ЕТ.

## КРИТЕРИЙ РАЗБИВКИ СТОЯКОВ ОДНОТРУБНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ МНОГОЭТАЖЕК

В.В. Бурцев, канд. техн. наук, доцент, Д.Б. Чапаев, канд. техн. наук, доцент (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

С целью принятия проектировщиком обоснованного решения о разбивке стояка одноконтурной системы отопления здания повышенной этажности (до 25 этажей) на зоны по вертикали (для снижения его гидравлического сопротивления), нами разработан критерий такой разбивки – тепловая нагрузка стояка, превышение которой чревато увеличением его потерь давления сверх максимально-допустимых для конкретного проекта:

$$Q_{\max} = \rho (t_z - t_o) \sqrt{\frac{\Delta p_{\max}}{0,74 S}}$$

где  $Q_{\max}$  – максимально-допустимая тепловая нагрузка стояка, Вт;  $t_z, t_o$  – температуры теплоносителя, соответственно, на входе в стояк и выходе из него, °С;  $\rho$  – средняя плотность теплоносителя, кг/м<sup>3</sup>, в диапазоне температур  $t_o \div t_z$ ;  $\Delta p_{\max}$  – максимально-допустимые для данного проекта потери давления на стояке, Па;  $S$  – характеристика сопротивления стояка Па/(м<sup>3</sup>/ч)<sup>2</sup>, определяемая по формуле:

$$S = \left[ c (b + \alpha) + \left( \frac{\alpha}{K_v} \right)^2 \cdot 10^5 \right] N$$

где  $c, b$  – безразмерные коэффициенты;  $\alpha$  – коэффициент затекания;  $K_v$  – пропускная способность расположенного в радиаторном узле (на подводке к прибору) термостатического клапана, м<sup>3</sup>/ч;  $N$  – количество этажей, обслуживаемых стояком.

Значения коэффициентов  $c, b$ : для условного диаметра 15 мм:  $c = 9058$ ;  $b = 1,3$ ; для 20 мм:  $c = 2022$ ;  $b = 1,4$ ; для 25 мм:  $c = 726$ ;  $b = 0,9$ .

Нами обосновано расчетом, что при решении вопроса о разбивке стояка многоэтажного здания на зоны рекомендуется в качестве критерия разбивки принимать значения  $Q_{\max}$ , соответствующие потерям давления в стояке не более 7 м.вод.ст.

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ВОЗДУХООБМЕН ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

**И.В. Мезенцев**, канд. техн. наук, доцент, **К.П. Захаров**,  
магистрант (НГАСУ(Сибстрин), г. Новосибирск)

Основная часть территории России находится в зоне резко континентального климата, что требует значительных затрат на отопление жилых и производственных зданий в зимний период. Значительная часть этих затрат обусловлена расходом энергии на нагрев наружного воздуха в системе вентиляции жилых и производственных помещений. Все это делает крайне актуальной задачу существенного снижения энергозатрат на нагрев приточного воздуха в системе принудительной вентиляции.

Одним из перспективных решений этой проблемы является утилизация теплоты в системе принудительной вентиляции, а именно нагрев приточного воздуха теплотой вытяжного воздуха. Для утилизации теплоты воздушных потоков могут применяться различные теплообменники. Полностью адаптированные к эксплуатации в таких жестких климатических условиях (когда существует опасность обмерзания теплообменника и выхода его из строя) конструкции теплоутилизаторов практически отсутствуют.

Целью работы является исследование регенеративного тепло-массообменного устройства (Vakio) для утилизации теплоты и влаги в системе вентиляции.

## **ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**С. Л. Ланчук**, руководитель группы промышленного оборудования для строительства (ООО «Грундфос», представительство в Новосибирске)

Назрела необходимость коренных изменений в строительстве, и информационное моделирование – единственный верный путь. Использование цифровых моделей, в которых заложена информация, наследуемая на протяжении всего жизненного цикла объекта, облегчает процессы проектирования, строительства и обеспечивает более точные анализ и контроль на всех стадиях эксплуатации объектов. Строительство становится прозрачным, выдерживаются сроки и бюджеты, минимизируются возможные риски. Именно поэтому во многих странах мира технология информационного моделирования используется на государственном уровне. По данным консалтинговых компаний, применение BIM-технологий позволяет добиться до 20%-ого сокращения стоимости строительства.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОЕЗДА В ПРОТЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЯХ МЕТОДАМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

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

Проведен численный эксперимент по расчету аэродинамики при движении поезда в железнодорожных тоннелях. Рассмотрены тоннели длиной 3 и 6 км. По тоннелю со скоростью 40 км/ч движется поезд длиной 1000 м. Расчет произведен в модуле расчета Fluent вычислительного комплекса Ansys с использованием ресурсов ССКЦ. Полученные в результате расчета данные (расходы, скорости, давления) позволили определить сопротивления затухания, сопротивление зазора, а также данные для моделирования поршневого действия поезда в тоннеле при решении задач воздухораспределения сетевыми методами. На рис. показаны расходы воздуха по времени в сечениях вблизи входных и выходных порталов тоннелей.

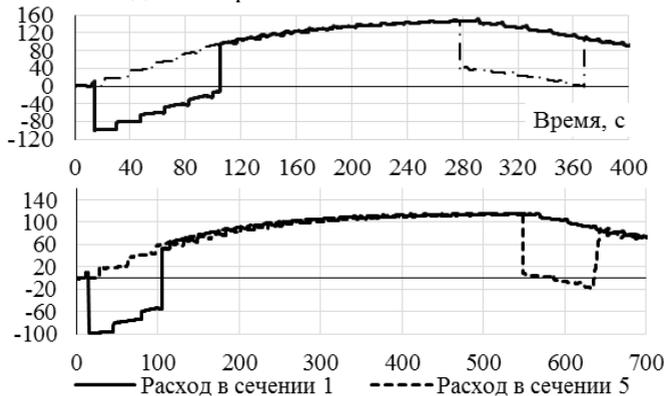


Рисунок. Расходы воздуха ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) по времени в сечениях вблизи входных (сечение 1) и выходных (сечение 2) порталов для тоннелей длиной 3 и 6 км.

УДК 628.8+622.4+625.042

## **ОБОСНОВАНИЕ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ РАЗДЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ СТАНЦИИ ЗАКРЫТОГО ТИПА МЕТРОПОЛИТЕНА МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ С ДВУХПУТНЫМ ТОННЕЛЕМ**

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

И.В. Лугин, с.н.с., к.т.н., доцент (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 – их планируют построить в Москве, Санкт-Петербурге и Новосибирске. Особенностью станции закрытого типа является наличие разделительной перегородки между пассажирскими помещениями и путевым отсеком. Такая конструкция решает ряд важных проблем, а именно: а) позволяет снизить до нуля возможность падения пассажиров на пути; б) устранить дутье от движущихся поездов; в) создать комфортные параметры микроклимата на станции.

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 вредных веществ. Особенность станции закрытого типа заключается в аэродинамической изоляции пассажирских помещений станции от путевого отсека и перегонных тоннелей, соответственно выделяющиеся в тоннеле вред-

ности почти не попадают из туннеля и путевого отсека в пассажирские помещения станции.

В данной работе для станции закрытого типа определены расчетные величины выделяющихся вредностей, расходы воздуха на проветривание станции и обоснованы параметры работы системы раздельной вентиляции станции в штатном и аварийном режимах.

## **ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ**

Я.В. Офрихтер, магистр (ПНИПУ, г. Пермь), А.В.Захаров, канд. техн. наук, доцент (ПНИПУ, г Пермь)

Использование тепловой энергии грунта для отопления зданий получает все большее распространение в мире. В России данная технология применяется редко. Во многом это связано с неопределенностью при расчете теплотехнических характеристик имеющегося грунтового основания, в особенности, его теплопроводности. Методики таких расчетов отсутствуют в Российских нормативных документах. В результате, практически невозможно определить экономическую целесообразность применения таких систем.

В данной работе, представлены основные разработанные в мире методы и модели расчета теплопроводности грунтов. Проанализирован опыт их применения и приведены сравнения с экспериментальными данными. Представлены разработанные рекомендации для применения того или иного метода, в зависимости от существующих грунтовых условий.

**УДК 697.4**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ  
С ВОЗДУШНЫМИ ПРОСЛОЙКАМИ**

Р.Ш. Мансуров, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции, Т.А. Рафальская, канд. техн. наук, доцент (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

Предложена экранированная ограждающая конструкция без использования теплоизоляционных материалов. Для обеспечения необходимого термического сопротивления наружного ограждения используются экраны и замкнутые воздушные прослойки между ними.

Выполнено моделирование процессов теплопередачи в экранированной ограждающей конструкции, состоящей из основной (несущей) части и экранов с замкнутыми между ними воздушными прослойками. Определены основные теплотехнические характеристики конструкций с воздушными прослойками. Выявлены особенности процессов тепло- и массопередачи в толще наружного ограждения.

Исследование будет способствовать разработке энергоэффективных наружных ограждающих конструкций зданий.

**УДК 681.51:628**

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА**

Р.Ш. Мансуров, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

С целью исследования функциональных связей между различными величинами, влияющими на результат работы элементов систем обеспечения микроклимата, изучения их динамических характеристик проведён анализ экспериментальных данных, идентифицированы виртуальные модели электрического воздухонагревателя и вентилятора.

Метод исследования функциональных связей (передаточных функций) системы электрический воздухонагреватель-вентилятор основан на проведении активного эксперимента, т.е. изменение в различных сочетаниях входных величин и наблюдение за соответствующими изменениями выходных, при этом динамические свойства объекта исследования не отделяются от динамических свойств измерительной системы.

Зависимости изменения количества явной относительной теплоты, выделяемой (или поглощаемой) вентилятором и воздухонагревателем при нагреве и охлаждении приточного воздуха симметричны относительно оси абсцисс.

Проведенный регрессионный анализ экспериментальных данных с целью выявления функциональных связей между различными управляющими и зависимыми параметрами показал, что передаточная функция, описывающая работу воздухонагревателя и передаточная функция, описывающая работу вентилятора зависят от управ-

ляющих параметров (сигналов): выходной частоты и напряжения частотного регулятора и величины скачкообразного изменения симисторным регулятором мощности нагрева электрического воздухонагревателя.

## **ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА КАРКАСНО-СОЛОМЕННЫХ ДОМОВ**

Степанов Н.Д., магистрант (ФГБОУ ВО «ПНИПУ», г. Пермь, РФ)

В статье рассмотрен опыт зарубежных стран в области строительства биопозитивных каркасных домов с заполнением ограждающих конструкций соломенными блоками. Энергетический кризис на Западе в начале 70х годов привел к появлению большого количества энергоэффективных экспериментальных проектов. В настоящее время технологическая революция в области жилищного строительства в развитых странах, пройдя стадию опытно-конструкторской проверки новых идей и испытания эффективных домов в условиях реальной эксплуатации, перешла в стадию поэтапного внедрения новых стандартов в широкую строительную практику. В мире формируется иной подход к строительству жилья. Новейшие технологии позволяют строить недорогие, безопасные, и кардинально снижающие негативное воздействие на окружающую среду, жилища. Дома со стенами из прессованных соломенных блоков имеет исключительно высокие звукоизоляционные и теплоизоляционные свойства. Они в полной мере могут называться энергоэффективными экологическими домами. Во многих странах к настоящему времени построены и успешно эксплуатируются уже тысячи домов низкого энергопотребления с использованием соломенных блоков. В Европе такие дома строятся в соответствии с принятыми на уровне Европейского союза программами. Широкое распространение получили каркасные дома с заполнением соломенными блоками. Эта технология сочетает в себе устройство деревянного каркаса из парных стоек,

надежно прикрепленных к фундаменту, в который укладываются соломенные блоки с последующим оштукатуриванием.

**УДК 697.4**

## **КАЧЕСТВЕННО-КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

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

Существует широко распространённое мнение, что применение в тепловых сетях постоянного расхода воды и качественного регулирования не даёт поэтажной разрегулировки отопительных систем. Однако нетрудно доказать, что применение в системах отопления постоянного расхода воды не обеспечивает их от появления поэтажной разрегулировки, избавиться от которой только и можно применением переменного расхода воды.

Способы центрального качественно-количественного регулирования тепловой нагрузки были разработаны в 50-е годы XX века. Примерно в то же время созданы методики их расчёта. Серьёзным недостатком существующих методик расчёта качественно-количественного регулирования является то, что в них не учитывается влияние нагрузки горячего водоснабжения на работу систем теплоснабжения. Это объясняется тем, что в 50-е годы нагрузка горячего водоснабжения в балансе тепловых нагрузок систем теплоснабжения составляла незначительную долю, что позволяло не учитывать её с приемлемой для расчётов погрешностью. В дальнейшем в системах теплоснабжения за основной был принят качественный способ регулирования тепловой нагрузки, и методики расчёта качественно-количественного регулирования не уточнялись. В настоящее время отсутствуют методики расчёта качественно-

количественного регулирования, позволяющие учесть влияние нагрузки горячего водоснабжения на работу систем отопления. В современных системах теплоснабжения доля нагрузки горячего водоснабжения значительна, поэтому неучёт нагрузки горячего водоснабжения приведёт к неверным результатам расчётов.

УДК 692:628.8; 699.86

## **РАСЧЕТ ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ПОТЕНЦИАЛА ВЛАЖНОСТИ**

Т.А. Рафальская, канд. техн. наук, доцент, К.П. Захаров, магистрант  
(НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

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.

Построены графические зависимости годового хода потенциала влажности наружного воздуха для ряда городов, определены коэффициенты влагопроводности строительных материалов и выполнен расчёт различных типов ограждающих конструкций.

Проведённое исследование позволит повысить энергоэффективность и энергосбережение современных зданий.

**УДК 697.4**

## **АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЧЕСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Т.А. Рафальская, канд. техн. наук, доцент, С.М. Тюсов, магистрант (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

До начала 90-х годов XX в. центральное качественное регулирование тепловой нагрузки позволяло обеспечить потребителей теплотой требуемых параметров и в необходимых количествах. В период экономического кризиса осуществление центрального качественного регулирования на теплоисточниках во многих городах практически прекратилось. Почти все системы теплоснабжения страны стали работать со значительным недогревом сетевой воды в подающей магистрали, вызванным систематическими неплатежами за тепловую энергию, удорожанием топлива, отсутствием средств на модернизацию оборудования систем теплоснабжения. Таким образом, во многих городах практически прекращено центральное качественное регулирование тепловой нагрузки систем теплоснабжения.

Одним из главных отрицательных последствий работы с недотопом является разрегулировка систем теплоснабжения, вследствие увеличения расхода сетевой воды и большими её утечками. Разрегулировке также способствует изменение режима горячего водоснабжения абонентов, поскольку при пониженной температуре сетевой воды для обеспечения нагрузки горячего водоснабжения используется вода из подающей магистрали теплосети.

Таким образом, в условиях снижения технического уровня систем теплоснабжения, применение хорошо осво-

енного в 50-60-е гг. XX в. центрального качественного регулирования невозможно. Одним из направлений преодоления кризиса является совершенствование способов регулирования нагрузки систем теплоснабжения.