

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ-СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**  
**ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**  
**ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

**Кафедра: “Проектирование, строительство и эксплуатация  
инженерных коммуникаций”**

Допустить к защите

декан факультета доц. **Ташпулатов С.А.**

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2012 г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

К дипломному проекту для присвоения степени бакалавра по направлению  
**5580400 – “Строительство инженерных коммуникаций”**

Тема проекта: **“Теплоснабжение жилого квартала города Самарканд”.**

Автор проекта: **Ирискулов Бекзод Бахтиярович.**

Руководитель: **Турсунова У. Х.**

Консультанты:

по экономической части: зав. каф. **Ёдгоров В. У.** \_\_\_\_\_

по педагогической части: **Ибрагимов И. У.** \_\_\_\_\_

по охране труда: зав. каф. **Махкамов С. М.** \_\_\_\_\_

Пояснительная записка \_\_\_\_\_

Графическая часть \_\_\_\_\_ листов

Разрешить к защите кафедра “ПСЭиК” \_\_\_\_\_ зав. каф. доц. **Рашидов Ю.К.**

**Ташкент 2012 г.**

**ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

Кафедра “Проектирование, строительство и эксплуатация инженерных  
коммуникаций”

Направление: 5580400-”Строительство инженерных коммуникаций”

**“УТВЕРЖДАЮ”**

декан факультета доц. **Ташпулатов С.А.**

(м.п.) “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2012\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)**

Студент: **Ирискулов Бекзод Бахтиярович**

(Ф.И.О. полностью)

1. Тема дипломного проекта (работы) Теплоснабжения жилого квартала г. Самарканд, утвержден приказом ректора за номером 2/320 от «15» 10. 2011 года

2. Срок представления дипломного проекта (работы) к предварительной защите 21.06.12

3. Перечень литературы с исходными данными по теме: ҚМҚ 2.01.01-94. «Климатические и физико-геологические данные для проектирования». ҚМҚ 2.04.08-96. Ионин А.А. Теплоснабжение Учебник для вузов.-М.: Стройиздат,1989. Козин В.Е.Теплоснабжение. Учебное пособие М: Высш. школа, 1980-408 с. Турсунова У.Х, Т.Мамажонов “Иссиқлик таъминоти” Ўқув қўлланма., ТАҚИ 2000 й 86 бет. ҚМҚ 2.04.07-99. «Иссиқлик тармоқлари». Ўзбекистон Республикаси давлат архитектура ва қурилиш қумитаси. Тошкент. 1999.-127 бет. ҚМҚ 3.05.03-2000. “Иссиқлик тармоқлари”. ЎзР Давархитектқурилиш-Тошкент, 2000. - 49 бет.Манюк В.И. и др. Справочник по наладке и эксплуатация водяных и тепловых сетей. 3-е изд.Стойиздат, 1982.-215 стр.

4. Цель дипломного проекта (работы) и решаемые задачи: Введение. Расчет тепловых нагрузок по укрупненным показателем. Регулирование расхода тепла. Гидравлический расчет и построение пьезометрического графика.

Расчет оборудование установленных в системе теплоснабжение.  
Компенсаторы, тепловая изоляция, опоры. Литература

5. Перечень графического материала дипломного проекта: Технологическая часть: Ген. план жилого района М:1:2000. Расчетная тепловая схема. Годовой график расхода тепла. График регулирование расхода тепла. Пьезометрический график. Продольный профиль. Принципиальная тепловая схема

6. Консультанты:

Разделы дипломного проекта (работы)	Ф.И.О. Консультанта	Подпись, дата	
		Задание выдано	Задание принято
Технологическая часть	Турсунова У. Х.		
Экономическая часть	Ёдгоров В. У.		
Охрана труда	Махкамов С. М.		
Педагогическая часть	Ибрагимов И. У.		

7. График выполнения дипломного проекта (работы)

№	Наименование этапов	Сроки выполнения	Отметка о выполнении (подпись руководителя)
1.	Технологическая часть	30.05.12	
2.	Экономическая часть	15.06.12	
3.	Охрана труда	20.06.12	
4.	Педагогическая часть	23.06.12	
5.	Предварительная защита	25.06.12	

Руководитель дипломного проекта (работы): Турсунова У. Х.  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_   
подпись

Заведующий кафедрой: Рашидов Ю. К.  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_   
подпись

Задание принято к выполнению \_\_\_\_\_

(подпись студента)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2012г.

Задание заполняется в 2 экземплярах: первый выдаётся студенту, второй хранится на кафедре.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение.....	5-15
2. Характеристика района.....	16
3. Система теплоснабжения.....	17-34
4. Расчеты тепловых нагрузок.....	35-37
5. Годовые нагрузки, расчет годовых нагрузок.....	38
6. Регулирование отпуска тепла.....	39-42
7. Расчеты и построение графика регулирования отпуска тепла.....	43
8. Общий гидравлический расчет.....	44-46
9. Расчет расхода воды .....	47-49
10. Гидравлический расчет.....	51
11. Гидравлический расчет для зимнего периода.....	52
12. Гидравлический режим тепловых сетей.....	53
13. Гидравлический расчет при максимальном разборе из подающей и обратного трубопровода.....	54
14. Гидравлический расчет для летнего режима.....	55
15. Пьезометрический график и требования пьезометрического графика.....	56-59

16. Тепловые пункты.....	60-62
17. Расчеты элеватора .....	63
18. Трубопроводы арматура .....	64-70
19. Оборудования тепловых сетей .....	71-81
20. Расчет компенсаторов.....	82
21. Прокладка тепловых сетей.....	83
22. Теплоизоляция.....	84-86
23. Технико-экономическое обоснование проекта.....	87-100
24. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда.....	101-119
25. Педагогическая часть .....	120-144
26. Литература.....	145-146

## **ВВЕДЕНИЕ.**

*Оценки известных экономистов, авторитетных экспертов и специалистов по этому вопросу сходятся в принципе к однозначному мнению.*

*Продолжая оставаться под негативным воздействием разразившегося в 2008 году глобального финансово-экономического кризиса, мировая экономика, и в первую очередь экономики крупнейших развитых стран, несмотря на все предпринимаемые за истекший период меры, сегодня оказываются перед фактом замедления темпов роста и фактического падения производства, а отдельные международные финансовые структуры при наихудшем развитии событий не исключают повторной глобальной рецессии.*

*Несмотря на принимаемые в рамках «восьмерки» и «двадцатки» решения, все еще не удается выработать устраивающую все стороны единую экономическую модель разрешения кризисных проблем управления и контроля, прежде всего, в мировой финансово-валютной системе, что вынуждает ключевые экономические державы действовать по собственному усмотрению и в собственных интересах.*

*Надо признать, что возникающие за последние годы проблемы в мировой экономике в основном решаются за счет печатания и накачивания финансового рынка дополнительной денежной массой, что в свою очередь в перспективе может привести к неконтролируемой инфляции и обесцениванию резервных и национальных валют со всеми вытекающими последствиями. Несмотря на все эти проблемы, а также внутренние сложности и трудности, благодаря самоотверженному труду нашего народа у нас сегодня есть все основания по праву гордиться итогами 2011 года. Результаты, достигнутые в развитии экономики страны за последние годы и в истекшем году, высоко оцениваются авторитетными международными финансовыми институтами, такими, как Международный валютный фонд, Всемирный банк, Азиатский банк развития, и другими.*

*Миссия ожидает, что ВВП в 2011 году вырастет на 8,3 процента и прогнозирует сохранение высоких темпов экономического роста в среднесрочной перспективе».*

*Стабильный на протяжении ряда лет профицит бюджета, высокий уровень официальных резервов, низкий государственный долг, стабильная банковская система и осмотрительное заимствование на международных финансовых рынках защитили страну от прямых последствий глобального кризиса.*

*Следует отметить, что темп роста ВВП в истекшем году, как и ожидалось, фактически составил 8,3%, а за период 2000-2011 годы объемы ВВП увеличились в 2,1 раза, и по этому показателю Узбекистан находится среди наиболее динамично развивающихся экономик мира. Устойчиво высокими темпами росли в истекшем году – промышленное производство – 6,3, производство продукции сельского хозяйства – 6,6, объем розничного товарооборота – 16,4% и реализация платных услуг населению – 16,1%.*

*Показателем серьезных структурных сдвигов и качественных изменений является тот факт, что если в 2000 году на долю индустриального производства в формировании валового внутреннего продукта страны приходилось всего 14,2 процента, то в 2011 году она составила 24,1 процента.*

*Около 70 процентов общего прироста промышленной продукции внесли отрасли, ориентированные на выпуск готовой продукции с высокой добавленной стоимостью. Опережающими темпами в 2011 году развивались отрасли машиностроения и автомобилестроения (12,2%), химической и нефте-химической промышленности (9,4%), пищевой промышленности (13,1%), промышленности строительных материалов (11,9%), фармацевтической и мебельной отраслей (18%), которые стали сегодня локомотивами роста нашей экономики.*

*При этом объем производства потребительских товаров в 2011 году возрос на 11,2 процента, а к 2000 году этот показатель вырос более чем в 4 раза.*

*Огромное внимание, которое уделяется структурным сдвигам и диверсификации ведущих отраслей экономики положительно отразилось на объемах, номенклатуре и качестве экспорта.*

*Объем экспортной продукции в 2011 году возрос против 2010 года почти на 15,4 процента и составил более 15 миллиардов долларов, или увеличился против 2000 года в 4,6 раза. Положительное сальдо внешнеторгового оборота превысило 4,5 миллиарда долларов. Удельный вес готовой продукции в объеме экспорта вырос до 60 процентов, тогда как в 2000 году он составлял около 46 процентов.*

*Конкретным подтверждением устойчивого и сбалансированного развития экономики Узбекистана является то, что, начиная с 2005 года, Государственный бюджет исполняется с профицитом.*

*По состоянию на 1 января 2012 года размер совокупной внешней задолженности страны не превышает 17,5 процента от ВВП и 53,7 процента к объему экспорта, что по международным критериям относится к категории «менее чем умеренная» задолженность.*

*С удовлетворением хотел бы отметить позитивные изменения, которые происходят в нашей финансово-банковской сфере.*

*На протяжении последних пяти лет показатель достаточности капитала банковского сектора страны находится на уровне в три раза превышающем международный норматив в размере 8 процентов, установленный Базельским комитетом по банковскому надзору.*

*Важнейшим показателем эффективности деятельности банков является рост доверия населения к банковской системе.*

*В 2011 году на депозиты привлечено свыше 18 триллионов сумов с ростом против предыдущего года на 36,3 процента, в том числе депозиты населения – на 38,8 процента. Растет инвестиционная активность коммерческих банков. При этом свыше 75 процентов вложений коммерческих банков – это долгосрочные инвестиционные кредиты сроком свыше трех лет. В целом за последние десять лет кредитование реального сектора экономики нашими банками возросло в 7 раз.*

*Сегодня можно с полным основанием заявить, что оправдал себя и показал свою эффективность нестандартный подход, который мы внедрили по оздоровлению экономически несостоятельных предприятий, передав их*

*на баланс банков. В настоящее время из 164 предприятий-банкротов, переданных банкам, на 156 полностью восстановлена производственная деятельность, а 110 предприятий реализованы новым инвесторам. На техническое перевооружение и модернизацию восстановленных предприятий коммерческими банками инвестировано 275 миллиардов сумов. В истекшем году более 3800 фермерских хозяйств не выполнили принятых на себя договорных обязательств по производству хлопка-сырца, в результате чего недопоставлено более 160 тысяч тонн на сумму свыше 120 миллиардов сумов. Если это перевести на хлопок-волокно, которое можно было реализовать на экспорт, то потери составят около 100 миллионов долларов, не считая потерь из-за недополученной продукции его переработки в виде масла, шрота, шелухи и другой продукции.*

*В прошлом году 1500 фермерских хозяйств не обеспечили выполнение своих договорных обязательств по продаже зерна колосовых культур в государственные ресурсы в объеме 62 тысяч тонн на сумму 18 миллиардов сумов. Соответствующие выводы по этим вопросам должны быть сделаны по каждой области и району и, прежде всего, в вопросах соблюдения установленного порядка при выделении фермерским хозяйствам в долгосрочную аренду земельных участков, исключить при этом нарушения законности. В 2011 году опережающими темпами росла сфера услуг и сервиса, доля которой в формировании ВВП составила 50,5 процента против 37 процентов в 2000 году. Как положительную тенденцию, отвечающую требованиям сегодняшнего дня, следует отметить ускоренный рост услуг связи и информатизации, которые за год возросли на 41,6 процента. Это обеспечено в первую очередь за счет увеличения количества абонентов, пользующихся услугами мобильной связи и сети Интернет, чему способствовало принятие мер в отчетном году по снижению тарифов для населения на услуги по предоставлению доступа в Интернет на 22 процента. Сегодня около 8 миллионов человек являются активными пользователями сети Интернет.*

*Структурным преобразованиям экономики, повышению деловой активности и финансовой устойчивости хозяйствующих субъектов способствовала проводимая рациональная налоговая политика, направленная, в*

*первую очередь, на сокращение налогового бремени.*

*Так, в 2011 году совокупное налоговое бремя по сравнению с 1991 годом снизилось почти в 2 раза – с 41,2 до 22 процентов к ВВП.*

*В истекшем году большое внимание уделялось проведению активной инвестиционной политики, направленной на ускорение модернизации, технического и технологического перевооружения действующих и создание новых, современных, высокотехнологичных производств.*

*В реальный сектор нашей экономики привлечено иностранных инвестиций в объеме почти 2,9 миллиарда долларов США, из которых 78,8 процента составляют прямые иностранные инвестиции.*

*Завершено строительство первой очереди установки пропан-бутановой смеси для увеличения производства сжиженного газа на УДП «Мубарекский ГПЗ», дилерского центра нового комплекса по производству грузовых автомобилей «MAN» в Самаркандской области.*

*В активную фазу строительно-монтажных работ вступили такие крупные проекты, как строительство парогазовой установки на Навоийской ТЭС, строительство третьей нитки газопровода Узбекистан-Китай. Начала успешно функционировать свободная индустриально-экономическая зона в городе Навои, на территории которой вновь созданными предприятиями налажен выпуск спидометров, автомобильных проводов, компрессоров, цифровых ТВ-тюнеров, энергосберегающих ламп, осветительных приборов, светодиодных ламп, модемов, полиэтиленовых и полипропиленовых труб, косметических средств, а также продукции медицинского назначения. В рамках реализации проектов по строительству и реконструкции Узбекской национальной автомобильной магистрали реконструировано с укладкой современного покрытия 302,5 километра автомобильных дорог. Введены в эксплуатацию пассажирские терминалы аэропортов местных линий в городах Ташкенте и Бухаре.*

*Открыто движение высокоскоростных пассажирских электропоездов «Талго-250» по маршруту Ташкент-Самарканд, преодолевающих расстояние между этими городами в 344 километра всего за 2 часа.*

*Для эксплуатации этих поездов проведена масштабная работа по модернизации и совершенствованию железнодорожной инфраструктуры. Реабилитированы железные дороги протяженностью 600 километров, проложены 68 километров новых железнодорожных путей, реконструированы и оборудованы железнодорожные вокзалы городов Ташкента и Самарканда. В центре нашего внимания в прошлом году оставались вопросы дальнейшего развития социальной сферы, неуклонного повышения доходов и уровня жизни населения страны. Заработная плата в целом по республике возросла в прошлом году на 20,2 процента, а работников бюджетных организаций, пенсии, пособия и стипендии – на 26,5 процента. Реальные доходы населения увеличились за год на 23,1 процента. При этом более 47 процентов совокупных доходов населения составляют доходы, получаемые от предпринимательской деятельности. Если в 1991 году на минимальную зарплату можно было бы приобрести товаров и услуг только на восемь процентов от стоимости потребительской корзины, рассчитываемой в строгом соответствии с рекомендациями Международной организации труда и Всемирной организации здравоохранения, то в 2011 году этот показатель составил 120 процентов потребительской корзины, или вырос в 15 раз, а покупательская способность минимальной пенсии – в 9 раз. Говоря о развитии сферы образования в отчетном году, хочу отметить, что была продолжена работа по формированию целостной непрерывной системы образования, включающей в себя весь цикл подготовки высокообразованного и профессионально подготовленного подрастающего поколения от общего среднего образования до среднего специального, профессионального и высшего образования. Важным шагом в этом направлении стало принятие дополнительных мер по полному охвату выпускников 9-х классов общеобразовательных школ обучением в профессиональных колледжах за счет строительства 24 филиалов в отдаленных и труднодоступных районах, ввода в эксплуатацию 18 общежитий к действующим колледжам.*

*Большая работа осуществлена по укреплению материально-технической базы общеобразовательных школ – построено и реконструировано 166 школ, капитально отремонтирована 151 школа, введено свыше 46,3 тысячи ученических мест, оснащенных самым современным учеб-*

*ным и лабораторным оборудованием. В 852 школах республики созданы современные учебные компьютерные классы.*

*Свыше 9400 общеобразовательных школ, или 96 процентов от их общего количества, подключены к электронно-информационной сети ZijoNet.*

*Особое внимание было уделено вопросам трудоустройства выпускников профессиональных колледжей. В практику внедрено заключение договоров между колледжами и предприятиями о прохождении будущими выпускниками производственной практики с последующим их трудоустройством на этих предприятиях. В рамках реализации этих договоренностей было трудоустроено более 390 тысяч выпускников.*

*Не будет преувеличением заявить, что большим событием прошлого года в жизни нашей страны стало завершение строительства и ввод в эксплуатацию Центра просвещения, вобравшего в себя Дворец симпозиумов, а также Национальную библиотеку Узбекистана имени*

*Основные показатели развития экономики Узбекистана и ведущих ее отраслей в 2012 году направлены на сохранение высоких и устойчивых темпов роста, дальнейшее укрепление макроэкономической стабильности.*

*В утвержденном Государственном бюджете страны на 2012 год намечено направить свыше 60 процентов всех расходов на социальную сферу и социальную поддержку населения. В соответствии с принятой Программой первоочередных мер по расширению объемов производства и освоению выпуска новых видов конкурентоспособной продукции предусматривается в 2012-2016 годах реализация более 270 инвестиционных проектов расчетной стоимостью 6,2 миллиарда долларов, а также отраслевых программ модернизации, технического и технологического перевооружения производства.*

*В текущем 2012 году предусматривается реализация проектов, имеющих исключительно важное значение для дальнейшей диверсификации нашей экономики, в том числе начало строительства Устюртского газо-*

*химического комплекса на базе месторождения Сургиль, второй очереди Дехканабадского завода калийных удобрений и Кунградского содового завода, завода по производству синтетического жидкого топлива, двух парогазовых установок на Талимарджанской ТЭС, нового энергоблока на Ангренской ТЭС, организация производства автомобильных шин и транспортной ленты, а также проекты по расширению мощностей и углублению всей технологической цепочки на текстильных предприятиях.*

*Хотелось бы подчеркнуть все возрастающую роль в осуществлении процессов модернизации, технического и технологического перевооружения предприятий Фонда реконструкции и развития Республики Узбекистан, капитал которого в настоящее время превысил 9 миллиардов долларов. В 2012 году за счет средств Фонда предусматривается обеспечить софинансирование 29 стратегических инвестиционных проектов в ведущих отраслях промышленности и производственной инфраструктуры в объеме более 758 миллионов долларов, что на 38,2 процента больше, чем в прошлом году.*

*Кабинету Министров в месячный срок необходимо внести на утверждение проект Программы развития сферы услуг и сервиса на период 2012 – 2016 годы с доведением ее доли в ВВП страны до 54-56 процентов.*

*Важнейшим приоритетом в 2012 году остается обеспечение опережающего развития транспортной и инженерно-коммуникационной инфраструктуры.*

*Сегодня трудно себе представить современную высокоразвитую страну без широко разветвленных магистральных коммуникаций, обеспечивающих развитие экономики и жизнедеятельность городов и населенных пунктов.*

*Для нас исключительно важное значение имеет ускорение реализации проектов по строительству и реконструкции дорог, входящих в состав Узбекской национальной автомагистрали, надежно соединяющей все регионы республики, обеспечивающей выход на региональные и мировые рынки. В этих целях в 2012 году намечено осуществить строительство и реконструкцию 517 километров автомобильных дорог, 2-х крупных транспорт-*

*ных развязок, 544 погонных метров мостов и путепроводов, с направлением из Республиканского дорожного фонда средств в объеме, эквивалентном свыше 360 миллионов долларов США, что на 12,5 процента больше, чем в прошлом году.*

Высоко оценивая стратегическое значение модернизации автомагистрали не только для Узбекистана, но для всего Центрально-азиатского региона, в реализации проекта активное участие принимают международные финансовые структуры – Азиатский банк развития, Исламский банк развития, члены Арабской Координационной Группы, которые предоставили льготные кредиты в объеме около 1,4 миллиарда долларов для строительства и реконструкции 742 километров автомобильных дорог, приобретения современной дорожно-строительной техники. Только в 2012 году на эти цели намечено освоить 109 миллионов долларов с вводом в эксплуатацию 165 километров дорог с цементобетонным покрытием, включая реконструкцию дороги через перевал «Камчик». ГАК «Узавтойул», Республиканскому дорожному фонду, Совету Министров Республики Каракалпакстан, хокимиятам областей и города Ташкента поручается принять действенные меры по эффективному освоению выделяемых средств и безусловному выполнению намеченных параметров строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог. Особое внимание следует обратить на дальнейшее развитие железнодорожных коммуникаций, ускорение реализации проектов по электрификации железнодорожных участков Мароканд-Карши и Карши-Термез, дальнейшее обустройство и обеспечение надежного и безопасного движения высокоскоростных пассажирских поездов на участке железнодорожной линии Ташкент-Самарканд. Компании «Узбекистон темир йуллари» совместно с заинтересованными министерствами и ведомствами необходимо разработать и утвердить сетевые графики проведения работ и обеспечить их строгое соблюдение.

Кабинету Министров следует взять под жесткий контроль обеспечение реализации мер по развитию международного интермодального логи-стического центра «Навои», увеличению объемов международного транзита грузов, дальнейшему расширению географии полетов, совершенствова-

нию инфраструктуры аэропорта, а также модернизации, развитию и оснащению Центра логистики «Ангрен».

Необходимо расширить масштабы и привлечь дополнительные ресурсы для развития и модернизации телекоммуникационной сети, обеспечить строительство в текущем году волоконно-оптической линии связи Ургут-Шахрисабз и Байсун-Денау протяженностью свыше 172 километров, расширение зоны охвата беспроводной связи за счет установки новых 89 базовых станций, поэтапный переход на цифровое телевидение путем установки телепередатчиков в Ферганской, Навоийской, Сырдарьинской и Сурхандарьинской областях и другие.

На реализацию предусмотренных инвестиционных проектов по развитию и модернизации телекоммуникационных сетей предусмотрено направить в 2012 году инвестиции в объеме свыше 176 миллионов долларов.

В 2012 году намечается строительство еще 8510 индивидуальных жилых домов с жилой площадью свыше 1,2 миллиона квадратных метров, или с ростом против прошлого года на 15 процентов. Наряду с этим, в соответствии с заранее утвержденными комплексными планами застройки жилых поселков за счет государственных средств, подчеркиваю бюджетных средств, предусмотрено строительство свыше 425 километров водопроводных сетей, около 260 километров электрических линий, 375 километров газовых сетей и 306 километров подъездных автомобильных дорог. За счет строительства объектов социальной инфраструктуры будут введены в местах комплексной застройки 26 сельских врачебных пунктов, 10 общеобразовательных учреждений и более 680 объектов сферы услуг и сервиса.

Совету Министров Республики Каракалпакстан и хокимиятам областей, компании «Кишлок курилиш инвест», Госархитектстрою, Министерству экономики, Министерству финансов, «Кишлок курилиш банку» до конца февраля текущего года обеспечить открытие финансирования и начало строительства домов, внешних инженерных и транспортных коммуникаций, объектов социальной и рыночной инфраструктуры на мас

*сивах индивидуального жилья в сельской местности. Министерству высшего и среднего специального образования, Центру ССПО совместно с Министерством экономики, Министерством труда и социальной защиты населения, Советом Министров Республики Каракалпакстан, хокимиятами областей и города Ташкента, заинтересованными предприятиями и ведомствами в месячный срок разработать и до 1 июня текущего года реализовать комплекс мероприятий по охвату выпускников профессиональных колледжей трудоустройством в соответствии с полученной профессией. Важнейшие цели, которые мы ставим перед собой по дальнейшему укреплению и развитию института семьи как основного звена нашего общества, повышению на новый уровень проводимой сегодня работы по материальной и моральной поддержке молодой семьи, усилению в этом роли и значения махалли, созданию более широких возможностей для женщин, повышению роли семьи в воспитании физически здорового, духовно зрелого и гармонично развитого поколения, и многое другое – хорошо известны. В конечном итоге речь идет о дальнейшем повышении благополучия семьи и на этой основе благосостояния всего нашего народа. В эти дни завершается работа по разработке Государственной программы по реализации и претворению в жизнь поставленных целей. По предварительным данным, на реализацию Программы предусматривается направить в 2012 году за счет всех источников финансирования около 4,4 триллиона сумов и свыше 370 миллионов долларов, в том числе около 60 процентов этих средств – это средства государства, 25 процентов – кредиты коммерческих банков, около 15 процентов – собственные средства ответственных исполнителей и более 360 миллионов долларов – это средства международных институтов и стран-доноров.*

*«Сегодня самая большая и самая ответственная, зависящая от нас с вами работа – это мобилизовать весь наш потенциал, все наши возможности и средства для ее реализации».*

**И.А. Каримов.**  
**Президент Республики Узбекистан**

## Характеристика жилого квартала

### Города Самарканд.

Целью данного дипломного проекта является теплоснабжение жилого квартала города Самарканд.

Наружная расчетная температура для проектирования систем отопления  $t_{н.о} = -12^{\circ}\text{C}$ .

Средняя температура для проектирования системы отопления  $t_{ср.о} = 2,8^{\circ}\text{C}$ .

Продолжительность отопительного периода

**$n = 135$  суток.**

Потребителями тепла являются жители из 16 кварталов, а так же еще из 4 промышленных зон.

Источником тепла является районная котельная система. Система теплоснабжения – «открытая».

Параметры теплоносителя:  $T_1 = 150^{\circ}\text{C}$ ,  $T_2 = 70^{\circ}\text{C}$ .

# СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

## ВИДЫ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Каждая система теплоснабжения состоит из следующих основных элементов: источника тепловой энергии, тепловой сети, абонентских вводов и местных систем потребителей тепла.

Системы теплоснабжения с различными устройствами и назначениями элементов классифицируют по признакам: источнику приготовления тепла; роду теплоносителя; способу подачи воды на горячее водоснабжение; количеству трубопроводов тепловых сетей; способу обеспечения потребителей тепловой энергией и др.

По источнику приготовления тепла различают три вида систем теплоснабжения: 1) высокоорганизованное централизованное теплоснабжение на базе комбинированной выработки тепла и электроэнергии на ТЭЦ — теплофикация; 2) централизованное теплоснабжение от районных отопительных и промышленно-отопительных котельных; 3) децентрализованное теплоснабжение от мелких котельных, индивидуальных отопительных печей и т. п.

Планом дальнейшего развития теплоэнергетики нашей страны предусматривается преимущественное строительство высокоэкономичных ТЭЦ и крупных районных котельных (РК) с постепенным сокращением числа малоэффективных местных источников тепла. В недалеком будущем получают более широкое распространение и другие источники тепла, основанные на преобразовании солнечной энергии и тепловой энергии подземных горячих вод.

По роду теплоносителя различают водяные и паровые системы теплоснабжения.

Водяные системы применяют в основном для теплоснабжения резонных потребителей и горячего водоснабжения, а в некоторых случаях и для технологических процессов. В нашей стране водяные системы теплоснабжения по протяженности составляют около 48% от общей длины всех тепловых сетей.

Паровые системы теплоснабжения распространены главным образом на промышленных предприятиях, где требуется высокотемпературная тепловая нагрузка. За рубежом в системах теплоснабжения пар используется по-разному. В США и Бельгии пар принят единственным теплоносителем. В большинстве европейских стран (Швейцарии, Швеции, Италии, Дании) на долю паровых систем приходится 1—10% протяженности тепловых сетей, а в ФРГ и Финляндии до 30—40%. В Исландии и Норвегии пар как теплоноситель вообще не используется.

По способу подачи воды на горячее водоснабжение водяные системы делят на закрытые и открытые. В закрытых водяных системах теплоснабжения воду из тепловых сетей используют только как греющую среду для нагревания в подогревателях поверхностного типа водопроводной воды, поступают к ней, а затем в местную систему горячего водоснабжения. В открытых водяных системах теплоснабжения горячая вода к водоразборным приборам местной системы горячего водоснабжения поступает непосредственно из тепловых сетей.

По количеству трубопроводов различают однотрубные и многотрубные системы теплоснабжения.

По способу обеспечения потребителей тепловой энергией различаются одноступенчатые и многоступенчатые системы теплоснабжения.

В одноступенчатых системах теплоснабжения потребители тепла присоединяют непосредственно к тепловым сетям (рис. П.1), Узлы присоединения потребителей тепла к тепловым сетям называют абонентскими вводами. На абонентском вводе каждого здания устанавливают подогреватели горячего водоснабжения, элеваторы, насосы, арматуру, контрольно-измерительные приборы для регулирования параметров и расходов теплоносителя по местным отопительным и водоразборным приборам. Поэтому часто абонентский ввод называют местным тепловым пунктом (МТП). Если абонентский ввод сооружается для отдельной, например технологической установки, то его называют индивидуальным тепловым пунктом (ИТП).

Непосредственное присоединение отопительных приборов ограничивает пределы допустимого давления в тепловых сетях, так как высокое давление, необходимое для транспорта теплоносителя к конечнымодноступенчатые системы применяют для теплоснабжения ограниченного числа потребителей от котельных с небольшой длиной тепловых сетей

потребителям, опасно для радиаторов отопления.

Полная гидравлическая изоляция тепловых сетей первой и второй ступени является важнейшим мероприятием повышения надежности теплоснабжения и увеличения дальности транспорта тепла. Многоступенчатые системы теплоснабжения с ЦТП и КРП позволяют в десятки раз уменьшить число местных подогревателей горячего водоснабжения, циркуляционных насосов и регуляторов температуры, устанавливаемых в МТП при одноступенчатой системе. В ЦТП возможна организация обработки местной водопроводной воды для предупреждения коррозии систем горячего водоснабжения. Наконец, при сооружении ЦТП и КРП сокращаются в значительной мере

эксплуатационные затраты и затраты «а содержание персонала для обслуживания оборудования в МТП.

### Расчет расчетных расходов квартала

I, III, V, VII, VIII, IX, X, XIII.

$$G_0^{max} = \frac{3,6 \cdot Q_0^{max}}{c(t_1 - t_2)} \text{ т/час}$$

$$G_0^{max} = \frac{3,6 \cdot 4,5}{4,19 \cdot (150 - 70)} = 48 \text{ т/час}$$

$$G_{vmax} = \frac{3,6 \cdot Q_{vmax}}{c(t_1 - t_2)} \text{ т/час}$$

$$G_{vmax} = \frac{3,6 \cdot 4,5}{4,19 \cdot (150 - 70)} = 5,3 \text{ т/час}$$

$$G_{hm} = \frac{3,6 \cdot Q'_{hm}}{c(t_2 - t_x)}$$

$$G_{1hm} = \frac{3,6 \cdot 1,123}{4,19 \cdot (55 - 5)} = 17,6 \text{ т/час}$$

$$G_{1hmax} = \frac{3,6 \cdot Q'_{hmax}}{c(t_2 - t_x)}$$

$$G_{1hmax} = \frac{3,6 \cdot 8,1}{4,19 \cdot (55 - 5)} = 30,9 \text{ т/ час}$$

Для района II, IV, VI

$$G'_{Omax} = \frac{3,6 \cdot 7,6}{4,19(150-70)} = 81,7 \text{ т/ час}$$

$$G'_{vmax} = \frac{3,6 \cdot 0,92}{4,19(150-70)} = 9,8 \text{ т/ час}$$

$$G'_{hmax} = \frac{3,6 \cdot 4,5}{4,19(55-5)} = 7,83 \text{ т/ час}$$

$$G'_h = \frac{3,6 \cdot 1,8}{4,19(55-5)} = 29,4 \text{ т/ час}$$

Для района XI, XII, XIV.

$$G_{Omax} = \frac{3,6 \cdot 10,7}{4,19 \cdot (150-70)} = 114 \text{ т/ час}$$

$$G_{vmax} = \frac{3,6 \cdot 1,176}{4,19 \cdot (150-70)} = 12,6 \text{ т/ час}$$

$$G_{hm} = \frac{3,6 \cdot 2,63}{4,19 \cdot 55} = 41,1 \text{ т/ час}$$

$$G_{hmax} = \frac{3,6 \cdot 6,3}{4,19 \cdot 55} = 98,6 \text{ т/ час}$$

Районы XV, XVI.

$$G_{Omax} = \frac{3,6 \cdot 15,3}{4,19 \cdot (150 - 70)} = 1,64 \text{ т/ час}$$

$$G_{vmax} = \frac{3,6 \cdot 1,8}{4,19 \cdot 8,0} = 19,34 \text{ т/ час}$$

$$G_{hm} = \frac{3,6 \cdot 3,7}{4,19 \cdot (60 - 5)} = 57,8 \text{ т/ час}$$

$$G_{hmax} = \frac{3,6 \cdot 8,88}{4,19 \cdot 55} = 137 \text{ т/ час}$$

## ПРОМЗОНА

### 1) Домостроительный комбинат (ДСК)

$$G_{Omax} = \frac{3,6 \cdot 24,81}{4,19 \cdot 8,0} = 267 \text{ т/ час}$$

$$G_{vmax} = \frac{3,6 \cdot 20,15}{4,19 \cdot 8,0} = 216,6 \text{ т/ час}$$

$$G_{hm} = \frac{3,6 \cdot 1,6}{4,19 \cdot 55} = 25 \text{ т/ час}$$

$$G_{hmax} = \frac{3,6 \cdot 1,9}{4,19 \cdot 55} = 363 \text{ т/ час}$$

Для остальных предприятий расчет делается аналогично.

Расчеты сводятся в таблицу.

## Расчет тепловых нагрузок.

Жилая площадь составляет для 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11 кварталов.

$$A=18*3000=54000 \text{ м}^2.$$

1) Максимальная тепловая нагрузка на отопление составляет

$$Q_v^i \text{max} = 68 * 54000 * (1 + 0,25) = 459000 \text{ Вт} = 4,5 \text{ МВт}$$

2) Максимум тепловой нагрузки на вентиляцию

$$Q_v^i \text{max} = 68 * 54000 * 0,25 * 0,6 = 0,5 \text{ МВт}$$

3) Средняя тепловая нагрузка на горячее водоснабжение.

$$Q_{hm} \text{m} = 376 * 3000 = 1,128 \text{ МВт}$$

4) Максимальная тепловая нагрузка на горячее водоснабжение

$$Q_h \text{max} = 2,4 * Q_{hm} = 2,4 * 1,128 = 2,7 \text{ МВт}$$

Аналогично определяются тепловые нагрузки для всех кварталов и заносятся в таблицу №1.

### Тепловые нагрузки.

ТАБЛИЦА № 1.

№ Квартала	$Q_{\text{max}}$ МВт	$Q_{\text{Вmax}}$ МВт	$Q_{\text{hm}}$	$Q_{\text{hmax}}$ МВт
1.	4,5	0,5	1,128	2,7
2.	7,6	0,92	1,88	4,5
3.	4,5	0,5	1,128	2,7
4.	7,6	0,92	1,88	4,5
5.	4,5	0,5	1,128	2,7
6.	7,6	0,92	1,88	4,5
7.	4,5	0,5	1,128	2,7
8.	4,5	0,5	1,128	2,7
9.	4,5	0,5	1,128	2,7
10.	4,5	0,5	1,128	2,7
11.	10,7	1,29	2,63	6,3
12.	10,7	1,29	2,63	6,3
13.	4,5	0,5	1,128	2,7
14.	10,7	1,29	2,63	6,3
15.	15,3	1,2	3,7	8,88
16.	15,3	1,2	3,7	8,88
$\Sigma$	<u>121,5</u>	<u>12,16</u>	<u>29,95</u>	<u>71,76</u>

№	Наименование	$Q_{\max}$ МВт	$Q_{\text{В}}_{\max}$ МВт	$Q_{\text{нм}}_{\max}$ МВт	$Q_{\text{н}}_{\max}$ МВт
1	ДСК.	24,86	20,15	1,6	19
2	Предприятия легкой промышленности	0,31	0,45	0,04	0,48
3	Хлебзавод	0,29	0,05	0,015	0,12
4	Комбинат	16,7	64,7	0,79	9,5
5	$\Sigma$	<b><u>42,16</u></b>	<b><u>85,35</u></b>	<b><u>2,45</u></b>	<b><u>29,10</u></b>
$\Sigma$	<b><u>По городу</u></b>	<b><u>163,66</u></b>	<b><u>97,51</u></b>	<b><u>32,4</u></b>	<b><u>100,86</u></b>

**ТАБЛИЦА РАСХОДОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ  
В ТЕПЛОВОЙ СЕТИ.**

**ТАБЛИЦА № 2.**

УЧА С- ТОК	РАСХОД ТЕПЛА				РАСХОД ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ				$\Sigma$ Gd
	$Q_{\text{отmax}}$	$Q_{\text{втmax}}$	$Q_{\text{нм}}$	$Q_{\text{нmax}}$	$G_{\text{отmax}}$	$G_{\text{втmax}}$	$G_{\text{нм}}$	$G_{\text{нmax}}$	
1.	4,5	0,5	1,128	2,7	48	5,3	17,6	46,5	99,8
2.	9,0	1,0	2,25	5,4	96,7	10,7	38,8	93,0	107
3.	24,2	2,8	5,8	14,4	257	30,0	99,9	248	287
4.	33,2	5,8	7,0	19,8	356	64	12,0	341	420
5.	37,2	6,7	8,9	24,3	398	72	15,3	413	470
6.	121,5	12,1	29,9	71,8	1300	128	49,9	1240	1928
7.	163,7	97,4	31,3	100,7	1762	1168	53,3	1739	2930
<b>ОТВЕТВЛЕНИЯ.</b>									

8.	4,5	6,5	1,13	2,7	48	5,3	17,6	40,5	99,8
9.	15,2	1,79	3,75	9,0	161	1,9	-	-	162,9
10.	24,0	3,6	5,9	9,1	257	3,8	-	-	260,8
11.	28,5	4,5	7,03	11,8	311	4,8	-	-	316
12.	5,8	7,4	13,4	32,2	623	7,9	-	-	631
13.	68,8	8,7	34,0	38,5	741	9,3	-	-	750,3
14.	24,7	20,2	1,6	19,0	265	21,7	-	-	287
15.	25,0	20,3	1,62	19,1	268	21,8	-	-	289
16.	25,3	20,7	1,66	19,5	271	27,0	-	-	298
17.	42,16	85,4	2,45	29,1	451	91,7	-	-	552,7
18.	0,29	0,1	0,015	0,12	3,1	9,0	0,2	2,0	14
19.	0,31	0,45	0,04	0,48	3,2	4,5	-	8,2	15,9
20.	16,7	64,7	0,79	9,5	182	69,5	-	-	874
21.	4,5	0,5	1,13	2,7	48	5,3	-	-	54,3
22.	7,6	0,92	1,18	4,5	81	9,8	-	-	90
23.	4,5	0,5	1,13	2,7	48	5,3	-	-	52,3
24.	7,6	0,92	1,18	4,5	81	9,8	-	-	91
25.	10,7	1,29	2,63	6,3	114	13,9	-	-	128
26.	4,5	0,5	1,13	2,7	48	5,3	17,6	40,5	99,8
27.	10,7	1,29	2,63	6,3	114	13,9	-	-	128
28.	4,5	0,5	1,13	2,7	48	5,3	17,6	40,5	99,8



**ОТВЕТВЛЕНИЯ.**

<b>8.</b>	<b>99,8</b>	<b>200</b>	<b>219*7</b>	<b>0,9</b>	<b>120</b>	<b>36</b>	<b>156</b>	<b>4,5</b>	<b>702</b>	<b>0,7</b>
<b>9.</b>	<b>163</b>	<b>250</b>	<b>273*8</b>	<b>0,9</b>	<b>600</b>	<b>180</b>	<b>780</b>	<b>4,0</b>	<b>3120</b>	<b>3,8</b>
<b>10.</b>	<b>261</b>	<b>300</b>	<b>325*8</b>	<b>1,1</b>	<b>730</b>	<b>219</b>	<b>949</b>	<b>4,2</b>	<b>4935</b>	<b>8,7</b>
<b>11.</b>	<b>316</b>	<b>300</b>	<b>325*8</b>	<b>1,2</b>	<b>600</b>	<b>180</b>	<b>780</b>	<b>5,0</b>	<b>3900</b>	<b>17,6</b>
<b>12.</b>	<b>631</b>	<b>400</b>	<b>426*10</b>	<b>1,4</b>	<b>470</b>	<b>188</b>	<b>658</b>	<b>5,2</b>	<b>3422</b>	<b>11,0</b>
<b>13.</b>	<b>750,3</b>	<b>400</b>	<b>426*7</b>	<b>1,6</b>	<b>400</b>	<b>160</b>	<b>560</b>	<b>6,5</b>	<b>3640</b>	<b>14,6</b>
<b>14.</b>	<b>287</b>	<b>300</b>	<b>325*8</b>	<b>1,1</b>	<b>150</b>	<b>45</b>	<b>195</b>	<b>4,7</b>	<b>917</b>	<b>0,9</b>
<b>15.</b>	<b>289</b>	<b>300</b>	<b>325*8</b>	<b>1,1</b>	<b>450</b>	<b>135</b>	<b>585</b>	<b>4,8</b>	<b>2808</b>	<b>3,7</b>
<b>16.</b>	<b>298</b>	<b>300</b>	<b>325*8</b>	<b>1,1</b>	<b>1220</b>	<b>366</b>	<b>1586</b>	<b>4,9</b>	<b>7618</b>	<b>11,3</b>
<b>17.</b>	<b>553</b>	<b>350</b>	<b>377*9</b>	<b>1,6</b>	<b>370</b>	<b>117</b>	<b>487</b>	<b>7,2</b>	<b>3506</b>	<b>14,8</b>
<b>18.</b>	<b>14</b>	<b>100</b>	<b>108*4</b>	<b>0,6</b>	<b>250</b>	<b>75</b>	<b>3235</b>	<b>5,0</b>	<b>1625</b>	<b>1,6</b>
<b>19.</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>108*4</b>	<b>0,6</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>130</b>	<b>5,2</b>	<b>676</b>	<b>2,3</b>
<b>20.</b>	<b>887</b>	<b>450</b>	<b>478*6</b>	<b>1,5</b>	<b>100</b>	<b>40</b>	<b>140</b>	<b>4,7</b>	<b>658</b>	<b>2,9</b>
<b>21.</b>	<b>54,3</b>	<b>150</b>	<b>159*4,5</b>	<b>0,9</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>130</b>	<b>6,5</b>	<b>845</b>	<b>3,7</b>
<b>22.</b>	<b>90</b>	<b>175</b>	<b>194*6</b>	<b>1,0</b>	<b>150</b>	<b>45</b>	<b>195</b>	<b>7,0</b>	<b>1365</b>	<b>5,0</b>
<b>23.</b>	<b>52,3</b>	<b>150</b>	<b>159*4,5</b>	<b>0,8</b>	<b>170</b>	<b>51</b>	<b>221</b>	<b>6,0</b>	<b>1326</b>	<b>6,3</b>
<b>24.</b>	<b>91</b>	<b>175</b>	<b>194*6</b>	<b>1,0</b>	<b>300</b>	<b>90</b>	<b>390</b>	<b>7,1</b>	<b>2737</b>	<b>2,7</b>
<b>25.</b>	<b>128</b>	<b>200</b>	<b>219*7</b>	<b>1,2</b>	<b>150</b>	<b>45</b>	<b>195</b>	<b>7,2</b>	<b>1404</b>	<b>1,4</b>
<b>26.</b>	<b>99,8</b>	<b>175</b>	<b>194*6</b>	<b>1,1</b>	<b>200</b>	<b>60</b>	<b>260</b>	<b>8,0</b>	<b>2080</b>	<b>2,1</b>
<b>27.</b>	<b>128</b>	<b>200</b>	<b>219*7</b>	<b>1,1</b>	<b>180</b>	<b>54</b>	<b>234</b>	<b>7,0</b>	<b>1638</b>	<b>1,6</b>
<b>28.</b>	<b>99,8</b>	<b>175</b>	<b>194*6</b>	<b>1,1</b>	<b>140</b>	<b>42</b>	<b>182</b>	<b>8,0</b>	<b>1456</b>	<b>1,5</b>
<b>29.</b>	<b>176</b>	<b>250</b>	<b>273*8</b>	<b>1,0</b>	<b>100</b>	<b>40</b>	<b>140</b>	<b>5,0</b>	<b>700</b>	<b>0,7</b>
<b>30.</b>	<b>99,8</b>	<b>175</b>	<b>194*6</b>	<b>1,1</b>	<b>150</b>	<b>45</b>	<b>195</b>	<b>8,0</b>	<b>1560</b>	<b>1,6</b>

31.	99,8	175	194*6	1,1	130	39	169	8,0	1352	1,4
32.	91	175	194*6	1,1	120	36	156	7,1	1108	1,1

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПРИ МАКСИМАЛЬНОМ  
ВОДРАЗБОРЕ ИЗ ПОДАЮЩЕГО ТРУБОПРОВОДА.**

$$G_{\text{сети}} = G_{\text{омах}} + G_{\text{vmax}} + 1.4G_{\text{нт}}$$

**ТАБЛИЦА № 4.**

№ УЧАСТ- КОВ	G СЕТЬ Т/Ч	Д у ММ	Д и.х S ММ	W М/С	ДЛИНА УЧАСТКА			ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ		
					1 ГЕОМ. М.	1 ЭКВ. М.	1 ПР. М.	ΔR КГ/ М <sup>3</sup> М	ΔH М ВОД. СТ.	ΔH ВОД. СТ.
1.	118	200	219*7	0,9	120	36	157	5,0	31,4	0,3
2.	653	200	219*7	1,0	270	261	1131	5,7	6447	6,7
3.	426	300	325*8	1,6	710	218	923	9,0	8307	15,0
4.	590	350	377*9	1,6	600	360	960	7,0	6720	21,7
5.	684	350	377*9	1,8	1400	840	2240	10,0	22400	43,1
6.	2127	500	529*7	2,8	400	240	640	16,0	10240	53,3
7.	3676	700	720*9	2,8	900	720	1620	10,0	16200	79,5

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПРИ МАКСИМАЛЬНОМ  
ВОДРАЗБОРЕ ИЗ ОБРАТНОГО ТРУБОПРОВОДА.**

$$G_{\text{сети}} = G_{\text{омах}} + G_{\text{vmax}} * (-1)G_{\text{нт}}$$

ТАБЛИЦА № 5.

№ УЧАСТ- КОВ	G СЕТЬ Т/Ч	Д у ММ	Д и.х S ММ	W М/С	ДЛИНА УЧАСТКА			ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ		
					1 ГЕОМ. М.	1 ЭКВ. М.	1 ПР. М.	ΔR КГ/ М <sup>3</sup> М	ΔH М ВОД. СТ.	ΔH ВОД. СТ.
1.	35,7	200	219*7	0,3	120	36	157	0,6	94,2	0,09
2.	68,2	200	219*7	0,8	270	261	1131	2,0	2262	2,35
3.	187	300	325*8	0,7	710	218	923	2,0	1846	4,20
4.	300	350	377*9	0,9	600	360	960	2,5	2400	6,6
5.	317	350	377*9	0,9	1400	840	2240	2,7	6048	12,6
6.	929	500	529*7	1,3	400	240	640	3,1	1984	22,5
7.	2397	700	720*9	1,7	900	720	1620	3,0	5346	27,8

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПРИ МАКСИМАЛЬНОМ  
ВОДОРАЗБОРЕ ИЗ ОБРАТНОГО ТРУБОПРОВОДА.

$$G_{\text{сети}} = G_{\text{омах}} + G_{\text{vmax}} + 1,2G_{\text{н}}$$

ТАБЛИЦА № 6.

						ПОТЕРИ

№ УЧАСТ- КОВ	G СЕТЬ Т/Ч	D y ММ	D и.Х S ММ	W М/С	ДЛИНА УЧАСТКА			ДАВЛЕНИЯ		
					1 ГЕОМ. М.	1 ЭКВ. М.	1 ПР. М.	ΔR КГ/ М <sup>3</sup> М	ΔH М ВОД. СТ.	ΔH ВОД. СТ.
1.	74,5	200	219*7	0,7	120	36	157	2,7	421	0,421
2.	154	200	219*7	1,3	270	261	1131	12,0	13572	13,99
3.	406	300	325*8	1,6	710	218	923	9,0	2769	16,67
4.	504	350	377*9	1,5	600	360	960	6,5	6240	23,31
5.	654	350	377*9	1,8	1400	840	2240	10,0	22400	45,7
6.	2027	500	529*7	2,5	400	240	640	15,0	9600	55,3
7.	3569	700	720*9	2,5	900	720	1620	9,0	14580	69,9

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРИ МАХ ВОДРАЗБОРЕ.

$$G_{\text{сети}} = G_{\text{омах}} + G_{\text{vмах}} * (-1,2)G_{\text{нт}}$$

ТАБЛИЦА № 7.

№ УЧАСТ- КОВ	G СЕТЬ Т/Ч	D y ММ	D и.Х S ММ	W М/С	ДЛИНА УЧАСТКА			ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ		
					1 ГЕОМ. М.	1 ЭКВ. М.	1 ПР. М.	ΔR КГ/ М <sup>3</sup> М	ΔH М ВОД. СТ.	ΔH ВОД. СТ.

1.	32,2	200	219*7	0,3	120	36	157	0,5	78,5	0,8
2.	60,5	200	219*7	0,5	270	261	1131	1,6	1809	2,6
3.	168	300	325*8	0,7	710	218	923	1,7	1569	4,1
4.	287	350	377*9	0,8	600	360	960	2,1	2016	6,1
5.	286	350	377*9	0,8	1400	840	2240	2,1	4704	10,8
6.	838	500	529*7	1,1	400	240	640	2,5	1600	12,4
7.	2291	700	720*9	1,6	900	720	1620	3,5	5670	19,0

### ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДЛЯ НЕОТОПИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА.

**5.4** Расчетный расход воды, кг/ч, в двухтрубных водяных тепловых сетях в неотапительный период следует определять по формуле

$$G_D^S = \beta G_{Hmax} \quad (19)$$

При этом максимальный расход воды на горячее водоснабжение, кг/ч, определяется для открытых систем теплоснабжения по формуле (12 из КМК 2.04.07-99) при температуре холодной воды в неотапительный период, а для закрытых систем при всех схемах присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения по формуле (14 из КМК 2.04.07-99).

Расход воды в обратном трубопроводе двухтрубных водяных тепловых сетей открытых систем теплоснабжения принимается в размере 10% от расчетного расхода воды, определенного по формуле (19 из КМК 2.04.07-99). При обосновании допускается полное отсутствие циркуляции теплоносителя

в тепловой сети в неотапительный период на время проведения ремонтно-профилактических работ. [КМК 2.04.07-99 пункт 5.4]

**ТАБЛИЦА № 8.**

№ УЧАСТ- КОВ	G СЕТЬ Т/Ч	Д у ММ	Д и.Х S ММ	W М/С	ДЛИНА УЧАСТКА			ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ		
					1 ГЕОМ. М.	1 ЭКВ. М.	1 ПР. М.	ΔR КГ/ М <sup>3</sup> М	ΔH М ВОД. СТ.	ΔH ВОД. СТ.
1.	46,5	200	219*7	0,35	120	36	157	0,6	94,2	0,9
2.	93,0	200	219*7	0,8	270	261	1131	4,5	5089	5,9
3.	248	300	325*8	0,9	710	218	923	3,0	2739	8,6
4.	341	350	377*9	1,8	600	360	960	6,0	5760	14,3
5.	413	350	377*9	1,6	1400	840	2240	9,0	20160	34,4
6.	1240	500	529*7	1,6	400	240	640	5,5	3520	37,9
7.	1733	700	720*9	1,4	900	720	1620	2,2	3564	40,1

### ГОДОВОЙ РАСХОД ТЕПЛА.

Среднюю суточную тепловую нагрузку за расчетный период в кДж/сутки следует определять по формулам:

- на отопление зданий  $Q_{OU}$ :

$$Q_{OU} = 86,4 * Q_{OU} \quad (1)$$

- на вентиляцию зданий  $Q_{VU}$ :

$$Q_{VU} = 3,6 * Z * Q_{vm} \quad (2)$$

- на горячее водоснабжение в сутки, приходящееся на отопительный период  $Q_{HU}$ :

$$Q_{HU} = 86,4 * Q_{hm} \quad (3)$$

- то же, на неотапливаемый период  $Q_{hu}^S$ :

$$Q_{hu}^S = 86,4 * Q_{hm}^S \quad (4)$$

Где  $Z$  – усредненное число часов работы системы вентиляции в течении суток (для общественных зданий при отсутствии данных принимается равным 16)

Общее количество теплоты, расходуемой потребителями за расчетный период, кДж, определяется суммой произведений средних суточных тепловых нагрузок на соответствующие нужды на количество суток с данным осреднением в периоде.

При расчетах количества теплоты, расходуемой на горячее водоснабжение, следует учитывать наличие плановых отключений горячего водоснабжения в неотапливаемый период суммарной продолжительностью 15 суток в год [КМК 2.04.07-99].

$$Q_{Omax} = 86,4 * Q_{Omax} = 86,4 * 163,6 = 14135$$

$$Q_{Vmax} = 3,6 * Q_{vmax} = 3,6 * 16 * 97,5 = 5616$$

$$Q_{hm} = 86,4 * Q_{hm} = 86,4 * 52,4 = 4527$$

$$Q_{hm}^S = 86,4 * Q_{hm}^S = 86,4 * 25,9 = 2238$$

## РАСЧЕТ ЭЛЕВАТОРА.

Коэффициент смещения:

$$U' = \frac{G_n}{G_r} = \frac{t_r - t_{or}}{t_{or} - t_2}$$

$$U' = \frac{150 - 95}{95 - 70} = 2,2$$

$$U = U' * 1,15 = 2,25 * 1,15 = 2,53$$

Расход воды поступающей из тепловой сети определяется по формуле,  
т/ч.

$$G_r = \frac{Q}{(t_1 - t_2)} = \frac{401}{(150 - 70) * 1000} = 5 \text{ т/Г}$$

Приведённый расход смешанной воды.

$$G_{np} = \frac{G_{cm}}{\sqrt{h_2}} = \frac{Q}{(t_1 - t_2) * \sqrt{h} * 1000} = 5 \text{ т/Г}$$

Диаметр горловины элеватора.

$$d_r = 0,874 \sqrt{G_{np}} = 0,874 \sqrt{5} = 1,9 \text{ см}$$

Диаметр сопла элеватора.

$$d_e = \frac{10 d_r}{\sqrt{\frac{0,78}{G_{np}^2} (1 + U)^2 d_r^4 + 0,60 * (1 + U)^2 - 0,44^2}} =$$
$$\frac{10 * 1,9}{\sqrt{\frac{0,78}{25} (1 + 2,53)^2 13 + 0,60 * (1 + 2,53)^2 - 0,44^2 * 2,53^2}}$$
$$= 6,1 \text{ мм}$$

$U=2,53$ ;  $d_r=19$ ;  $d_c=6,1$ . Элеватор №2  $d_r=20$ мм

**КАЧЕСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТПУСКА ТЕПЛА.**

$$t_1 = t_B + \theta_p \left( \frac{\Delta T_H}{\Delta T_{H.p}} \right)^{0,76} + (\Delta t_{cp} - 0,5 t_{M.p}) \frac{\Delta T_H}{\Delta T_{H.p}}$$

$$t_2 = t_B + \theta_p \left( \frac{\Delta T_H}{\Delta T_{H.p}} \right)^{0,76} - 0,5 \Delta t_{M.p} \frac{\Delta T_H}{\Delta T_{H.p}}$$

Где  $t_B$  = внутренняя температура помещения.

$$\theta_p = \frac{t_3 - t_4}{2} - t_B = \frac{95 + 70}{2} - 18 = 64,5$$

$$\frac{\Delta T_H}{\Delta T_p} = \frac{T_B - T_H}{T_B - T_{H.0}} = \frac{18 - (-12)}{18 - (-12)} = \frac{30}{30} = 1$$

$\Delta t_{cp}$  – средняя расчетная температура сетевой воды

$$\Delta t_{cp} = 150 - 70 = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$\Delta t_{M.p}$  – средняя местная температура местной системы

$$\Delta t_{M.p} = 95 - 70 = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_H = -12 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 18 + 64,5 * \left( \frac{30}{30} \right)^{0,76} - (80 - 0,5 * 25) * \frac{30}{30} = 150$$

$$T_2 = 18 + 64,5 * \left( \frac{30}{30} \right)^{0,76} - 0,5 * 25 * \frac{30}{30} = 70$$

**ТАБЛИЦА № 9.**

$T_H$	-12	-10	-5	0	+5	+8
-------	-----	-----	----	---	----	----

<b><math>t_1</math></b>	<b>150</b>	<b>151,2</b>	<b>121,9</b>	<b>101,4</b>	<b>80,3</b>	<b>72</b>
<b><math>t_2</math></b>	<b>70</b>	<b>67,4</b>	<b>60,3</b>	<b>53,4</b>	<b>45,6</b>	<b>37,6</b>

### **ВЫБОР НАСОСА.**

Подбираем 2 насоса типа СЭ 1250-140, и 1 насос типа СЭ 800-100. В системе теплоснабжения в качестве циркуляционных, подкачивающих, смесительных и подпиточных насосов могут использоваться центробежные насос следующего типа.

СЭ – горизонтальные спирального типа с рабочими колесами двойного входа, одноступенчатые (кроме СЭ 800-100 и СЭ 1250-140). Насосы типа СЭ используют в качестве сетевых в крупных системах теплоснабжения и устанавливают на подающих трубопроводах тепловых сетей для перекачивания перегретой воды с температурой до 120 или 180°С, с рабочим давлением на входе насосов (4, 6, 10, 16, или 25 кг/м<sup>3</sup>), (0,4; 0,6; 1; 1,6; 2,5 МПа) в зависимости от марки.

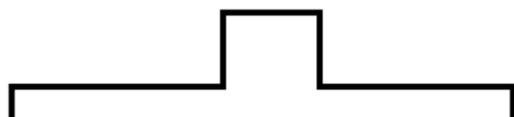
<b><u>ПАРАМЕТРЫ</u></b>	<b><u>СЭ 1250-140</u></b>	<b><u>СЭ 800-100</u></b>
<b>Расход воды, м<sup>3</sup>/г</b>	<b>1250</b>	<b>800</b>
<b>Напор, м.</b>	<b>140</b>	<b>100</b>
<b>КПД, %</b>	<b>82</b>	<b>80</b>
<b>Электродвигатель</b>	<b>A12-52-4</b>	<b>A3-400 S-4</b>
<b>Мощность, кВт</b>	<b>630</b>	<b>315</b>

Напряжение, В

6000

6000

### РАСЧЕТ КОМПЕНСАТОРА.



$$d = 325 \text{ мм}$$

$$R = 1$$

$$l = 5$$

$$\square = 150 \text{ м}$$

$$t_{\text{н.о.}} = -12^{\circ} \text{ C}$$

$$\square = 110 \text{ МПа}$$

$$t_0 = t_{\text{н.о.}} = -12^{\circ} \text{ C}$$

$$\Delta l = \square * L * (\square - t_0) = 12 * 10^{-6} * 80 * 163 = 0,12$$

Находим геометрическую характеристику отвода  $h$  при толщине стенки труб  $\square = 0,008$  м и в среднем радиуса  $\square_{\text{ср}} = (d_{\text{н}} - \square)/2 = (0,325 - 0,008)/2 = 0,159$

$$h = \square R / \Gamma \phi^2 = 0,008 * 1 / (0,159 * 2) = 0,32$$

При  $h \leq 1$  коэффициент жесткости,

$$K = h / 1,65 = 0,32 / 1,62 = 0,19$$

Поправочный коэффициент напряжения,

$$M = 0,9 / h^{0,67} = 0,9 / 0,32^{0,67} = 1,9$$

Учитывая предварительное растяжение компенсатора,

$$\Delta l_{\text{ср.}} = \xi \Delta l = 0,5 * 0,12 = 0,06 \text{ м}$$

Центральный момент инерции сечения трубопровода,

$$J = 0,05 (d_{\text{н}}^4 - d_{\text{в}}^4) = 0,05(0,325^4 - 0,309^4) =$$

$$= 10,5 * 10^{-5}$$

СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА

ДЛЯ ЖИЛЫХ КВАРТАЛОВ.

$$Q_{от} = Q_{отmax} = \frac{t_{ВН} - t_{ср.о}}{t_{ВН} - t_{Н.о}} = 12,15 \frac{18 - 3,3}{18 - (-12)} = 59,5$$

$$Q_{вм} = Q_{вmax} = \frac{t_{ВН} - t_{ср.о}}{t_{ВН} - t_{Н.о}} = 12,16 \frac{18 - 3,3}{18 - (-12)} = 59$$

$$Q_{hm}^s = Q_{hm} = \frac{t_{\Gamma} - t_h^s}{t_{\Gamma} - t_{х.в.}} \beta = 29,95 \frac{55 - 15}{55 - 5} * 1 = 23,96$$

ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН.

$$Q_{отmax} = Q_{отmax} = \frac{t_{ВН} - t_{ср.о}}{t_{ВН} - t_{Н.о}} = 42,16 \frac{18 - 3,3}{18 - (-12)} = 20,7$$

$$Q_{вmax} = Q_{вmax} = \frac{t_{ВН} - t_{ср.о}}{t_{ВН} - t_{Н.о}} = 85,4 \frac{14,7}{30} = 41,8$$

$$Q_{hm}^s = Q_{hm} = \frac{t_{\Gamma} - t_x^s}{t_{\Gamma} - t_x} \beta = 2,45 \frac{40}{50} * 1 = 1,96$$

## РАСЧЕТ НЕПОДВИЖНОЙ ОПОРЫ.

Требуется найти результирующее усилие на неподвижную опору А. если усилие от Г-образного действующее на опору справа  $N_h = 1000\text{Н}$ .

Сумма сил действующая на опору слева складывается из неуравновешенных сил внутреннего давления. Сил трения в сальниковом компенсаторе в подвижных опорах труб на участке длиной  $\ell_1 = 50\text{м}$ , а сумма сил действующая на опору справа, - из сил трения в подвижных опорах труб на участке длиной  $\ell_3 = 10\text{ м}$  и усилия от Г-образного компенсатора.

Приняв наружный диаметр стакана сальникового компенсатора равным наружному диаметру трубы  $d_{\text{ст}} = 0,325\text{м}$  отношение высоты сальниковой набивки к наружному диаметру стакана к рабочему давлению  $\square \approx 1,5$  и коэффициент трения набивки по стакану  $\mu_c = 0,15$ . т.о. находим силу трения в сальниковом компенсаторе.

$$N = \pi d_{\text{ст}}^2 * b * p * a_c * \mu_c = 3,14 * 0,325^2 * 0,3 * 1,6 * 10^6 * 1,5 * 0,15 = 35820\text{Н}$$

Результирующее усилие на неподвижную опору,

$$N = a * p \frac{\pi d_{\text{в}}^2}{4} + N_c + \mu q g \ell_1 - 0,7 (N_K + \mu q g \ell_3) = 1 * 1,6 * 10^6 * \frac{3,14 * 0,309^2}{4} + 35820 + 0,3163,8 * 9,81 * 50 - 0,7(1000 + 0,3 * 163,8 * 9,81 * 10) = 175749\text{Н}$$

## ВОДЯНЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Водяные системы, в которых местные системы горячего водоснабжения присоединяются с помощью водо-водяных подогревателей, стали называть закрытыми. Вследствие отсутствия непосредственного водоразбора и незначительной утечки теплоносителя через не плотности соединений труб и оборудования закрытые системы отличаются высоким постоянством количества и качества циркулируемой в ней сетевой

воды. Другой особенностью закрытых систем является то, что они бывают только многотрубными: двух-, трех- и четырехтрубные.

Двухтрубные закрытые системы состоят из подающего и обратного трубопроводов. По подающему трубопроводу нагретая сетевая вода с температурой  $t_1$  транспортируется от источника тепловой энергии к потребителю. По обратному трубопроводу охлажденная сетевая вода с температурой возвращается от потребителя к источнику для повторного подогрева. Двухтрубные системы проще и дешевле многотрубных. Такие системы применяют преимущественно для совместной подачи тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Присоединение технологических установок допускается при применении мер, предупреждающих попадание в тепловые сети вредных примесей.

В промышленных районах, где имеется большая технологическая тепловая нагрузка повышенных параметров и возможно использование собственных вторичных энергоресурсов или качество воды в тепловых сетях не отвечает требованиям производственных процессов, рекомендуются трех- и Четырехтрубные тепловые сети.

В четырехтрубных тепловых сетях одна пара труб используется для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Температура сетевой воды в подающем трубопроводе этой пары поддерживается в соответствии с графиком регулирования отпуска тепла на отопительно-бытовые нужды. По второй паре труб сетевая вода подается на производственные нужды предприятий. Температура сетевой воды в подающем трубопроводе второй пары сетей круглый год поддерживается постоянной. Отдельные тепловые сети позволяют принимать в них высокий нагрев сетевой воды, который помимо снижения расходов воды и уменьшения диаметров труб дает возможность получать на местах потребления пар путем испарения сетевой воды.

Четырехтрубные системы распространяются также в сельских районах и рабочих поселках, где нагрузка горячего водоснабжения невелика и сосредоточена в небольшом количестве общественных зданий (бани, столовые, гостиницы, школы, спортивные и детские учреждения) или в сельскохозяйственных комплексах. Полная гидравлическая изоляция разнородных потребителей в четырех-трубных системах упрощает отдельную подачу тепла и центральное регулирование сезонных и круглогодичных нагрузок. Одновременно с этим отпадает надобность дорогостоящих местных и центральных тепловых пунктов. Раздельное центральное регулирование способствует росту культуры и повышению надежности теплоснабжения.

В трехтрубных системах по одному подающему трубопроводу подается тепло на отопительно-бытовые цели, по другому — на технологические нужды. Или по одному

подающему трубопроводу обеспечивается нагрузка отопления, по другому — горячее водоснабжение.

Открытые водяные системы отличаются более простым оборудованием для смешения сетевой воды, используемой в местной системе горячего водоснабжения. Но значительный расход сетевой воды на горячее водоснабжение существенно увеличивает подпитку тепловых сетей. Открытые системы сооружаются как однотрубными, так и многотрубными. Основным типом открытых систем, как и в закрытых системах, являются двухтрубные водяные системы. Трех- и четырехтрубные открытые тепловые сети применяют с той же целью, что и закрытые многотрубные системы.

Однотрубные системы целесообразны в курортных и южных районах страны с высоким потреблением горячей воды. В большинстве случаев потребность горячего водоснабжения не превышает 30—40% от всех видов теплового потребления. По этим причинам возможности применения дешевых однотрубных сетей ограничены.

По ряду экономических соображений и санитарных требований охраны среды строительство крупных ТЭЦ на городских территориях запрещается. Вынос ТЭЦ далеко за черту города ближе к источникам водоснабжения и к месту добычи топлива требует больших капитальных вложений в тепловые сети. Однотрубные тепловые сети в этом отношении наиболее перспективны, так как позволяют значительно сократить эти расходы.

Советскими учеными разработано несколько видов однотрубных систем дальнего теплоснабжения. Проф. В. Б. Пакшвером предложена однотрубная система транспорта тепла от ТЭЦ допикового источника, расположенного вблизи города, с прокладкой в районе теплового потребления обычных двухтрубных распределительных сетей. Однотрубная сеть от ТЭЦ до городских распределительных сетей предназначена для транзитной передачи тепла и подпитки городских тепловых сетей. Подпитка распределительных сетей идет непрерывно и регулируется регулятором расхода РР, установленным в пиковой котельной района ПКР. Неравномерное потребление горячей воды из распределительных сетей регулируется установкой аккумуляторов для слива в них избытков воды.

Давление в распределительной сети поддерживается регуляторами РП и РС. При падении величины водозабора давление в распределительных сетях повышается. Импульс повышенного давления приводит к открытию клапана РС и сливу избытка воды S аккумулятор. С возобновлением максимального водоразбора. Превышающего величину подпитки по транзитному теплопроводу. Давление в распределительных сетях падает. В результате происходит открытие клапана РП и включение подпиточного насоса.

Для обеспечения работы такой системы с минимальным сливом горячей воды подпитка с ТЭЦ должна рассчитываться по среднечасовому расходу воды на горячее водоснабжение за неделю. Поэтому однотрубные системы предназначены для транспорта только той части тепла, при которой слив воды из распределительных систем отсутствует. Остальная часть тепловой нагрузки вырабатывается в пиковой котельной района.

Транзитный транспорт тепла с подпиточным расходом воды экономически выгоден при большой температуре теплоносителя. В однотрубных системах с радиусом действия более 25 км температура сетевой воды может достигать 250—270°C, так как высокотемпературный теплоноситель способствует сокращению расходов дорогостоящей сетевой воды и металла на изготовление трубопровода меньшего диаметра. Но при температуре воды выше 180—200 в связи со значительным ростом давления усложняется транспорт тепла и требуется реконструкция действующих тепловых сетей, трубопроводы и арматура которых не рассчитаны на высокое давление.

Таким образом, однотрубные магистрали и распределительные сети работают с различными температурами и гидравлическими режимами. Температурный режим в распределительных сетях регулируется в ПКР путем смешения подпиточной воды, из однотрубной сети и сетевой воды, подогретой в ПКР.

ПКР с дешевыми водогрейными котлами большой тепло-производительности отводится ведущая роль в решении современной проблемы теплоснабжения, возникшей в результате отставания строительства ТЭЦ от сроков ввода в эксплуатацию объектов и жилых зданий. Использование ПКР в качестве временных базовых источников тепла дает выигрыш в сроках строительства источников тепла и в очередности капиталовложений, позволяя с минимальными затратами централизовать теплоснабжение в районах, где ввод в эксплуатацию потребителей тепла значительно опережает сроки сооружения ТЭЦ. - После сооружения ТЭЦ и тепловых сетей от них ПКР включаются в общую систему теплоснабжения и переводятся на пиковый режим работы.

Однотрубная система, разработанная Н. Н. Аграчевым, Л. А. Мелентьевым и С. Ф. Копьевым, предназначена для транспортирования тепла от ТЭЦ до центральных смесительно-аккумуляторных пунктов — цеп, расположенных в районе теплового потребления. От ЦСП распределительные сети выполняются двухтрубными с непосредственным водоразбором на горячее водоснабжение. В этой системе в районе потребления теплоносителя дополнительные источники тепла не предусматриваются.

Прямоточные однотрубные тепловые сети дают большую экономию капиталовложений на строительство сетей, но требуют высокой автоматизации

абонентских вводов. По этим причинам прямоточные системы целесообразны в курортных районах страны с большой нагрузкой горячего водоснабжения.

Высокая температура сетевой воды в однотрубных системах уменьшает выработку электроэнергии на базе теплового потребления за счет отбора пара повышенных давлений. Но более полное использование на ТЭЦ многочисленных источников тепла с температурой 15—30°C для нагрева больших расходов подпиточной воды и значительное удешевление однотрубной сети большой протяженности в ряде случаев перекрывают затраты, связанные с недоработкой электроэнергии по комбинированному циклу.

#### ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИЙ ГРАФИК

Распределение давлений в тепловых сетях удобно изображать в виде пьезометрического графика, который дает наглядное представление о давлении или напоре в любой точке тепловой сети и поэтому обеспечивает большие возможности учета многочисленных факторов (рельеф местности, высота зданий, особенности абонентских систем и т. д.) при выборе оптимального гидравлического режима.

Пьезометрические графики разрабатываются для зимних и летних расчетных условий. Проектирование открытых систем теплоснабжения связано с необходимостью построения пьезометрических графиков для отопительного сезона с учетом максимальных водоразборов из подающих и отдельно из обратных трубопроводов.

Давление, выраженное в линейных единицах измерения, называется напором давления или пьезометрическим напором. В системах теплоснабжения пьезометрические графики характеризуют напоры, соответствующие избыточному давлению, и они могут быть измерены обычными манометрами с последующим переводом результатов измерения в метры.

Рассмотрим пьезометрический график упрощенной системы теплоснабжения. Циркуляция воды в замкнутой сети осуществляется насосом, Расширительный бак 4, уровень воды в котором поддерживается постоянным, присоединен к обводной линии циркуляционного насоса 2. В реальных условиях вместо расширительного бака обычно устанавливают подпиточный насос. Если сетевой насос не работает, то напоры во всех точках системы теплоснабжения определяются уровнем воды в расширительном баке. При таком статическом состоянии системы теплоснабжения пьезометрический график представляет собой горизонтальную линию  $s - s$ , проведенную на уровне поверхности воды в расширительном баке. Напор в любой точке сети определяется величиной вертикального отрезка между данной точкой и линией  $s - s$ .

Следует обратить внимание, что остановка сетевого насоса по-разному влияет на изменения давлений в различных абонентских системах. При построении пьезометрического графика нужно выполнять следующие условия:

1. Давление в непосредственно присоединяемых к сети абонентских системах не должно превышать допускаемого как при статическом, так и при динамическом режиме. Для радиаторов систем отопления максимальное избыточное давление должно быть не более 0,6 МПа, что соответствует примерно напору в 60 м.

2. Максимальный напор в подающих трубопроводах ограничивается прочностью труб и всех водоподогревательных установок. Предельно допустимые напоры приведены ниже:

<u>Наименование оборудования</u>	<u>Предельно допустимые напоры, м</u>
Стальные водогрейные котлы	250
Чугунные котлы	60
Подогреватели сетевой воды БО и БТ	140
Скоростные подогреватели воды МВН	100
Калориферы	80
Чугунные радиаторы	60
Панели со змеевиками из труб	80

3. Напор в подающих трубопроводах, по которым перемещается вода с температурой более 100°C, должен быть достаточным для исключения парообразования. Например, насыщенный пар, находящийся под давлением 0,4 МПа, имеет температуру 151,3°C. Если в сети температура воды тоже 151,3°C, то для исключения ее вскипания давление в сети должно быть больше 0,4 МПа. Следовательно, для рассматриваемого случая минимальный напор в подающей сети должен быть 43—45 м. На с. 179 приведены рекомендуемые из условия не вскипания напоры в подающих трубопроводах в зависимости от температуры воды. В связи с неравномерным нагреванием воды в отдельных трубках водогрейных котлов температуру воды в них для определения давления, обеспечивающего не вскипание, следует принимать на 30°C выше расчетной температуры сетевой воды.

4. Для предупреждения кавитации напор во всасывающем патрубке сетевого насоса должен быть не меньше 5 м.

5. В точках присоединения абонентов следует обеспечить достаточный напор для создания циркуляции воды в местных системах. При элеваторном смешении на абонентском вводе располагаемый напор должен быть не меньше 10—15 м. Наличие подогревателей горячего водоснабжения при двухступенчатой схеме требует увеличения напора до 20—25 м.

6. Уровни пьезометрических линий как при статическом, так и при динамическом режиме следует устанавливать с учетом возможности присоединения большинства абонентских систем по наиболее дешевым зависимым схемам. Статическое давление также не должно превышать допустимого давления для всех элементов системы теплоснабжения. При определении статического давления возможность вскипания воды в подающих трубопроводах, как правило, можно не учитывать.

**ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ**

**СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Основным преимуществом открытых систем теплоснабжения является высокая эффективность теплофикации благодаря максимальному использованию низкопотенциальных источников тепла на ТЭЦ для нагревания большого количества подпиточной воды. В закрытых системах подпитка сетей не превышает 0,5% от объема сетевой воды, содержащейся в системе, поэтому возможности утилизации тепла сбросной воды и продувки на ТЭЦ значительно ниже открытых систем. Но для подготовки подпиточной воды в открытых системах требуется более мощное оборудование химической водоочистки и деаэрации.

Тепловые пункты открытых систем теплоснабжения проще и дешевле тепловых пунктов закрытых систем, так как на абонентских вводах вместо подогревателей устанавливаются только смесители горячего водоснабжения. Трудности эксплуатации водонагревателей с дефицитными латунными трубками часто являются определяющими причинами широкого распространения открытых систем.

На горячее водоснабжение в открытых системах расходуется аэрированная сетевая вода, вследствие чего местные установки менее подвержены коррозии. В закрытых системах для уменьшения коррозии местных установок горячего водоснабжения требуется дополнительная затрата на оборудование для обработки водопроводной воды.

Открытые системы отличаются высокой нестабильностью гидравлических режимов, для повышения надежности теплоснабжения необходима установка аккумулялирующих емкостей у источника тепла или на абонентских вводах.

Таким образом, выбор между открытой и закрытой системами может быть сделан исходя из норм качества холодной и горячей воды и затрат на теплоприготовительное оборудование источника тепла и абонентских вводов.

Зависимая схема присоединения отопительных систем не требует установки теплообменников, что обеспечивает ей широкое распространение, особенно при централизованном теплоснабжении от РК. Однако зависимая схема имеет многие недостатки. При недостаточном давлении, не обеспечивающем не вскипание воды, и высокой температуре теплоносителя в элеваторах происходит интенсивное вскипание воды, сопровождаемое стуком и сотрясением труб. В случае повреждений тепловых сетей происходит опорожнение не только сетей, но и отопительных систем. При этом из-за опорожнения систем отопление прекращается во всех зданиях. Подобная аварийная уязвимость местных отопительных систем, присоединенных в МТП и ЦТП по независимой схеме, полностью устраняется. При авариях на магистральных участках сети квартальные сети и местные отопительные системы остаются заполненными водой, что сокращает срок ликвидации аварии.

Многолетняя практика теплоснабжения свидетельствует о многочисленности преимуществ водяного теплоносителя перед паровым в покрытии любых тепловых нагрузок, в том числе и некоторых технологических.

Водяной теплоноситель повышает эффективность теплофикации и централизованного теплоснабжения за счет лучшего использования низко-потенциального тепла на ТЭЦ, отсутствия потерь конденсата и сохранения его на ТЭЦ или в котельной. Меньшие потери тепловой энергии в сетях позволяют транспортировать сетевую воду на значительно большие по сравнению с паром расстояния. Высокая теплоаккумулирующая способность воды и простота зависимого присоединения потребителей обеспечили водяным сетям широкое распространение в бытовом теплоснабжении.

Недостатки водяного теплоносителя объясняются: высокой плотностью, требующей дополнительных затрат электроэнергии на перекачку сетевой воды и создание больших давлений для заполнения нагревательных приборов, повышенной чувствительностью тепловых сетей к утечкам воды и авариям, малой скоростью перемещения по трубам.

Эти недостатки в паровых системах теплоснабжения отсутствуют. Благодаря высокой скорости движения, небольшой плотности пара и меньших утечек теплоносителя паровые сети в аварийных условиях длительное время могут работать без нарушения режимов теплоснабжения.

При выборе теплоносителя необходимо исходить из соотношения отопительно-бытовых и технологических нагрузок и назначения теплоносителя. В системах с преобладающей технологической нагрузкой, для покрытия которой требуется теплоноситель со среднегодовой температурой более  $110^{\circ}\text{C}$ , допускается использовать пар в качестве общего теплоносителя. Если среднегодовая температура требуемого теплоносителя менее  $110^{\circ}\text{C}$ , то теплоснабжение должно обеспечиваться перегретой водой. В некоторых технологических процессах (нагрев насыпных материалов, пропарка древесины и др.) пар не может быть заменен водой, тогда необходимо учитывать местные возможности получения пара из сетевой воды.

Преимущества и недостатки однетрубных и многотрубных тепловых сетей зависят от климатического пояса, водных и грунтовых условий и многих других конкретных особенностей района, которые должны быть внимательно изучены при оценке экономических показателей избранной системы.

## **СХЕМЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ**

Схемы транспорта тепла от источника до потребителей зависят от вида теплоносителя, взаимного размещения источника тепла и потребителей и характера изменения тепловой нагрузки. На проектирование тепловых сетей большое влияние оказывает тепловая мощность источника и перспективы развития района теплоснабжения на ближайшие годы. Выбранная схема тепловых сетей вместе с высокой экономичностью затрат на исполнение должна отвечать современным требованиям срока службы и надежности эксплуатации.

Паровые сети проектируют в основном на площадках промышленных предприятий, где тепловая нагрузка сосредоточена на сравнительно небольших территориях, требующих прокладки паропроводов с несколькими ответвлениями к производственным цехам. Если технологические процессы допускают кратковременные перерывы потребления тепла, достаточные для ликвидации аварии тепловых сетей, то на территории таких предприятий рекомендуется прокладка радиальных однострубных паропроводов

Радиальные сети сооружаются с постепенным уменьшением диаметров труб в направлении от источника тепла. Такие сети наиболее дешевы и просты в эксплуатации. Но при авариях на головных участках трубопроводов теплоснабжение за аварийным участком прекращается. Неудобны радиальные сети и при ремонте магистральных линий,

так как на весь период ремонтных работ все потребители за ремонтируемым участком должны быть отключены. В этих случаях иногда применяют дублирование паропроводов, т. е. вместо одного паропровода прокладываются два паропровода с пропускной способностью колодного по 50%. Простые расчеты показывают, что при дублировании поверхность труб, а следовательно, и расход металла и стоимость сетей увеличиваются на 56 %.

Когда прекращения подачи тепла на технологические цели недопустимы, для резервирования теплоснабжения на аварийном участке могут быть использованы радиально-кольцевые сети, которые отличаются от радиальных устройством перемычек между радиальными магистралями /. Резервирование по перемычкам в большинстве случаев оказывается малоэффективным из-за недостаточной пропускной способности перемычки, выполненной из трубы меньшего диаметра —  $d_i < d_i$ .

Водяные тепловые сети отличаются многочисленностью ответвлений и распределением тепловой нагрузки на больших территориях, большая подверженность водяных тепловых сетей авариям предъявляет высокие требования к соблюдению надежности теплоснабжения.

Радиальные водяные сети допускается сооружать при диаметрах магистральных трубопроводов до 700 мм со сроком ликвидации аварии до 24 ч. Перемычки в радиально-кольцевых сетях для водяного теплоносителя более целесообразны, чем для пара, так как с их помощью удобно решается подача сетевой воды на горячее водоснабжение во время летнего ремонта сетей на начальных участках.

Кольцевые сети (рис. П.П) самые дорогие, поэтому сооружаются в крупных городах. Замкнутые трубопроводы удобны для объединения нескольких источников тепла и благоприятны для оптимального распределения нагрузки по тепловым станциям и загрузке наиболее крупных и экономичных агрегатов.

Технико-экономические исследования специалистов показали, дополнительные затраты на сооружение кольцевых сетей.

Для повышения надежности централизованного теплоснабжения систем большой протяженности Н. К. Громовым предложено разделять магистральные сети от распределительных включением контрольно-распределительных пунктов (КРП), Маневренный резерв тепла в таких сетях создается равномерным размещением КРП и блокировочных перемычек между магистралями через 1— 3 км.

Секционирующие задвижки применяют для удобства двустороннего отключения участков сети с целью уменьшения аварийных утечек воды и сокращения времени наполнения труб сетевой водой после ликвидации аварии. Секционирование магистралей

и устройство блокировочных перемычек позволяет производить аварийные работы на отключенном участке без прекращения теплоснабжения на других участках.

В разветвленных сетях длина секционируемой магистрали должна быть не менее 1 км. На магистральных направлениях с диаметром трубы более 600 мм допускается увеличение расстояния между секционирующими задвижками до 3 км, если ТЭЦ располагает мощной водо-подогревательной станцией, способной заполнить секционный участок подпиточной водой за время не более 5 ч.

Диаметры блокировочных перемычек рассчитывают на пропуск аварийного расхода воды, принимаемого не менее 70% от расчетного. Перемычки используют для аварийной и резервной передачи избытков тепла между магистралями. По ним производится также переброс теплоносителя от резервных источников тепла, например пиковых котельных района.

Блокировочная перемычка может быть однострубной и использоваться попеременно как подающая, так и обратная линия. Для этого в КРП производят соответствующее присоединение перемычки к магистральным трубам.

Практика показала, что продолжительность ликвидации последствий аварий в водяных сетях диаметром до 700 мм не превышает установленной для большинства районов страны нормы — 24 ч. Поэтому при диаметрах магистралей до 700 мм блокировочные перемычки можно не устанавливать. Тогда на время непродолжительных аварий допускается отключение потребителей с использованием аккумулирующей способности отапливаемых зданий.

В КРП распределительные сети присоединяются к магистральным сетям с обеих сторон секционирующей задвижки, благодаря двустороннему питанию непрерывное теплоснабжение обеспечивается при повреждении любого участка магистрали. При необходимости в КРП могут размещаться насосные подкачивающие или смесительные установки, а также водо-подогреватели. На подкачивающие насосы возлагается задача поддержания непрерывной циркуляции теплоносителя в распределительных сетях при авариях. Наличие насосов и регуляторов давления и температуры позволяет установить в распределительных сетях такие гидравлические и тепловые режимы, которые необходимы для потребителей тепла в районе. Местное регулирование тепловых и гидравлических режимов для большой группы потребителей, осуществляемое квалифицированным персоналом, открывает широкую перспективу более полного учета мест-ных климатических условий района, этажности застроек и других факторов, определяющих Экономику и надежность теплоснабжения.

Разработка многоступенчатых систем теплоснабжения является крупным достижением советских специалистов по пути дальнейшего совершенствования методов управления с привлечением средств автоматики и электронной вычислительной техники. Применение таких систем снижает опасность возникновения аварий, позволяет сократить сроки их ликвидации и предупредить возможность их возникновения.

## **РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ ЗАДАЧИ И ВИДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ**

Системы теплоснабжения представляют собой взаимосвязанный комплекс потребителей тепла, отличающихся как характером, так и величиной теплопотребления. Режимы расходов тепла многочисленными абонентами неодинаковы. Тепловая нагрузка отопительных установок изменяется в зависимости от температуры наружного воздуха, оставаясь практически стабильной в течение суток. Расход тепла на горячее водоснабжение и для ряда технологических процессов не зависит от температуры наружного воздуха, но изменяется как по часам суток, так и по дням недели.

В зависимости от места осуществления регулирования различают центральное, групповое, местное и индивидуальное регулирование.

Центральное регулирование выполняют на ТЭЦ или в котельной по преобладающей нагрузке, характерной для большинства абонентов. В городских тепловых сетях такой нагрузкой может быть отопление или совместная нагрузка отопления и горячего водоснабжения. На ряде технологических предприятий преобладающим является технологическое теплопотребление.

Групповое регулирование производится в центральных тепловых пунктах для группы однородных потребителей. В УТП поддерживаются требуемые расход и температура теплоносителя, поступающего в распределительные или во внутриквартальные сети.

Местное регулирование предусматривается на абонентском вводе для дополнительной корректировки параметров теплоносителя с учетом местных факторов.

Индивидуальное регулирование осуществляется непосредственно у теплопотребляющих приборов, например у нагревательных приборов систем отопления, и дополняет другие виды регулирования.

Тепловая нагрузка многочисленных абонентов современных систем теплоснабжения неоднородна не только по характеру теплопотребления, но и по параметрам теплоносителя. Поэтому центральное регулирование отпуска тепла дополняется групповым, местным и индивидуальным, т. е. осуществляется комбинированное регулирование.

$$Q = \frac{Gc(\tau_1 - \tau_2)}{3600} n = kF \Delta t n,$$

где  $Q$  — количество тепла, полученное прибором от теплоносителя и отданное нагреваемой среде, кВт·ч;  $G$  — расход теплоносителя, кг/ч;  $c$  — теплоемкость теплоносителя, кДж/кг·°C;  $\tau_1, \tau_2$  — температура теплоносителя на входе и выходе из теплообменника, °C;  $n$  — время, ч;  $k$  — коэффициент теплопередачи, кВт/м<sup>2</sup>·°C;

Из уравнения {IV. 1) следует, что регулирование тепловой нагрузки возможно несколькими методами: изменением температуры теплоносителя — качественный метод; изменением расхода теплоносителя — количественный метод; периодическим отключением систем — прерывистое регулирование; изменением поверхности нагрева теплообменника. Сложность осуществления последнего метода ограничивает возможность его широкого применения.

Качественное регулирование осуществляется изменением температуры при постоянном расходе теплоносителя. Качественный метод является наиболее распространенным видом центрального регулирования водяных тепловых сетей.

Количественное регулирование отпуска тепла производится изменением расхода теплоносителя при постоянной его температуре в подающем трубопроводе.

Качественно-количественное регулирование выполняется путем совместного изменения температуры и расхода теплоносителя.

Прерывистое регулирование достигается периодическим отключением систем, т. е., пропусками подачи теплоносителя, в связи с чем этот метод называется регулированием пропусками.

Центральные пропуски возможны лишь в тепловых сетях с однородным теплотреблением, допускающим одновременные перерывы в подаче тепла. В современных системах теплоснабжения с разнородной тепловой нагрузкой регулирование пропусками используется для местного регулирования

В паровых системах теплоснабжения качественное регулирование неприемлемо ввиду того, что изменение температур в необходимом диапазоне требует большого изменения давления. Центральное регулирование паровых систем производится в основном количественным методом или путем пропусков. Однако периодическое отключение приводит к неравномерному прогреву отдельных приборов и к заполнению системы воздухом. Более эффективно местное или индивидуальное количественное регулирование-

### ОБЩЕЕ УРАВНЕНИЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Расчет режимов регулирования основан на уравнениях теплового-баланса, составленных для любого вида нагрузки при нерасчетных и расчетных условиях

$$Q = G_{\text{п}} c (\tau_1 - \tau_2) = G_{\text{в}} c (t_1 - t_2) = kF \Delta t; \quad (\text{IV.2})$$

$$Q' = G'_{\text{п}} c (\tau'_1 - \tau'_2) = G'_{\text{в}} c (t'_1 - t'_2) = k'F \Delta t', \quad (\text{IV.3})$$

где  $Q$ —текущая тепловая нагрузка;  $G_{\text{п}}$  — расход первичного (греющего) теплоносителя;  $G'_{\text{п}}$  — расход вторичной (нагреваемой) среды;  $t_1, T_2$  — температура первичного теплоносителя на входе и выходе из теплообменника;  $t'_1, t'_2$  — соответственно, температура нагреваемой среды на входе в теплообменник и на выходе из него. Индексом штрих обозначены все величины, относящиеся к расчетным условиям.

Из отношения равенств (IV.2) и (IV.3) получим общее уравнение' регулирования

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{G_{\text{п}} (\tau_1 - \tau_2)}{G'_{\text{п}} (\tau'_1 - \tau'_2)} = \frac{G_{\text{в}} (t_1 - t_2)}{G'_{\text{в}} (t'_1 - t'_2)} = \frac{k \Delta t}{k' \Delta t'}. \quad (\text{IV.4})$$

$$Q = W_{\text{с}} \delta t_{\text{м}} = W_{\text{м}} \delta t_{\text{с}} = kF \Delta t, \quad (\text{IV.5})$$

где  $\Gamma q$ , —большее и меньшее значения водяных эквивалентов тепло обменивающихся сред;  $W = Gc$ —эквивалент расхода воды, представляющий собой произведение массового, расхода теплоносителя на его удельную теплоемкость;

С учетом выражения (IV.5) уравнение регулирования (IV.4)' может быть записано в общем виде

$$\bar{Q} = \bar{W}_6 \bar{\delta t}_m = \bar{W}_m \bar{\delta t}_c = \bar{k} \Delta \bar{t}, \quad (IV.6)$$

Зависимость расхода или эквивалента расхода сетевой воды от тепловой нагрузки описывается эмпирическим уравнением

(IV.7)

$$\bar{W} = \bar{Q}^m,$$

### ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ

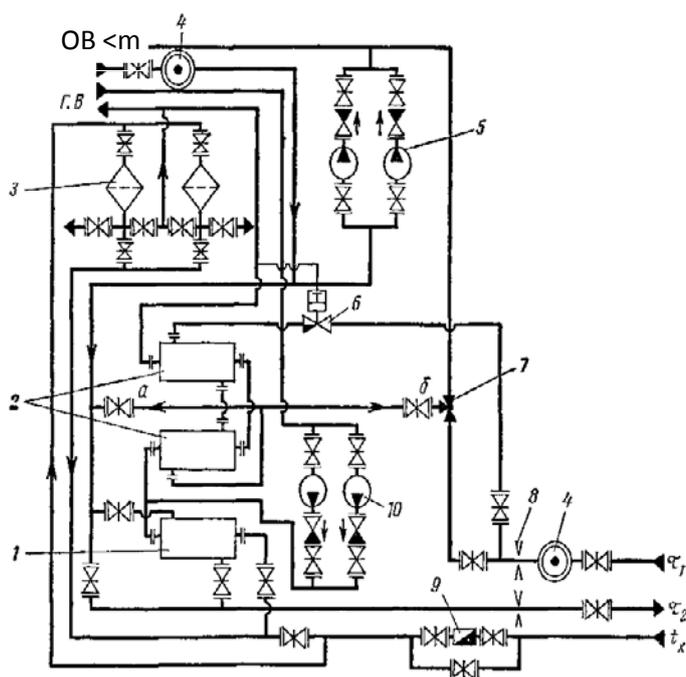
Сооружение центральных тепловых пунктов (ЦТП) позволило объединить установки горячего водоснабжения, что дало такие преимущества перед МТП, как возможность снижения давления в тепловых сетях после ЦТП, освобождения значительного числа обслуживающего персонала и улучшения качества обслуживания, сокращения количества автоматических регуляторов, применения антикоррозионных установок, ЦТП устраивают для нескольких зданий, квартала или микрорайона, что позволяет вынести циркуляционные насосы систем горячего водоснабжения и весь узел приготовления горячей воды из подвалов домов в отдельно стоящее здание. Отопительные системы в каждом здании присоединяют к квартальной сети через элеваторы или через групповые водонагреватели.

Для закрытых систем теплоснабжения кварталов города Моспроектom разработаны типовые схемы ЦТП, одна из них приведена на рис. V.4. В ЦТП устанавливают насосы, обеспечивающие циркуляцию воды в местных системах отопления и горячего водоснабжения. Подогреватели горячего водоснабжения могут работать по двухступенчатой последовательной схеме (задвижка а закрыта, задвижка б открыта) или по двухступенчатой смешанной схеме (при открытой задвижке а и закрытой задвижке б сетевая вода из подогревателей II ступени поступает в обратную линию после отопительной системы квартала). Для защиты трубопроводов и оборудования от коррозии устанавливают доломитовые (магномассовые) фильтры.

ЦТП открытых систем теплоснабжения (рис. V.5) при высокой (более 105°C) температуре воды в подающем трубопроводе должны оборудоваться подмешивающими насосами, которые

применяются также для регулирования гидравлического режима в квартале. Учет водоразбора в квартале производят по расходомерным диафрагмам на ЦТП. На обратных линиях квартальных теплопроводов устанавливают термометры для контроля за температурой возвращаемой воды. Расчетный гидравлический режим обеспечивается настройкой регулятора давления и клапана 2. По одной трубе из ЦТП подается вода на отопление. В крупных тепловых сетях насчитывается несколько ЦТП. С увеличением их числа регулирование режимов отпуска тепла усложняется, при этом возрастают эксплуатационные расходы. Экономически выгодная мощность ЦТП окончательно не установлена, но ориентировочно считают, что тепловая мощность ЦТП менее 7—10 МВт малоэффективна. ЦТП сооружаются в отдельных зданиях или пристройках к теплофицируемым зданиям. Размеры помещений определяются габаритами и количеством установленного оборудования. Для выбора схемы ЦТП необходимо выполнить технико-экономические расчеты, сопоставив их с соответствующими расчетами схемы МТП. в технических подпольях или в существующих подвалах зданий дает практически равные капиталовложения по вариантам увеличивается

Рис. V.4. Схема ЦТП квартала города при закрытой системе теплоснабжения:



1 — подогреватель ступени; 2 — подогреватели ступени; 3 — доломитовые фильтры; 4 — грязевик; 5 — подмешивающие насосы; 5 — регулятор температуры; 7 — трёхходовые клапан; 8 — расходомеры диафрагмы; 9 — водомеру 10 — циркуляционные-насосы горячего водоснабжения

Рис. V 5. Схема ЦТП квартала города при открытой системе теплоснабжения:

1 — подмешивающий насос; 2 — двухходовый клапан; 3 — расходомерная диафрагма

Рис. V.5.

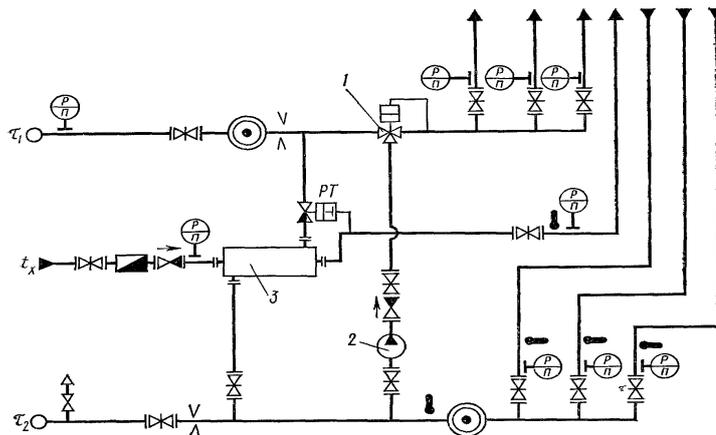
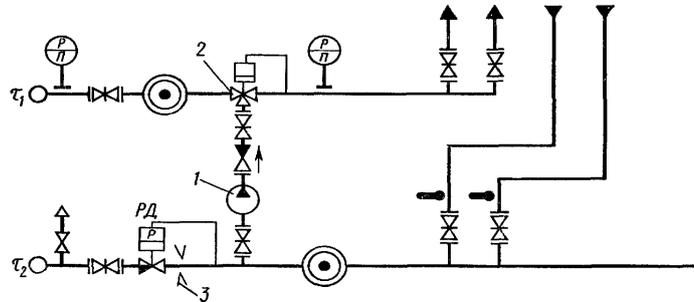


Рис. V.6. Схема ЦТП промышленного предприятия с водяным теплоносителем:

1 — трёхходовые клапаны; 2 — подмешивающий насос; 3 — подогреватель горячего водоснабжения

Тепловой энергии, числа и параметров теплоносителей и режимов потребления тепловой энергии. ЦТП небольших предприятий, потребляющих тепловую энергию для целей отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, могут отличаться от ЦТП жилищно-коммунального сектора лишь установкой баков-аккумуляторов горячей воды при 10 и более душевых сетках.

От ЦТП промышленного предприятия тепловая энергия поступает по внутривоздушным сетям в здания, цехи и сооружения. Имеющие, как правило, свои подогревательные установки (вторичные тепловые пункты). При многочисленности цехов, расположенных на территории предприятия, не всегда удается организовать нейтральный нагрев воды для горячего водоснабжения в одном пункте. Значительное число крупных предприятий имеют несколько вторичных ТП. В ЦТП рекомендуется устанавливать подмешивающие насосы, позволяющие создать автономный температурный режим для промышленного предприятия.

Под центральные тепловые пункты отводятся отдельные помещения или самостоятельные здания. Вторичные тепловые пункты могут размещаться в производственных помещениях.

Часто теплоснабжение зданий в рабочих поселках, расположенных вблизи предприятий производится от одного источника тепловой энергии. Практика показала, что теплоснабжение поселков необходимо отделять от теплоснабжения предприятий, сооружая для них самостоятельные тепловые пункты.

Контрольно-распределительные пункты (КРП). Усложнение схем и условий эксплуатации тепловых сетей потребовало повышения гибкости, маневренности и надежности теплоснабжения. Н. К. Громовым предложено отделять магистральные тепловые сети от распределительных с помощью КРП. На КРП возлагается управление гидравлическим и температурным режимами в распределительных сетях и перевод их на специальный режим в аварийных ситуациях. Тепловая нагрузка КРП может составлять 35—55 МВт, что соответствует присоединению 5—8 тыс. квартир с радиусом действия распределительных сетей до 1 км. В зависимости от количества присоединяемых зданий КРП можно разделить на три группы: индивидуальные (на 1 здание), групповые (на 5—10 зданий), районные (на 50—100 зданий). В КРП (рис. V.7) устанавливаются приборы контроля, автоматики и телемеханики. Необходимый режим давлений в распределительных сетях поддерживается насосами и регуляторами.

Автоматизация КРП позволяет: поддерживать постоянными давление в обратной магистрали и заданный перепад давлений в распределительной сети; отключать КРП от тепловой сети в случае небаланса расходов воды в подающей и обратной линиях закрытых систем; снижать температуру воды в распределительной сети; подавать сигнал в диспетчерский пункт о работе КРП-В крупных КРП арматура 2, 3, насосные установки.

## **ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ**

### **ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И РАСЧЕТНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ**

При проектировании тепловых сетей основная задача гидравлического расчета состоит в определении диаметров труб по заданным расходам теплоносителя и располагаемым перепадам давлений во всей сети или в отдельных ее участках.

В процессе эксплуатации тепловых сетей возникает необходимость решения обратных задач по определению расходов теплоносителя на участках сети или давлений в отдельных точках при изменении гидравлических режимов. Результаты гидравлического расчета используются для построения пьезометрических графиков, выбора схем абонентских вводов, подбора насосного оборудования, определения стоимости тепловой сети и других целей.

При движении теплоносителя по трубам потери давления складываются из гидравлических сопротивлений трения по длине трубопровода и местных сопротивлений:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{л}} + \Delta P_{\text{м}} \quad (\text{VI.1})$$

Гидравлические сопротивления (Па) по длине трубопровода определяются по формуле Вейсбаха — Дарси

$$\Delta P_{\text{л}} = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho \omega^2}{2}, \quad (\text{VI.2})$$

Коэффициент гидравлического трения в общем случае зависит от числа Рейнольдса (Re) и относительной эквивалентной шероховатости трубы. Шероховатостью трубы называют выступы и неровности, влияющие при турбулентном движении жидкости на линейные потери давления. В реальных трубах эти выступы и неровности различны по форме, величине и неравномерно распределены по ее длине.

За эквивалентную шероховатость условно принимают равную номерную зернистую шероховатость, выступы которой имеют одинаковую форму и размеры, а потери давления по длине такие же, как и в реальных трубах. Величину эквивалентной шероховатости отенок труб с учетом коррозии рекомендуется принимать; для паропроводов — 0,2 мм; для водяных тепловых сетей — 0,5 мм; для Конденсаторов — 1 мм.

Для теплопроводов наружных сетей характерным является "Турбулентный режим движения теплоносителей.

Для гидравлически гладких труб при турбулентном движении коэффициент гидравлического трения можно определять по формуле Г. А. Мурина

$$\lambda_r = \frac{1,01}{(\lg Re)^{2,5}} \quad (VI\ 3)$$

Для гидравлически шероховатых труб когда решающее влияние на гидравлические сопротивления по всей длине трубопровода оказывают силы трения жидкости о стенку трубы, коэффициент гидравлического трения зависит только от относительной эквивалентной шероховатости и определяется по формуле проф. Б. Л. Шифринсона

$$\lambda_{ш} = 0,11 \left( \frac{k_э}{d} \right)^{0,25} \quad (VI\ 4)$$

В переходной области гидравлических сопротивлений, характеризующейся изменением комплекса  $Rek_э/d = 23 \div 560$ , рекомендуется формула проф. А. Д. Альтшуля

$$\lambda_{п} = 0,11 \left( \frac{k_э}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (VI.5)$$

По формуле (VI.5) величина определяется достаточно точно для всех трех зон гидравлических сопротивлений (гладкой, переходной и шероховатой). Результаты расчета совпадают с данными Г. А. Мурина, и Б. Л. Шифринсона. Поэтому при построении расчетных номограмм была использована формула А. Д. Альтшуля.

$$\Delta P_{м} = \xi \frac{\rho \omega^2}{2}, \quad (VI\ 6)$$

Гидравлический расчет разветвленных трубопроводов удобно производить по методу средних удельных потерь давления, поэтому часто используются следующие формы записи полных гидравлических сопротивлений:

$$\Delta P = \Delta P_{л} + \Delta P_{м} = \Delta P_{л} \left( 1 + \frac{\Delta P_{м}}{\Delta P_{л}} \right) = R_{л} l (1 + \alpha) = R_{л} (l + l_э), \quad (VI.8)$$

где  $a$  — коэффициент, учитывающий долю потерь давления в местных сопротивлениях от сопротивлений по длине;  $R_{\lambda}$  — удельное падение давления по длине, Па/м. Из формулы (VI.2)

$$R_{\lambda} = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\rho w^2}{2} = 6,27 \cdot 10^{-2} \frac{\lambda}{d^5} \cdot \frac{G^2}{\rho}, \quad (\text{VI.9})$$

следует, что

где  $G$  — расход теплоносителя, т/ч.

Для облегчения расчетов по формуле (VI.9) составляются таблицы или номограммы, которыми пользуются при проектировании тепловых сетей.

## ОСНОВЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РЕЖИМА

Гидравлическим режимом определяется взаимосвязь между расходом теплоносителя и давлением в различных точках системы в данный момент времени.

Расчетный гидравлический режим характеризуется распределением теплоносителя в соответствии с расчетной тепловой нагрузкой абонентов. Давление в узловых точках сети и на абонентских вводах равно расчетному. Наглядное представление об этом режиме дает пьезометрический график, построенный по данным гидравлического расчета.

Однако в процессе эксплуатации расход воды в системе изменяется. Переменный расход вызывается неравномерностью водопотребления на горячее водоснабжение, наличием местного количественного регулирования разнородной нагрузки, а также различными переключениями в сети. Изменение расхода воды и связанное с ним

изменение давления приводят к нарушению как гидравлического, так и теплового режима абонентов. Расчет гидравлического режима дает возможность определить перераспределение расходов и давлений в сети и установить пределы допустимого изменения нагрузки, обеспечивающие безаварийную эксплуатацию системы.

Гидравлические режимы разрабатываются для отопительного и летнего периодов времени. В открытых системах теплоснабжения дополнительно рассчитывается гидравлический режим при максимальном водоразборе из обратного и подающего трубопроводов.

## **ТРУБЫ И АРМАТУРА**

Трубы являются наиболее ответственными элементами тепловых сетей, поэтому современная техника строительства предъявляет к ним ряд эксплуатационных требований: 1) высокая прочность и герметичность, необходимые для безаварийного транспорта теплоносителя под большим давлением и с высокой температурой; 2) малый коэффициент линейного удлинения, обеспечивающий низкие термические напряжения при переменных температурных режимах теплоносителя; 3) антикоррозионная стойкость; 4) высокое термическое сопротивление стенок труб, способствующее сохранению тепла и температуры теплоносителя; 5) неизменность свойств материала труб при длительном воздействии высоких температур и давлений; 6) небольшая стоимость, простота монтажа, надежность соединения и хранения труб и др.

Имеющиеся трубы не удовлетворяют в полной мере всей совокупности предъявляемых требований. Неметаллические трубы из асбестоцемента, стекла, полимеров (полиэтилен и полипропилен) и винилпласта обладают высокой антикоррозионной стойкостью и значительно дешевле стальных труб. Стекланные и

полимерные трубы имеют гладкие внутренние поверхности, что обеспечивает им по сравнению со стальными трубами равных диаметров меньшие гидравлические сопротивления. Но асбестоцементные и стеклянные трубы хрупки, соединяются сложными стыковыми конструкциями. Из неметаллических труб только винипластовые трубы и трубы из полимерных материалов обладают высокой эластичностью и хорошо соединяются сваркой. Эти качества труб особенно ценны для монтажа внутренних систем горячего водоснабжения и конденсатопроводов. По данным исследований ВТИ неметаллические трубы могут применяться при температурах до 100°С (винипластовые до 60°С) и давлениях до 0,6 МПа в прокладках, доступных для постоянного наблюдения.

Тепловые сети сооружаются из более прочных стальных труб. Трубопроводы тепловых сетей при рабочем давлении пара более 0,07 МПа и температуре воды более 115°С делятся на 4 категории [23]. Выбор материалов и расчеты таких трубопроводов должны производиться по требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды». Согласно этим правилам подбор труб, запорно-регулирующей арматуры, фланцев и других устройств производится по условным давлениям и проходам.

Под условным давлением  $P_u$  понимается наибольшее избыточное давление, допустимое для длительной эксплуатации трубы или изделия при температуре 20°С. С повышением температуры теплоносителя допустимое давление должно уменьшаться и это фактическое допустимое давление называется рабочим! Связь между рабочим  $P_{раб}$  и условным давлением определяется зависимостью

$$P_{раб} = \epsilon P_u,$$

(VII 1.1)

где  $\epsilon$  — коэффициент, принимаемый в зависимости от температуры.

Под условным проходом  $D_u$  подразумевается номинальный внутренний диаметр трубы или изделия. Трубы с каким-то условным диаметром имеют постоянный наружный диаметр и отличаются лишь толщиной стенки.

В тепловых сетях применяются в основном бесшовные горячекатаные и электросварные трубы. Бесшовные горячекатаные трубы по ГОСТ 8732—78 выпускаются с наружными диаметрами 32—426 мм. Электросварные прямошовные по ГОСТ 10706—76 и со спиральным швом по ГОСТ 8696—74 изготавливаются с наружными диаметрами более 426 мм. Основные данные по этим трубам приведены в приложении 16.

Бесшовные горячекатаные и электросварные прямошовные трубы с калиброванными торцами допускается использовать при всех способах прокладки сетей. Электросварные со спиральным швом рекомендуются для воздушных и канальных прокладок.

Стальные трубы соединяются между собой на электрической или газовой сварке. Наплавленный металл сварном стыке может уступать прочности цельной стенки трубы. Прочность стыка еще более ослабляется в результате не провара металла, образования пустот и попадания в шов неметаллических включений. Поэтому в процессе монтажа трубопроводов сварные стыки должны быть подвергнуты механическому и кристаллографическому контролю по соответствующим техническим условиям.

В действующем теплопроводе возникают многочисленные напряжения. Внутреннее давление теплоносителя вызывает в стенках труб растягивающие напряжения, направленные по оси трубы и по радиусу. Под действием собственной массы трубы, массы теплоносителя и тепловой изоляции в трубопроводе образуются изгибающие напряжения. Температурные деформации трубопровода вызывают сжимающие и изгибающие напряжения от трения опор, усилий гнутых компенсаторов и участков естественной компенсации. В узлах с пространственными изгибами трубопровода возможны скручивающие напряжения. В надземных и бесканальных прокладках на трубопроводы действуют дополнительные нагрузки от массы снега, давления ветра, грунта и транспорта.

Расчет труб на прочность сводится к определению допустимого суммарного напряжения и толщины стенки трубы. Наружные водяные сети с давлением до 1.6 МПа и температурой до 200°C рассчитываются на внутреннее давление по формулам:

$$\frac{P_{\text{раб}} d_{\text{в}} n}{2S} \leq \sigma_{\text{рас}}; \quad (\text{VIII.2})$$

$$\frac{P_{\text{раб}} d_{\text{в}} n}{2S} \leq 0,9 \sigma_{\text{T}}, \quad (\text{VIII.2a})$$

где  $P_{\text{раб}}$  — рабочее давление теплоносителя, Па;  $d_{\text{в}}$  — внутренний диаметр трубы, см;  $n$  — коэффициент перегрузки ( $n=1,1$ );  $S$  — толщина стенки трубы, см;  $\sigma_{\text{рас}}$  — предел текучести, Па.

Расчетное сопротивление металла трубы определяется по формуле

$$\sigma_{\text{рас}} = \sigma_{\text{вр}} K_1 m_1 m_2, \quad (\text{VIII.3})$$

Толщина стенки трубы определяется по формулам

где — наружный диаметр трубы, см.

$$S = \frac{P_{\text{раб}} d_n n}{2 (\sigma_{\text{рас}} + n P_{\text{раб}})}; \quad (\text{VIII.4})$$

$$S = \frac{P_{\text{раб}} d_n n}{2 (0,9 \sigma_1 + n P_{\text{раб}})}, \quad (\text{VIII.4a})$$

По формулам (V111.2) — (VIII.4) выбирается наименьшее напряжение и наибольшая толщина стенки трубы. Расчет толщины стенки трубопроводов с более высокими параметрами теплоносителя производится в соответствии с требованиями [23].

Запорная, регулирующая и предохранительная арматура предназначена для регулирования режимов потребления тепла и управления работой тепловых сетей. Арматура изготавливается из сталей, чугуна, цветных металлов и пластмасс. В тепловых сетях чаще всего принимается стальная арматура. Чугун уступает по прочности стали, поэтому область применения чугунной арматуры ограничена давлением 0,07 МПа (для пара) и температурой 115°С (для воды). Чугунная арматура должна размещаться на прямых участках труб, защищенных от изгибающих усилий. Ограничивается применение чугунной арматуры и на открытом воздухе с низкими отрицательными температурами [33], она более надежна в закрытых помещениях с постоянной температурой воздуха. Арматура из цветных металлов дефицитна, а пластмассовая — Мало-прочна, поэтому в сетях они не нашли широкого применения.

Вся трубопроводная арматура имеет условное обозначение по классификации Центрального конструкторского бюро арматуростроения (ЦКБА). Условное обозначение арматуры состоит из цифр и букв. Первые две цифры обозначают тип арматуры: 10 — спускные краны; 14 и 15—вентили; 16 —обратные подъемные клапаны; 17— предохранительные клапаны; 18 — редукционные клапаны; 25 — регулирующие клапаны; 30 — задвижки; 45 — конденсатоотводчики и др. Буквы за первыми цифрами обозначают материал, из которого изготовлен корпус арматуры: С—сталь углеродистая; ЛС— сталь легированная; НЖ — сталь коррозионно-стойкая; КЧ — ковкий чугун; Ч — серый чугун; Б — бронза; Л—латунь; А—алюминий; П— пластмассы. Цифры (одна или две) после буквенного обозначения указывают конфигурацию арматуры в таблице обозначений. В трёхлитровом обозначении первая цифра обозначает вид привода: механический (с червячной передачей — 3, с цилиндрической зубчатой передачей — 4, с коническом зубчатой передачей — 5); пневматический — 6; гидравлический — 7; электромагнитный .8-электрический—9. Последние бук-вы в шифре обозначают материал уплотнительных поверхностей:БР — бронза; Л — латунь; НЖ—нержавеющая сталь; К — кожа; Р — резина и др.

Арматура специального назначения в конце шифра дополняется также указанием внутренних покрытий: ГМ — гуммирование; ЭМ—эмалирование-СВ — свинцевание и др. Например, задвижка из углеродистой стали с коррозионно-стойкими уплотнительными кольцами обозначается — 30С64НЖ, а с электроприводом и бронзовыми уплотнительными кольцами—30С964БР.

Вентили имеют запорный орган в виде золотника, который при закрытии плотно прилегает к седлу, создавая высокую герметичность перекрытия проходного отверстия. Крышка вентиля крепится на корпусе болтами или на резьбе. Подтяжка сальникового уплотнения производится двумя откидными болтами, укрепленными на крышке, или накидной гайкой.

Вентили бывают фланцевые и бесфланцевые. Бесфланцевые вентили подразделяются на приварные и муфтовые. Бесфланцевые приварные вентили соединяются с трубами на сварке и применяются на теплопроводах с давлением  $P_{у1,6}$  МПа на резьбе.

Потеря давления теплоносителя в проходных сечениях вентиля зависит от расположения шпинделя. Вентили с наклонным расположением шпинделя (типа «Косва» и прямоточные) имеют наименьшее гидравлическое сопротивление. На трубопроводах вентили устанавливаются так, чтобы теплоноситель поступал под золотник, чем достигается уменьшение усилия на их открытие и предупреждается отрыв золотника от шпинделя.

Задвижки по конструктивному исполнению разделяются на клиновые и параллельные, с выдвижным и невыдвижным шпинделем. Стальные задвижки имеют клиновое уплотнение

Уплотнение создается уплотнительными кольцами из бронзы или нержавеющей стали. Кольца запрессовываются на дисках клиньев и в корпусе.

В клиновых задвижках затвор состоит из сплошного или двухдискового клина, уплотнение обеспечивается путем прилегания плоскостей колец клина к плоскостям колец корпуса. При опускании двухдискового клина разжимной клин, находящийся между дисками, упирается в дно корпуса и распирает диски, плотно прижимая их к уплотнительным кольцам корпуса.

В параллельных задвижках затвор состоит из двух дисков с плоскими параллельно расположенными уплотнительными поверхностями. Закрытие задвижки производится аналогично клиновой задвижке с двухдисковым клиновым затвором.

В задвижках с выдвижным шпинделем маховиком вращается запрессованная в его ступицу гайка, которая сообщает шпинделю поступательное движение. Диски или клин соединены с выдвижным шпинделем шарнирно. В задвижках с невыдвижным шпинделем

при вращении маховика происходит подъем или опускание дисков при помощи гайки, накрученной на нижнем конце шпинделя. Крупные задвижки выпускаются с обводными линиями. Открытием байпасных задвижек на таких линиях давление с обеих сторон запорного диска выравнивается, в результате усилие открытия арматуры уменьшается. На трубопроводах с диаметрами более 500 мм устанавливаются задвижки с электроприводом. На горизонтальных трубопроводах задвижки с  $Z_y < 500$  мм и соответствующих теплопроводах высокого давления.

Фланцы применяются для присоединения на трубопроводах различной фланцевой арматуры. Конструкции фланцев разнообразны (рис. VIII.3). Подбираются фланцы по условным проходам и давлениям, на которые рассчитаны трубы. В водяных тепловых сетях и паропроводах с  $P_y < 2,5$  МПа наибольшее распространение получили плоские приварные фланцы, которые устанавливаются с недоводом трубы до уплотнительного торца на величину  $\Delta$ . Недовод трубы устраняет попадание натеков сварочного грата на уплотнительные плоскости, при которых ухудшается герметичность фланцевого соединения. Фланцевые соединения по плотности и прочности уступают сварным соединениям, однако их применение облегчает смену арматуры при ремонтных операциях.

Заглушки (рис. VIII.4) используются для отключения участков теплопроводов и ответвлений на период ремонтов или гидравлических испытаний сетей, а также для заглушенных торцов труб. Заглушки, как и фланцы, подбираются по условным давлениям и проходам. Плотность фланцевых соединений при давлении до 4 МПа и температуре до  $450^\circ\text{C}$  обеспечивается прокладками из паронита толщиной  $1\text{--}2$  мм. Применение толстых прокладок не рекомендуется, так как при этом увеличивается опасность их разрыва давлением теплоносителя и возникают перекосы фланцевых соединений.

Фасонные изделия (отводы, тройники, крестовины, переходы диаметров) рекомендуется выполнять по размерам междуведомственных нормалей (МВН). С целью увеличения механической прочности изделия изготавливают из труб с повышенной (на  $1\text{--}3$  мм) толщиной стенки.

Отводы бывают гнутыми и сварными. Основной характеристикой отводов является радиус изгиба осевой линии трубы  $R$ . Гнутые отводы различаются на гладкие и со складками (рис. VIII.5). Гладкие отводы изготавливают из бесшовных труб для условных проходов  $D_y 400$  мм. Крутозагнутые гладкие отводы с радиусом изгиба, равным наружному диаметру трубы ( $R = D_n$ ), изготавливают на заводах протяжкой гидравлическими домкратами отрезка трубы в горячем состоянии через специальную изогнутую насадку.

Нормальные гладкие отводы с радиусом изгиба  $R = 3,5 D_h$  изготавливают при нагреве трубы. Плотная набивка песка в трубу предупреждает возникновение овальности сечения и быстрое остывание изделия, вызывающее дополнительное напряжение металла. Отводы с радиусом  $R > 3,5 D_h$  изготавливают на трубогибочных станках путем изгиба труб в холодном состоянии и без набивки песком. Нормальные гладкие отводы получаются громоздкими.

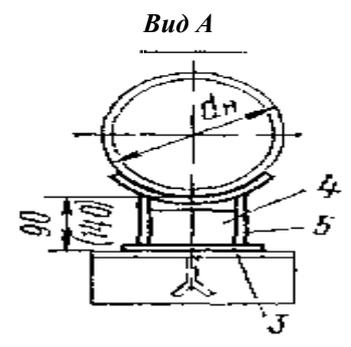
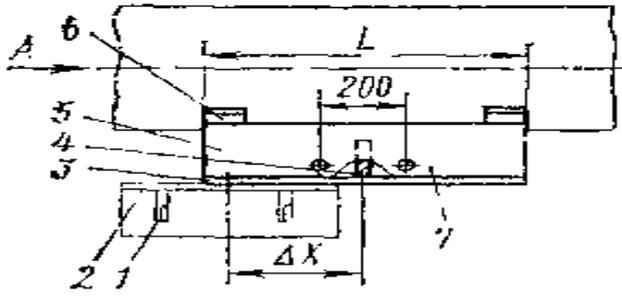
Гнутые отводы со складками изготавливают при местном разогреве трубы. Число складок зависит от диаметра трубы и радиуса.

## **ОПОРЫ ТРУБОПРОВОДОВ**

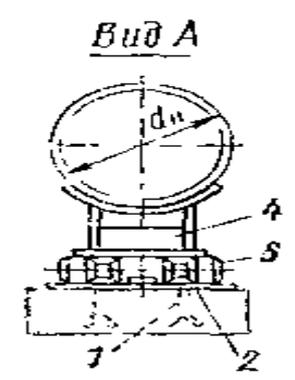
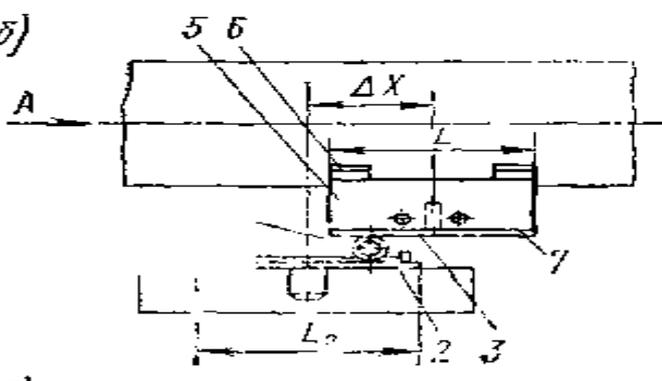
Опорные конструкции по своему назначению подразделяют на подвижные и неподвижные.

Подвижные опоры (рис. УП1.8) воспринимают вес теплопровода и обеспечивают ему свободное перемещение на строительных конструкциях. Подвижные опоры используют при всех способах прокладки, кроме бесканальной. По принципу свободного перемещения различают опоры скольжения, качения и подвесные. Скользящие опоры бывают самых разнообразных конструкций.

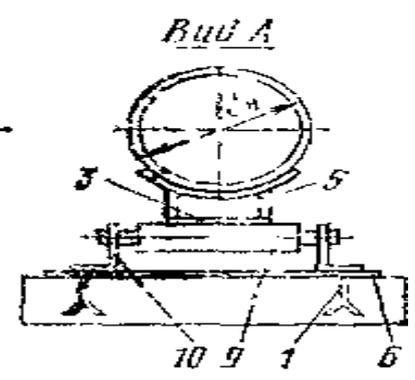
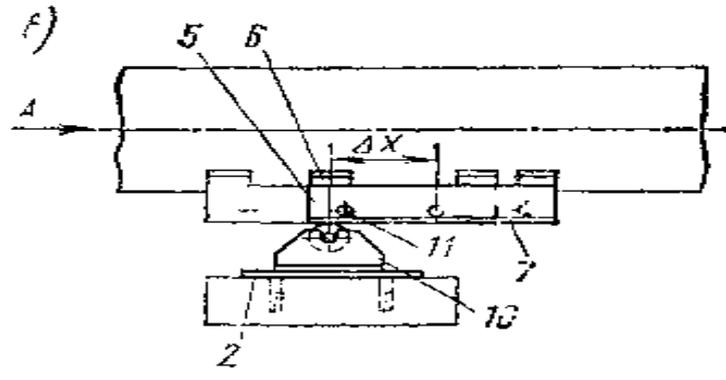
a)



б)



в)



## Рвс. VIII.8 Опоры подвижные

а — скользящая; б — катковые, о — роликовая; — подвесная; 1 — лапа; 2 — опорная плита; 3 — основание; 4 — ребро; 5 — ребро боковое; 6 — подушка; 7 — монтажное положение опоры; 8 — каток; 9 — ролик; 10 — кронштейн, 11 — отверстия; 12 — кронштейны; 13 — подвесной болт; 14 — тяга

Все они свободно опираются на несущие строительные конструкции. Для уменьшения сил трения и истирания несущих конструкций в бетон заливают стальную опорную плиту с приваренными к ней лапами для скрепления с бетоном. Типовые конструкции опор выполняют высокими и низкими. Высокие опоры (140 мм) применяют для трубопроводов с толщиной теплоизоляции более 80 мм; низкие опоры (90 мм) используют для прокладки трубопроводов с толщиной тепловой изоляции до 80 мм. Отверстия в боковых ребрах опор предназначены для закрепления тепловой изоляции над опорой с помощью проволоки. Опоры скользящего типа применяют при всех способах прокладки трубопроводов различных диаметров.

С увеличением диаметров трубопроводов более 175 мм трение на опорах существенно возрастает. Для уменьшения сил трения применяют опоры качения, разделяющиеся на катковые, роликовые и шариковые. Для вращения катков без скольжения по опорной поверхности необходимо, чтобы горизонтальная сила  $P_r$  трубопровода превышала силы трения качения катка:

$$P_r \geq P_v \frac{f_1 + f_2}{2R}, \quad (\text{VIII.5})$$

где  $P_v$  — вертикальная нагрузка на опору, Н;  $f$  — плечо (коэффициент) трения качения при соприкосновении катка с трубопроводом, м;  $[f$  — плечо (коэффициент) трения качения при соприкосновении катка с опорной поверхностью, м;  $R$  — радиус катка, м.

Свободное вращение ролика без заедания в цапфах обеспечивается условием

$$P_r \geq P_v \frac{f_1 + \mu r}{R}, \quad (\text{VIII.6})$$

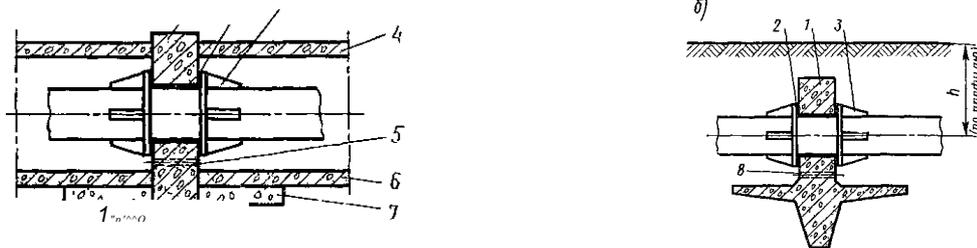
Для грубо обработанных стальных поверхностей принимается  $f_1 = 0,5-10^{-3}$  м, а  $p = 0,3$ . Из сравнения формул (VIII.5) и (VIII.6) можно установить, что при  $f = f_2$  и равных вертикальных нагрузках катковая опора передает на строительную конструкцию наименьшую горизонтальную реакцию. Из этих формул можно также найти размеры катка и ролика, обеспечивающие свободное их вращение.

Выточки в катках и направляющие планки на опорной плите обеспечивают направленное перемещение удлиняющегося трубопровода. При плохом уходе катки и ролики перекашиваются и заклинивают. Заклиненные опоры быстро корродируют, и коэффициент трения в опорах увеличивается. Исследования показали, что искусственно деформированные катки с большими вмятинами все же имеют меньший коэффициент трения, чем скользящие опоры. Поэтому опоры качения рекомендуется применять для разгрузки отдельных стоек, мачт, кронштейнов, не рассчитанных на большие горизонтальные нагрузки, при прокладках трубопроводов диаметром более 175 мм надземным способом и в проходных каналах.

Катковые и роликовые опоры надежно работают на прямолинейных участках сети. На поворотах трассы трубопроводы перемещаются не только в продольном, но и в поперечном направлении. Поэтому установка Катковых, а иногда и роликовых опор на криволинейных участках трубопроводов не рекомендуется. Эти ограничения снимаются при использовании шариковых опор. Радиус шариковой опоры может быть установлен из формулы. Шариковые опоры применяют в тех же случаях и с той же целью, что и катковые и роликовые опоры, и часто вместо них, особенно на участках горизонтального перемещения трубопроводов под углом к оси трассы.

Подвесные опоры применяют для прокладки водопроводов небольшого диаметра, а также более легких паропроводов диаметром до 500 мм. Нежесткая конструкция подвески позволяет опоре легко поворачиваться и перемещаться вместе с трубопроводом. В результате по мере удаления от неподвижной опоры углы поворота подвесок увеличиваются, соответственно возрастает перекося трубопровода и напряжение в тросах под действием вертикальной нагрузки трубопровода. В силу этого трудно добиться равномерной нагрузки опор и горизонтальности подвешенного трубопровода, поэтому при подвесных опорах недопустимо применение сальниковых компенсаторов, весьма чувствительных к перекосям. Неравномерность нагрузки опор уменьшается с использованием более дорогих пружинных подвесных опор, в которых равномерное распределение усилий обеспечивается регулировкой натяжения пружин.

Рис. VIII 10 Установка щитовой неподвижной опоры:



а—в непроходных каналах; б —в бесканальных прокладках; 1 — упорная стена; 2 — асбестовая прокладка; лобовая опора; 4 — перекрытие; 5 — дренажное отверстие; 6 — дно канала; 7 — опорная бетонная подушка; 5 — отверстие для пропуска дренажной трубы

Неподвижные опоры (рис. VHI.Q) служат для разделения теплопроводов на участки, независимые друг от друга в восприятии усилий от температурных деформаций и внутреннего давления. Размещают неподвижные опоры между компенсаторами и участками трубопроводов с естественной компенсацией температурных удлинений. Неподвижное закрепление трубопроводов выполняют различными конструкциями в зависимости от способа прокладки сетей.

Лобовые опоры применяют главным образом в камерах, проходных и полупроходных каналах. Упорную конструкцию выполняют из швеллеров разных номеров, заделанных в днищах и перекрытиях сооружения.

Щитовые опоры используют для неподвижного защемления труб в камерах (см. рис. 8), непроходных каналах и при бесканальных прокладках (рис. 10). Осевая нагрузка трубопроводов через щитовые опоры передается на дно и стенки канала, а в бесканальных прокладках — на вертикальную плоскость грунта. Отверстия в упорных стенках делают на 20—40 мм больше диаметра теплопровода. Зазор заполняют картонным или шнуровым асбестом, предупреждающим разрушение бетона при высоких температурах теплоносителя. Большой зазор обеспечивает также свободное перемещение трубы при просадке теплопровода. Дренажное отверстие в стенке делают на уровне дна канала для пропуска дренируемой воды.

Хомутовые неподвижные опоры удобны для закрепления труб, уложенных на балках, кронштейнах и других устройствах.

Провисание трубопровода во многом зависит от размещения точек опоры. Равномерное распределение большой массы трубопровода по точкам опоры лучшим образом сохраняет заданное направление трубопровода. Допустимое расстояние между опорами определяется рядом условий: 1) диаметром и толщиной стенки трубы,

характеризующими несущую способность трубопровода; 2) параметрами и родом теплоносителя; 3) способом компенсации температурных удлинений; 4) уклоном трубопровода; 5) способом прокладки тепловых сетей.

Водяные трубопроводы значительно тяжелее паропроводов, поэтому расстояния

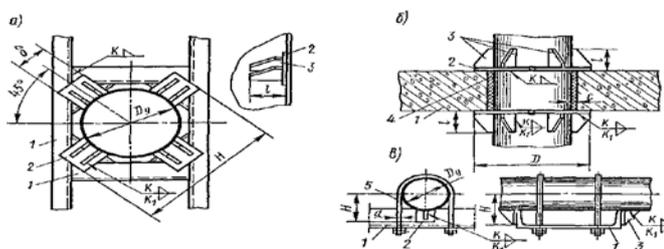


Рис. Vni.9. Опоры неподвижные:

между опорами на паропроводах несколько больше, чем на водяных линиях. Сальниковые компенсаторы очень чувствительны к перекосам и изгибам труб, устранение которых достигается более частым размещением опор. Уклоны трубопроводов уменьшают вертикальную составляющую нагрузки, тем самым способствуют увеличению допустимого пролета между опорами.

Трубопровод рассматривается как многопролетная неразрезная балка в которой максимальный изгибающий момент над опорой вдвое превышает изгибающий момент в середине пролета:

$$M_o = ql^2/12 = 2M_p, \quad (\text{VIII.7})$$

где  $M_o$ ,  $M_p$  — изгибающий момент над опорой и в середине пролета, Н'М;  $d$  — полная удельная нагрузка на метр длины трубопровода, Н/м — пролет между опорами, м.

Полная удельная нагрузка определяется из выражения

$$q = \sqrt{q_B^2 + q_G^2}, \quad (\text{VIII.8})$$

где — удельная вертикальная нагрузка от массы трубы, теплоносителя, теплоизоляции и снега; — удельная горизонтальная нагрузка от ветрового давления.

Удельная нагрузка ветрового давления определяется по графикам [28] или по формуле

$$q_{\Gamma} = K \frac{w^2}{2} \rho d_{\text{и}}, \quad (\text{VIII.9})$$

где  $K$  — аэродинамический коэффициент (для одиночных труб  $A = 0,7$ , для двух и более труб  $C=1$ );  $w$  — скорость ветра, м/с;

$\rho$  — плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $d_{\text{и}}$  — диаметр изолированного трубопровода, м.

Снеговая и ветровая нагрузки учитываются только при воздушной прокладке тепловых сетей. Значение удельной снеговой нагрузки подсчитывается из нагрузки снега, приходящейся на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной площади изолированного трубопровода, которая в среднем равна 500—1000

$$l = \sqrt{\frac{12 [\sigma_{\text{и}}] W}{q}}, \quad (\text{VIII.10})$$

Допустимое напряжение изгиба принимается в зависимости от типа трубы, способа прокладки и компенсации температурных удлинений трубопровода. В непроходных каналах наблюдается перераспределение напряжений трубопровода вследствие неравномерной просадки опор. Из выражения (VIII.7) следует, что при просадке одной из опор расстояние между точками опирания трубы возрастает вдвое, а изгибающий момент и напряжения — в 4 раза. По этим причинам расстояния между опорами в непроходных каналах принимаются меньшими, чем при других прокладках.

Значение допустимого напряжения изгиба равно:

$$[\sigma_{\text{и}}] = \frac{\eta_{\text{и}} \sigma_{\text{доп}} \varphi_{\text{и}}}{0,8}, \quad (\text{VIII.11})$$

где  $\eta_{\text{и}}$  — коэффициент, учитывающий способ компенсации температурных удлинений трубы;  $\sigma_{\text{доп}}$  — допустимое напряжение от внутреннего давления;  $\varphi_{\text{и}}$  — коэффициент прочности сварного шва; 0,8 — коэффициент пластичности трубы.

Значения величин, входящих в выражение (VIII.11), принимаются по таблицам и графикам [28]; в приближенных расчетах можно принимать 35 МПа.

Допустимая стрела прогиба, при которой исключается образование воздушных мешков над опорами, отвечает соотношению

$$f = \frac{ql^4}{384JE} \leq 0,02D_y, \quad (\text{VIII.12})$$

где  $e$  — модуль упругости металла трубы. Па

На поворотах труб расстояния между опорами рекомендуется принимать не более 0,67 от допустимого расстояния на прямом участке трубы, а на участках последней и предпоследней опор до поворота или гибкого компенсатора — не более 0,82.

Подвижные опоры закрепляют на холодном трубопроводе с учетом температурного удлинения трубопровода. Монтажное положение опор любого типа на холодной трубе относительно опорных строительных конструкций рассчитывают для каждой опоры в отдельности по формуле

$$\Delta X = \alpha L_0 \Delta t, \quad (\text{VIII.13})$$

Неподвижные опоры разделяют трубопровод на участки длиной  $l_i$ ,  $l_{ii}$  (рис. VIII. 12). На каждую неподвижную опору между прилегающими участками слева и справа действуют осевые усилия от трения опор и реакций компенсаторов. Очевидно, если прилегающие участки выполнены из труб одинакового диаметра и на этих участках трубы опираются на равное число опор, то приравнодействующая осевых усилий будет минимальна или даже равняться нулю, так как  $N_a = N_b$ . Неподвижные опоры в таком случае называются разгруженными. Таким образом, размещение неподвижных опор на равных расстояниях друг от друга позволяет уменьшить нагрузку, передаваемую на строительные конструкции.

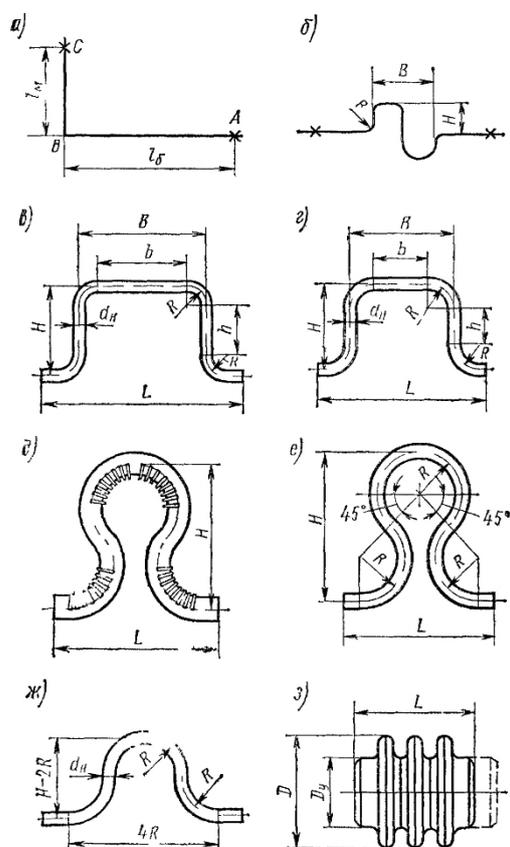
Неподвижные опоры устанавливают на ответвлениях трубопроводов, в точках размещения запорной арматуры, сальниковых компенсаторов. На трубопроводах с П-образными компенсаторами неподвижные опоры необходимо размещать на середине участка между компенсаторами. Максимальная несимметричность расположения П-образного компенсатора в пролете длиной  $L$  допускается не более  $0,6 L$ . В бесканальных

прокладках, когда не используется естественная компенсация трубопровода, неподвижные опоры рекомендуется устанавливать на поворотах трасс.

На расстоянии  $0,2 l$  от опоры (см. рис. VIII.11) изгибающий момент равен нулю. В связи с этим сварные стыки, имеющие пониженную прочность, целесообразно размещать вблизи этих точек.

## КОМПЕНСАТОРЫ

Неподвижное закрепление трубопроводов производят для предупреждения самопроизвольного его смещения при удлинениях.



Гибкие компенсирующие устройства самые распространенные. Наиболее простая компенсация достигается естественной гибкостью поворотов самого трубопровода, изогнутого под углом не более  $150^\circ$ . При естественной компенсации трубопроводов в каналах необходимо обеспечить между стенками канала и наружной поверхностью изолированного трубопровода зазор, достаточный для свободного удлинения плеч трубы. В бесканальных прокладках для использования естественной компенсации на участках поворотов должны быть сооружены непроходные каналы соответствующих поперечных размеров.

Для естественной компенсации могут быть использованы подъемы и отпуски труб, но естественная компенсация не всегда может быть

предусмотрена. К устройству искусственных компенсаторов следует обращаться лишь после использования всех возможностей естественной компенсации.

На прямолинейных участках компенсация удлинений труб решается специальными гибкими компенсаторами различной конфигурации. Лирообразные компенсаторы, особенно со складками, из всех гибких компенсаторов обладают наибольшей эластичностью, но вследствие усиленной коррозии металла в складках и повышенного гидравлического сопротивления применяются редко. Более распространены П-образные компенсаторы со сварными и гладкими коленами; П-образные компенсаторы со складками, как и лирообразные, по указанным выше причинам применяются реже.

Достоинством гибких компенсаторов является то, что они не нуждаются в обслуживании и для их укладки в нишах не требуется сооружение камер. Кроме того, гибкие компенсаторы передают на неподвижные опоры только реакции распоров. К недостаткам гибких компенсаторов относятся: повышенное гидравлическое сопротивление, увеличенный расход труб, большие габариты, затрудняющие их применение в городских прокладках при насыщенности трассы городскими подземными коммуникациями.

Линзовые компенсаторы относятся к осевым компенсаторам упругого типа. Компенсатор собирается на сварке из полу-линз, изготовленных штамповкой из тонколистовых высокопрочных сталей. Компенсирующая способность одной полу-линзы составляет 5—6 мм. В конструкции компенсатора допускается объединять 3—4 линзы, большее число нежелательно из-за потери упругости и выпучивания линз. Каждая линза допускает угловое перемещение труб до 2—3°, поэтому линзовые компенсаторы можно использовать при прокладке сетей на подвесных опорах, создающих большие перекосы труб.

Отечественной промышленностью линзовые компенсаторы выпускаются на давление  $P_y=1,6$  МПа. Наиболее совершенной разновидностью линзовых компенсаторов являются универсальные волнистые компенсаторы шарнирного типа, выпускаемые на  $P_y=2,5$  МПа при температуре теплоносителя до 450°C. Эти компенсаторы, установленные на S- и Z-образных участках трубопроводов, позволяют значительно увеличить компенсирующую способность изломанного участка,

Сальники требуют постоянного надзора, для их обслуживания необходимо сооружение камер больших размеров. Для уменьшения числа дорогостоящих камер применяют сальниковые компенсаторы двустороннего действия. Компенсаторы устанавливают на водяных и паровых сетях при условном давлении до 2,5 МПа. На

трубопроводах малого диаметра (до 100—150 мм), обладающих большой гибкостью, компенсаторы работают плохо, часто дают течи.

Компенсация температурных удлинителей трубопроводов назначается при средней температуре теплоносителя более +50°C, Тепловые перемещения теплопроводов обусловлены линейным удлинением трубы при нагревании. Тепловое удлинение трубопровода (в мм) между опорами рассчитывают по формуле

$$\Delta l_1 = \alpha L(t - t_0), \quad (\text{VIII.14})$$

где  $L$  — длина трубопровода между неподвижными опорами, м;  $t$  — температура теплоносителя, °C;  $t_0$  — температура окружающей среды.

Коэффициент линейного удлинения  $\alpha$  стальных труб принимается в зависимости от температуры в среднем он равен 0,012°C

Для безаварийной работы тепловых сетей необходимо, чтобы компенсирующие устройства были рассчитаны на максимальные удлинения трубопроводов. Исходя из этого при расчете удлинений температура теплоносителя принимается максимальной, а температура окружающей среды — минимальной и равной: 1) расчетной температуре наружного воздуха при проектировании отопления — для надземной прокладки сетей на открытом воздухе; 2) расчетной температуре воздуха в канале — для канальной прокладки сетей; 3) температуре грунта на глубине заложения бесканальных теплопроводов при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления.

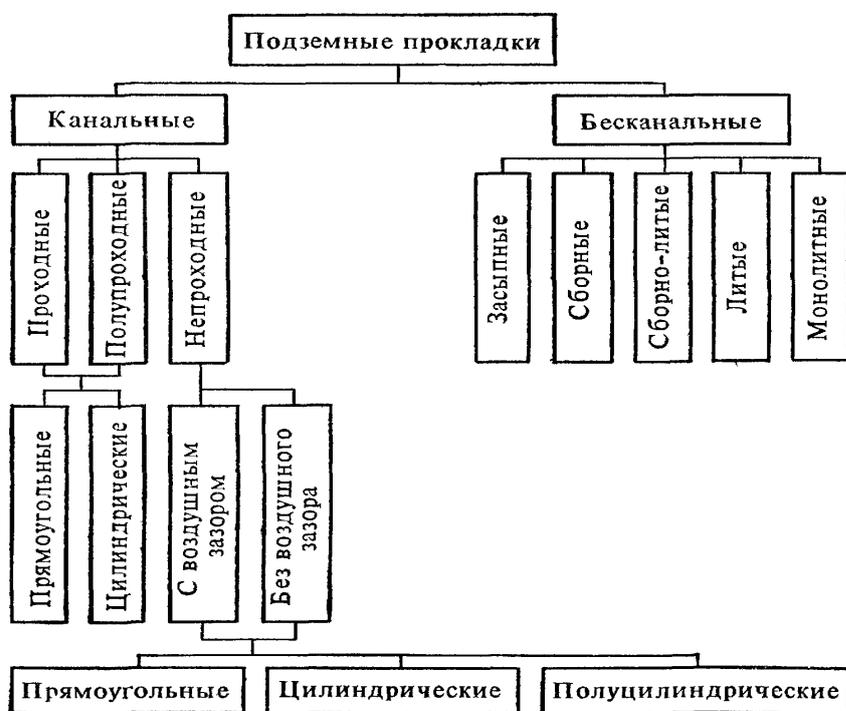
## ПРОКЛАДКИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

### ПОДЗЕМНАЯ ПРОКЛАДКА

Для городов и населенных пунктов по архитектурным соображениям рекомендуется применять подземную прокладку теплопроводов, независимо от качества грунта, загруженности подземных коммуникаций и стесненности проездов. Для промышленных площадок подземная прокладка используется при высокой насыщенности подземных коммуникаций с целью упорядочения технологических прокладок в одном коллекторе с теплопроводами.

Подземные прокладки подразделяют (рис. 1) на канальные и бесканальные.

Канальные прокладки предназначены для защиты трубопроводов от механического воздействия грунтов и коррозионного влияния почвы. Стены каналов облегчают работу трубопроводов.



## **НАЗНАЧЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ И ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ**

Экономическая эффективность систем централизованного теплоснабжения при современных масштабах теплового потребления в значительной мере зависит от тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Тепловая изоляция служит для уменьшения тепловых потерь и обеспечения допустимой температуры изолируемой поверхности. Борьба за снижение транспортных потерь тепла в теплопроводах является важнейшим средством экономии топливных ресурсов. Дополнительные затраты, связанные с нанесением тепловой изоляции и антикоррозионных покрытий, относительно невелики и составляют 5—8% от общей стоимости тепловых сетей, но качественное изолирование повышает стойкость металла против коррозии, в результате которой существенно увеличивается срок службы трубопроводов. Тепловая изоляция оздоравливает условия труда эксплуатационного персонала и позволяет сохранить высокие параметры теплоносителя на большом удалении от источника тепла.

Тепловая изоляция трубопроводов и оборудования тепловых сетей применяется при всех способах прокладки независимо от температуры теплоносителя. Теплоизоляционные материалы непосредственно контактируют с внешней средой, для которой свойственны непрерывные колебания температуры, влажности и давления. В крайне неблагоприятных условиях находится теплоизоляция подземных и особенно бесканальных теплопроводов. Ввиду этого теплоизоляционные материалы и конструкции должны удовлетворять ряду требований. Соображения экономичности и долговечности требуют, чтобы выбор

теплоизоляционных материалов и конструкций производится с учетом способов прокладки и условий эксплуатации, определяемых внешней нагрузкой на теплоизоляцию, уровнем грунтовых вод, температурой теплоносителя, гидравлическим режимом работы тепловой сети и др.

Материалы, используемые в качестве теплоизолятора, должны обладать высокими теплозащитными свойствами и низким водо-поглощением в течение длительного срока эксплуатации. Водо-поглощение и гидрофобность (свойство поверхностного водо-отталкивания) имеют важное значение для сохранения начальных теплофизических свойств теплоизоляционного материала и для экономии теплоснабжения. Коэффициент теплопроводности большинства сухих изоляционных материалов изменяется в пределах  $0,05—0,25 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$ , с увлажнением коэффициент теплопроводности увеличивается иногда в 3—4 раза.

Теплоизоляционные свойства одних и тех же материалов существенно ухудшаются и с увеличением объемной плотности. Тяжелая теплоизоляция разрушающе действует на удерживающую сетку и проволоку, провисшая теплоизоляция обрывается с трубопровода и оборудования и не выполняет своего прямого назначения. В связи с этим изоляционные материалы и бандажное крепление (сетка, проволока) должны обладать высокой механической и коррозионной стойкостью, способной противостоять воздействию внешней нагрузки и влажности.

Высокие требования предъявляются к химической чистоте изоляторов. Изоляционные материалы, содержащие химические соединения, коррозионно-агрессивные по отношению к металлу, не допускаются к применению, так как при увлажнении эти соединения легко вымываются из теплоизоляции, попадая на металлические поверхности, вызывают их коррозию. Наиболее агрессивными элементами являются серные и сернистые окислы ( $\text{SO}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ), содержащиеся в большом количестве в различных шлаках и минеральных ватах. Шлаки и ваты относятся к числу качественных изоляторов, но содержание окислов серы более 3% делает их непригодными для применения во влажных условиях.

Некоторые наполнители, как асбестит, асбозурит, древесные опилки, камышит и другие, в основном органические материалы, при увлажнении изменяют структуру, растрескиваются и загнивают, вследствие чего они также не рекомендуются для теплоизоляции.

Область применения тепловой изоляции определяется температурной стойкостью вещества, способностью сохранять первоначальные тепловые и механические свойства при высоких температурах теплоносителей.

Состояние тепловой изоляции и ее долговечность зависят также от режимов работы теплопровода. Практика эксплуатации показала, что теплопроводы, периодически отключаемые на сезонные ремонты, корродируют быстрее непрерывно действующих. В непрерывно действующих теплопроводах потоки тепла, проходящие через слой изоляции, поддерживают ее в постоянно сухом состоянии. При отключении сетей уменьшающиеся потоки тепла от остывающего теплоносителя не в состоянии противостоять диффузии влаги с поверхности слоя изоляции к поверхности труб. Миграция влаги в глубь слоя изоляции сопровождается вымыванием водорастворимых химических элементов, которые при длительном отключении сетей вызывают коррозию труб.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕЛЕЙ И ЗАДАЧ ТЕМЫ «СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ»**

### **1.1. Роль и место новой педагогической технологии в современной системе образования.**

Перестройка современного производства требует специалистов с конкурентоспособным уровнем квалификации. Следовательно, необходимо коренным образом менять технологию их обучения.

Достичь новых целей можно лишь на основе новых педагогических технологий. Новая технология должна мгновенно реагировать на изменения ситуации на рынке труда и корректировать модель специалиста, т.е. быть не громоздкой, подвижной. Во-вторых, эта технология должна быть демократичной в своих принципах, содержании, организации учебного процесса. В-третьих, новая технология должна обеспечить индивидуализацию образовательных программ и путей их усвоения в зависимости от способностей и интересов студентов.

Существующая традиционная технология обучения плоха уже тем, что ориентируется на коллективные методы работы с так называемым средним студентом. В-четвертых, новая технология должна изменить самого преподавателя – ключевую фигуру образования, поднять его педагогическую культуру, развить потенциал, освободить от монотонной и рутинной работы.

Технология - это совокупность приемов, применяемых в каком-либо деле, мастерстве, искусстве (толковый словарь).

Педагогическая технология - совокупность психолого-педагогических установок, определяющих специальный набор и компоновку форм, методов, способов, приемов обучения, воспитательных средств; она есть организационно-методический инструментарий педагогического процесса (Б.Т.Лихачев).

Педагогическая технология - это содержательная техника реализации учебного процесса (В.П.Беспалько).

Педагогическая технология - это описание процесса достижения планируемых результатов обучения (И.П.Волков).

Технология - это искусство, мастерство, умение, совокупность методов обработки, изменения состояния (В.М.Шепель).

Технология обучения - это составная процессуальная часть дидактической системы (М.Чошанов).

Педагогическая технология - это продуманная во всех деталях модель совместной педагогической деятельности по проектированию, организации и проведению учебного процесса с безусловным обеспечением комфортных условий для учащихся и учителя (В.М.Монахов).

Педагогическая технология - это системный подход создания, применения и определения всего процесса преподавания и усвоения знаний с учетом технических и человеческих ресурсов и их взаимодействия, ставящий своей задачей оптимизацию форм образования (ЮНЕСКО).

Педагогическая технология означает системную совокупность и порядок функционирования всех личностных, инструментальных и методологических средств, используемых для достижения педагогических целей (М.В.Кларин).

Специфика педагогической технологии состоит в том, что в ней не конструируется и осуществляется учебный процесс, гарантирующий достижение запланированных целей. Технологический подход проявляется, прежде всего, в том, что он дает не описательную, а конструктивную, предписывающую схему, позволяющую реализовать спроектированные результаты.

Ориентация на цель, диагностическая проверка текущих результатов, разбивка обучения на отдельные обучающие эпизоды — все эти черты построения учебного процесса к настоящему времени удалось воплотить в идее воспроизводимого обучающего цикла.

Он содержит следующие основные моменты:

- общая постановка цели обучения;
- переход от общей формулировки цели к ее конкретизации по модулям;

предварительная (диагностическая) оценка уровня обученности учащихся (составление тестов);

- совокупность учебных процедур;
- оценка результатов.

При организации учебного процесса на основе педагогической технологии наиболее высокая квалификация требуется на стадии проектирования. При наличии спроектированных уроков функции педагога сводятся, в основном, к организационным и консультационным действиям.

На всех этапах учебного процесса четко прослеживается основная технологическая черта всей системы — направленность учебного процесса на конечный результат.

В состав действий формирования педагогической технологии в самом общем виде входят:

- разработка идентифицируемых учебных целей;
- классификация учебных целей с выделением модулей;
- перевод учебных целей в контрольные (тестовые) задания;
- способ достижения целей (включает средства и способы достижения цели);
- оценка достигнутой учебной цели.

Каждая из этих составляющих представляет собой оптимизированную систему педагогических операций.

Ключем к пониманию педагогической технологии является последовательная ориентация на четко определенные цели, оперативную обратную связь, которая пронизывает весь учебный процесс, и обучение через действие обучаемого, что является основной философией педагогической технологии. Педагог обычно ставит своей целью добиться, чтобы учащиеся поняли, усвоили содержание учебного материала, получили определенные знания и научились их применять.

Каким образом педагог может судить, достигнуты или не достигнуты ли поставленные цели? Если есть надежный способ удостовериться в том, что цели достигнуты или не достигнуты, то педагог может быть уверен в правильности своих методов, результативности своего труда или же получить достоверные данные о том, что его работа нуждается в поправках. Именно этот четкий целевой идеал имеют в виду сторонники технологического обучения, критикуя традиционные методики обучения.

Как правило, система образования получает социальный заказ общества в виде социальных качеств индивида, и служит самой общей целью для всех работников образования. Далее определяется общая цель для конкретного учебного предмета, вытекающая из заложенных в предметных программах задач. Здесь можно выстроить своеобразную лестницу уточнения целей: от общих требований общества — к цели системы образования, от них к задачам данного учебного предмета, его тематических разделов, отдельных занятий и вопросов, решаемых на конкретном занятии.

Способ постановки целей, который предлагает педагогическая технология, отличается повышенной инструментальностью. Он состоит в том, что цели обучения формируются через результаты обучения, выраженные в действиях учащихся, причем таких, которые педагог может надежно опознать или измерить.

Применение таксономии Б. Блума позволяет формировать более общие учебные цели. Пользуясь таксономией Б. Блума, педагог не только выделяет и конкретизирует цели, но и упорядочивает их. Использование четкой иерархической классификации целей возможно для педагога — практика по следующим причинам:

- концентрация усилий на главном;
- конкретные учебные цели дают возможность педагогу разъяснить учащимся ориентиры в их общей учебной работе, обсудить их, сделать ясными для понимания.

При разработке тестовых заданий возможны разные варианты последовательности таксономии Б. Блума.

В начале определяется более общая частная учебная цель в категориях "знания", "понимание", "применение" и т.д., а затем производится выбор глагола, в наибольшей степени соответствующего ожидаемому результату обучения.

Таким образом, главным исходным моментом при проектировании учебного процесса по педагогической технологии является разработка частных, желательных идентифицируемых учебных целей (задач).

При организации учебного процесса в рамках педагогической технологии разработка контрольных, т.е. тестовых заданий, должна проводиться в тесной связи с формулированием учебных целей.

Тесты могут разрабатываться на каждое занятие, т.е. на одну пару, на отдельную тему, охватывающую несколько занятий, на отдельный раздел, на весь учебный предмет.

Перед разработкой тестовых заданий на одну тему, один раздел и весь учебный предмет составляется спецификация теста в виде таблицы, где строки представляют подтемы, темы и разделы учебного предмета, а столбцы категории учебных целей по таксономии Б. Блума.

При наличии каталога учебных целей и спецификации теста разработка тестовых заданий приобретает полную определенность. Каждая частная цель "переводится" в тестовое задание, проверяющее, действительно ли учащийся или студент может выполнить то действие и на таком уровне усвоения, как это предусмотрено идентифицируемой учебной целью или категорией таксономии Б. Блума.

Оценка знаний учащихся и студентов всегда связана с вопросом "Что оценивать?". Ответом на него является: "Степень достижения целей и задач курса преподавания и обучения". При этом, цели полезно относить к деятельности преподавателя (научить, объяснить, продемонстрировать, рассказать и т.п.), а задачи к — результатам обучения. То есть, что студенты и учащиеся должны знать или уметь делать к концу занятия, чего они не умели ранее, и не смогли бы сделать, если бы не научились на этом уроке.

Таким образом, проверять и оценивать необходимо то, что составляет задачи обучения.

Используются следующие шаги действий для того, чтобы как можно более точно определить задачи:

- каждая группа задач начинается с высказывания: "К концу занятий студенты должны уметь";
- каждая задача нумеруется;
- каждая задача начинается с глагола: студент перечисляет, вспоминает, рассказывает, демонстрирует и т.д.;
- каждая задача ставится в терминах работы студентов (а не в терминах деятельности преподавателя);
- каждая задача таким образом, включает в себя только один результат обучения, а не два-три в одной задаче;
- каждая задача формулируется так, чтобы она указывала на "конечное поведение обучаемого", а не на этапы, которые преподаватель собирается пройти во время занятия;
- задачи записываются таким образом, чтобы их реализацию можно было измерить, и указать точно, как достичь цели;
- ставится вопрос: "Смогут ли студенты выполнить это?", затем используются тестовые и другие задания для объективной оценки.

Если идентифицируемые учебные цели сформулированы, то для проверки результата обучения необходимо составить контрольные задания. Это могут быть вопросы устного характера, письменные работы или тесты.

При формулировании идентифицируемых учебных целей, как уже было отмечено, весьма важно подобрать глагол, наиболее точно описывающий то действие, которое сумеет выполнить учащийся или студент в результате усвоения конкретной учебной задачи. При этом следует избегать глаголов, имеющих широкое значение, например: создать, принять участие, усвоить, понять, знать и т.п.

Если ожидаемые результаты обучения сформулированы в виде идентифицируемой учебной цели, то они затем переводятся в контрольные задания, которые "прицельно" проверяют их достижения. Содержание контрольного задания не должно носить случайный характер, оно в значительной степени предопределяется идентифицируемой целью.

Содержание тестового задания в значительной степени определяется глаголом. Поэтому весьма важно наиболее точно подобрать глаголы, отражающие именно те действия, которые затем будут реализовываться в процессе обучения и результаты которых будут проверяться соответствующим тестовым заданием.

Суть тестовых заданий на соответствие заключается в необходимости установить соответствие элементов одного множества элементам другого множества. Такие задания должны сопровождаться инструкцией "Установите действие".

Тестовые задания на упорядочение применяются для проверки осознания требуемой последовательности действий, вычислений, суждений и т.п. Испытуемому дается инструкция: "Установить правильную последовательность". Ответ дается в виде последовательности индексов: В, Д, А, С и т.д.

Применение таксономии Б.Блума позволяет формировать более общие учебные цели (при затруднениях в формулировании идентифицируемых учебных целей).

Понятие «таксономия» обозначает такую классификацию и систематизацию объектов, которая построена на основе их естественной взаимосвязи и включает для описания объектов категории, расположенные по иерархическому (многоступенчатому) принципу.

Пользуясь таксономией Б.Блума, педагог не только выделяет и конкретизирует цели, но и упорядочивает их. Использование четкой

иерархической классификации целей важно для педагога – практика для концентрации усилий на главном, кроме того, конкретные учебные цели дают возможность педагогу разъяснить учащимся ориентиры в их общей учебной работе, обсудить их, сделать ясными для понимания.

## **2.2. Разработка идентифицируемых учебных целей как основное условие реализации новых педагогических технологий.**

Мы разработали учебные цели по теме «Системы теплоснабжения». Для этого нами была использована таксономия учебных целей Б.Блума.

Применение таксономии Б.Блума позволяет формировать более общие учебные цели (при затруднениях в формулировании идентифицируемых учебных целей).

Как уже было отмечено, пользуясь таксономией Б.Блума, педагог не только выделяет и конкретизирует цели, но и упорядочивает их. Использование четкой иерархической классификации целей важно для педагога – практика для концентрации усилий на главном, кроме того, конкретные учебные цели дают возможность педагогу разъяснить учащимся ориентиры в их общей учебной работе, обсудить их, сделать ясными для понимания.

Применение таксономии Б.Блума позволяет формировать более общие учебные цели (при затруднениях в формулировании идентифицируемых учебных целей).

Понятие «таксономия» обозначает такую классификацию и систематизацию объектов, которая построена на основе их естественной взаимосвязи и включает для описания объектов категории, расположенные по иерархическому (многоступенчатому) принципу.

Пользуясь таксономией Б.Блума, педагог не только выделяет и конкретизирует цели, но и упорядочивает их. Использование четкой иерархической классификации целей важно для педагога – практика для

концентрации усилий на главном, кроме того, конкретные учебные цели дают возможность педагогу разъяснить учащимся ориентиры в их общей учебной работе, обсудить их, сделать ясными для понимания [19].

## Основные категории учебных целей

### **1. Знание**

Эта категория обозначает запоминание и воспроизведение изученного материала. Речь может идти о различных видах содержания – от конкретных фактов до целостных теорий. Общая черта этой категории – припоминание соответствующих сведений.

### **2. Понимание**

Показателем способности понимать значение изученного может служить преобразование (трансляция) материала из одной формы выражения в другую, «перевод» его с одного языка на другой (например, из словесной формы в математическую). В качестве показателя понимания может выступать объяснение, краткое изложение материала учащимся или предположение о дальнейшем ходе событий (явлений). Такие учебные результаты превосходят простое запоминание материала.

### **3. Применение методов, правил, общих понятий**

Сюда входят применение правил, методов, понятий, принципов, теорий. Соответствующие результаты обучения требуют более высокого уровня владения материалом, чем понимание.

### **4. Анализ**

Умение осуществить деление целого на элементы, установление градации этих элементов и отношений между ними, осознание принципов организации целого. Учебные результаты характеризуются при этом более высоким интеллектуальным уровнем, чем понимание и применение,

поскольку требуют осознания, как содержания учебного материала, так и его внутреннего строения.

## **5. Синтез**

Создание целого из данных элементов с целью получения новой структуры. Соответствующие результаты предполагают деятельность творческого характера с акцентом на создание новых схем и структур.

## **6. Оценка материалов и методов с учетом принятых целей.**

Данная категория предполагает достижение учебных результатов по всем предшествующим категориям плюс оценочные суждения, основанные на ясно очерченных критериях.

Приведем примерные перечни глаголов, соответствующие той или иной категории учебных целей по таксономии Б.Блума:

**Знание:** воспроизвести, зафиксировать, проинформировать, назвать, написать, описать, отличить, распознать, рассказать, повторить.

**Понимание:** аргументировать, заменить, конкретизировать, обозначить, объяснить, перевести, преобразовать, проиллюстрировать, прокомментировать, раскрыть.

**Применение:** внедрить, вычислить, продемонстрировать, использовать, обучить, определить, осуществить, рассчитать, реализовать, решить.

**Анализ:** вывести, выделить, дифференцировать, классифицировать, предположить, предсказать, разложить, распределить, проверить, сгруппировать.

**Синтез:** изобрести, обобщить, объединить, спланировать, разработать, систематизировать, скомбинировать, создать, составить, спроектировать.

**Оценка:** диагностировать, доказать, измерить, обосновать, одобрить, оценить, проверить, проконтролировать, сопоставить, сравнить.

Согласно таксономии Б.Блума по данному модулю мы разработали следующие идентифицируемые учебные цели.

### **1.Знание**

1. Студент знает какой должна быть температура сетевой воды в подающем трубопроводе.

2.Студент знает вода какой температуры должна подаваться в водоразборные приборы?

### **2.Понимание**

1.Студент понимает работу схем присоединения.

2.Студент рассказывает о разных системах горячего водоснабжения.

### **3.Применение**

1. Студент правильно использует системы теплоснабжения

2. Студент правильно использует паропроводы

### **4.Анализ**

1. Студент анализирует работу паровых систем теплоснабжения в разных странах мира

2. Студент анализирует паровые системы теплоснабжения.

### **5.Синтез**

1. Студент классифицирует системы водоснабжения по различным признакам.

2. Студент выявляет причину неприятного запаха воды

### **6.Оценка**

Студент даёт оценку прямоточным однотрубным тепловым сетям.

Студент дает оценку своим знаниям по данной теме и знаниям остальным студентам.

**Оценивание по категории «Знание»**

**Студент знает какой должна быть температура сетевой воды в подающем трубопроводе.**

**1. Какой должна быть температура сетевой воды в подающем трубопроводе?**

А) Не больше 95—105°C\*

Б) Не больше 95—100°C

В) Не больше 100—115°C

Г) Не больше 105—115°C

**Студент знает вода какой температуры должна подаваться в водоразборные приборы?**

**2.Какой температуры должна быть вода, подающаяся в водоразборные приборы?**

А) вода должна подаваться с температурой не более 60°C.\*

Б) вода должна подаваться с температурой не более 50°C.

В) вода должна подаваться с температурой не более 100°C.

Г) вода должна подаваться с температурой не более 70°C.

**Оценивание по категории «Понимание»**

**Студент понимает работу схем присоединения.**

**1.Откуда поступает теплоноситель в отопительные приборы в зависимых схемах присоединения?**

А) непосредственно из тепловых сетей\*

- Б) из подогревателя
- В) из системы водоотопления
- Г) все ответы верны

**Студент рассказывает о разных системах горячего водоснабжения.**

**2.Как называются системы, в которых местные системы горячего водоснабжения присоединяются с помощью водоводяных подогревателей?**

- А) комбинированные
- Б) открытые
- В) тепловые
- Г) закрытые \*

**Оценивание по категории «Применение»**

**Студент правильно использует системы теплоснабжения**

**1.Где чаще всего используют четырехтрубные системы?**

- А) бани, столовые, гостиницы
- Б) школы, спортивные и детские учреждения
- В) для отопительно-бытовых целей, на технологические нужды
- Г) ответы А и Б правильные \*

**Студент правильно использует паропроводы**

**2.Какие трубопроводы допускается применять на предприятиях по переработке сельскохозяйственной продукции, сушки**

**древесины, пропарки бетона и других с резко выраженным сезонным изменением тепловых нагрузок?**

- А) многотрубные паропроводы\*
- Б) однетрубные паропроводы
- В) двухтрубные паропроводы
- Г) трёхтрубные паропроводы

**Оценивание по категории «Анализ»**

**Студент анализирует работу паровых систем теплоснабжения в разных странах мира.**

**1. В каких странах пар как теплоноситель не используется?**

- А) Исландии и Норвегии \*
- Б) Швейцарии и Швеции
- В) Италии и Дании
- Г) ФРГ и Финляндии

**Студент анализирует паровые системы теплоснабжения.**

**2. На какие виды делятся паровые системы теплоснабжения?**

- А) однетрубными и многотрубными
- Б) высокого и низкого давления
- В) с возвратом и без возврата конденсата
- Г) все ответы верны\*

**Оценивание по категории «Синтез»**

**Студент классифицирует системы водоснабжения по различным признакам.**

**1. На какие виды можно разделить системы водоснабжения по источнику приготовления тепла?**

- А) высокоорганизованное централизованное, децентрализованное
- Б) водяные и паровые системы
- В) закрытые и открытые
- Г) одноступенчатые и многоступенчатые системы

**Студент выявляет причину неприятного запаха воды**

**2. В чем может быть причина неприятного запаха воды в системах теплоснабжения?**

- А) скопления шлама в застойных зонах радиаторов
- Б) загрязнение воды
- В развитие анаэробных бактерий, выделяющих сероводород
- Г) все ответы верны \*

Оценивание по категории «Оценка»

**Студент даёт оценку прямоточным однотрубным тепловым сетям.**

**1. В чем особенность прямоточных однотрубных тепловых сетей?**

- А) дают большую экономию капиталовложений на строительство сетей
- Б) требуют высокой автоматизации абонентских вводов
- В) целесообразны в курортных районах страны с большой нагрузкой горячего водоснабжения

Г) все ответы верны\*

**Студент сравнивает разные виды тепловых сетей.**

## **2.Творческое задание**

Сравните разные виды тепловых сетей, используя разные графические органайзеры: Диаграмму Венна, Резюме, Концептуальную таблицу и пр.

**ТАКСОНОМИЯ ИДЕНТИФИЦИРУЕМЫХ УЧЕБНЫХ ЦЕЛЕЙ ПО ТЕМЕ  
«СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ»**

<b>КАТЕГОРИИ</b>	<b>ТЕХНОЛОГИЯ УЧЕБНЫХ ЦЕЛЕЙ В ТЕСТОВЫЕ ЗАДАЧИ</b>
<p style="text-align: center;"><b><u>1. Знание</u></b></p> <p>Студент знает какой должна быть температура сетевой воды в подающем трубопроводе.</p> <p>Студент знает вода какой температуры должна подаваться в водоразборные приборы?</p>	<p>Какой должна быть температура сетевой воды в подающем трубопроводе?</p> <p>А) Не больше 95—105°С*</p> <p>Б) Не больше 95—100°С</p> <p>В) Не больше 100—115°С</p> <p>Г) Не больше 105—115°С</p> <p>Какой температуры должна быть вода, подающаяся в водоразборные приборы?</p> <p>А) вода должна подаваться с температурой не более 60°С.*</p> <p>Б) вода должна подаваться с температурой не более 50°С.</p> <p>В) вода должна подаваться с температурой не более 100°С.</p> <p>Г) вода должна подаваться с температурой не более 70°С.</p>
<p style="text-align: center;"><b><u>2. Понимание</u></b></p> <p>Студент понимает работу схем присоединения.</p>	<p>Откуда поступает теплоноситель в отопительные приборы в зависимых схемах присоединения?</p>

<p><b>Студент рассказывает о разных системах горячего водоснабжения.</b></p>	<p>А) непосредственно из тепловых сетей*</p> <p>Б) из подогревателя</p> <p>В) из системы водоотопления</p> <p>Г) все ответы верны</p> <p><b>Как называются системы, в которых местные системы горячего водоснабжения присоединяются с помощью водоводяных подогревателей?</b></p> <p>А) комбинированные</p> <p>Б) открытые</p> <p>В) тепловые</p> <p>Г) закрытые *</p>
<p><b><u>3. Применение</u></b></p> <p><b>Студент правильно использует системы теплоснабжения</b></p> <p><b>Студент правильно использует</b></p>	<p><b>Где чаще всего используют четырехтрубные системы?</b></p> <p>А) бани, столовые, гостиницы</p> <p>Б) школы, спортивные и детские учреждения</p> <p>В) для отопительно-бытовых целей, на технологические нужды</p> <p>Г) ответы А и Б правильные *</p> <p><b>Какие трубопроводы допускается применять на</b></p>

<p><b>паропроводы</b></p>	<p><b>предприятиях по переработке сельскохозяйственной продукции, сушки древесины, пропарки бетона и других с резко выраженным сезонным изменением тепловых нагрузок?</b></p> <p>А) многотрубные паропроводы*</p> <p>Б) однострубные паропроводы</p> <p>В) двухтрубные паропроводы</p> <p>Г) трёхтрубные паропроводы</p>
<p style="text-align: center;"><b><u>4. Анализ</u></b></p> <p>Студент анализирует работу паровых систем теплоснабжения в разных странах мира</p> <p>Студент анализирует паровые системы теплоснабжения.</p>	<p><b>В каких странах пар как теплоноситель не используется?</b></p> <p>А) Исландии и Норвегии *</p> <p>Б) Швейцарии и Швеции</p> <p>В) Италии и Дании</p> <p>Г) ФРГ и Финляндии</p> <p><b>На какие виды делятся паровые системы теплоснабжения?</b></p> <p>А) однострубными и многотрубными</p> <p>Б) высокого и низкого давления</p> <p>В) с возвратом и без возврата конденсата</p> <p>Г) все ответы верны*</p>

**5. Синтез**

Студент классифицирует системы водоснабжения по различным признакам.

Студент выявляет причину неприятного запаха воды

На какие виды можно разделить системы водоснабжения по источнику приготовления тепла?

А) высокоорганизованное централизованное, децентрализованное

Б) водяные и паровые системы

В) закрытые и открытые

Г) одноступенчатые и многоступенчатые системы

В чем может быть причина неприятного запаха воды в системах теплоснабжения?

А) скопления шлама в застойных зонах радиаторов

Б) загрязнение воды

В развитие анаэробных бактерий, выделяющих сероводород

Г) все ответы верны \*

**6. Оценка**

Студент даёт оценку **прямоточным однетрубным тепловым сетям.**

Студент даёт оценку своим знаниям по данной теме и знаниям остальным студентам.

**В чем особенность прямоточных однетрубных тепловых сетей?**

А) дают большую экономию капиталовложений на строительство сетей

Б) требуют высокой автоматизации абонентских вводов

В) целесообразны в курортных районах страны с большой нагрузкой горячего водоснабжения

Г) все ответы верны\*

**Творческое задание**

Сравните разные виды тепловых сетей, используя разные графические органайзеры: Диаграмму Венна, Резюме, Концептуальную таблицу и пр.

Разработанные на основе идентифицируемых учебных целей тесты и задания различного репродуктивного и продуктивного характера позволяют преподавателю дать комплексную оценку усвоения материала студентом и эффективно осуществлять систематический контроль.

### 2.3. Интерактивные методы обучения при чтении темы «Системы теплоснабжения»

Нами разработана следующая технологическая карта по теме «Системы теплоснабжения»

<b>Тема</b>	<b>«Системы теплоснабжения»</b>
-------------	---------------------------------

#### 1.1. Технология проведения лекции

<b>Учебное время:</b> 80 мин.	<b>Количество студентов:</b> 25
<b>Форма обучения</b>	Лекция
<b>Структура учебного занятия / План лекции</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды систем теплоснабжения.</li> <li>2. Присоединение потребителей в водяных системах теплоснабжения.</li> <li>3. Водяные системы теплоснабжения.</li> <li>4. Паровые системы теплоснабжения.</li> <li>5. Преимущества и недостатки систем теплоснабжения.</li> <li>6. Схемы тепловых сетей.</li> </ol>
<b>Цель учебного занятия:</b> дать понятие о видах систем теплоснабжения	
<b>Педагогические задачи:</b>	<b>Результаты учебной деятельности:</b>
Рассказывает о видах систем теплоснабжения	Различает виды теплоснабжения. Дает оценку видам теплоснабжения

Объясняет схемы присоединения местных систем отопления	Знает об особенностях схем присоединения местных систем отопления. Различает схемы присоединения местных систем на зависимые и независимые
Рассказывает о водяных системах теплоснабжения	Знает о закрытых и открытых водяных системах теплоснабжения
Объясняет технологию паровых систем теплоснабжения	Знает технологию паровых систем теплоснабжения. Различает однотрубные и многотрубные системы теплоснабжения
Рассказывает о преимуществах и недостатках систем теплоснабжения	Знает о преимуществах и недостатках систем теплоснабжения. Считает что преимущества и недостатки однотрубных и многотрубных тепловых сетей - зависят от климатического пояса, водных и грунтовых условий и многих других конкретных особенностей района, которые должны быть внимательно изучены при оценке экономических показателей избранной системы
Объясняет схемы тепловых сетей	Знает, что схемы транспорта тепла от источника до потребителей зависят от вида теплоносителя, взаимного размещения источника тепла и потребителей и характера изменения тепловой нагрузки.
<b>Методы обучения</b>	Интерактивная лекция
<b>Формы организации учебной деятельности</b>	Фронтальная/ коллективная/ работа, работа в малых группах
<b>Средства обучения</b>	Раздаточные учебные материалы, визуальные материалы и т.д
<b>Способы и средства обратной связи</b>	Блиц-опрос, презентация результатов выполнения учебного задания

## Технологическая карта учебного занятия по теме

## «Системы теплоснабжения»

Этапы работы, время	Содержание деятельности	
	преподавателя	студентов
<b>1 этап Введение в учебное занятие (10 мин)</b>	1.1.Сообщает тему, цель и планируемые учебные результаты. Знакомит с планом особенностями учебного занятия. 1.2.Называет ключевые категории и понятия по данной теме (Приложение 1- слайд 1)	Слушают, записывают, уточняют, задают вопросы



### **Виды систем теплоснабжения**

Каждая система теплоснабжения состоит из следующих основных элементов: источника тепловой энергии, тепловой сети, абонентских вводов и местных систем потребителей тепла.

Системы теплоснабжения с различными устройствами и назначениями элементов классифицируют по признакам: источнику приготовления тепла; роду теплоносителя; способу подачи воды на горячее водоснабжение; количеству трубопроводов тепловых сетей; способу обеспечения потребителей тепловой энергией и др.

По источнику приготовления тепла различают три вида систем теплоснабжения: 1) высокоорганизованное централизованное теплоснабжение на базе комбинированной выработки тепла и электроэнергии на ТЭЦ — теплофикация; 2) централизованное теплоснабжение от районных отопительных и промышленно-отопительных котельных; 3) децентрализованное теплоснабжение от мелких котельных, индивидуальных отопительных печей и т. п.

### **Приложение 3**

#### **Присоединение потребителей в водяных системах теплоснабжения**

Эффективность водяных систем теплоснабжения во многом определяется схемой присоединения абонентского ввода, который является связующим звеном между наружными тепловыми сетями и местными потребителями тепла.

Схемы присоединения местных систем отопления по признаку гидравлической связи с тепловыми сетями различаются на зависимые и независимые.

В зависимых схемах присоединения теплоноситель в отопительные приборы поступает непосредственно из тепловых сетей. Таким образом, один и тот же теплоноситель циркулирует как в тепловой сети, так и в отопительной системе. Вследствие этого давление в местных системах отопления определяется режимом давлений в наружных тепловых сетях.

В независимых схемах присоединения теплоноситель из тепловой сети поступает в подогреватель, в котором его тепло используется для нагревания воды, заполняющей местную систему отопления. При этом сетевая вода и вода в местной системе отопления разделены поверхностью нагрева и таким образом сеть, и система отопления полностью гидравлически изолированы друг от друга. Гидравлическая изоляция теплоносителей на абонентском и воде используется для

защиты местных установок от завышенного или заниженного давлений в тепловых сетях, при которых возможно разрушение нагревательных приборов или опорожнение местных систем отопления.

#### Приложение 4

##### Водяные системы теплоснабжения

Необходимость четкого разделения водяных систем теплоснабжения на закрытые и открытые возникла в 1938 г. после первого опыта внедрения в г. Иваново практики массового водоразбора горячей воды непосредственно из тепловых сетей.

Водяные системы, в которых местные системы горячего водоснабжения присоединяются с помощью водоводяных подогревателей, стали называть закрытыми. Вследствие отсутствия непосредственного водоразбора и незначительной утечки теплоносителя через неплотности соединений труб и оборудования закрытые системы отличаются высоким постоянством количества и качества циркулируемой в ней сетевой воды. Другой особенностью закрытых систем является то, что они бывают только многотрубными: двух-, трех- и четырехтрубные.

#### Приложение 5

##### Паровые системы теплоснабжения

Паровые системы теплоснабжения бывают однострубными и многотрубными, высокого и низкого давления, с возвратом и без возврата конденсата.

Отопительные установки присоединяются к паропроводам как по зависимым, так и по независимым схемам; установки горячего водоснабжения присоединяются главным образом по независимой схеме, т. е. через подогреватели поверхностного и смешивающего типов.

#### Приложение 6

##### Преимущества и недостатки систем теплоснабжения

Основным преимуществом открытых систем теплоснабжения является высокая эффективность теплофикации благодаря максимальному использованию низкопотенциальных источников тепла на ТЭЦ для нагревания большого количества подпиточной воды. В закрытых системах подпитка сетей не превышает 0,5% от объема сетевой воды, содержащейся в системе, поэтому возможности утилизации тепла

сбросной воды и продувки на ТЭЦ значительно ниже открытых систем. Но для подготовки подпиточной воды в открытых системах требуется более мощное оборудование хим-водоочистки и деаэрации.

Недостатки водяного теплоносителя объясняются: высокой плотностью, требующей дополнительных затрат электроэнергии на перекачку сетевой воды и создание больших давлений для заполнения нагревательных приборов, повышенной чувствительностью тепловых сетей к утечкам воды и авариям, малой скоростью перемещения по трубам.

Эти недостатки в паровых системах теплоснабжения отсутствуют. Благодаря высокой скорости движения, небольшой плотности пара и меньших утечек теплоносителя паровые сети в аварийных условиях длительное время могут работать без нарушения режимов теплоснабжения.

## Приложение 7

### Схемы тепловых сетей

Схемы транспорта тепла от источника до потребителей зависят от вида теплоносителя, взаимного размещения источника тепла и потребителей и характера изменения тепловой нагрузки.

На проектирование тепловых сетей большое влияние оказывает тепловая мощность источника и перспективы развития района теплоснабжения на ближайшие годы.

Выбранная схема тепловых сетей вместе с высокой экономичностью затрат на исполнение должна отвечать современным требованиям срока службы и надежности эксплуатации.

## Приложение 8

### Правила работы в малых группах

1. Каждый должен слушать своих сокурсников, проявляя вежливость и доброжелательность.
2. Каждый должен работать активно, совместно, ответственно относиться к порученному заданию.
3. Каждый должен просить о помощи, когда она ему нужна.
4. Каждый должен оказать помощь, если его об этом попросят.
5. Каждый должен принимать участие в оценке результатов работы группы.

6. Каждый должен четко понимать:
- помогая другим, учимся сами!
  
  - мы в одной лодке: или выплывем вместе, или утонем вместе!

## Приложение 9

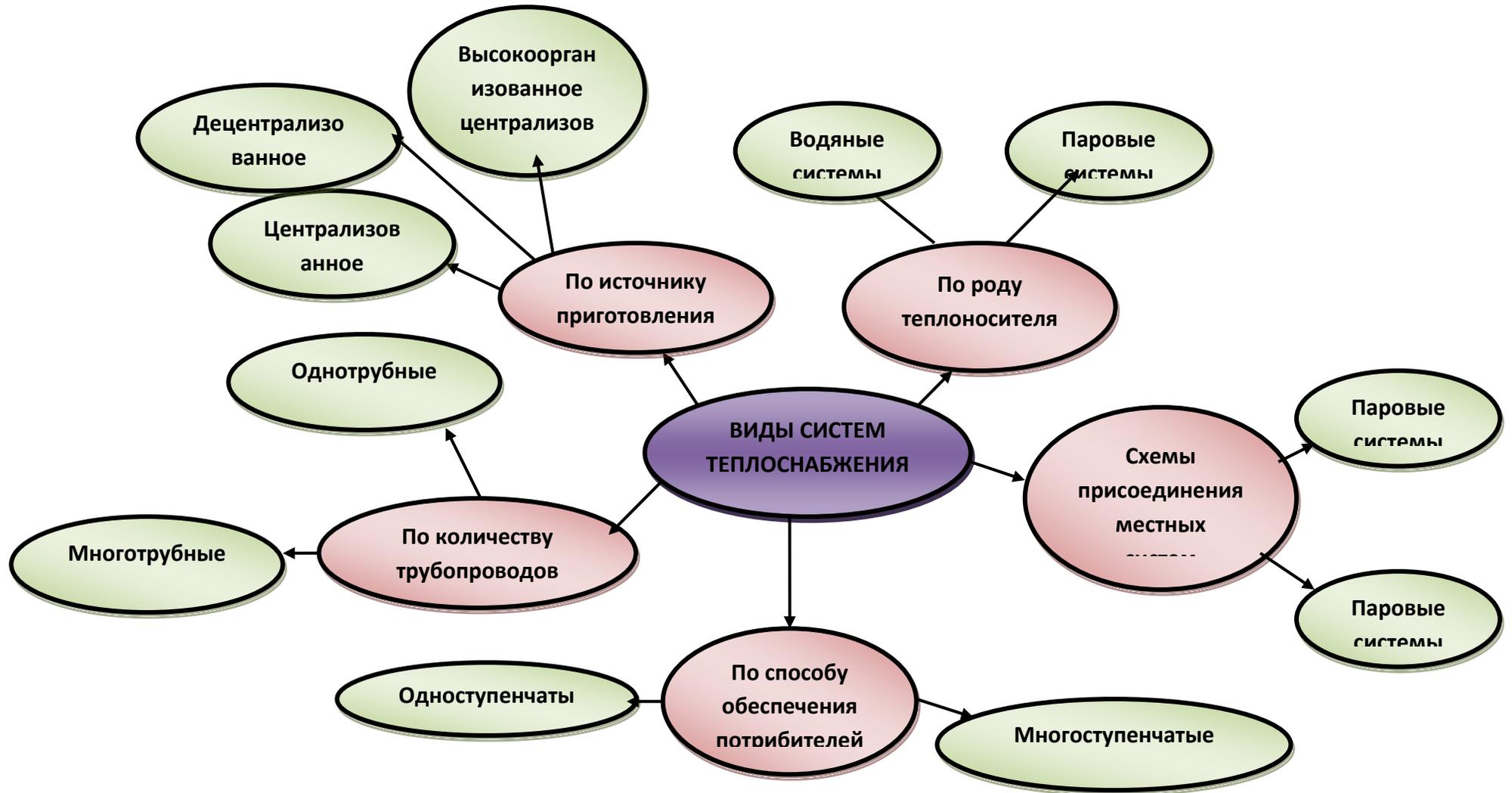
### Задание для 1-ой группы

Составьте «Кластер» по теме «Виды систем теплоснабжения»

#### **Правила составления кластера**

1. Записывайте все, что приходит вам на ум. Не судите о качестве идей: просто записывайте их.
2. Не обращайте внимания на орфографию и другие факторы, сдерживающие письмо.
3. Не переставайте писать, пока не закончится отведенное время. Если идеи вдруг перестанут приходить вам на ум, то порисуйте на бумаге, пока у вас не появятся новые идеи.
4. Постарайтесь построить как можно больше связей. Не ограничивайте количество идей, их поток и связи между ними.

## СОСТАВЛЕНИЕ КЛАСТЕРА НА ТЕМУ «ВИДЫ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ»



**Задание для 2-ой группы**

Составьте пятиминутное эссе по теме «Преимущества и недостатки систем теплоснабжения»

**Эссе** – это свободная форма изложения с подчеркнутой индивидуальной позицией автора; представляет общие или предварительные соображения о каком-либо предмете или по какому-либо поводу.

При написании эссе

- Ответите на вопрос «Что я думаю о современной системе теплоснабжения» или «Почему, на мой взгляд, необходимо совершенствовать системы теплоснабжения?»
- Опишите и прокомментируйте новую для вас идею, изложенную на учебном занятии;
- Опишите, где могут применяться на практике полученные вами в процессе обучения знания, умения, навыки.

**Задание для 3-ей группы**

Сравните разные схемы тепловых сетей при помощи «Концептуальной таблицы».

Концептуальная таблица обеспечивает сравнение изучаемых явлений, понятий, взглядов, тем по двум и более аспектам.

По вертикали расположите виды схем тепловых сетей, по горизонтали их особенности.

**Пример заполнения концептуальной таблицы**

<b>Виды схем тепловых сетей</b>	<b>Характеристики, категории, особенности и пр.</b>
<b>Паровые сети</b>	Проектируют в основном на площадках промышленных предприятий, где тепловая нагрузка сосредоточена на сравнительно небольших территориях, требующих прокладки паропроводов с несколькими ответвлениями к производственным цехам.
<b>Радиальные сети</b>	Сооружаются с постепенным уменьшением диаметров труб в направлении от источника тепла. Такие сети наиболее дешевы и просты в эксплуатации.
<b>Водяные тепловые сети</b>	Отличаются многочисленностью ответвлений и распределением тепловой нагрузки на больших территориях, большая подверженность водяных тепловых сетей авариям предъявляет высокие требования к соблюдению надежности теплоснабжения.
<b>Радиальные</b>	Радиальные водяные сети допускается сооружать

<b>водяные сети</b>	при диаметрах магистральных трубопроводов до 700 мм со сроком ликвидации аварии до 24 ч. Перемычки в радиально-кольцевых сетях для водяного теплоносителя более целесообразны, чем для пара, так как с их помощью удобно решается подача сетевой воды на горячее водоснабжение во время летнего ремонта сетей на начальных участках.
<b>Кольцевые сети</b>	Кольцевые сети самые дорогие, поэтому сооружаются в крупных городах. Замкнутые трубопроводы удобны для объединения нескольких источников тепла и благоприятны для оптимального распределения нагрузки по тепловым станциям и загрузке наиболее крупных и экономичных агрегатов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При определении статуса педагогической технологии полезно соотнести ее с той научной концепцией, которая лежит в ее основе, указать номенклатуру целей, достигаемых с ее помощью, и определить ее сущностные признаки. Признаками педагогической технологии являются: цели (во имя чего необходимо учителю ее применять); наличие диагностических средств; закономерности структурирования взаимодействия учителя и учащихся, позволяющие проектировать (программировать) педагогический процесс; система средств и условий, гарантирующих достижение педагогических целей; средства анализа процесса и результатов деятельности учителя и учащихся. В связи с этим неотъемлемыми свойствами педагогической технологии являются ее целостность, оптимальность, результативность, применимость в реальных условиях.

Не всякая технология может быть применена каждым учителем, много зависит от его опыта работы, педагогического мастерства, методической и материальной обеспеченности педагогического процесса и др. Поэтому при описании или изучении конкретной технологии необходимо обратить внимание на ее воспроизводимость в определенных условиях учебного заведения.

Таким образом, педагогическая технология - это не дидактика, не теория воспитания, это и не методика обучения или воспитания. Специфика педагогической технологии состоит в том, что построенный на ее основе педагогический процесс должен гарантировать достижение поставленных целей. Второе отличие технологии заключается в структурировании (алгоритмизации) процесса взаимодействия учителя и обучающихся.

В результате проделанной работы нами была разработана технология обучения по теме «Системы теплоснабжения». При её разработке мы использовали таксономию Б. Блума.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каримов И.А. Гармонично развитое поколение – основа прогресса Узбекистана. Т., 1997.
2. Загашев И. О., Заир-Бек С. И. Критическое мышление: технология развития. – СПб : «Альянс «Дельта», 2003. – 284 с.
3. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. – М., 1995г.
4. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. М., 1989г.
5. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. – М., 1996г.

6. Дженни Стилл, Керт Мередис, Чарльз Тампл. Дальнейшие методы, способствующие развитию критического мышления (чтение и письмо для развития критического мышления). Пособие 2: Фонд «Сорос-Кыргызстан». – Бишкек, 1998.

7. Б.Ю.Ходиев, Л.В.Голиш Способы и средства организации самостоятельной учебной деятельности: Учебно-методическое пособие для студентов. - Ташкент: ТГЭУ, 2008. 94 с.