

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой УСАТСК
_____ М.Ю.Лившиц
“ _____ “ _____ 2016 г.

**Методические рекомендации по проведению практических занятий по
дисциплине**

Б1.В.ОД.2.4 РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

(указывается шифр и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки (специальность) 38.03.01 Экономика
(код и наименование направления подготовки (специальности))

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Профиль подготовки (специализация) Национальная экономика

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Выпускающая кафедра Национальная и мировая экономика

Кафедра-разработчик рабочей программы «Управление и системный анализ
теплоэнергетических и социотехнических
комплексов»
(название)

Разработал доцент каф. УСАТСК, к.т.н.
В.И. Немченко

Самара
2016

Практические занятия предусмотрены учебным планом по учебной дисциплине «Ресурсосбережение объектов коммунального хозяйства» по направлению 38.03.01 «Экономика», по профилю «Национальная экономика» (табл.1.).

Таблица 1

Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Тема практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, час
1	1	Практическое занятие № 1 Тема 1.3. Экономия расходования ресурсов и снижение тепловых потерь	2
2	2	Практическое занятие № 2 Раздел 2 Основы метрологии и измерения технологических величин Тема 2.1. Основные метрологические понятия и определения	2
3,4	2	Практическое занятие № 3 - 4. Тема 2.2. Практическое измерение температуры	4
5,6	2	Практическое занятие № 5 - 6. Тема 2.3. Практическое измерение давления, разрежения, разности давлений	4
7,8	2	Практическое занятие № 7 - 8. Тема 2.4. Практическое измерение расхода и количества жидких и газообразных сред	4
9,10	2	Практическое занятие № 9 – 10. Тема 2.5. Применение теплосчетчики и тепловычислителей, корректоров газа	4
11,12	3	Практическое занятие № 11-12. Тема 3.4 Анализ результатов коммерческого учета энергоносителей	4
13,14, 15,16	4	Практическое занятие № 13 - 16 Тема.4.2 Экономическое обоснование эффективности внедрения энергосберегающих мероприятий	8
17,18	4	Практическое занятие № 17 – 18 Тема.4.2 Экономическое обоснование. Экономическое обоснование эффективности внедрения энергосберегающих мероприятий. Энергетический паспорт предприятия. Разработка программы энергосбережения	4
		Итого:	36

Темы рефератов представлены в приложении 1. Реферат должен содержать 15-20 страниц описания исследуемой проблемы, список литературных источников. Защита реферата проводится публично во время практических занятий.

Занятие № 1.

Экономия расходования ресурсов и снижение тепловых потерь термического сопротивления ограждающих конструкций зданий.

Цель занятия: Изучение основных направлений экономии расходования ресурсов и снижения тепловых потерь.

Вопросы для изучения:

Тепловая изоляция, увеличение термического сопротивления ограждающих конструкций зданий; модернизация систем тепло/водоснабжения; выбор оптимальной тактики оснащения приборами учета по категориям пользователей энергоресурсов и воды; обоснованный выбор номенклатуры приборов; выбор оптимальных схем организации учета энергоресурсов и эксплуатации приборов.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные топливно-энергетические ресурсы.
2. Какие ресурсы используются в ЖКХ?
3. Назовите составляющие теплового баланса здания.
4. Назначение тепловой изоляции ограждающих конструкций?
5. Назначение тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей?
6. Способы изоляции водопроводных сетей?
7. Свойства материалов, применяемых при теплоизоляции?
8. Техническая необходимость модернизации систем теплоснабжения?
9. Техническая необходимость модернизации систем теплоснабжения?
10. Тактика оснащения приборами потребителей по категориям потребления?
11. Какие основные вопросы решаются при разработке подпрограмм приборного обеспечения в составе региональных, муниципальных и других программ энергосбережения?
12. Какие топливно-энергетические ресурсы подлежат коммерческому учету?

Методические рекомендации по порядку проведения занятия:

1. Проверка преподавателем выполнения задания по самостоятельной работе студента (далее СРС)
2. Осуждение рефератов по теме предложенной студентом;
Изучение и обсуждение вопросов занятия 1.

Тепловая изоляция, увеличение термического сопротивления ограждающих конструкций зданий

Предназначается для обеспечения теплотехнических качеств конструкций и поддержания в помещениях температурно-влажностного режима, необходимого в гигиеническом отношении, а также для производств. процессов.

Теплоизоляция зависит от наружных климатических условий, требований к температурно-влажностному режиму помещений и от особенностей систем отопления.

Необходимые теплотехнические качества утепленных ограждающих конструкций достигаются приданием им требуемых сопротивления теплопередаче и теплоустойчивости.

Первая теплотехническая величина ограничивает потери тепла ограждающими конструкциями здания в холодный период года, вторая — обеспечивает относительное постоянство температуры воздуха помещения в течение суток при колебаниях температуры наружного воздуха или перерывах в действии отопительных систем.

Материалы для теплоизоляции конструкций зданий характеризуются значениями коэффициентом теплопроводности.

При использовании легкосжимаемых материалов последнего вида необходимо некоторое увеличение толщины теплоизолирующего слоя, что обеспечит надежность теплозащиты при возможных уплотнениях материалов в процессе изготовления утепленных конструкций.

Высокие теплозащитные свойства теплоизоляции обеспечивают повышение сопротивления теплопередаче утепленных конструкций и меньшие расходы на устройство и эксплуатацию отопительных систем в здании.

Если местные экономичные виды топлива отсутствуют и затраты на его транспорт велики, становится актуальной проблема повышения теплозащитных свойств до оптимальных в экономическом отношении пределов. При значительной стоимости теплоизоляционных материалов и наличии экономичных видов отопления степень теплоизоляции ограничивается минимально необходимой, указываемой в Строительных Нормах и Правилах.

По мере увеличения производства теплоизоляционных материалов и снижения их стоимости более высокая утепленность конструкций отапливаемых зданий становится экономически выгодной.

Модернизация систем тепло/водоснабжения

Сложившиеся сегодня в стране технологические централизованные системы теплоснабжения, а также водоснабжения и канализации, составляющие основу жилищно-коммунального комплекса, при условии их

сохранения требуют следующих объемов работ и средств на их проведение.

При общей протяженности тепловых сетей 136,0 тыс.км (в двухтрубном исчислении) 29 тыс.км тепловых сетей находится в аварийном состоянии и требуют замены. Замена 1 км теплосети диаметром 200 мм (средний диаметр трубопровода в коммунальном теплоснабжении) оценивается в 1.1 млн.руб. При условии замены ветхих трубопроводов в объеме 5% от общей протяженности коммунальных теплосетей, что составит 6,8 тыс.км, в год потребуется 6,75 млрд.рублей. На модернизацию сетевого хозяйства в теплоснабжении в целом потребуется 60,8 млрд.рублей.ⁱ

Из 460,0 тыс.км водопроводных сетей 73,6 тыс.км (16%) требуют срочной замены. Потребность в средствах на модернизацию водопроводных сетей составит 74,3 млрд.руб.

Протяженность канализационных сетей населенных пунктов 115,9 тыс.км, из которых 19,7 тыс.км нуждается в срочной замене (17%). Стоимость модернизации канализационных сетей, при замене 1 км средним диаметром 300 мм- 1,2 млн.рублей, составит 24,4 млрд.рублей.

Всего на модернизацию сетевого хозяйства систем тепло-, водоснабжения и канализации потребуется 159 млрд.рублей.

К основным мероприятиям этого направления можно отнести:

- постепенную замену ЦТП на ИТП в блок-модульном исполнении;
- внедрение там, где это экономически целесообразно, децентрализованных источников теплоснабжения;
- снижение теплопотерь в инженерных сетях путем постепенного перехода на современные трубопроводы, в т.ч. на тепловые сети с пенополиуретановой изоляцией;
- оптимизацию режимов работы сетей тепло- и водоснабжения через внедрение систем автоматизированного управления и регулируемого привода насосных агрегатов, замену насосов с завышенной установленной мощностью;
- реконструкцию тепловых пунктов с применением эффективного тепломеханического оборудования (например, пластинчатых водонагревателей);
- применение в системах тепло-, водоснабжения вместо поверхностных теплообменников (бойлеров) трансзвуковых струйно-форсуночных аппаратов, совмещающих в себе одновременно функции теплообменника и насоса и не содержащих вращающихся и трущихся частей;
- широкое использование аппаратуры контроля и диагностики состояния внутренней поверхности оборудования и систем тепло- и водоснабжения;
- применение новейших методов и технологий для очистки отложений теплообменного оборудования, котлов, систем водоснабжения и скважин (например, использование энергосберегающего семейства электрогидроимпульсных установок

типа "ЗЕВС");

- замена изношенной запорной арматуры и санитарно-технических устройств в квартирах и индивидуальных домах;
- перевод котельных там, где это возможно, на газовое топливо;
- оптимизацию процессов горения в топках котлов и внедрение оптимальных графиков регулирования с использованием средств автоматики и контроля, перераспределение тепловых нагрузок путем кольцевания тепловых сетей;
- применение на котельных противодавленческих турбин, устанавливаемых параллельно дроссельному устройству, для выработки дополнительной электроэнергии;
- обеспечение режимов водоподготовки, запрет пуска в эксплуатацию котельных (как законченных новым строительством, так и после капитального ремонта оборудования), не оснащенных установками водоподготовки, не прошедших режимно-наладочные испытания в установленные сроки;
- замена и прочистка сетей с применением новых методов прочистки бестраншейным способом;
- проведение режимно-наладочных работ в тепловых сетях и системах отопления и горячего водоснабжения зданий.

Выбор оптимальной и тактики оснащения приборами учета по категориям пользователей энергоресурсов воды

В условиях постоянного роста потребления энергоносителей все более актуальным становятся вопросы энергоэффективности городов нашей страны. Существующие федеральные законы, среди которых отметим Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее-Федеральный закон), и программы по реализации этих направлений требуют от региональных властей целенаправленных действий, стимулирующих не только производителя коммунальных услуг, но потребителя к энергоэффективности.

Отмечаем, что в соответствии с Федеральным законом в срок до 1 января 2012 года собственники жилых домов, собственники помещений в многоквартирных домах, введенных в эксплуатацию на день вступления в силу указанного выше Федерального закона, обязаны обеспечить оснащение таких домов коллективными (общедомовыми) приборами учета используемых воды, тепловой энергии, электрической энергии, а также индивидуальными и общими (для коммунальной квартиры) приборами учета используемых воды, природного газа, электрической энергии.

Возврат затраченных энергоснабжающими организациями финансовых средств на установку приборов учета будет осуществляться за счет собственных средств собственниками помещений многоквартирных *домов*.

Оснащение части многоквартирных домов приборами учета не является первоочередным экономически целесообразным энергосберегающим мероприятием. Для получения экономического эффекта сначала необходимо провести энергетическое обследование многоквартирного дома и спрогнозировать необходимые мероприятия для повышения энергоэффективности здания.

По статистическим данным экономия тепловой энергии при внедрении энергосберегающих мероприятий достигает по домам типовых серий в среднем 59 %, в том числе:

– 25 % – за счет повышения теплозащиты наружных стен и чердачных перекрытий в холодных чердаках;

– 10 % – за счет повышения теплозащиты окон;

– 6 % – за счет сокращения избыточного воздухообмена в квартирах;

– 18 % – за счет устройства автоматизированного узла управления системой отопления и установки термостатов на отопительных приборах.ⁱⁱ

Обоснованный выбор номенклатуры приборов

В настоящее время общее количество средств измерений, включенных в государственный реестр РФ, которые могут быть использованы для учета, превосходит 150, из них более 60 прошли экспертизу Главгосэнергонадзора РФ и разрешены для применения в составе узлов учета энергоресурсов и воды. Двадцать девять предприятий России выпускают счетчики-расходомеры, водосчетчики, теплосчетчики и другие приборы, составляющие отечественную базу приборного обеспечения учета тепла, холодной и горячей воды. Наряду с этим, все большее число зарубежных фирм предлагает услуги при решении вопросов приборного обеспечения учета энергоресурсов.

В этих условиях важно ориентироваться на фирмы-производители, предоставляющие заказчикам широкий круг услуг (консультации, проектирование, монтаж, наладка, гарантийное и постгарантийное обслуживание).

При выборе конкретных приборов необходимо учитывать, что существенной составляющей затрат на эксплуатацию приборов являются затраты на их периодическую поверку. Объем этих затрат определяется продолжительностью межповерочных интервалов, установленных для каждого прибора, и доступностью средств поверки.

Выбор оптимальных схем организации учета энергоресурсов и эксплуатации приборов

При разработке подпрограмм приборного обеспечения в составе региональных, муниципальных и других программ энергосбережения должны решаться такие вопросы как:

- выбор и оптимизация номенклатуры технических средств (приборов учета, регулирования, средств метрологического обеспечения, средств оперативного сбора и обработки информации и диспетчеризации и

т.п.);

- оценка объемов потребности в технических средствах;
- определение необходимости в изменении схем тепло- и водоснабжения для осуществления приборного учета, в особенности поквартирного;
- определение оптимальной очередности выполнения работ с учетом технико-экономических возможностей региона (муниципии).

Первоочередной является задача оснащения приборами узлов учета на границах раздела сфер ответственности между системами АО-энерго, источниками тепло-, водоснабжения других министерств и ведомств и муниципальными теплоснабжающими организациями. Анализ показывает, что в большинстве случаев фактическое потребление тепла составляет 30-60% от расчетных нагрузок по отоплению и ГВС. Как следствие, сократятся приписки в объемах поставляемых ресурсов со стороны тепло-, водоснабжающих организаций.

К числу первоочередных задач относится также оснащение приборами учета вводов в здания и помещения, занимаемые организациями бюджетной сферы. Осуществление таких мероприятий дает для бюджетных организаций и муниципальных предприятий экономию платежей за тепло и воду от 15 до 60%.

На вводы в общественные здания следует также устанавливать регуляторы давления, сокращающие до минимума избыточные напоры, являющиеся причиной нерациональных расходов воды из кранов и утечек из санитарно-технической арматуры.

Предстоит создать систему, обеспечивающую повсеместную установку и обслуживание поквартирных водосчетчиков, а также приборов регулирования потребления тепла, воды и других энергоресурсов.

Практическое занятие № 2.

Основные метрологические понятия и определения

Цель занятия: изучить основные метрологические понятия, погрешности измерения.

Вопросы для изучения:

- погрешности измерений
- классификация измерений и приборов для измерения физических величин
- организация и проведение поверки

Контрольные вопросы

1. *Дайте определение измерительного прибора?*
2. *Что такое датчик?*
3. *Что такое мера?*

4. *Что такое образцовый прибор?*
 5. *Как классифицируются приборы для измерения физических величин?*
 6. *Дайте определение понятию абсолютная погрешность?*
 7. *Дайте определение понятию относительная погрешность?*
 8. *Дайте определение понятию Приведенная погрешность*
 9. *Что такое класс точности измерительного прибора*
 10. *Обозначение классов точности?*
 11. *Назовите классы точности образцовых и рабочих приборов?*
 12. *Дай понятие поверки приборов. Задачи поверки приборов.*
 13. *Методы поверки приборов.*
 14. *Соотношение между классами точности образцовых и рабочих приборов при поверке?*
 15. *Понятие прямых и косвенных измерений?*
 16. *Какими измерениями определяется количество тепловой энергии?*
- Методические рекомендации по порядку проведения занятия:**
3. *Проверка преподавателем выполнения задания по самостоятельной работе студента (далее СРС)*
 4. *Осуждение рефератов по теме предложенной студентом;*
 5. *Изучение и обсуждение вопросов занятия 2*

ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Ниже приведены основные метрологические термины и определения, используемые в теплотехнических измерениях, знание которых необходимо при изучении рассматриваемых курсов [1].

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Истинное значение физической величины – значение, которое идеальным образом отражало бы в качественном и количественном отношениях соответствующее свойство объекта.

Действительное значение физической величины – значение, найденное экспериментальным путем и настолько приближающееся к истинному значению измеряемой величины, что для данной цели может быть использовано вместо него.

Сигнал измерительной информации – сигнал, функционально связанный с измеряемой физической величиной.

Цена деления шкалы – разность значений, соответствующих двум соседним отметкам шкалы.

Диапазон показаний – область, ограниченная конечным и начальным значениями шкалы.

Влияющая физическая величина – физическая величина, не являющаяся измеряемой данным средством измерений, но оказывающая влияние на результаты измерений этим средством.

Нормальная область значений влияющей величины – область значений, устанавливаемая в стандартах или технических условиях на средства измерений данного вида в качестве нормальной.

Рабочая область значений влияющей величины – область значений, устанавливаемая в стандартах или технических условиях на средства измерений данного вида, в пределах которой нормируется дополнительная погрешность этих средств измерений.

Чувствительность измерительного прибора – отношение величины изменения сигнала на выходе измерительного прибора к величине вызывающей это изменение.

Абсолютная погрешность измерительного прибора – максимальная разность между показанием прибора и действительным значением, измеренным более точным измерительным устройством.

Относительная погрешность измерительного прибора – отношение абсолютной погрешности прибора к действительному значению измеряемой величины.

Приведенная погрешность измерительного прибора – отношение абсолютной погрешности измерения в диапазоне измеряемой величины к какому-то нормированному значению. Обычно за нормирующее значение принимают диапазон показаний. Приведенная погрешность выражается в процентах.

Систематическая погрешность средств измерений – такая погрешность, которая при повторных измерениях остаётся неизменной или изменяется по определённому закону. Чаще всего эта погрешность включает в себя как составляющие инструментальную и погрешность вследствие внешних причин.

Случайная погрешность средства измерений – погрешность, которая при повторных измерениях принимает взаимонесвязанные положительные или отрицательные значения. Часто они возникают по ряду причин, которые, комбинируясь случайным образом, создают результирующую погрешность.

Изменение показаний измерительного прибора под действием влияющей величины (дополнительная погрешность) обусловлена отклонением одной из влияющих величин от нормального значения или выходом её за пределы нормальной области значений.

Предел допускаемой погрешности средства измерений – наибольшая (без учета знака) погрешность средства измерений, при которой оно может быть признано годным и допущено к применению.

Класс точности средства измерений – обобщенная характеристика средства измерений, определяемая пределами допускаемых основной и дополнительной погрешностей (изменением показаний для измерительных приборов), а также другими свойствами средств измерений, влияющими на точность, значения которых устанавливаются в стандартах.

Погрешности методов измерений аналогично рассмотренным выше погрешностям средств измерений подразделяются на: абсолютные, относительные, систематические, случайные и грубые.

Погрешность метода измерений – составляющая погрешности измерения, вызванная несовершенством метода.

Поправка – значение величины, прибавляемое к измеренному значению с целью исключения систематической погрешности.

Косвенным измерением называется измерение, при котором искомое значение величины y находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами x_i подвергаемыми другим измерениям:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$$

Если величины x_i независимы, то зависимость погрешности δ_y от погрешностей исходных величин δ_{x_i} выражается формулой:

$$\delta_y = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \delta_{x_i} \right)^2}$$

Практическое занятие № 3-4. Практическое измерение температуры

Цель занятия: изучить и освоить практическое измерение температуры

Вопросы для изучения:

- типы приборов для измерения температуры;
- обоснование выбора и погрешности измерения;
- способы монтажа термопреобразователей;
- бесконтактные методы измерения температуры:
 - пирометры;
 - тепловизоры.

Контрольные вопросы

1. Назначение термометров?
2. Методы измерения температуры?
3. Методы измерения, применяемые при учете энергоресурсов?
4. Принцип действия и конструкция ртутного и манометрического показывающих термометров?
5. Принцип действия термометра сопротивления. Способы подключения к измерительным приборам?
6. Способы установки термометров на трубопроводах и вертикальной стене?
7. Назначение, принцип действия и использование пирометров?

8. Назначение, принцип действия и использование тепловизоров?

9 Основные приемы чтения результатов тепловизирования?

Методические рекомендации по порядку проведения занятия:

1. Проверка преподавателем выполнения задания по самостоятельной работе студента (далее СРС)
2. Осуждение рефератов по теме предложенной студентом;
3. Изучение и обсуждение вопросов занятия 3-4.

Температура – параметр, который характеризует степень нагретости тела. Измерить её непосредственно нельзя, можно определить её значение только по каким-то другим физическим параметрам тела, которые изменяются однозначно в зависимости от температуры (например, объём, длина, электрическое сопротивление проводника, термоэлектродвижущая сила, энергетическая яркость излучения и т.д.).

В настоящее время для измерения температур используется Международная практическая температурная шкала, построенная по основным постоянным точкам. Температура, измеренная по этой шкале, близка к термодинамической температуре.

В качестве основных постоянных точек (реперных точек) взяты точки фазового равновесия химически чистых элементов (водорода, неона, кислорода, воды, цинка, серебра, золота).

Действие манометрических термометров основано на зависимости давления термометрического вещества в герметически замкнутом объёме от температуры.

Принцип работы термоэлектрического термометра основан на строгой зависимости электродвижущей силы термометра от температуры.

Термометр представляет собой цепь, составленную из двух разнородных проводников. При неравенстве температур в местах соединения этих проводников в термометре возникает термоэлектродвижущая сила, являющаяся функцией разности температур мест соединения.

Поправка на температуру свободных концов термометра вводится по термо-ЭДС термометра и зависит от его градуировочной характеристики.

В принципе любые два разнородных проводника могут образовывать термоэлектрический термометр, но исходя из наиболее полного удовлетворения целого ряда требований (жаростойкость, жаропрочность, химическая стойкость, воспроизводимость, стабильность, однозначность и линейность градуировочной характеристики), на практике применяются стандартные термоэлектрические термометры (медь-копелевые, железо-медноникелевые, хромель-копелевые, платинородий-платиновые, хромель-алюмелевые и т. д.).

Чтобы измерить температуру термоэлектрическим термометром необходимо к нему (термометру) подсоединить вторичный прибор. В качестве вторичного прибора могут быть использованы милливольтметры,

реализующие метод непосредственной оценки, и потенциометры (автоматические и с ручным управлением), реализующие компенсационный метод измерения термо-ЭДС.

Студенту необходимо знать принцип работы милливольтметра и потенциометров (вторичных приборов), а также их метрологические характеристики.

Принцип действия электрических термометров сопротивления основан на однозначной зависимости электрического сопротивления (в первую очередь металлов) от температуры.

Термометры сопротивления изготавливаются, как правило, из чистых металлов, которые наиболее полно отвечают тем же обязательным требованиям, которые предъявляются к материалам, идущим на изготовление термоэлектрических термометров (см. выше).

Электрические термометры, как и термоэлектрические, являются датчиками (первичными преобразователями), которые преобразуют изменение температуры в изменение другой физической величины (в данном случае электрического сопротивления), удобной для измерения.

Чтобы измерить электрическое сопротивление термометра (а значит и температуру), к нему необходимо подключить вторичный прибор (вторичный преобразователь) – логометр или автоматический уравновешенный мост.

Методы измерения температур тел по их тепловому излучению относятся к бесконтактным методам измерения, при которых отсутствует непосредственный контакт между чувствительным элементом термометра (как это имеет место при измерении температур термоэлектрическим термометром и термометром сопротивления) и измеряемым телом или средой. Этот метод теоретически не имеет верхнего предела измерения.

Оптический метод измерения температур основан на определении яркостной температуры тела, т.е. температуры абсолютно черного тела, при которой спектральная энергетическая яркость его равна яркости реального тела, имеющего действительную температуру. Яркостную температуру тел определяют с помощью оптических пирометров (квасимонохроматического пирометра). Затем по известной яркостной температуре рассчитывают действительную температуру тела.

В составе теплосчетчиков могут использоваться преобразователи температуры двух основных видов конструктивного исполнения:

- вставные ПТ с вмонтированным сигнальным кабелем;
- ввинчиваемые ПТ с головкой для подключения сигнального кабеля.

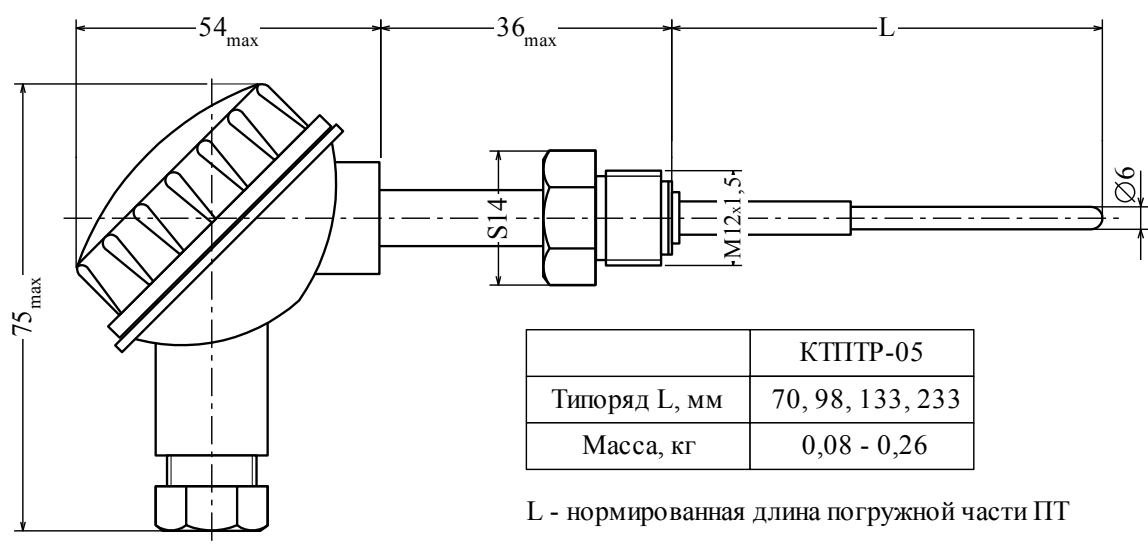
ПТ помещаются в защитную гильзу, которая располагается в потоке теплоносителя. Гильза предохраняет ПТ от разрушения при больших скоростях потока жидкости.

Нормированная длина погружной части ввинчиваемого ПТ или защитной гильзы вставляемого ПТ, которыми комплектуется ТС, зависит от внутреннего диаметра трубопровода, куда предполагается устанавливать ПТ, и способа

установки: перпендикулярно оси трубопровода, под углом 45° или в колено трубопровода вдоль его оси. Защитная гильза вворачивается в бобышку, которая приваривается к трубопроводу под углом 45° или 90° к его оси. Тип приварной бобышки (наклонная или прямая) оговаривается при заказе.

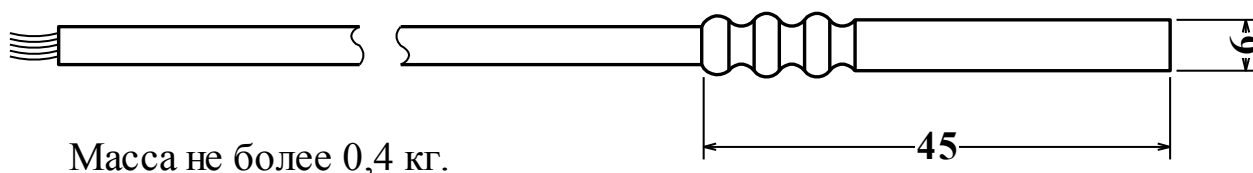
Внешний вид и габаритные характеристики используемых ПТ приведены на рис. 5.9; 5.10.

В теплосчетчиках возможно применение ПТ различных типов, подобранных в пару, удовлетворяющих условиям эксплуатации и обладающих одной из указанных в настоящем документе НСХ. Обычно при поставке используются ввинчиваемые ПТ КТПТР-05 фирмы «ТЕРМИКО».



Р и с.

5.9. Внешний вид и массо-габаритные характеристики ввинчиваемого ПТ КТПТР-05



Р и с. 5.10. Внешний вид вставляемого ПТ

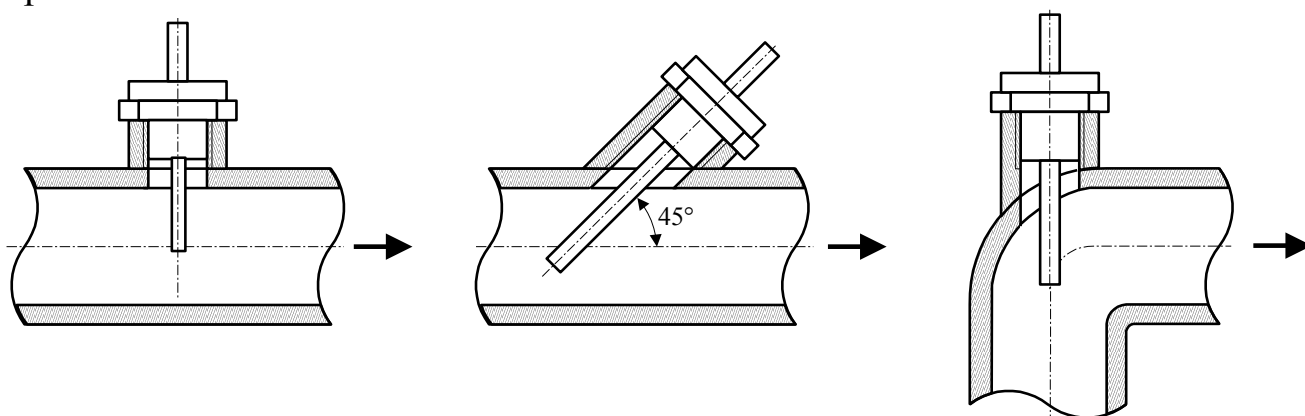
Требования и рекомендации по монтажу ПТ

Скорость протекания теплоносителя в месте установки ПТ не должна превышать 4 м/с для ПТ типа КТПТР. Для использования ПТ на более высоких скоростях потока требуется применение защитных гильз с соответствующими характеристиками.

ПТ в подающем и обратном трубопроводах должны быть смонтированы одинаковым образом: либо перпендикулярно к оси

трубопровода, либо наклонно навстречу потоку жидкости, либо в колено трубопровода навстречу потоку жидкости (рис. 5.11).

Для установки ПТ поставляются штуцера одного из двух типов: прямой или наклонный.



Р и с. 5.11. Способы установки ПТ

В зависимости от внутреннего диаметра трубопровода в месте установки ПТ и способа установки (перпендикулярно или наклонно) рекомендуется выбирать типоразмер КТПТР-05 (табл. 5.2). Допускается осуществлять выбор типоразмера ПТ в соответствии с региональными требованиями или нормативами.

Таблица 5.2

Соотношение длин ПТ и возможные диаметры трубопроводов для прямой и наклонной бобышки

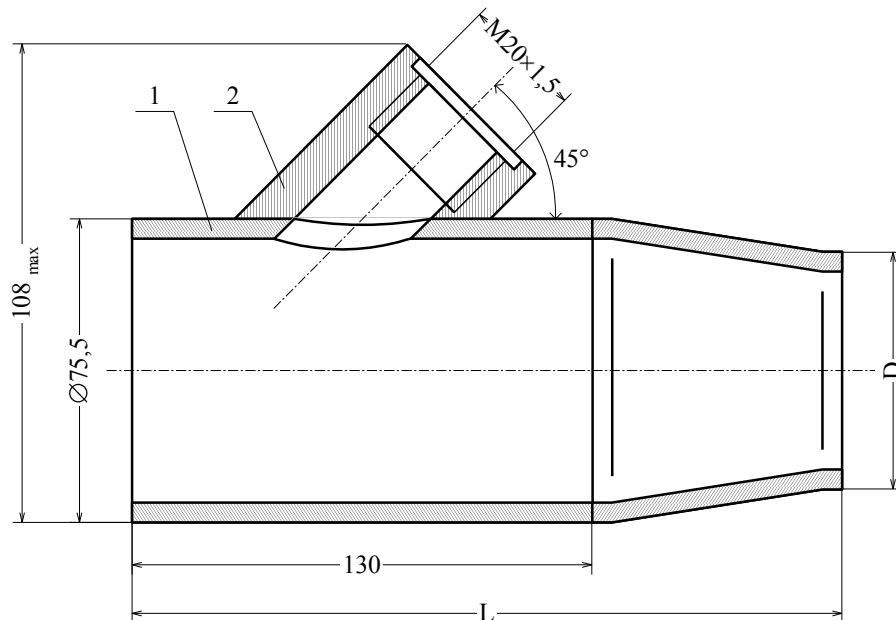
Нормированная длина КТПТР-05, L, мм	Внутренний диаметр трубопровода, мм	
	Прямой штуцер	Наклонный штуцер
70	60 – 170	40 – 105
98	85 – 260	60 – 160
133	120 – 380	85 – 240
223	210 – 670	150 – 450

Установка ПТ в трубопроводы меньших диаметров может осуществляться либо в колено, либо в специальный расширитель соответствующего типоразмера (рис. 5.12), который приваривается к диффузору сборочно-сварной конструкции.

Требования по монтажу сигнальных кабелей ПТ

В качестве сигнального кабеля ПТ должен использоваться трех– или четырехжильный кабель в экране, сечение жил не менее 0,12 мм². Рекомендуется кабель КММ 3×0,12 мм² или КММ 4×0,12 мм².

Сигнальные кабели подобранных пар ПТ должны быть одинаковой длины. Допустимый разброс по длине – не более ± 0,2 м.



D_y	D , мм	L , мм	Масса, кг
50	57	200	1,4
40	45	200	1,4
32	38	185	1,3

Р и с. 5.12. Расширитель для установки преобразователей температуры в трубопроводы малых диаметров:

1 – расширитель; 2 – штуцер для установки ПТ

ПТ рекомендуется устанавливать в трубопровод после соответствующего ПР по направлению потока, чтобы ПТ не вносил возмущений в поток жидкости. Не допускается наличие капающей на ПТ жидкости.

При подготовке к монтажу концы сигнальных кабелей должны разделяться в соответствии с ГОСТ 23587: зачищается изоляция на длину 5 мм, и концы облаживаются. На концы сигнальных кабелей, подключаемых к ПТ, должны напаяться наконечники под винт М4. При подключении к ПТ следует использовать шайбы-«звездочки» или гровер-шайбы.

Для защиты от механических повреждений рекомендуется размещать сигнальные кабели в металлических трубах или

металлорукавах. Допускается в одной трубе (металлорукаве) располагать несколько сигнальных кабелей.

Практическое занятие № 5-6.

Практическое измерение давления, разрежения, разности давлений

Цель занятия: изучить и освоить практическое измерение давления

Вопросы для изучения:

- типы приборов для измерения давления, разрежения, разности давлений;
- обоснование выбора метода измерения и погрешности измерения;
- методы монтажа

Контрольные вопросы

1. Назначение манометров, тягомеров, напорометров, вакууметров?
2. Соотношение между единицами измерения давления в различных СИ??
3. Методы измерения давления?
4. Методы измерения давления применяемые при учете энергоресурсов?
5. Принцип действия и конструкция показывающего манометра?
6. Принцип действия преобразователя давления с токовым выходным сигналом. Способы подключения к измерительным приборам?
7. Способы установки манометров и преобразователей давления на трубопроводах?

Методические рекомендации по порядку проведения занятия:

1. Проверка преподавателем выполнения задания по самостоятельной работе студента (далее СРС)
2. Осуждение рефератов по теме предложенной студентом;
3. Изучение и обсуждение вопросов занятия 5-6.

Различают абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление. Под абсолютным давлением P_a понимают полное давление, которое равно сумме атмосферного давления $P_{ат}$ и избыточного P : $P_a = P_{ат} + P$.

Под вакуумметрическим давлением P_v понимают разность между атмосферным давлением $P_{ат}$ и абсолютным давлением P_a : $P_v = P_{ат} - P_a$.

Жидкостные манометры и манометры с упругим чувствительным элементом измеряют избыточное и вакуумметрическое давление (разрежение).

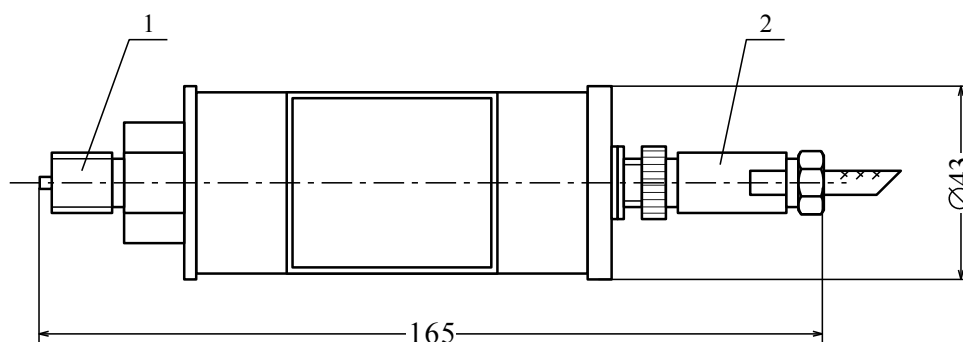
Дифференциальные манометры применяют для измерения разности давлений.

Преобразователи давления измеряют относительное (избыточное) давление в диапазоне, определяемом типом поставляемого по заказу преобразователя давления (ПД). В составе теплосчетчика могут быть

использованы ПД различного типа («Сапфир», «Метран» и др., имеющие унифицированный токовый выход и отвечающие заданным требованиям по точности и условиям применения.

В ряде конструкций теплосчетчиков используется ПД типа КРТ фирмы «ОРЛЭКС» с наибольшим давлением 1,0 или 1,6 МПа. Внешний вид КРТ и габаритные характеристики приведены на рис. 5.7.

Питание ПД может осуществляться как от встроенного в ТВ, так и от отдельного источника питания. Внутренний источник обеспечивает питание четырех ПД напряжением в пределах 17-22 В.



Р и с. 5.7. Внешний вид и габаритные характеристики ПД типа КРТ фирмы «ОРЛЭКС»:

1 – штуцер подключения ПД; 2 – разъем кабеля связи

Требования и рекомендации по монтажу

Монтаж ПД осуществляется в соответствии с ЭД на данный тип ПД.

Для установки преобразователей давления на трубопроводе может использоваться сборная конструкция (рис. 5.8), состоящая из патрубка, привариваемого на трубопровод, шарового крана, трехходового крана, радиатора и ПД.

Шаровой кран используется для отключения ПД от канала передачи давления в трубопроводе к ПД. Трехходовой кран применяется для стравливания газов, которые могут попасть в канал передачи давления от трубопровода к ПД. Радиатор позволяет понизить температуру жидкости до допустимой для ПД.

Указанную конструкцию рекомендуется располагать вертикально таким образом, чтобы в верхней точке был установлен ПД. Если это невозможно, то допускается располагать ее горизонтально с уклоном 1:10 к ПД. В этом случае в процессе эксплуатации необходимо контролировать отсутствие засорения канала передачи давления.

Требования по монтажу кабелей связи ПД

В качестве сигнального кабеля ПД следует использовать двужильный кабель в экране с сечением жил не менее 0,35 мм². Рекомендуется кабель КММ 2×0,35 мм². Возможно использование

четырёхпроводного кабеля КММ $4 \times 0,12 \text{ мм}^2$, при этом рекомендуется попарное объединение проводов при заделке концов кабеля.

В качестве кабеля связи источника питания ПД с ТВ может использоваться любой двухжильный кабель с сечением не менее $0,5 \text{ мм}^2$.

Кабель связи ПД – ТВ не следует прокладывать ближе 30 см от силовых кабелей. Допускается пересечение их под углом 90° . Не допускается соединение экрана кабеля связи ПД – ТВ с корпусом ПД.

Для защиты от механических повреждений рекомендуется кабели размещать в металлических трубах или металлорукавах. Допускается в одной трубе (металлорукаве) размещать несколько сигнальных кабелей.

Практическое занятие № 7-8.

Практическое измерение расхода и количества жидких и газообразных сред

Цель занятия: изучить и освоить практическое измерение расхода и количества жидких и газообразных сред

Вопросы для изучения:

- типы приборов для измерения расхода и количества жидких и газообразных сред;
- обоснование выбора и погрешности измерения;
- методы монтажа.

Контрольные вопросы

1. Назначение счетчиков и расходомеров?
2. Соотношение между единицами измерения расхода и количества в различных СИ??
3. Методы измерения расхода?
4. Методы измерения количества?
5. Методы измерения количества жидких и газообразных сред, применяемые при учете энергоресурсов?
6. Принцип действия и конструкция крыльчатого счетчика?
7. Принцип действия электромагнитного преобразователя расхода с токовым выходным сигналом. Способы подключения к измерительным приборам?
8. Способы установки счетчиков и преобразователей расхода на трубопроводах?

Методические рекомендации по порядку проведения занятия:

1. Проверка преподавателем выполнения задания по самостоятельной работе студента (далее СРС)
2. Осуждение рефератов по теме предложенной студентом;
3. Изучение и обсуждение вопросов занятия 7-8.

ОБЩИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СЧЕТЧИКАМ ВОДЫ.

Для вновь строящихся, реконструируемых и капитально ремонтируемых зданий с системами холодного и горячего водоснабжения, а также только холодного водоснабжения, следует предусматривать приборы измерения водопотребления – счетчики холодной и горячей воды, параметры которых должны соответствовать действующим стандартам.

Счетчики воды следует устанавливать на вводах трубопровода холодного и горячего водоснабжения в каждое здание и сооружение, в каждую квартиру жилых зданий и на ответвлениях трубопроводов в магазины, столовые, рестораны и другие помещения, встроенные или пристроенные к жилым, производственным и общественным зданиям.

Установка счетчиков воды на системах раздельного противопожарного водопровода не требуется.

На ответвлениях к отдельным помещениям общественных и производственных зданий, а также на подводках к отдельным санитарно-техническим приборам и к технологическому оборудованию счетчики воды устанавливаются по требованию заказчика.

Счетчики горячей воды (на температуру воды до 90°С) следует устанавливать на подающем и циркуляционном трубопроводах горячего водоснабжения (при двухтрубных сетях) с установкой обратного клапана на циркуляционном трубопроводе.

Диаметр условного прохода счетчика воды следует выбирать исходя из среднечасового расхода воды за период потребления (сутки, смену), который не должен превышать эксплуатационного, принимаемого по табл. 5.1.

Счетчик с принятым диаметром условного прохода надлежит проверять:

- на пропуск расчетного максимального секундного расхода воды, при этом потери напора в счетчиках воды не должны превышать: 5,0 м – для крыльчатых и 2,5 м – для турбинных счетчиков;
- на пропуск максимального (расчетного) секундного расхода воды с учетом подачи расчетного расхода воды на внутреннее пожаротушение, при этом потери напора в счетчике не должны превышать 10 м.

Потери давления в счетчиках h , м, при расчетном секундном расходе воды q , л/с, следует определять по формуле

$$h = Sq^2, \quad (5.2)$$

где S — гидравлическое сопротивление счетчика, принимаемое согласно табл. 5.1.

При необходимости измерения расхода воды и невозможности использовать для этой цели крыльчатые и турбинные счетчики воды следует применять расходомеры других типов. Выбор диаметра условного прохода и установку расходомеров надлежит производить согласно требованиям соответствующих технических условий.

Счетчики холодной и горячей воды следует устанавливать в удобном для снятия показаний и обслуживания эксплуатационным персоналом месте, в помещении с искусственным или естественным освещением и температурой внутреннего воздуха не ниже 5°С.

С каждой стороны счетчиков необходимо предусматривать прямые участки трубопроводов, длина которых определяется в соответствии с государственными стандартами на счетчики для воды, вентили или задвижки. Между счетчиком и вторым (по движению воды) вентилем или задвижкой следует устанавливать спускной кран.

Обводную линию у счетчиков холодной воды нужно предусматривать, если:

- имеется один ввод водопровода в здание;
- счетчик воды не рассчитан на пропуск противопожарного расхода воды.

На обводной линии следует устанавливать задвижку, опломбированную в закрытом положении. Задвижка для пропуска противопожарного расхода воды должна быть с электроприводом.

Обводную линию необходимо рассчитывать на максимальный (с учетом противопожарного) расход воды.

Задвижка с электроприводом должна открываться автоматически от кнопок, установленных у пожарных кранов, или от устройств противопожарной автоматики. Открытие задвижки должно быть заблокировано с пуском пожарных насосов при недостаточном давлении в водопроводной сети.

Обводную линию у счетчика горячей воды предусматривать не следует.

В районах жилой застройки на время пожаротушения допускается отсутствие подачи воды в систему горячего водоснабжения. При этом необходимо обеспечивать автоматическое отключение подачи воды в эту систему.

Таблица 5.1

Технические характеристики крыльчатых и турбинных счетчиков воды

Диаметр условного прохода счетчика, мм	Параметры					
	Расход воды, м ³ /ч			Порог чувствитель- ности, м ³ /ч, не более	Максимальный объем воды за сутки, м ³	Гидравли- ческое сопротив- ление счетчика $S, \frac{м}{(л/с)^2}$
	Минималь- ный	Эксплуа- тационный	Макси- мальный			
15	0,03	1,2	3	0,015	45	14,5
20	0,05	2	5	0,025	70	5,18

25	0,07	2,8	7	0,035	100	2,64
32	0,1	4	10	0,05	140	1,3
40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,5
50	0,3	12	30	0,15	450	0,143
65	1,5	17	70	0,6	610	$810 \cdot 10^{-5}$
80	2	36	110	0,7	1300	$264 \cdot 10^{-5}$
100	3	65	180	1,2	2350	$76,6 \cdot 10^{-5}$
150	4	140	350	1,6	5100	$13 \cdot 10^{-5}$
200	6	210	600	3	7600	$3,5 \cdot 10^{-5}$
250	15	380	1000	7	13700	$1,8 \cdot 10^{-5}$

ОБЩИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СЧЕТЧИКАМ ГАЗА

Потребление газа промышленными, транспортными, сельскохозяйственными, коммунально-бытовыми и иными организациями без использования приборов учета не допускается.

Учет количества газа, отпускаемого поставщиком, необходимо осуществлять по узлам учета поставщика или потребителя газа, установленным в соответствии с требованиями действующих норм и правил. Средства измерений, входящие в комплект узлов учета газа, должны иметь сертификат Госстандарта России об утверждении типа и пройти поверку в органах Государственной метрологической службы.

На каждом узле учета с помощью средств измерений определяются:

- время работы узла учета;
- расход и количество газа в рабочих и нормальных условиях;
- среднечасовая и среднесуточная температура газа;
- среднечасовое и среднесуточное давление газа.

Измерение и учет количества газа, осуществляемые по узлам учета, производятся по методикам выполнения измерений, аттестованным в установленном порядке. Определение количества газа должно производиться для нормальных условий. По согласованию поставщика и потребителя газа определение количества газа может проводиться по приборам с автоматической коррекцией по температуре или по температуре и давлению. На узле учета должна быть предусмотрена регистрация на бумажных носителях всех измеряемых параметров газа.

Нормы точности учета количества газа определяются Минтопэнерго России совместно с Госстандартом России.

Узел учета должен быть защищен от несанкционированного вмешательства.

Пределы измерений узла учета должны обеспечивать измерение расхода и количества во всем диапазоне расхода газа, причем минимальная граница измерения расхода должна определяться исходя из предельной допустимой погрешности измерений расхода.

ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА ПАРА, ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ, ХОЛОДНОЙ ВОДЫ, ГАЗА

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ В настоящее время нашли применение пять основных видов расходомеров, на базе которых собираются теплосчетчики. Это расходомеры переменного перепада давления (или сужающие устройства, или измерительные диафрагмы), тахометрические, вихревые, ультразвуковые и электромагнитные. Все они основаны на разных принципах измерения расхода проходящего через них теплоносителя.

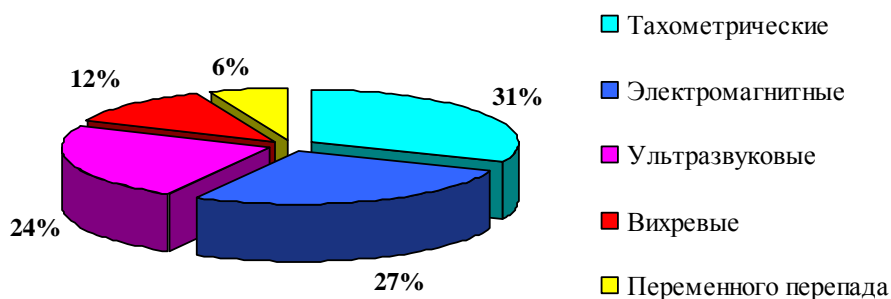
Конструктивные особенности каждого типа расходомеров в составе теплосчетчиков определяют их недостатки:

- тахометрический – не обеспечивает измерение мгновенного расхода, создает дополнительные гидравлические потери, имеет вращающиеся элементы, расположенные в сечении трубопровода, критичен к твердым и вязким примесям в воде, что вызывает необходимость установки дополнительных фильтров;
- вихревой – требует протяженных прямолинейных участков трубопровода, имеет элементы, расположенные в сечении трубопровода, создает дополнительные гидравлические потери, критичен к твердым примесям в воде, требует установки дополнительных фильтров;
- ультразвуковой – критичен к образованию слоев накипи и отложений на внутренней поверхности трубы, требует протяженных измерительных участков и высокой скорости движения теплоносителя, обуславливающей необходимость сужения трубопровода;
- переменного перепада давления – преобразователь устанавливается в трубе и является местным сопротивлением; имеет узкий диапазон измерений – 1:10, необходимость ежегодной поверки сужающего устройства затрудняет эксплуатацию;
- электромагнитные – на точность измерений оказывает влияние внешнее магнитное поле от соседнего оборудования, наличие пузырьков воздуха в воде, а также неполнота заполнения преобразователя водой.

Для большинства объектов наиболее предпочтительными являются приборы последней группы, но в ряде случаев метод переменного перепада является предпочтительным (например, измерение расхода пара). Для каждого

случая измерений требуется детальное обоснование выбранного типа расходомера.

Представление о классификации всего множества типов теплосчетчиков, получивших свидетельство Госэнергонадзора, по используемым методам измерения расхода дает рис. 5.1.



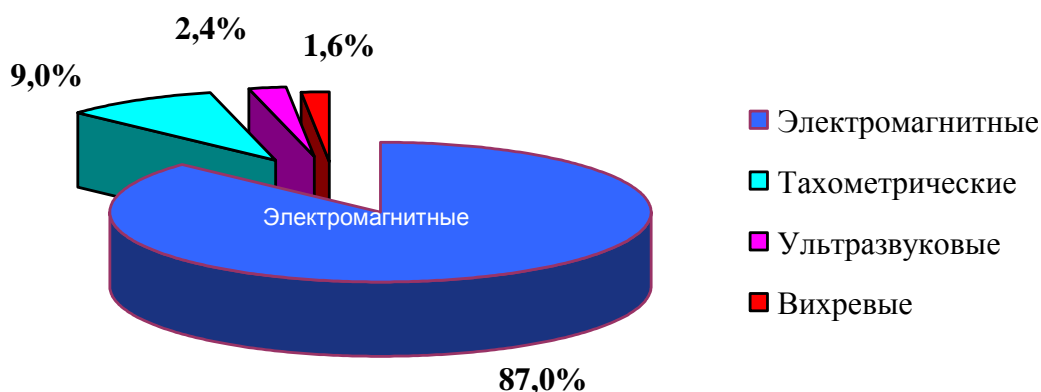
Р и с. 5.1. Классификация типов теплосчетчиков по методу измерения расхода

В свою очередь, анализ данных по приборам, установленным у абонентов теплосети ОАО «Мосэнерго» показывает, что на долю теплосчетчиков с электромагнитными преобразователями расхода приходится более 80% всего парка приборов, как это следует из рис. 5.2.

На рис. 5.3 показаны прямые участки трубопроводов, которые необходимо учитывать при установке конкретных преобразователей расхода в проектах модернизации тепловых узлов.

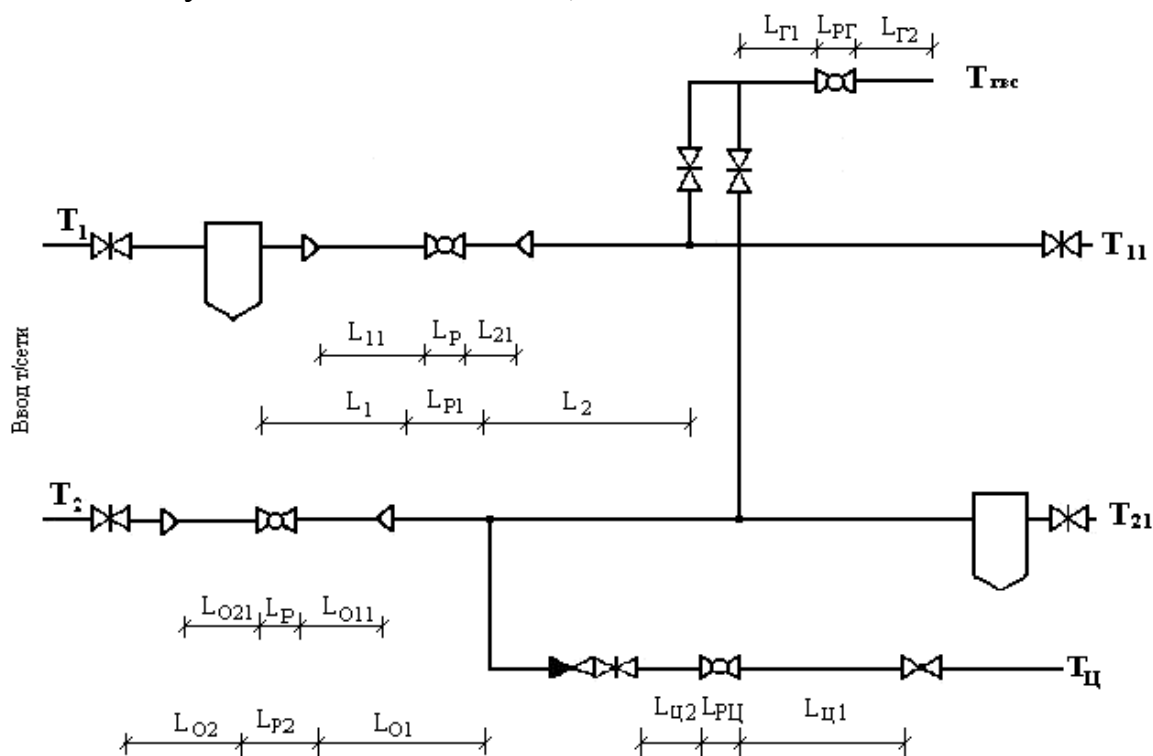
Основные требования к приборам учета тепловой энергии сформулированы в п. 5 Правил [5]. Эти положения нужно дополнить требованиями, которые вытекают из конкретных условий организации учета на предприятиях и котельных:

- установку приборов контроля параметров теплоносителя и учета теплоты следует предусматривать во всех тепловых пунктах;
- для учета тепловых потоков и расхода воды потребителями должна предусматриваться установка приборов учета тепловой энергии в соответствии с действующими «Правилами учета тепловой энергии и теплоносителя» [5].



Р и с. 5.2. Распределение типов теплосчетчиков, установленных у абонентов теплосети ОАО «Мосэнерго»

- выбор объема контролируемых параметров на тепловом пункте зависит от фактической нагрузки потребителя и типа схемы теплоснабжения;
- метод измерения расхода теплоносителя должен исключать наличие вращающихся частей в конструкции первичного преобразователя, установленного на трубопроводе (крыльчаток, турбин). Это требование обусловлено реальным качеством сетевой воды;
- преобразователь расхода должен обеспечивать реверсивное измерение массы сетевой воды по обратному трубопроводу в неотапительный период и при заполнении сети. Это требование обусловлено практикой эксплуатации тепловых сетей;



Р и с. 5.3. Прямые участки трубопроводов при установке преобразователей расхода:

L_{P1} ; L_{P2} ; $L_{PГ}$; $L_{PЦ}$ – габаритные размеры (длина) соответствующих преобразователей расхода, установленных на трубопроводах: подающем, обратном, ГВС, циркуляционном ГВС; L_1 (L_{11}); L_{01} (L_{011}); $L_{Г1}$; $L_{PЦ1}$ – длины прямых участков от местного сопротивления до соответствующего преобразователя расхода, установленного на трубопроводах: подающем, обратном, ГВС, циркуляционном ГВС; L_2 (L_{22}); L_{02} (L_{021}); $L_{Г2}$; $L_{PЦ2}$ – длины прямых участков после соответствующего преобразователя расхода, установленного на трубопроводах: подающем, обратном, ГВС, циркуляционном ГВС

- преобразователь расхода и расходомерные участки (см. рис. 5.3) должны вносить минимальное дополнительное гидравлическое сопротивление в

тепловую схему. Величина дополнительных потерь напора должна быть регламентирована в НТД на прибор. Это требование определяется существующим гидравлическим режимом тепловых сетей;

- теплосчётчик должен учитывать теплотребление по подающему и обратному трубопроводу, а также обеспечивать в трубопроводе ГВС и циркуляционном введении договорной температуры холодной воды.

ВЫБОР ТИПОРАЗМЕРА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ РАСХОДА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ

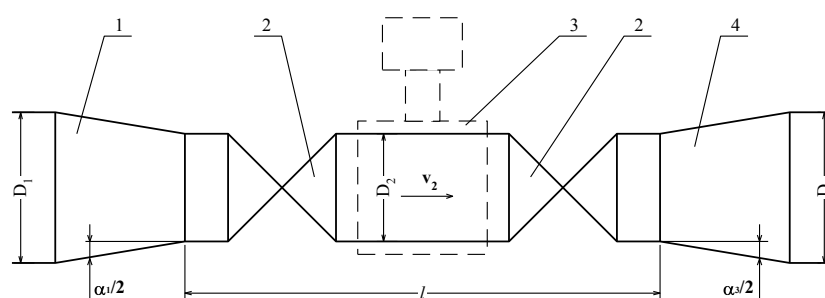
Выбор типоразмера теплопреобразователя расхода (ПР) определяется диапазоном расходов в трубопроводе, где будет устанавливаться ПР. Если диапазон расходов для данного трубопровода укладывается в диапазон расходов нескольких типоразмеров ПР, то для обеспечения более устойчивой работы рекомендуется выбирать ПР с меньшим значением Dy , но при этом возрастают гидравлические потери.

Если значение Dy выбранного типоразмера ПР меньше значения Dy трубопровода, куда предполагается устанавливать ПР, то для его монтажа в трубопровод используются переходные конуса (конфузор и диффузор).

Определить гидравлические потери напора в системе «конфузор – ПР – диффузор», приведенной на рис. 5.4, можно по нижеприведенной методике [25].

Исходные данные для определения потерь напора:

- объемный расход жидкости в данном трубопроводе – Qv [$\text{м}^3/\text{ч}$];
- Dy подводящего трубопровода – $D1$ [мм];
- Dy (типоразмер) ППРЭ – $D2$ [мм];
- Dy отводящего трубопровода – $D3$ [мм];
- угол конусности конфузора – α_1 [град];
- угол конусности диффузора – α_3 [град];
- длина прямолинейного участка – l [мм].



Р и с. 5.4. Схема трубопровода в месте установки ППРЭ:

1 – конфузор; 2 – полнопроходная шаровая задвижка; 3 – ППРЭ; 4 – диффузор

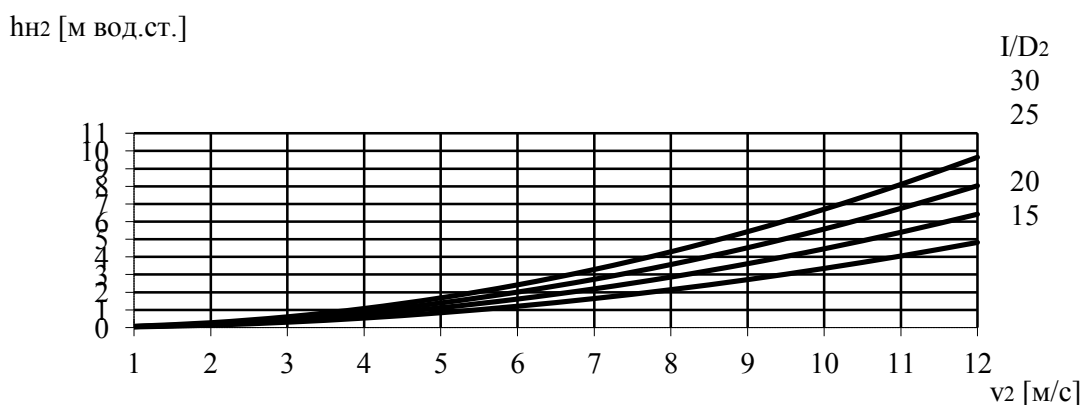
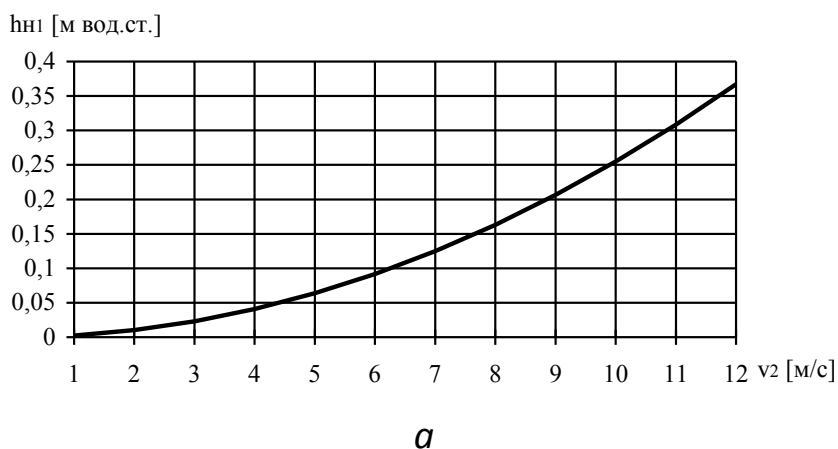
Согласно известному принципу суперпозиции суммарные потери напора в системе «конфузор – ППРЭ – диффузор» h_n складываются из местных потерь напора в конфузоре $h_{н1}$, прямолинейном участке $h_{н2}$ и диффузоре $h_{н3}$:

$$h_n = h_{н1} + h_{н2} + h_{н3}, \text{ (м вод. ст.)}. \quad (5.3)$$

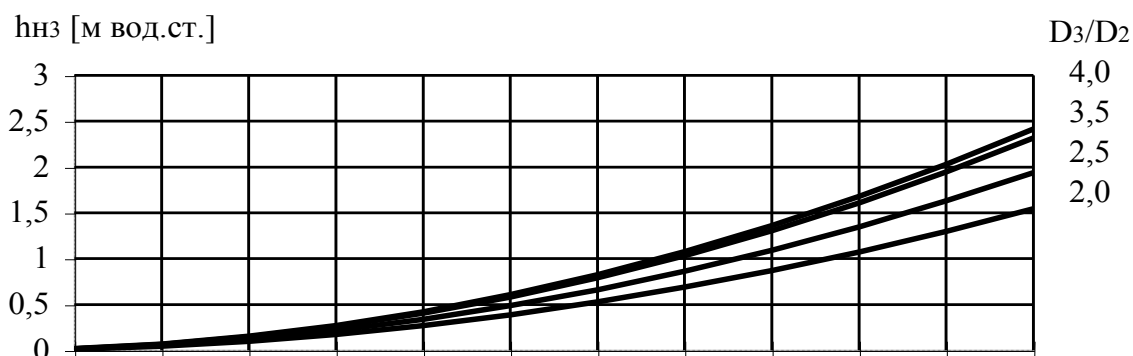
Потеря напора в конфузоре определяется по графику на рис. 5.5 а, где v_2 – скорость потока жидкости в прямолинейном участке.

График зависимости потери напора от скорости потока рассчитан для угла конусности конфузора $\alpha_1=20^\circ$. Для определения скорости потока жидкости по значению объемного расхода Q_v можно воспользоваться графиком на рис. 5.6.

Потеря напора в прямолинейном участке определяется по графику на рис. 5.5 б. График зависимости потери напора от скорости потока рассчитан для отношений длины прямолинейного участка к диаметру 15; 20; 25 и 30.



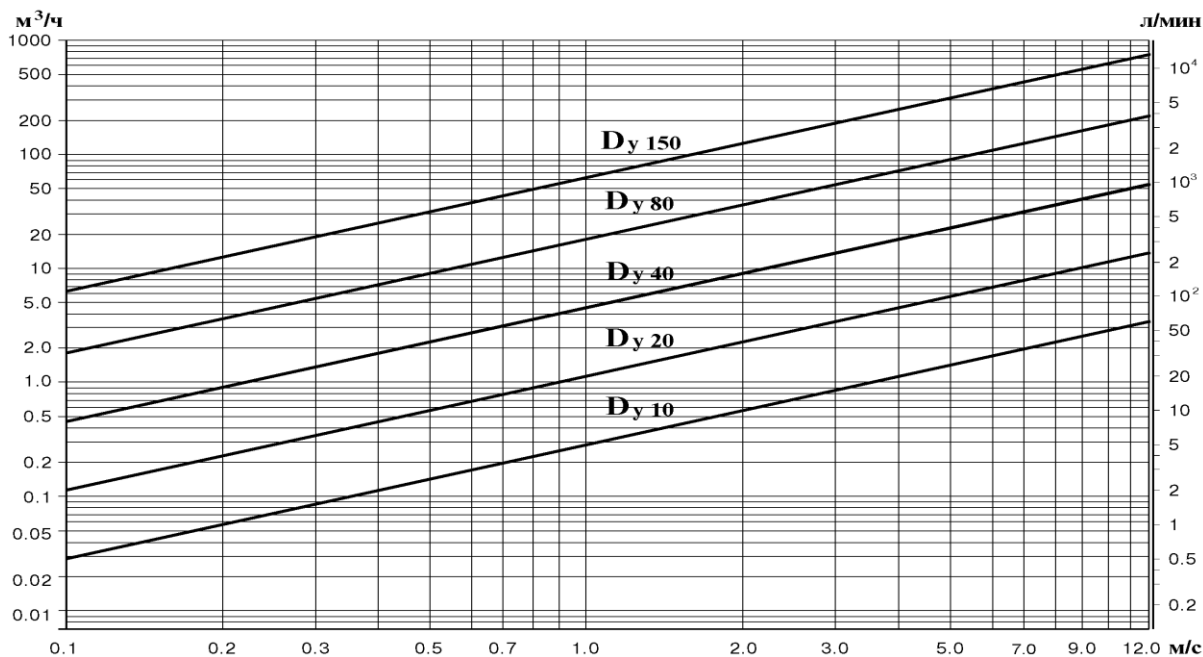
б



в

Р и с. 5.5. Графики зависимостей потерь напора в конфузоре (а),
прямолинейном участке (б) и диффузоре (в)

Потеря напора в диффузоре определяется по графику на рис. 5.5 в. График зависимости потери напора от скорости потока рассчитан для угла конусности диффузора $\alpha_3 = 20^\circ$ и отношений наибольшего диаметра диффузора к наименьшему 2,0; 2,5; 3,5 и 4,0.



Р и с.5.6. График зависимости расхода жидкости от скорости потока
для различных значений D_y

Практическое занятие № 9-10.

Применение теплосчетчиков и тепловычислителей, корректоров газа

Цель занятия: изучить и освоить практическое применение теплосчетчиков и тепловычислителей, корректоров газа

Вопросы для изучения:

- назначение теплосчетчика, тепловычислителя и корректора газа
- устройство теплосчетчика
- основные типы теплосчетчиков, применяемых в ЖКХ
- уравнения расчета количества тепловой энергии для теплосчетчиков;
- уравнения расчета для корректоров газа
- метрологические характеристики теплосчетчиков и корректоров газа
- способ установки характеристики теплосчетчиков и корректоров газа

Контрольные вопросы

1. Назначение теплосчетчика, тепловычислителя и корректора газа?
2. Назовите основные типы теплосчетчиков, применяемых в ЖКХ?
3. Назовите составляющие уравнений расчета количества тепловой энергии для теплосчетчиков?
4. Назовите составляющие уравнений расчета количества природного газа
5. В каком виде представляются результаты учета тепловой энергии теплосчетчиком?
6. Перечислите основные операции алгоритма вывода параметров теплосчетчика на дисплей.
7. Какие показатели содержатся в часовых, суточных, и месячных ведомостях учета тепловой энергии?
8. Назначение и основные составляющие ППП для стандартной обработки результатов учета на РС?
9. Сущность современных алгоритмов обработки результатов учета тепловой энергии

Методические рекомендации по порядку проведения занятия:

1. Проверка преподавателем выполнения задания по самостоятельной работе студента (далее СРС)
2. Осуждение рефератов по теме предложенной студентом;
3. Изучение и обсуждение вопросов занятия 9-10.

ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОВЫЧИСЛИТЕЛЯМ И ТЕПЛОСЧЕТЧИКАМ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА

Для учета тепловой энергии и количества пара следует применять тепловычислители, обладающие следующими характеристиками и функциональными возможностями.

Это должен быть промышленный контроллер с резидентным программным обеспечением, который предназначен для выполнения функций тепловычислителя в составном теплосчетчике. Тепловычислитель выполняет преобразования выходных сигналов датчиков расхода, температуры и давления пара в значения физических величин, вычисляет и ведет коммерческий учет теплоты и массы пара. Он является средством измерений и должен быть внесен в Государственный реестр средств измерений, а также должен удовлетворять требованиям «Правил» и Международным рекомендациям Р75 организации законодательной метрологии.

В процессе функционирования в составе теплосчетчика тепловычислитель должен обеспечивать:

- прямые измерения температуры, перепада давления, расхода и объема теплоносителя путем преобразования электрических сигналов, поступающих от расположенных в трубопроводах датчиков;
- косвенные измерения (вычисления) массового расхода, массы теплоносителя и тепловой энергии по результатам прямых измерений вышеперечисленных величин;
- вывод значений настроечных параметров (базы данных) с компьютера или с клавиатуры лицевой панели;
- вывод на табло лицевой панели значений настроечных параметров, измеряемых и вычисляемых параметров;
- защиту данных, влияющих на коммерческий учет от несанкционированного изменения;
- ведение календаря, отсчет времени суток;
- возможность коррекции значения текущего времени в пределах не менее ± 1 мин в сутки;
- архивирование времени перерывов питания;
- самодиагностику и диагностику аппаратуры с ведением архивов нештатных ситуаций;
- ведение часовых, суточных и месячных архивов значений тепловой энергии и массы теплоносителя, а также средних значений параметров теплоносителя (глубина часовых архивов – не менее 35 суток, глубина суточных архивов – не менее 10 месяцев, глубина месячных архивов – не менее 2 лет);
- сохранение значений параметров при перерывах питания продолжительностью не менее 20000 часов.

Тепловычислитель должен учитывать:

- время работы теплосчетчика;
- массу транспортируемого теплоносителя по каждому трубопроводу нарастающим итогом, а также за каждый час, сутки, месяц;
- массу теплоносителя, израсходованного на горячее водоснабжение или на подпитку нарастающим итогом, а также за каждый час, сутки, месяц;

- тепловую энергию, израсходованную в системе теплоснабжения (отпущенную в систему теплоснабжения), нарастающим итогом, а также за каждый час, сутки, месяц;
- среднечасовые и среднесуточные температуру и давление в подающем и обратном трубопроводах;
- вывод измерительной диагностической, установочной, архивной и т.д. информации через последовательные интерфейсы RS232 (в том числе через телефонный или радиомодем), RS485, а также измерительной и архивной информации на печатающее устройство через персональный компьютер.

Для учета тепловой энергии и количества перегретой сетевой отопительной воды, технической воды следует применять мультисистемные теплосчетчики-регистраторы, обладающие следующими характеристиками и функциональными возможностями:

- измерение текущих значений каждого из первичных параметров (расхода, температуры и давления) не менее чем в 4-х независимых точках измерения (трубопроводах);
- определение текущих и средних за интервал архивирования значений параметров теплоносителя не менее чем в 4-х расчетных каналах;
- определение значений тепловой мощности и тепловой энергии не менее чем в 2-х теплосистемах;
- ввод и использование в расчетах договорных значений параметров теплоносителя;
- возможность программного конфигурирования системы измерения и алгоритмов расчета с учетом вида контролируемой теплосистемы и набора используемых первичных преобразователей расхода, давления и температуры;
- индикацию измеренных, расчетных, установочных и архивированных параметров;
- архивирование в энергонезависимой памяти результатов измерений: часовой архив – не менее 1500 часов, суточный архив – не менее 60 предыдущих суток, месячный архив – не менее 24 месяцев, журнал действий оператора – до 2000 записей;
- вывод измерительной диагностической, установочной, архивной и т.д. информации через последовательные интерфейсы RS232 (в том числе через телефонный или радиомодем), RS485, а также вывод измерительной и архивной информации на печатающее устройство через персональный компьютер;
- автоматический контроль и индикацию наличия неисправностей теплосчетчика и нестандартных ситуаций, а также определение, индикацию и запись в архивы времени наработки и простоя прибора;
- защиту архивных и установочных данных от несанкционированного доступа.

Отличительными особенностями применения мультисистемных теплосчетчиков являются:

- иерархическая организация выполнения измерений и вычислений;
- возможность гибкого программного изменения конфигурации измерительной системы;
- возможность программирования алгоритма расчета параметров в контролируемых теплосистемах, возможность программного задания условий (критериев) нештатных ситуаций и реакции теплосчетчиков на их изменения для каждой из теплосистем.

Практическое занятие № 11 - 12.

Анализ результатов коммерческого учета энергоносителей

Цель занятия: изучить и освоить методику анализа результатов коммерческого учета ТЭР.

Вопросы для изучения:

- представление результатов учета теплосчетчиком;
- алгоритм вывода параметров на дисплей
- часовые, суточные, и месячные ведомости результатов учета тепловой энергии
- ППП для стандартной обработки результатов учета на РС
- современные алгоритмы обработки результатов учета тепловой энергии

Контрольные вопросы

1. *В каком виде представляются результаты учета тепловой энергии теплосчетчиком?*
2. *Перечислите основные операции алгоритма вывода параметров теплосчетчика на дисплей.*
3. *Какие показатели содержатся в часовых, суточных, и месячных ведомостях учета тепловой энергии?*
4. *Назначение и основные составляющие ППП для стандартной обработки результатов учета на РС?*
5. *Сущность современных алгоритмов обработки результатов учета тепловой энергии?*

Методические рекомендации по порядку проведения занятия:

1. *Проверка преподавателем выполнения задания по самостоятельной работе студента (далее СРС)*
2. *Осуждение рефератов по теме предложенной студентом;*
3. *Изучение и обсуждение вопросов занятия 11 - 12.*

Практическое занятие № 13 - 16.

Экономическое обоснование эффективности внедрения энергосберегающих мероприятий

Цель занятия: изучить и освоить методику экономического обоснования эффективности внедрения энергосберегающих мероприятий

Вопросы для изучения:

Типовые затратные энергосберегающие мероприятия на предприятиях ЖКХ: установка штор и низкоэмиссионных пленок из ПВХ-пленки в межрамное пространство окон;

- автоматизация освещения в местах общего пользования;
- организация автоматизированного теплового пункта;
- организация блочно-модульного теплового пункта;
- организация коммерческого учета в отопительной котельной;
- организация коммерческого учета в жилом здании;
- организация квартирного учета холодной и горячей воды;
- установка частотно-регулируемого привода;
- применение автоматических дверных доводчиков на входных дверях;
- применение автоматических сенсорных смесителей;
- улучшение теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания (кровля);
- утепление внутренних перегородок;
- утепление наружных дверей и ворот;
- установка энергосберегающих оконных рам;
- использование датчиков движения;
- монтаж теплоотражающих конструкций за радиаторами отопления.

Контрольные вопросы

Сформулируйте энергетический эффект от применения перечисленных мероприятий и обоснуйте его расчетом экономической эффективности:

- установка штор и низкоэмиссионных пленок из ПВХ-пленки в межрамное пространство окон;
- автоматизация освещения в местах общего пользования;
- организация автоматизированного теплового пункта;
- организация блочно-модульного теплового пункта;
- организация коммерческого учета в отопительной котельной;
- организация коммерческого учета в жилом здании;
- организация квартирного учета холодной и горячей воды;
- установка частотно-регулируемого привода;
- применение автоматических дверных доводчиков на входных дверях;

- применение автоматических сенсорных смесителей;
- улучшение теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания (кровля);
- утепление внутренних перегородок;
- утепление наружных дверей и ворот;
- установка энергосберегающих оконных рам;
- использование датчиков движения;
- монтаж теплоотражающих конструкций за радиаторами отопления.

Методические рекомендации по порядку проведения занятия:

1. Проверка преподавателем выполнения задания по самостоятельной работе студента (далее СРС)

2. Осуждение рефератов по теме предложенной студентом;

Изучение и обсуждение вопросов занятия 11 – 12

Практическое занятие № 17 - 18.

Экономическое обоснование эффективности внедрения энергосберегающих мероприятий. Энергетический паспорт предприятия. Разработка программы энергосбережения.

Цель занятия: изучить и освоить методику разработки программы энергосбережения

Вопросы для изучения:

Типовые затратные энергосберегающие

- программы энергосбережения для промышленного предприятия;
- программы энергосбережения для организаций бюджетной сферы;
- программы энергосбережения для ТСЖ и жилых зданий.

Методические рекомендации по порядку проведения занятия:

1. Проверка преподавателем выполнения задания по самостоятельной работе студента (далее СРС)

2. Осуждение рефератов по теме предложенной студентом;

Изучение и обсуждение вопросов занятия 17 – 18?

Литература для подготовки к практическим занятиям.

№ п/п	Учебник, учебное пособие	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
1	Энергосберегающие технологии для теплогазоснабжающих систем [Текст] / Е. Н. Бухаркин, М. Г. Ладыгичев. - М.: Теплотехник. Т.1, Кн.1. - 2011. - 347 с. : ил., табл. - Библиогр.: с.320-324. - ISBN 978-5-98457-103-6	Электронный каталог НТБ	10 экз.
2.	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Текст] / А. А. Кудинов, С. К.	Электронный каталог НТБ	50 экз.

	Зиганшина. - М. : Машиностроение, 2011. - 373 с. : ил., табл. - Библиогр.:с.359-369. - ISBN 978-5-94275-558-4 (в пер.)		
№ п/п	Учебник, учебное пособие	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
3	Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях [Текст] : учеб.пособие / А. И. Колесников, М. Н. Федоров, Ю. М. Варфоломеев. - М. : Инфра-М, 2010. - 123 с. : граф., табл. - (Сред.проф.образование). - Библиогр.: с. 118-121. - ISBN 978-5-16-002382-3	Электронный каталог НТБ	5 экз.
4	Энергоснабжение в теплоэнергетике и теплотехнике [Текст] : сборник упражнений / Ю. И. Рахимова ; Самар.гос.техн.ун-т, Пром. теплоэнергетика. - Самара : [б. и.], 2013. - 46 с.	Электронный каталог НТБ	20 экз.
5	Посашков М.В., Немченко В.И., Титов Г.И. Энергосбережение в системах теплоснабжения [Текст]: учебное пособие /М.В. Посашков, В.И. Немченко, Г.И. Титов – Самара: СГАСУ, 2014 – 192 ISBN 978-59586-0581-4	Фонд НТБ СГАСУ	30
6	Энергоснабжение в теплоэнергетике и теплотехнике [Текст] : сборник упражнений / Ю. И. Рахимова ; Самар.гос.техн.ун-т, Пром. теплоэнергетика. - Самара : [б. и.], 2013. - 46 с.	Ресурс НТБ СамГТУ	20