ISSN 2223-4047

ВЕСТНИК МАГИСТРАТУРЫ

1-5, 2021

научный журнал

ВЕСТНИК МАГИСТРАТУРЫ 1-5 (112) 2021

Научный журнал

издается с сентября 2011 года

Учредитель:

ООО «Коллоквиум»

Полное или частичное воспроизведение материалов, содержащихся в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения редакции.

Адрес редакции:
424002, Россия,
Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола,
ул. Первомайская, 136 «А».
тел. 8 (8362) 65 – 44-01.
e-mail: magisterjourn@gmail.com.
http: // www.magisterjournal.ru.
Редактор: Е. А. Мурзина
Дизайн обложки: Студия PROekT
Перевод на английский язык
Е. А. Мурзина

Распространяется бесплатно.
Дата выхода: 30.01.2021 г.
ООО «Коллоквиум»
424002, Россия,
Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола,
ул. Первомайская, 136 «А».

Главный редактор Е. А. Мурзина

Редакционная коллегия:

Е. А. Мурзина, канд. экон. наук, доцент (главный редактор).

А. В. Бурков, д-р. экон. наук, доцент (г. Йошкар-Ола).
В. В. Носов, д-р. экон. наук. профессор (г. Москва)
В. А. Карачинов, д-р. техн. наук, профессор (г. Великий Новгород)
Н. М. Насыбуллина, д-р. фарм. наук, профессор (г. Казань)
Р. В. Бисалиев, д-р. мед. наук, доцент (г. Астрахань)
В. С. Макеева, д-р. педаг. наук, профессор (г. Орел)
Н. Н. Сентябрев, д-р. биолог. наук, профессор (г. Волгоград)
Н.С. Ежкова, д-р. педаг. наук, профессор (г. Тула)
И. В. Корнилова, д-р. истор. наук, доцент (г. Елабуга)
А. А. Чубур, канд. истор наук, профессор (г. Брянск).
М. Г. Церцвадзе, канд. филол. наук, профессор (г. Кутаиси).
Н. В. Мирошниченко, канд. экон. наук, доцент (г.Саратов)
Н. В. Бекузарова, канд. педаг. наук, доцент (г. Красноярск)
К. В. Бугаев, канд. юрид. наук, доцент (г. Омск)
Ю. С. Гайдученко, канд. ветеринарных.наук (г. Омск)
А. В. Марьина, канд. экон. наук, доцент (г. Уфа)
М. Б. Удалов, канд. биолог.наук, науч.сотр. (г. Уфа)
Л. А. Ильина, канд. экон. наук. (г. Самара)
А. Г. Пастухов, канд. филол. наук, доцент, (г.Орел)
А. А. Рыбанов, канд. техн. наук, доцент (г. Волжский)
В. Ю. Сапьянов, канд. техн. наук, доцент (г. Саратов)
О. В. Раецкая, канд. педаг. наук, преподаватель(г. Сызрань)
А. И. Мосалёв, канд. экон. наук, доцент (г. Муром)
С. Ю. Бузоверов, канд. с-хоз. наук, доцент (г. Барнаул)

© ООО «Коллоквиум», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ

3 ***Б.М. Монгуш***
Пределы осуществление гражданских прав

5 ***Б.М. Монгуш***
Понятие осуществления субъективных гражданских прав

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

9 ***В.Д. Амичба***
Методы по упрочнению свойств оснований трубопроводов

16 ***И.Ю. Гордеев***
Расчёт теплового потребления района

27 ***А.С. Данилова***
Анализ аварийности сетей тепло- и газоснабжения

32 ***Л.А. Еремеева***
Анализ практики применения нормативно-правовых документов при подключении к сетям газораспределения

39 ***Е.А. Ермолова***
Восстановление газопровода по методу «Феникс»

48 ***А.Ю. Ким***
Анализ работы системы газоснабжения населенного пункта

55 ***А.П. Кретов***
Органическое топливо в современной энергетике

61 ***Д.С. Маскаленко***
Применение анкерных устройств для балластировки трубопроводов

64 ***Н.А. Михайлова***
Автоматизированная газораспределительная станция

69 ***К.Е. Новикова***
Методы капитального ремонта трубопроводов

73 ***О.В. Пенькова***
Энергосбережение высотных зданий

83 ***В.А. Пинчук***
Методы управления режимами тепловых сетей

95 ***В.Г. Попов***
Организация систем естественной вентиляции жилых многоквартирных зданий

102 ***А.С. Попова***
Методы очистки и обеззараживания воздуха в системах вентиляции

109 ***А.В. Чачин***
Повышение энергетической эффективности теплоснабжения

112 ***Е.В. Швайковский***
Учет тепловой энергии в России: ретроспектива

116 ***Е.А. Буравлев***
Современное состояние защиты от коррозии магистральных нефтепроводов

121 ***Е.С. Гонина***
Расчёт индивидуального теплового пункта

126 *Информация для авторов*

ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 340

Б.М. Монгуш

ПРЕДЕЛЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ГРАЖДАНСКИХ ПРАВ

В статье анализируется понятие пределов осуществления гражданских прав. На основе анализа таких понятий, как принципы и пределы осуществления гражданских прав, а также судебной практики в данной области отмечаются пробелы и недоработки российских законодателей в толковании пределов осуществления субъективных гражданских прав.

Ключевые слова: *субъективное право, пределы, осуществление, реализация, злоупотребление, правонарушение.*

Осуществление субъективного права – это совершение участниками имущественного оборота тех действий, которые предусмотрены нормами законодательства и условиями связывающих их договорных и иных обязательств. Благодаря реализации субъективных гражданских прав достигается практическое осуществление тех хозяйственных, бытовых и иных целей, к достижению которых стремятся участники имущественного оборота. Необходимо также отметить, что, как и любое другое гражданское право, субъективное право включает и средства его защиты в случае нарушения.

Раскрывая существо проблемы, стоит отметить, что содержание цели пределов осуществления гражданских прав в полной мере отражается в его структурной характеристике. Рассмотрение в рамках данного исследования таких понятий, как принципы и пределы, даст наиболее полное представление о природе данного вопроса, а четкая конструкция темы, в свою очередь, обеспечит понимание тех явлений, которые продолжают иметь место в новейшей судебно-арбитражной практике.

Отсутствие единой научно-теоретической основы для определения субъективных пределов осуществления гражданских прав негативно сказывается на правоприменительной практике, а разброс точек зрения на проблему пределов осуществления гражданских прав таков, что в доктрине гражданского права достаточно сложно найти единство мнений, связанных с рассматриваемым вопросом. Как отмечал А.В. Волков, «с помощью ст. 10 ГК РФ можно обойти практически любую норму ГК РФ, сославшись на то, что субъект права использует ее не по назначению» [1].

Пункт 1 ст. 9 ГК РФ гласит: «Граждане и юридические лица по своему усмотрению осуществляют принадлежащие им гражданские права». Другими словами, в данном пункте закреплен один из принципов осуществления гражданских прав – диспозитивность [2]. То есть лица, которые обладают гражданскими правами, свободны в выборе форм и целей их реализации. Никто не вправе препятствовать субъекту и осуществлять принадлежащие ему гражданские права или принуждать его к их реализации. Подтверждает

© Монгуш Б.М., 2021.

принцип диспозитивности также и п.2 ст.1 ГК РФ: «Граждане (физические лица) и юридические лица приобретают и осуществляют свои гражданские права своей волей и в своем интересе [2]. Они свободны в установлении своих прав и обязанностей на основе договора и в определении любых не противоречащих законодательству условий договора».

Согласно п. 2 ст. 9 ГК РФ: «Отказ граждан и юридических лиц от осуществления принадлежащих им прав не влечет прекращения этих прав, за исключением случаев, предусмотренных законом» [2]. Другими словами, помимо того, что лицо свободно в использовании прав, но и имеет возможность воздерживаться от их реализации, в случае, если по каким-либо причинам оно заинтересовано в этом. Вышесказанное подчеркивает обеспечение полной диспозитивности действий субъектов гражданских прав, так как на них не возложены осуществление обязанности, принадлежащие им права. Но следует помнить, что отказ от реализации права, о котором говорится в п. 2 ст. 9 ГК РФ, – это отказ не от самого права, а от его осуществления [2].

Свобода осуществления гражданских прав не безгранична, так как не стоит забывать, что существуют также и интересы других лиц – физических и юридических, а также интересы общества. В связи с этим, стоит отметить не только границы, установленные управомочивающими нормами, но и совокупность норм различных отраслей права, содержащих запреты и предписания, которые ограничивают субъективные права. Например, в ч. 3 ст. 17 Конституции РФ говорится, что «осуществление прав и свобод человека и гражданина не должно нарушать права и свободы других лиц» [4], а п.1 ст. 1064 ГК РФ гласит о том, что «вред, причиненный личности или имуществу гражданина, а также вред, причиненный имуществу юридического лица, подлежит возмещению в полном объеме лицом, причинившим вред» [3].

Некоторая часть ограничений субъективных гражданских прав закреплены в ст. 10 ГК РФ «Пределы осуществления гражданских прав». Пункт 1 этой статьи гласит, что «Не допускаются осуществление гражданских прав исключительно с намерением причинить вред другому лицу, действия в обход закона с противоправной целью, а также иное заведомо недобросовестное осуществление гражданских прав (злоупотребление правом). Не допускается использование гражданских прав в целях ограничения конкуренции, а также злоупотребление доминирующим положением на рынке» [2].

Таким образом, законодатель, предоставляя субъекту конкретное право, определяет и его пределы, устанавливая их в нормативно-правовых актах. При этом в законе должны быть четко указаны и пределы субъективного права, т.е. те условия, при наличии которых субъект наделяется соответствующим правом, и те рамки, в которых он по своему усмотрению будет его осуществлять.

Подводя итог спектру рассматриваемых вопросов, в частности принципов и пределов осуществления гражданских прав, можно сделать вывод, что пределы осуществления гражданских прав являются сдерживающими стимулами в общеправовом поведении субъектов гражданских правоотношений. Именно осуществление права каждым участником гражданских правоотношений показавший определенными пределами. Их целью является формирование в поведении людей информационно-психологической установки для направления их деятельности в общественно-полезное русло.

В свою очередь, для установления противоправности деяния необходимо закрепить на законодательном уровне все основные виды пределов осуществления гражданских прав в достаточно широком формате. Превышение одного из них управомоченным лицом может быть квалифицировано как противоправное деяние.

Такой подход представляется разумным в той связи, что позволит эффективнее трактовать судами статью 10 ГК РФ и будет способствовать развитию общества в рамках правового поля [2].

Библиографический список

1. Волков А.В. Злоупотребление гражданскими правами. Проблемы теории и практики. М.: Волтерс Клувер, 2009. 464 с.

2. "Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая)" от 30.11.1994 N 51-ФЗ (ред. от 31.07.2020)

3. "Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая)" от 26.01.1996 N 14-ФЗ (ред. от 27.12.2019, с изм. от 28.04.2020)

4. Конституция Российской Федерации от 12 декабря 1993 г.: // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2014. – № 31. – Ст. 4398.

МОНГУШ БЕЛЕКМАА МЕРГЕНОВНА – магистрант, Тувинский государственный университет, Россия.

УДК 340

Б.М. Монгуш

ПОНЯТИЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ СУБЪЕКТИВНЫХ ГРАЖДАНСКИХ ПРАВ

В статье рассматривается необходимость применения понятие осуществления субъективных прав. Проведен анализ некоторых статей законодательства РФ, регулирующих данную норму.

Ключевые слова: *субъективное право, осуществление, реализация, злоупотребление, правонарушение.*

Система гражданских прав получила значительное развитие за последние десятилетия. Особое место в сложившейся системе занимают имущественные права. Их значение в современной жизни трудно переоценить, так как они пронизывают практически все ее сферы. До сих пор, несмотря на широкое применение в законодательстве и практическое использование термина "имущественные права", ни в одном из нормативно-правовых актов не содержится его дефиниции. Более того, в науке гражданского права не в полной мере выработан общий терминологический аппарат, в связи, с чем отсутствует общепризнанное определение имущественных прав, нет единого подхода к пониманию их сущности и правовой природы в отечественной цивилистике. Следует признать невозможность полноценного правового анализа вопросов, непосредственно связанных с имущественными правами, например, их оборота или защиты. Для того чтобы показать принадлежность имущественных прав тем или иным субъектам гражданского правоотношения, предлагается определить их через субъективные гражданские права. При этом имущественный характер таких прав будет являться их видовым отличием. Рассмотрение имущественных прав как субъективных прав имущественного характера предполагает обращение к понятию субъективного права, под которым традиционно понимают меру юридически возможного поведения, позволяющую субъекту удовлетворять его собственные интересы. Если учесть, что объектом субъективного имущественного права является любое социальное благо из разряда имущества, то получается, что имущественное право можно определить как меру дозволенного поведения, направленного на удовлетворение потребностей путем использования любого социального блага из разряда имущества [1].

Имущественные права имеют определенную связь с имуществом. Это подтверждается и законодательно; так, из буквального толкования ст. 128 Гражданского кодекса РФ следует, что имущественные права как объекты гражданского права являются составной частью имущества [3]. Такое представление уже можно назвать традиционным и положенным в основу некоторых научных исследований. Оно позволяет перейти к выяснению имущественных прав посредством определения значения термина "имущество". В. Порошков приходит к выводу, что "имущество" надо рассматривать как вещь или совокупность вещей и на этой основе делает вывод, что имущественные права – это права на вещи или совокупность вещей. Из этого следует, что имущественные права оформляют и закрепляют принадлежность вещей субъектам гражданских правоотношений, то есть являются вещными. Однако вряд ли можно сводить все имущественные права только к правам вещным. В связи с этим важно рассмотреть их классификацию. Представляется возможным выбрать в качестве основания для классификации имущественных прав их содержание. В таком случае следует выделить пять групп.

Первую группу составляют вещные имущественные права. Понимание имущественного права как права вещного является классическим. Сюда входят права, принадлежащие собственнику по владению, пользованию и распоряжению имуществом.

Вторую группу образуют обязательственные имущественные права, которые, в свою очередь, можно разделить на имущественные права договорного и внедоговорного характера. Именно они, имеющие самостоятельную ценность, могут быть самостоятельным объектом гражданских прав.

Третья группа – исключительные имущественные права на результаты интеллектуальной деятельности и приравненные к ним объекты. Это вытекает из ст. 1226 ГК РФ, в которой дается определение интеллектуальных прав. Согласно указанной статье интеллектуальные права включают исключительное право, являющееся имущественным правом, а в случаях, предусмотренных ГК РФ, также личные неимущественные права и иные права (право следования, право доступа и другие) [6].

Четвертую группу составляют наследственные имущественные права. В п. 1 ст. 2 ГК РФ указывается на то, что гражданское законодательство помимо вещных отношений, договорных и иных обязательственных регулирует также "другие имущественные отношения" [3]. Представляется, что именно наслед-

© Монгуш Б.М., 2021.

ственные отношения можно отнести как разновидность имущественных отношений. Группа наследственных прав связана с переходом имущественных прав в составе имущества умершего к его наследникам. Можно говорить о существовании имущественных прав, переходящих по завещанию и по закону.

Особую пятую группу образуют смешанные (абсолютно-относительные) имущественные права. Такие права характеризуются смешанной обязательственно-правовой природой.

В правовой научной литературе исследованию вещных и исключительных прав уделяется значительно больше внимания, чем рассмотрению остальных групп имущественных прав. Однако такое положение вещей ни в коей мере не уменьшает их значение, а наоборот, свидетельствует о существовании необходимости детального и последовательного изучения таких прав.

Помимо рассмотренной классификации имущественные права могут быть сгруппированы и по иным основаниям. Так, классифицировать имущественные права можно по субъектам, которым оно принадлежит. По указанному основанию они подразделяются на права, принадлежащие физическому лицу, юридическому лицу, государству, субъектам РФ, органам местного самоуправления. По наличию связи управомоченного лица имущественные права делятся на две группы: имущественные права, неразрывно связанные с личностью управомоченного лица, и имущественные права, не связанные с личностью управомоченного лица.

Обеспечение реальной возможности осуществлять гражданские права и исполнять обязанности – одно из актуальных направлений реализации правовой политики государства. Правовая политика в рассматриваемой сфере представляет собой законодательно установленную, основанную на Конституции РФ и национальной юридической доктрине, системную, последовательную и стабильную деятельность государственных и муниципальных органов по формированию эффективного механизма осуществления и защиты, гражданских прав и исполнения обязанностей. Ее цель – обеспечить с помощью последовательно организованных юридических средств реальную возможность осуществления и защиты субъективных гражданских прав и законных интересов, создание целостной системы правового регулирования этих отношений.

Если объективное (позитивное) гражданское право представляет собой систему норм, регулирующих имущественные и личные неимущественные отношения между юридически равными, имущественно и организационно обособленными субъектами, то субъективное гражданское право отражает вид и меру возможного поведения определенного управомоченного лица.

Корреспондирует субъективному гражданскому праву и также с объективной необходимостью входит в содержание правового отношения субъективная гражданская обязанность. Обязанность выражает вид и меру должного поведения обязанного лица. Субъективные права и обязанности сторон не только соотносятся, но и взаимообусловливают друг друга. Так, если продавцу принадлежит право требовать оплаты товара в полном объеме и в надлежащий срок, то на покупателе лежит обязанность совершить указанные действия и осуществить их надлежащим образом.

Законный интерес есть простая правовая дозволенность, имеющая характер стремления, в которой отсутствует указание действовать строго зафиксированным в законе образом, и требовать соответствующего поведения, от других лиц и которая не обеспечена конкретной юридической обязанностью. Это может служить главным критерием для разграничения законных интересов и субъективных прав.

Основной характер субъективных гражданских прав заключается в том, что они подлежат частному распоряжению сторон. Содержание субъективного гражданского права включает в себя:

а) право лица собственными действиями или бездействием реализовывать гражданские права;

б) право требовать от других лиц соблюдения своего субъективного гражданского права;

в) возможность субъекта использовать предусмотренные законом способы и средства защиты своего права;

г) право на самозащиту;

д) по соглашению сторон возможность хозяйствующего субъекта обращаться в третейский суд (негосударственный юрисдикционный орган) для разрешения спора;

е) право лица обращаться в соответствующие государственные органы в случае нарушения субъективного гражданского права;

ж) право обращаться в суд общей юрисдикции, в арбитражный суд, в Конституционный Суд РФ (а в некоторых случаях - в международные суды) [2].

Субъективное право предоставляет управомоченному лицу возможность выбора определенного правомерного поведения с целью достижения желаемого результата (блага), то есть "возможность потенциальную, лишь предоставленную, зафиксированную в законе".

Исключений в гражданском законодательстве немного. К примеру, покупатель обязан возвратить продавцу недоброкачественный товар, когда он требует от продавца передать ему взамен качественный, соответствующий условиям договора товар либо расторжения договора купли-продажи (ст. 475, 503, 518

ГК РФ; п. 1, 3 ст. 18, ст. 21 Закона РФ "О защите прав потребителей" от 7 февраля 1992 г. [7]. Если вести речь о предъявлении управомоченным лицом претензий, то в соответствии с ГК РФ (ст. 797), транспортными кодексами и уставами они обязательно должны предшествовать искам к перевозчикам по обязательствам, возникающим из перевозки грузов, пассажиров и багажа или в связи с буксировкой буксируемого объекта [4].

Так, в гражданском законодательстве регулируются последствия продажи потребителю товаров ненадлежащего качества. Кроме возмещения убытков, покупатель вправе по своему выбору потребовать:

а) безвозмездного устранения недостатков товара или возмещения расходов на их исправление потребителем или третьим лицом;

б) соразмерного уменьшения покупной цены;

в) замены на товар аналогичной марки (модели, артикула);

г) замены на такой же товар другой марки (модели, артикула) с соответствующим перерасчетом покупной цены;

д) расторжения договора купли-продажи (ст. 18).

Таким образом, осуществление гражданами и юридическими лицами принадлежащих им гражданских прав по своему усмотрению всегда предполагает возможность выбора определенного правомерного поведения. Когда этого выбора нет, то единственно возможное поведение субъекта превращается в необходимость, то есть обязанность лица действовать, таким образом, а не каким-либо иным. В этом случае право "смыкается" с обязанностью лица: совершение того или иного действия становится одновременно и правом лица, и его обязанностью.

Одной из важных характеристик свободного осуществления гражданами и юридическими лицами своих гражданских прав является возможность отказаться от реализации принадлежащих им прав. По общему правилу это не влечет прекращения самих субъективных гражданских прав (п. 2 ст. 9 ГК РФ) [3]. Например, лицо вправе обращаться или не обращаться в суд за защитой нарушенного права, однако сам отказ от права на обращение в суд недействителен (п. 1, 2 ст. 3 ГПК РФ; п. 1, 3 ст. 4 АПК РФ).

Указанное в п. 2 ст. 9 Гражданского кодекса РФ положение допускает исключения, если они предусмотрены непосредственно законом. К числу таковых можно отнести: отказ наследника от наследства, причем подобный отказ не может быть впоследствии изменен или взят обратно (ст. 1157 ГК РФ) [5]; освобождение кредитором должника от лежащих на нем обязанностей (ст. 415 ГК РФ) и другие.

Исходя из представленной посылки (составляющей), на наш взгляд, формулируется смысл юридического понятия "осуществление субъективного гражданского права". Ученые справедливо подчеркивают, что, осуществляя субъективное гражданское право, лицо преследует достижение социально-экономических и юридических целей – приобретение имущества на праве собственности, занятие предпринимательской деятельностью, совершение сделок.

Таким образом, надо уделить внимание на отношениях активного, динамического характера осуществления гражданских прав и исполнения обязанностей. Определения рассматриваемых правовых явлений строятся на данных правовых позициях, исключая, следовательно, признание существования многих способов осуществления гражданских прав и исполнения обязанностей.

Исходя из вышеизложенного, следовало бы, на наш взгляд, ст. 9 Гражданского кодекса РФ дополнить пунктом третьим: "Право гражданина или юридического лица считается осуществленным с момента не только юридической (официальной), но и фактической (действительной) реализации тех правовых и социально-экономических возможностей, которые предоставляются правом" [3].

Осуществление (реализация) гражданских прав – это совершение участниками имущественного оборота тех действий, которые предусмотрены нормами законодательства и условиями связывающих их договорных и иных обязательств. Посредством осуществления гражданских прав достигается практическая реализация тех хозяйственных, бытовых и иных целей, к достижению которых стремятся участники имущественного оборота: собственник использует в различных формах принадлежащее ему имущество, продавец реализует товары, автор вознаграждается за свое произведение и т.д. Осуществление права включает и средства его защиты в случае нарушения; наличие защиты – необходимый элемент любого гражданского права.

Гражданские права могут осуществляться их носителями как самостоятельно, так и с привлечением других лиц. Собственник реализует принадлежащие ему правомочия по владению, пользованию и распоряжению имуществом, как правило, самостоятельно. Таким же образом реализуют свои правомочия и носители патентных и авторских прав. Они сами определяют формы, место и сроки осуществления принадлежащих им правомочий, учитывая, конечно, состояние рынка.

Исходным является правило ГК, согласно которому граждане (физические лица) и юридические лица приобретают и осуществляют гражданские права своей волей и в своем интересе (п. 2 ст. 1 ГК). В

другой общей норме ГК это положение сформулировано в иной редакции: граждане и юридические лица осуществляют принадлежащие им гражданские права по своему усмотрению (п. 1 ст. 9 ГК) [3].

Библиографический список

1. Андреев В.К. Субъективное гражданское право и иные проявления воли и интереса в деятельности юридических лиц / Журнал российского права – М., 2018.

2. Власова А.В. Структура субъективного гражданского права – СПб., Питер. 2008. – 498 с.

3. "Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая)" от 30.11.1994 N 51-ФЗ (ред. от 31.07.2020).

4. "Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая)" от 26.01.1996 N 14-ФЗ (ред. от 27.12.2019, с изм. от 28.04.2020)

5. "Гражданский кодекс Российской Федерации (часть третья)" от 26.11.2001 N 146-ФЗ (ред. от 18.03.2019)

6. "Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая)" от 18.12.2006 N 230-ФЗ (ред. от 31.07.2020).

7. Закон РФ от 07.02.1992 N 2300-1 (ред. от 31.07.2020) "О защите прав потребителей"

МОНГУШ БЕЛЕКМАА МЕРГЕНОВНА – магистрант, Тувинский государственный университет, Россия.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 62

В.Д. Амичба

МЕТОДЫ ПО УПРОЧНЕНИЮ СВОЙСТВ ОСНОВАНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ

В статье рассматриваются вопросы проблематики прокладки и эксплуатации оснований трубопроводов в условиях распространения льдистых многолетнемерзлых грунтов на территории России.

Ключевые слова: *трубопроводы, прокладка, основания трубопроводов, льдистые грунты.*

Рассмотрим подробнее карту распространения льдистых многолетнемерзлых грунтов на территории России (Рисунок 1), представленную в нормативном документе СТО Газпром 2-2.1-435-2010 [3].

В зависимости от объема льдистости мерзлые грунты классифицируют на:

- сильнольдистые (50% и более льда в грунте)
- льдистые (25-50 % льда в грунте)
- слабольдистые (менее 25% льда в грунте)

Сильнольдистым грунтам свойственна просадка грунта при оттаивании, сильно сжимаются при воздействии нагрузки и имеют маленькую несущую способность. Слабольдистым грунтам свойственна меньшая просадка, маленькая сжимаемость, благодаря меньшему содержанию льда в грунте. Льдистые грунты имеют средние свойства между сильнольдистыми и слабольдистыми грунтами.

Именно поэтому так важно поддержание многолетнемерзлых пород в их мерзлом состоянии, чтобы избежать процессов, которые в свою очередь повлекут просадки, обводнения, оползни, снижение несущей способности мерзлых грунтов, как оснований сооружений.

Мощность многолетнемерзлых толщ составляет от нескольких метров от южной границы их распространения до полутора километров в северо-восточных регионах. Строение многолетнемерзлых толщ сложное. По вертикальному разрезу отмечаются как сплошные многолетнемерзлые слои, так толщи, разделенные талыми слоями (Рисунок 2).

© Амичба В.Д., 2021.

Научный руководитель: *Филиппов Алексей Владимирович* – преподаватель, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

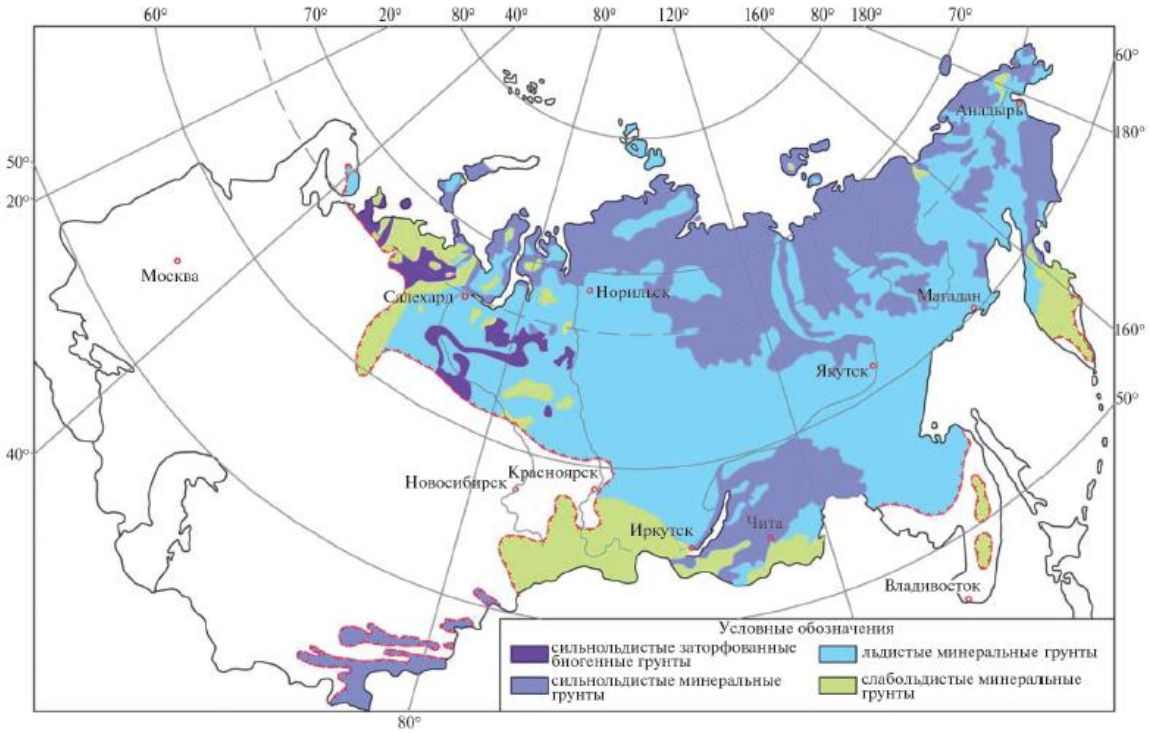


Рис. 1. Схематическая карта распространения льдистых многолетнемерзлых грунтов на территории России [3]

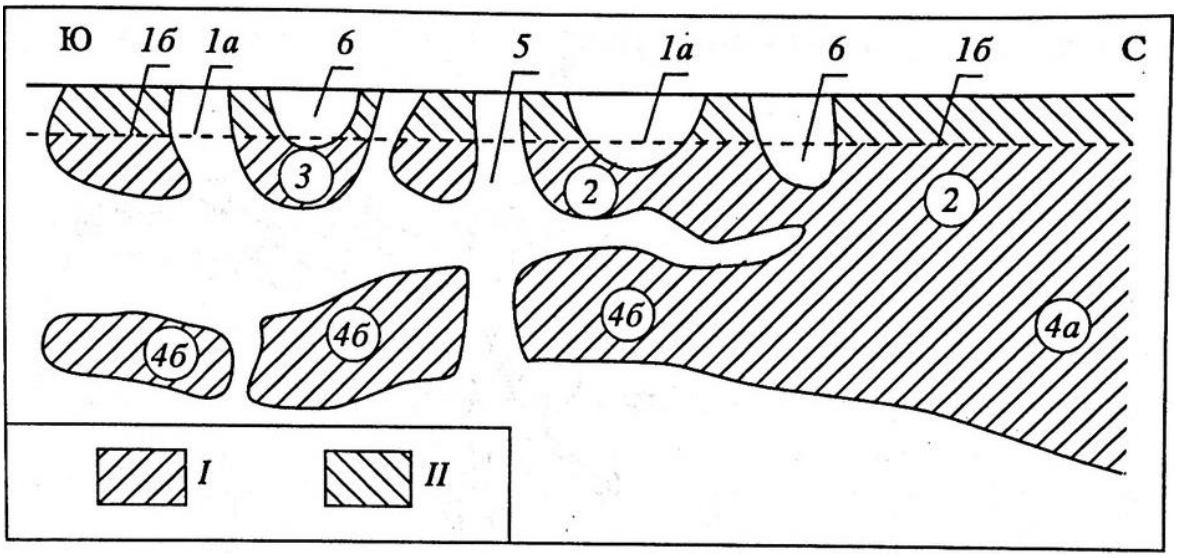


Рис. 2. Схема вертикального разреза мерзлых толщ по направлению с юга на север [2]
I - многолетнемерзлые толщи; II - сезонномерзлые толщи; 1а - слои сезонного промерзания;1б - слои сезонного оттаивания;2 - современные сливающиеся мерзлые толщи;3 - современные несливающиеся мерзлые толщи; 4 - древние мерзлые толщи (а - сливающиеся, б - несливающиеся);5- сквозные талики;6 - несквозные талики;

Рассмотрим подробнее температурное поле и изменение амплитуды колебаний температуры многолетнемерзлых пород по глубине для случая их непрерывного залегания (Рисунок 3). Как видно на рисунке, в слое сезонного оттаивания температура меняется от положительной до отрицательной. При этом амплитуда колебания температуры для слоя сезонного оттаивания тем больше, чем континентальнее район расположения многолетнемерзлых пород. Ниже слоя сезонного оттаивания до глубины h_0 температура грунтов, оставаясь отрицательной, меняется в течение года. Глубина h_0 называется уровнем нулевой годовой амплитуды. Величина h_0 зависит от континентальности и геологических условий района. В нормативных документах среднее значение h_0 принято равным 10м. Температура на этой глубине принимается равной среднегодовой температуре грунта и является расчетной при определении глубины оттаивания, а также прогнозе температурного режима оснований сооружений.

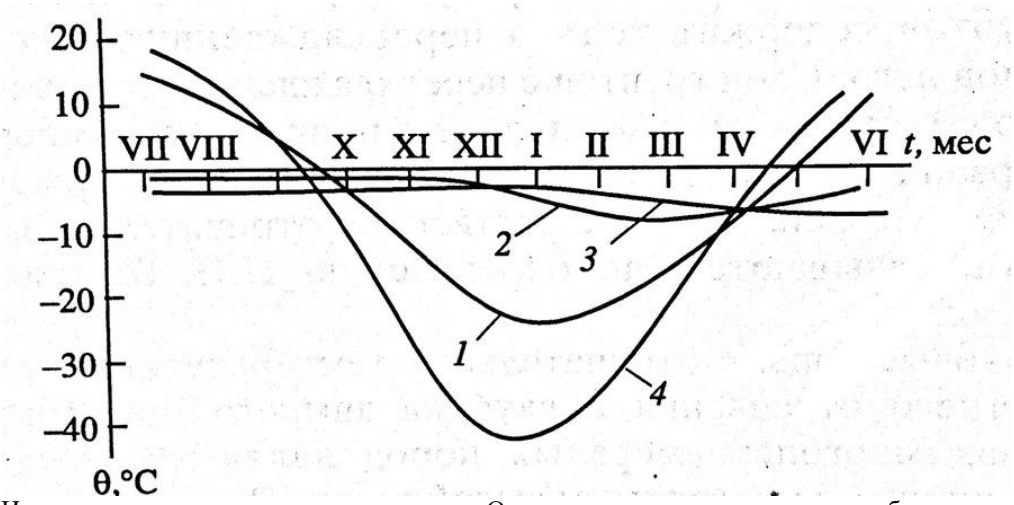


Рис. 3. Изменение температуры мерзлых грунтов $\Theta_г$ по месяцам года, амплитуд колебания температур A_z по глубине, температуры пород во времени на глубине 0,4м (1), 2м(2), 2,4м(3) и в воздухе(4)[2]

Главной особенностью вечномерзлых грунтов как оснований является возрастание их прочности с понижением температуры. В связи с этим при возведении фундаментов на таких грунтах особое значение приобретают способы искусственного охлаждения грунта. Так, например, при понижении температуры мерзлого грунта от -0,3 до -1 С° несущая способность свайных фундаментов увеличивается в 2,5 раза, а при снижении температуры таких грунтов до -2 С° - в 3,8 раза [1]

Таким образом, искусственное охлаждение грунта является весьма эффективным и притом простейшим способ изменения свойств оснований в целях повышения долговечности и несущей способности.

Негативные криогенные явления

В процессе оттаивания и промерзания многолетнемерзлых грунтов происходит формирование специфических особенностей рельефа и развитие криогенных явлений и образований.

Криогенные процессы, формирующие криогенные явления, образования и рельеф, подразделяются на следующие:

1)протекающие при относительном постоянстве массы горных пород

2)связанные с аккумуляцией материала горных пород, включая и накопление подземных льдов

3)способствующие ходу денудации или непосредственно участвующие в денудации.

Роль криогенных явлений в геологическом процессе определяются направленностью процессов промерзания и оттаивания. Различают три случая. Первый – процессы, связанные с сезонным чередованием протаивания и промерзания без преобладающего воздействия того или другого; второй – процессы, преобладающим воздействием фактора промерзания; третий – процессы, протекающие под преобладающим воздействием фактора протаивания.

Сочетание геологических и криогенных факторов и определяет место того или иного криогенного явления.

Криогенные явления и процессы, протекающие с сохранением относительно постоянной массы горных пород под воздействием протаивания и промерзания:

Морозное пучение – связано с миграцией влаги в пределах деятельного слоя и замерзание ее в течение осени и зимы, в результате чего образуется бугор пучения, который может разрушаться вследствие протаивания в летний период.

Наледеобразование – процесс связанный с сезонным промерзанием водных потоков, в том числе потоков грунтовых вод, вследствие чего вода изливается на поверхность и замерзает в форме ледяных тел. Способствует разрушению склонов и образованию ниш.

Морозобойное растрескивание грунтов – трещины, возникающие вследствие изменения объема горных пород, которые, в свою очередь вызываются температурными градиентами и изменениями состояния воды.

Криогенные явления и процессы, участвующие в аккумуляции, протекающие под воздействием промерзания и протаивания:

Многолетние бугры пучения – формируются в результате длительного многолетнего процесса промерзания и льдообразования, протекающего в условиях непрерывного поступления воды. Может приводить к выраженным изменениям формы рельефа.

Инъекционное льдообразование – способствует простиранию трещиноватых зон и полос пучения.

Формирование повторно-жильных льдов – представляет собой морозобойное растрескивание пород при проникновении трещин ниже сезонноталого слоя, заполнение их водой и последующим ее замерзании. Приводит к постепенному росту ледяных клиньев.

Криогенные явления и процессы, участвующие в денудации, протекающие под воздействием промерзания и протаивания:

Термокарст - вызвано изменением прочностных свойств мерзлых пород в связи с таянием содержащихся в них льдов.

Термосуффозия – в отличие от термокарста развивается в слабольдистых породах преимущественно песчаного состава. Суффозионный вынос песка водами источников приводит к формированию полостей в мерзлой толще, их рост и обрушение.

Термоабразия и термоэрозия – вследствие взаимодействия с морскими и речными водами мерзлые породы протаивают, проседают и оплывают, что приводит к ускоренному отступанию берегового уступа.

Солифлюкция – медленное течение сверху вниз горных пород, пропитанных водой.

Криогенное сползание – сползание рыхлых масс вниз по склону в результате изменения их объема под воздействием процесса промерзания – протаивания.

Методы снижения негативного воздействия на трубопровод

Магистральные трубопроводы, которые проходят по северным регионам, с сильдольдистыми и льдистыми грунтами, которым свойственна просадка и переход в пластичное состояние с малой несущей способностью, пучение, в периоды промерзания и оттаивания. Для таких грунтов свойственны те негативные криогенные процессы, которые были описаны выше: термокарст, термоэрозия, криогенное сползание и т.д. Все эти явления негативным образом оказывают воздействие на эксплуатируемый трубопровод и его техническое состояние.

Практически всегда строительство трубопроводов на заболоченной и обводненной местности, которая распространена в Западной Сибири, происходит в зимний период. По причине этого в летний период, в связи с температурным расширением, в стенках трубопровода возникают продольные усилия сжатия, в сочетании с маленькой удерживающей способностью обводненных грунтов, и происходит потеря устойчивости трубопровода

Именно поэтому очень важен анализ технических решений по закреплению трубопроводов, которые обеспечивают проектное положение трубопровода, на всех стадиях жизненного цикла проекта.

В этой области технических решений можно выделить две группы методов, имеющих существенное различие между собой. Первая группа - это уменьшение негативных воздействий на трубопровод, куда входит раздел по улучшению свойств основания и закрепление массива грунта, который мы рассмотрим более подробно. В эту группу методов включают мероприятия, уменьшающие продольные усилия и изгибающие моменты в трубопроводе, которые возникают при прокладке, обеспечения устойчивости грунтового основания или массива грунта засыпки, окружающего трубопровод. Выделяют такие воздействия на трубопровод как морозное пучение грунта, архимедова сила при оттаивании обводненных грунтов, положительный температурный перепад, вызывающий потерю устойчивости трубопровода. В схеме (Рисунок 4) приведены основные мероприятия, входящие в эту группы методов:

-улучшение свойств основания трубопровода;

-уменьшение влияния водной эрозии на засыпку трубы на уклонах трассы;

-прокладка трубопровода с искривленной осью, компенсирующее влияние изгибающих моментов;

-создание предварительных продольных напряжений в стенках трубопровода, противоположных по знаку эксплуатационным.

Вторая группа методов направлена на закрепления трубопроводов от всплытия и выхода из траншеи в обводненных грунтах с использованием специальных конструкций и способов их применения. Речь идет

об анкерных устройствах и средствах балластировки. Основное назначение методов закрепления – компенсировать выталкивающую силу обводненного грунта и продольные сжимающие усилия в трубопроводе, способствующие его всплытию и выходу на поверхность.

Методы снижения негативных воздействий на трубопровод систематизируются в виде схемы технических решений (Рисунок 5). К группе А относятся методы улучшения свойств грунтового основания, окружающего трубопровод. Среди них можно выделить методы температурного воздействия на грунты основания – подгруппы А1, А2, при этом нагревание основания и управление ореолами оттаивания - промерзания относятся к группе А1, а охлаждение – А2.

Снижение нагрузок от пучения грунтов может быть достигнуто с учетом динамики изменения мерзлотных условий. Например, для трубопроводов криолитозоны используется прогноз взаимодействия с вечномерзлыми грунтами, при этом различают «теплые» и «холодные» участки газопровода в зависимости от среднегодовой температуры газа.

Участки газопровода с положительной среднегодовой температурой, на которых развиваются ореолы оттаивания, подвергаются дополнительному обвалованию, обеспечивающему устойчивость газопровода. Для контроля температуры стенки трубы используют термодатчики.

При понижении температуры до 0(°С) перекачиваемый продукт нагревают, регулируя ореол оттаивания вмещающих пород в пределах 1,6 диаметра трубы. На участках неустойчивых при оттаивании предлагается применить разветвленную прокладку из нескольких ниток трубопровода в виде лупингов с целью ограничения развития ореола оттаивания.

Рис. 4. Схема методов обеспечения устойчивости трубопроводов

Рис. 5. Схема методов снижения негативных воздействий на трубопровод

Подача перекачиваемого продукта переключается по ниткам в зависимости от величины ореолов оттаивания, тем самым регулируется процесс теплового взаимодействия трубопровода с вечномерзлым грунтом.

Используются также способы непосредственного нагревания грунта основания трубопровода. Например, с помощью электродов-анкеров связывающих трубопровод с основанием через теплоизоляционную подушку и нагревающих массив пучинистого до границы его сезонного промерзания, исключив тем самым процесс пучения.

Известны так же способы погружения в разжиженный грунт трубопровода с утяжелителями, по которому перекачивают высокотемпературный (до +80°С) теплоноситель, причем может попутно применяться трубка – спутник с паром, которая устанавливается в предварительно прорезанную щель вдоль оси трубопровода.

Принцип «вмораживания» трубопровода в вечномерзлый грунт используются в случаях, когда температура перекачиваемого газа отрицательная. Например, копают траншею, укладывают трубопровод, сооружают перемычки и заливают воду до всплытия трубы. После промерзания воды засыпают траншею мерзлым грунтом. Заливка воды в траншею с последующим ее замерзанием обеспечивает ровное дно для трубопровода, а последующее перекрытие его слоем нетканого синтетического материала (НСМ) с обливанием водой до образования прочного покрытия, закрепляет трубопровод в траншее. Известен способ «вмораживания» газопровода с охлажденным газом в засыпанный слоями грунт, причем, слои сначала нагревают, они уплотняются и при замерзании образуют монолит, окружающий трубу и предотвращающий доступ к ней воды. Существует способ замораживания талого грунта, охлаждаемого в зимнее время с помощью термосвай до образования прочного льдогрунтового массива.

Кардинально решает проблему сохранения основания в мерзлом состоянии – перекачка природного газа в охлажденном или сжиженном состоянии

Существуют способы улучшения свойств основания для трубопровода путем создания опорных массивов и тяг. Как правило, эти технические решения применяются в пучинистых и просадочных грунтах с целью предотвращения размыва грунта на дне и стенках траншеи, повышения темпа строительства и надежности прокладки за счет исключения воздействия сил пучения и просадки трубопровода. В качестве опор используются грунтоцементные массивы, устанавливаемые в траншее с определенным шагом. Опорные массивы сохраняются в мерзлом состоянии, несмотря на протаивание основания и его осадку на остальном протяжении трубопровода. Опоры также могут быть выполнены из железобетонных блоков или в виде опорных тяг, связывающих трубопровод в просадочном грунте с верхними перекладинами. Тяги ограничивают осадку трубопровода по допустимому профилю без перенапряжения по изгибу.

Улучшение свойств основания трубопровода достигается также за счет применения подсыпок, теплоизолирующих и пленочных экранов, амортизирующих материалов и различных добавок. Изменение свойств основания снижает напряжение изгиба участка трубопровода в сложных условиях.

Так, при подземной прокладке трубопровода, пересекающего участок неустойчивого вечномерзлого грунта, этот грунт при разработке траншеи удаляют, а по границам выбирают и часть талого грунта таким образом, чтобы уложенный трубопровод пересекал участок вечной мерзлоты с допустимым изгибом.

Для защиты основания от проникновения теплопотоков и влаги используют различного рода изолирующие экраны. Трубопровод укладывают на слой фильтрующего материала с размещением между ними листа гидроизоляционного материала – полиэтилена. Над верхом засыпанной трубы располагают плоский теплоизолированный экран из геотекстиля, защищенного водонепроницаемой оболочной. Экран снизу предотвращает попадание влаги, а теплоизоляционный сверху – проникновения холода. В результате засыпка не замерзает и процесс пучения не развивается. Защита трубопровода от морозобойного растрескивания грунта достигается путем прорезки щелей с обеих сторон траншеи и помещение теплоизоляционных экранов на дне траншеи. Щели заполняют пенообразующим составом. Морозобойные трещины останавливаются в щелях, а снизу трубопровод защищен экраном.

Уменьшение тепловых потерь перекачиваемого продукта может быть получено путем оптимизации глубины заложения. Трубопровод укладывают на подушку и засыпают грунтом с меньшим коэффициентом теплопроводности, чем грунт ненарушенной структуры вокруг траншеи. При этом глубина траншеи и глубина залегания трубопровода связаны зависимостью, содержащую заданные значения коэффициентов теплопроводности.

Проблема снижения напряжений в трубопроводе, пересекающего участки грунта с различными свойствами, может быть решена путем помещения на границах этих участков амортизирующего материала, более податливого, чем окружающий грунт.

Существует направление искусственного улучшения свойств слабых грунтов за счет различных добавок. При сооружении трубопроводов чаще всего применяют химические методы. Среди вяжущих выделяют продукты нефтепереработки, такие как гудрон, крекинг - остаток.

Библиографический список

1.Вялов С.С. и др. Термосваи в строительстве на Севере / С.С. Вялов – Л.:Стройиздат, 1984. – 148с.

2.Роман Л.Т. Механика мерзлых грунтов / Л.Т. Роман. – М.: МАИК “Наука/Интерпериодика”, 2002.- 426 с.

3.СТО Газпром 2-3.1-435-2010 «Проектирование оснований, фундаментов, инженерной защиты и мониторинга объектов ОАО Газпром в условиях Крайнего Севера».- М.: Газпром экспо, 2010.-232с.

АМИЧБА ВАЛЕРИЙ ДАУРОВИЧ – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

И.Ю. Гордеев

РАСЧЁТ ТЕПЛОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ РАЙОНА

Приведён расчёт теплового потребления района по заданным параметрам.

Ключевые слова: *теплоснабжение, расчёт, тепловое потребление.*

Системы централизованного теплоснабжения характеризуются сочетанием трех основных звеньев: теплоисточников, тепловых сетей и местных систем теплоиспользования (теплопотребления) отдельных зданий или сооружений. В теплоисточниках осуществляется получение теплоты за счет сжигания различных видов органического топлива. Такие теплоисточники называются котельными. Масштабы систем централизованного теплоснабжения могут изменяться в широких пределах: от небольших, обслуживающих несколько соседних зданий до крупнейших, охватывающих ряд жилых или промышленных районов и даже город в целом. Независимо от масштаба эти системы по контингенту обслуживаемых потребителей подразделяются на коммунальные, промышленные и общегородские.

Системы централизованного теплоснабжения, использующие ТЭЦ в качестве основных теплоисточников, называются теплофикационными.

Тепловые сети могут быть классифицированы по виду используемого в них теплоносителя, а также по его расчетным параметрам. Практически единственными теплоносителями в тепловых сетях являются горячая вода и водяной пар. Водяные тепловые сети большей частью выполняются двухтрубными с сочетанием подающих трубопроводов для подачи горячей воды от теплоисточников до систем теплоиспользования и обратных трубопроводов для возврата охлажденной воды для повторного подогрева.

Подающие и обратные трубопроводы водяных тепловых сетей вместе с соответствующими трубопроводами теплоисточников и систем теплоиспользования образуют замкнутые контуры циркуляции воды. Эта циркуляция поддерживается сетевыми насосами, устанавливаемыми в теплоисточниках, а при больших дальностях транспорта воды - также и на трассе сетей.

В зависимости от принятой схемы присоединение к сетям систем горячего водоснабжения различают закрытые и открытые схемы. В закрытых системах отпуск теплоты из сетей в системе горячего водоснабжения осуществляется за счет подогрева холодной водопроводной воды в специальных подогревателях. В открытых системах покрытие нагрузок горячего водоснабжения осуществляется за счет подачи потребителям воды из подающих трубопроводов сетей, а в течение отопительного периода – в смеси с водой из обратного трубопровода систем отопления и вентиляции. Подпитка тепловых сетей в закрытых и открытых системах осуществляется за счет работы подпиточных насосов и установок по подготовке подпиточной воды.

Существенным элементом систем централизованного теплоснабжения являются установки, размещаемые в узлах присоединения к тепловым сетям местных систем теплоиспользования, а также на стыках сетей различных категорий. В таких установках осуществляется контроль работы тепловых сетей и систем теплоиспользования и управления ими. Здесь производится измерение параметров теплоносителя – давлений, температур, а иногда и расходов – и регулирование отпуска теплоты на различных уровнях. От работы таких установок зависит в значительной мере надежность и экономичность систем теплоснабжения в целом.

Цель работы - расчёт теплового потребления:

- Теплоснабжение жилых районов городов и других населенных пунктов
- Определяем теплопотребление микрорайона
- Определяем теплопотребление рабочего посёлка
- Теплопотребление промышленного предприятия
- Среднечасовые нагрузки по микрорайону
- Среднечасовые нагрузки по рабочему посёлку
- Среднечасовые нагрузки по промпредприятию
- Годовые расходы теплоты для жилых и общественных зданий

© Гордеев И.Ю., 2021.

Научный руководитель: *Сущинин Андрей Александрович* – преподаватель, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

- Годовые расходы теплоты для микрорайона
- Годовые расходы теплоты для рабочего посёлка
- Годовые расходы теплоты для промышленных предприятий
- Годовой расход теплоты промпредприятия на отопление
- Годовой расход теплоты промпредприятия на вентиляцию
- Годовой расход теплоты промпредприятия на технологические нужды
- Годовой расход теплоты промпредприятия на технологические нужды
- Построение графиков температур при центральном регулировании систем теплоснабжения по отопительной нагрузке
- Расчёт скорректированного температурного графика

Исходные данные к проекту:

Географический район расположения объектов теплоснабжения: г. Диксон Красноярский край.

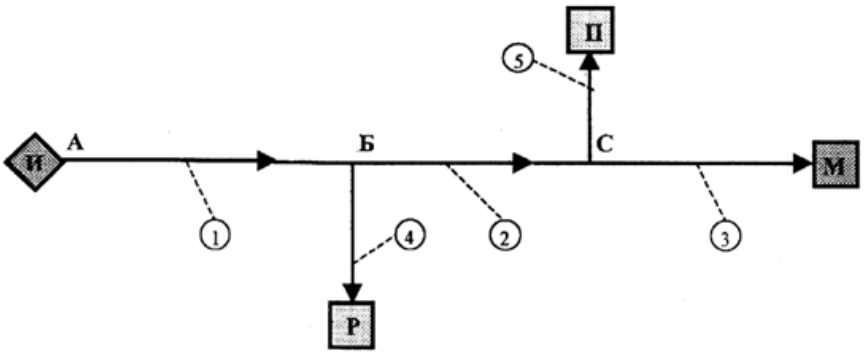


Рис. 1. Генплан (схема) района теплоснабжения

Генплан (схема) района теплоснабжения:
И – Источник теплоснабжения;
П – Промышленное предприятие;
Р – Рабочий поселок;
М – Микрорайон.
Тип системы теплоснабжения: открытая
Вид и параметры теплоносителя: $\tau_1 = 150$ °С; $\tau_2 = 70$ °С
Число жителей на объектах теплоснабжения:
в микрорайоне 19000
в рабочем поселке 2800
Тепловые нагрузки на промпредприятии:
на технологические нужды, $Q_т$, 21 МВт.
на отопление, $Q_о$, 41 МВт.
на вентиляцию, $Q_в$, 40 МВт.
на горячее водоснабжение, $Q_{гв}$, 9 МВт.
Длины участков, L, м:
АВ = 4200 м.
ВС = 1600 м.
СП = 3100 м.
ВР = 2500 м.
СМ = 1500 м.
Высоты зданий, h, м:
в микрорайоне 19 м.
в рабочем поселке 16 м.
на промпредприятии 27 м.
Направление и величина уклона местности, i, м/км на участках:

АВ	i = 2,2 м/км; От к
ВС	i = 1,4 м/км; От п
СП	i = 2,4 м/км; От к
ВР	i = 2,6 м/км; От п
СМ	i = 1,8 м/км; От п

Расчёт теплового потребления

Тепловые потоки при отсутствии проектов отопления, вентиляции и горячего водоснабжения определяются в соответствии с нормами проектирования тепловых сетей.

1.1 Теплоснабжение жилых районов городов и других населенных пунктов

Максимальный тепловой поток, МВт, на отопление жилых и общественных зданий определяется по формуле, представленной ниже:

$$Q_0' = q_0 \cdot A \cdot (1 + h_1) \cdot 10^{-6}$$

где

q_0–укрупнённый показатель максимального теплового потока на отопление жилых зданий 1 м^2 общей площади, принимаемый по рекомендуемому приложению 2 [1], Вт;

А –общая площадь жилых зданий, м^2;

h_1 –коэффициент, учитывающий тепловой поток на отопление общественных зданий, при отсутствии данных следует принимать равным 0,25;

Общая площадь жилых зданий А, м^2, определяется по формуле представленной ниже:

$$A = f \cdot h$$

где

f –норма общей жилой пощади на 1 чел., для первой стадии проектирования f=9 м^2/чел.

Максимальный тепловой поток, МВт, на вентиляцию общественных зданий определяется по формуле:

$$Q_в'' = k_1 \cdot k_2 \cdot q_0 \cdot A \cdot 10^{-6},$$

где

k_2 –коэффициент, учитывающий тепловой поток на вентиляцию общественных зданий; при отсутствии данных следует принимать равным: для общественных зданий построенных до 1985 г. – 0,4; после 1985 г. – 0,6.

Средний тепловой поток, МВт, на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_{гвс}^{з} = \frac{1{,}2 \cdot m \cdot (a + b) \cdot (55 - t_x)}{24 \cdot 3{,}6} \cdot c \cdot 10^{-6}$$

где

m –число человек;

a –норма расхода воды на горячее водоснабжение при температуре 55 ^{0}С на одного человека в сутки, проживающего в здании с горячим водоснабжением, принимаемая в зависимости от степени комфортности зданий в соответствии со СНиП 2. 04. 01- 85, или приложением 4 [1], л;

b –норма расхода воды на горячее водоснабжение, потребляемой в общественных зданиях, при температуре 55 ^{0}С, принимаемая в размере 25 л/сут на человека;

t_x –температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период (при отсутствии данных принимается равной 5 ^{0}С);

c –удельная теплоёмкость воды, принимаем в расчётах равной 4,187 кДж/(кг·^{0}С);

Максимальный тепловой поток, МВт, на ГВС жилых и общественных зданий определяется по формуле:

$$Q_{гвс}^{max} = 2{,}4 \cdot Q_{гвс}^{з}$$

Средний тепловой поток на отопление, МВт, определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_0^{ср} = Q_0'' \cdot \frac{t_в - t_0^{ср}}{t_в - t_{ро}}$$

то же на вентиляцию, МВт, определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_в^{ср} = Q_в'' \cdot \frac{t_в - t_0^{ср}}{t_в - t_{ро}}$$

где

$t_в$ –средняя температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, принимаемая для жилых и общественных зданий равной 18 ^{0}C, для производственных зданий 16 ^{0}C;

$t_0^{ср}$ – средняя температура наружного воздуха за период со среднесуточной температурой воздуха 8 ^{0}C и менее (отопительный период), ^{0}C;

$t_{ро}$–расчётная температура наружного воздуха для проектирования отопления, ^{0}C.

Средний тепловой поток, МВт, на ГВС в неотопительный период определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_{гвс}^{л} = Q_{гвс}^{з} \cdot \frac{55 - t_x^{л}}{55 - t_x} \cdot \beta \cdot 10^{-6}$$

где

$t_x^{л}$ –температура холодной (водопроводной) воды в неотопительный период (при отсутствии данных принимается равной 15 ^{0}C).

β –коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на ГВС в неотопительный период по отношению к отопительному периоду. Принимается при отсутствии данных для жилищно-коммунального сектора равным 0,8 (для курортных и южных городов β=1,5), для предприятий – 1,0.

1.1.1 Определяем теплопотребление микрорайона

На отопление определяется по формуле представленной ниже:

$$A = 12 \cdot 19000 = 288000; \quad м^2$$

$$Q_0' = 96 \cdot 288000 \cdot (1 + 0{,}25) \cdot 10^{-6} = 34{,}56; \quad МВт$$

На вентиляцию определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_в'' = 0{,}25 \cdot 0{,}6 \cdot 96 \cdot 288000 \cdot 10^{-6} = 4{,}15; \quad МВт$$

На ГВС зимнее определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_{гвс}^{з} = \frac{1{,}2 \cdot 19000 \cdot (120 + 25) \cdot (55 - 5)}{24 \cdot 3{,}6} \cdot 4.187 \cdot 10^{-6} = 8{,}01; \quad МВт$$

На ГВС летнее определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_{гвс}^{л} = 8{,}01 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0{,}8 = 5{,}13; \quad МВт$$

1.1.2 Определяем теплопотребление рабочего посёлка

На отопление определяется по формуле представленной ниже:

$$A = 12 \cdot 2800 = 33600; \quad м^2$$

$$Q_0' = 96 \cdot 33600 \cdot (1 + 0{,}25) \cdot 10^{-6} = 4{,}03; \quad МВт$$

На вентиляцию определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_в'' = 0{,}25 \cdot 0{,}6 \cdot 96 \cdot 33600 \cdot 10^{-6} = 0{,}48; \quad МВт$$

На ГВС зимнее определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_{гвс}^{з} = \frac{1{,}2 \cdot 2800 \cdot (120 + 25) \cdot (55 - 5)}{24 \cdot 3{,}6} \cdot 4.187 \cdot 10^{-6} = 11{,}81; \quad МВт$$

На ГВС летнее определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_{гвс}^{л} = 11{,}81 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0{,}8 = 7{,}6; \quad МВт$$

1.1.3 Теплопотребление промышленного предприятия

Теплопотребление промпредприятий определяется по типовым проектам, или по укрупнённым ведомственным нормам. В курсовом проекте расчетные тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение (зимнее) и технологические нужды приводятся в задании.

Определяем расчётные тепловые нагрузки на ГВС (летнее) по формуле представленной ниже:

$$Q_{гвс}^{л} = 9 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 1 = 7{,}2; \quad МВт$$

Таблица 1

Расчётные нагрузки

	Q'_0	$Q''_в$	$Q_{гвс}$		$Q_{тех}$	$\Sigma Q_{оп}$	$\Sigma Q_{пп}$
			$Q^з_{гвс}$	$Q^д_{гвс}$			
Микрорайон	34,56	4,15	8,01	5,13	—	46,72	5,13
Рабочий посёлок	4,03	0,48	11,81	7,6	—	16,32	7,6
Промпредприятие	41	40	9	7,2	21	111	28,2
$\Sigma Q_{оп}$	79,59	44,63	28,82	—	21	174,04	—
$\Sigma Q_{пп}$	—	—	—	19,93	21	—	40,93

1.1.4 Среднечасовые нагрузки по микрорайону

На отопление определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_0^{ср} = 31{,}9 \cdot \frac{20-(-8{,}5)}{20-(-36)} = 16{,}23 \quad MBm$$

На вентиляцию определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_в^{ср} = 3{,}83 \cdot \frac{20-(-8{,}5)}{20-(-36)} = 1{,}95; \quad MBm$$

1.1.5 Среднечасовые нагрузки по рабочему посёлку

На отопление определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_0^{ср} = 21{,}26 \cdot \frac{20-(-8{,}5)}{20-(-36)} = 10{,}3; \quad MBm$$

На вентиляцию определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_в^{ср} = 2{,}55 \cdot \frac{20-(-8{,}5)}{20-(-36)} = 1{,}298; \quad MBm$$

1.1.6 Среднечасовые нагрузки по промпедприятию

На отопление определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_0^{ср} = 22 \cdot \frac{16-(-8{,}5)}{16-(-36)} = 10{,}37; \quad MBm$$

На вентиляцию определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_в^{ср} = 37 \cdot \frac{16-(-8{,}5)}{16-(-36)} = 17{,}43; \quad MBm$$

Таблица 2

Среднечасовые нагрузки

	$Q^{ср}_о$	$Q^{ср}_в$	$Q_{тех}$	$\Sigma Q_{оп}$
Микрорайон	16,23	1,95	—	18,18
Рабочий посёлок	10,3	1,298	—	11,598
Промпредприятие	10,37	17,43	21	48,8
$\Sigma Q_{оп}$	36,9	20,678	21	78,578

1.2Годовые расходы теплоты для жилых и общественных зданий

Указанные тепловые нагрузки определяются по следующим зависимостям:

а) на отопление определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_o^{год} = 24 \cdot n_0 \cdot Q_o^{ср};$$

б) на вентиляцию определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_в^{год} = z \cdot n_0 \cdot Q_в^{ср};$$

где

n_0 -продолжительность отопительного периода, сут.;

z –усреднённое за отопительный период число часов работы вентиляции в течение суток (при отсутствии данных рекомендуется принять z=16 ч).

в) на горячее водоснабжение определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_{гвс}^{год} = Q_{гвс}^{з} \cdot n_0 \cdot 24 + Q_{гвс}^{л} \cdot \left(n_г - n_о \cdot 24\right),$$

где

$n_г$ –длительность работы системы ГВС, ч/год, обычно $n_г$=8400ч/год.

1.2.1 Годовые расходы теплоты для микрорайона

а) на отопление определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_o^{год} = 24 \cdot 240 \cdot 16{,}23 = 93484{,}8; \quad МВт$$

б) на вентиляцию определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_в^{год} = 16 \cdot 240 \cdot 1{,}95 = 7488; \quad МВт$$

в) на горячее водоснабжение определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_{гвс}^{год} = 10{,}19 \cdot 240 \cdot 24 + 6{,}5 \cdot \left(8400 - 240 \cdot 24\right) = 75854{,}4; \quad МВт$$

1.2.2 Годовые расходы теплоты для рабочего посёлка

а) на отопление определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_o^{год} = 24 \cdot 240 \cdot 10{,}3 = 59328; \quad МВт$$

б) на вентиляцию определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_в^{год} = 16 \cdot 240 \cdot 1{,}298 = 4984{,}32; \quad МВт$$

в) на горячее водоснабжение определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_{гвс}^{год} = 6{,}7 \cdot 240 \cdot 24 + 4{,}29 \cdot \left(8400 - 240 \cdot 24\right) = 49917{,}6; \quad МВт$$

1.3 Годовые расходы теплоты для промышленных предприятий

Годовые расходы теплоты, МВт ·ч, для промышленных предприятий определяются по формулам представленным ниже:

а) на отопление определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_o^{год} = Q_o^{ср} \cdot \left[\left(n_0 - n_д\right) + n_д \cdot \frac{t_{вд} - t_0^{ср}}{t_в - t_o^{ср}}\right]$$

где

$Q_o^{ср}$ -средний расход теплоты за отопительный период, Вт,

$t_{вд}$ -температура внутреннего воздуха при работе дежурного отопления, ^{0}С, принимаемая в расчётах равной 5 ^{0}С;

$n_д$ -длительность работы дежурного отопления, ч/год.

Годовые расходы теплоты предприятия должны определяться по числу дней их работы в году, количество смен в сутки и с учётом суточных, годовых режимов теплопотребления предприятия.

При двухсменной работе предприятия число часов работы дежурного отопления вычисляются по формуле представленной ниже:

$$n_д = 24 \cdot n_o - n_P \ ,$$

где

$n_р$ -число часов работы основного отопления за отопительный период, час, пересчитывается по формуле:

$$n_p = \left(n_O - 2 \cdot \frac{n_O}{7}\right) \cdot 16;$$

б) на вентиляцию определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_в^{год} = Q_в'' \cdot \left[n_в + \frac{t_в - t_н^{ср.в}}{t_в - t_{рв}}\left(n_o - n_в\right)\right] \cdot \left[1 - \frac{n_д}{n_o}\right];$$

где

$Q_в''$ -расчётный расход теплоты на вентиляцию, МВт;

$n_в$ -продолжительность отопительного периода с температурой наружного воздуха $t_н < t_{рв}$, час;

$t_{рв}$ -расчётная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции, ^{0}С.

в) на технологические нужды определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_т^{год} = Q_т \cdot n_г \ ,$$

где

$Q_т$ -расход теплоты на технологические нужды, МВт; (по заданию);
$n_г$ -число часов работы предприятия в году.
При двухсменной работе предприятия определяется по формуле представленной ниже:

$$n_г = \left(365 - \frac{365}{7} \cdot 2\right) \cdot 16 = 4171\ ч$$

1.3.1 Годовой расход теплоты промпредприятия на отопление
Число часов работы основного отопления за отопительный период определяется по формуле представленной ниже:

$$n_p = \left(240 - 2 \cdot \frac{240}{7}\right) \cdot 16 = 2742{,}86; \quad час$$

Длительность работы дежурного отопления определяется по формуле представленной ниже:

$$n_д = 24 \cdot 240 - 2742.86 = 3017.14; \quad час$$

$$Q_o^{год} = 10.37 \cdot \left[\left(240 \cdot 24 - 3017.14\right) + 3017.14 \cdot \frac{5 + 8{,}5}{5 + 36}\right] = 38745.52 \quad МВт \cdot ч$$

1.3.2 Годовой расход теплоты промпредприятия на вентиляцию
Годовой расход теплоты промпредприятия на вентиляцию определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_в^{год} = 37 \cdot \left[454 + \frac{16 + 8{,}5}{16 + 23} \cdot \left(24 \cdot 240 - 454\right)\right] \cdot \left[1 - \frac{3017.14}{5760}\right] = 66727{,}9; \quad МВт \cdot ч$$

1.3.3 Годовой расход теплоты промпредприятия на технологические нужды
Годовой расход теплоты промпредприятия на технологические нужды определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_т^{год} = 21 \cdot 4171 = 87591 \quad МВт \cdot ч$$

1.3.4 Годовой расход теплоты промпредприятия на технологические нужды
Годовой расход теплоты промпредприятия на технологические нужды определяется по формуле представленной ниже:

$$Q_{гвс}^{год} = 8 \cdot 240 \cdot 24 + 6.4 \cdot \left(8400 - 240 \cdot 24\right) = 62976; \quad МВт$$

Таблица 3

Годовые расходы теплоты

	Q'_0	$Q''_в$	$Q_{гвс}^{год}$	$Q_{тех}$	$\Sigma Q_{оп}$
Микрорайон	93484.8	7488	75854.4	—	176827.2
Рабочий посёлок	59329	4984.32	49917.6	—	114230.92
Промпредприятие	38745.52	66727,9	62976	87591	256040,42
$\Sigma Q_{оп}$	191559.32	79200,22	188748	87591	547098,5

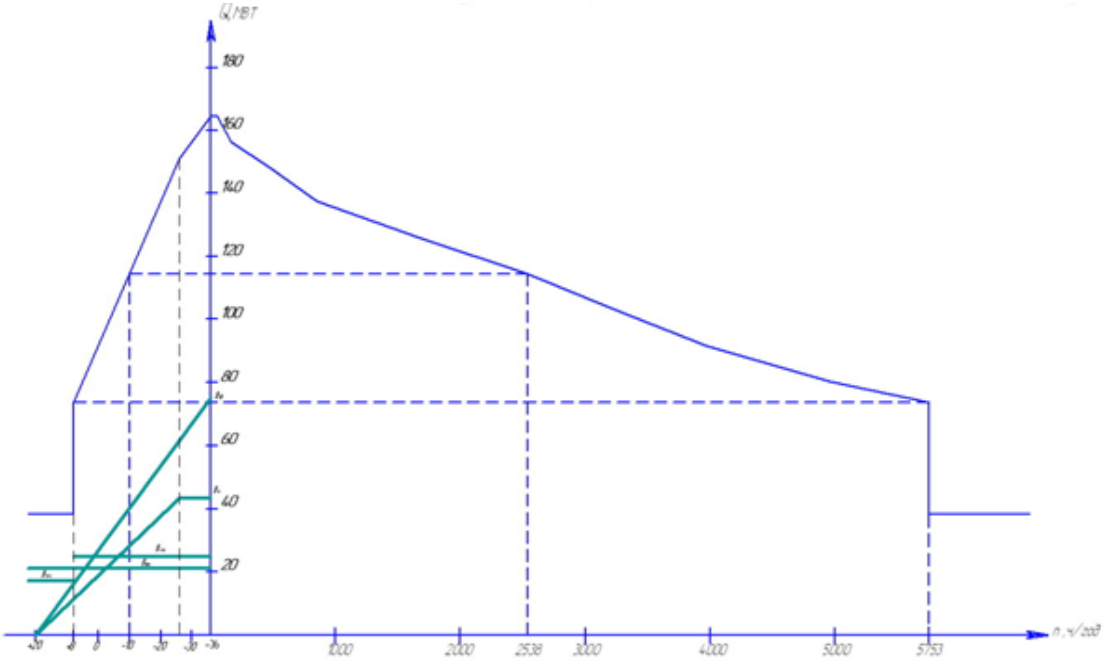


Рис. 1. Годовой расход теплоты

1.4 Построение графиков температур при центральном регулировании систем теплоснабжения по отопительной нагрузке

Температуры воды в подающем и обратном трубопроводах определяется по формуле представленной ниже:

$$\tau_{01} = t_в + \Delta t_0 \cdot \overline{Q}_0^{0,8} + \left(\delta\tau'_0 - 0{,}5\theta'\right) \cdot \overline{Q}_0 ,$$

$$\tau_{02} = \tau_{01} - \delta\tau'_0 \cdot \overline{Q}_0 = t_в + \Delta t'_0 \cdot \overline{Q}_0^{0,8} - 0{,}5 \cdot \theta' \cdot \overline{Q}_0 ,$$

где

$\delta\tau'_0$ –расчётная разность температур сетевой воды, ^{0}C,

$\Delta t'_0$ –расчётный температурный напор в нагревательном приборе, ^{0}C,

$$\Delta t'_0 = \frac{\tau'_{03} + \tau'_{02}}{2} - t_в ,$$

τ'_{03} –температура воды после смесительного устройства, ^{0}C,

θ' –расчётный перепад температур в отопительной системе, ^{0}C,

$$\theta' = \tau'_{03} - \tau'_{02} ,$$

Q'_O –относительная нагрузка,

$$Q'_0 = \frac{t_в - t_н}{t_в - t_{ро}} ,$$

$t_н$–температура наружного воздуха.

$$\delta\tau'_0 = 180 - 70 = 110 \ ^0C$$

$$\Delta t'_0 = \frac{95 + 70}{2} - 20 = 62{,}5 \ ^0C$$

$$\theta' = 95 - 70 = 25 \ ^0C$$

Расчёт параметров при $t_н$=8 ^{0}C:

$$Q'_0 = \frac{20 - 8}{20 - (-36)} = 0.214$$

$$\tau_{01} = 20 + 62{,}5 \cdot 0{,}214^{0{,}8} + (110 - 0{,}5 \cdot 25) \cdot 0{,}214 = 59{,}9\ ^0C$$

$$\tau_{02} = 62{,}5 - 110 \cdot 0{,}214 = 36{,}36\ ^0C$$

Аналогично температуры рассчитываются и при других $t_н$.

Таблица 4

Параметры для построения температурного графика

$t_н{}^0C$	τ_{01}	τ_{02}	Q_0'
8	59,9	36,36	0,214
5	67,9	38,42	0,268
0	82,2	42,93	0,357
-5	96,25	47,19	0,446
-10	113,29	52,13	0,556
-15	123,85	55,1	0,625
-20	137,35	58,81	0,714
-25	150,88	62,44	0,804
-30	164,16	65,93	0,893
-35	177,34	69,32	0,982
-36	180	70	1

Отопительно-бытовой график температур сетевой воды представлен на рисунке 1.3.

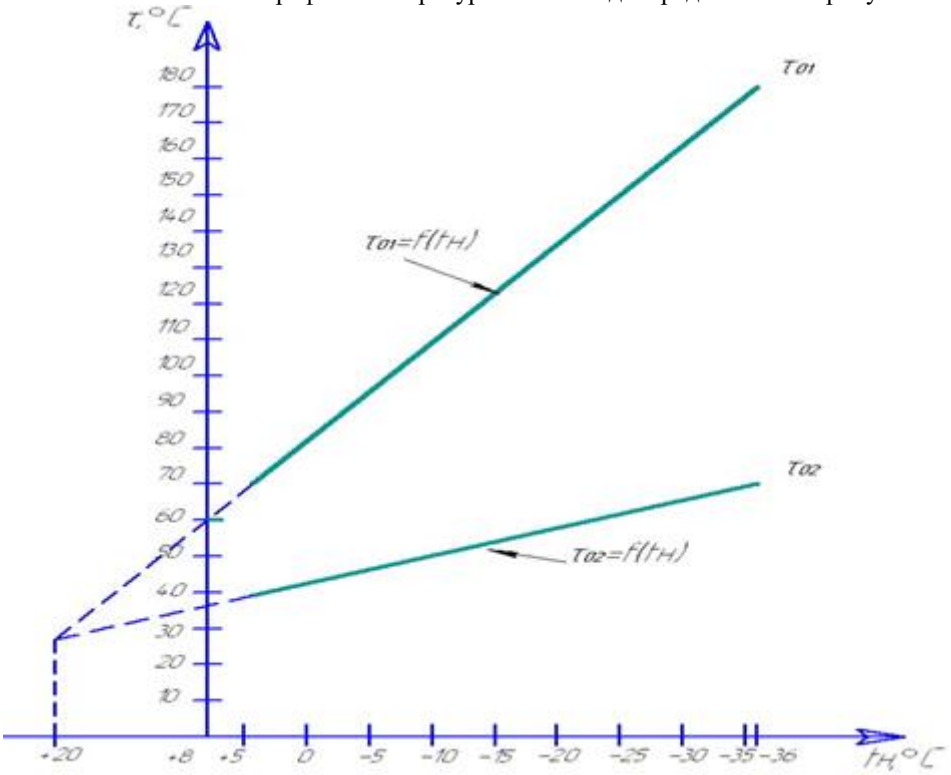


Рис. 3. Отопительно-бытовой график температур сетевой воды

1.5 Расчёт скорректированного температурного графика

Предварительно рассчитывается относительный расход воды по формуле представленной ниже:

$$\overline{Go} = \frac{1 - 0.5 \cdot \rho б \cdot \frac{\theta'}{t_г - t_x}}{1 + \frac{t_г - t_в}{t_г - t_x} \cdot \frac{\rho}{\overline{Q}o} - \frac{\Delta t'_o}{t_г - t_x} \cdot \frac{\rho}{\overline{Q}_o^{0.2}}} = \frac{1 - 0{,}5 \cdot 0{,}36 \cdot \frac{25}{60 - 5}}{1 + \frac{60 - 20}{60 - 5} \cdot \frac{0{,}36}{0{,}214} - \frac{62{,}5}{60 - 5} \cdot \frac{0{,}36}{0{,}214^{0{,}2}}} = 0{,}55$$

где $\rho^б = \frac{1{,}1 \cdot Q^з_{гвс}}{Q'_o} = \frac{1{,}1 \cdot 24{,}89}{75{,}16} = 0{,}36$

Значения температур в подающем и обратном трубопроводах определяется по формуле представленной ниже:

$$\tau_1 = t_в + \frac{\overline{Q}_o}{\overline{G}_o} * \left(\delta\tau'_o + \Delta t'_o \frac{\overline{G}_o}{\overline{Q}_o^{0.2}} - 0.5\theta' \right)$$

$$\tau_2 = t_в + \frac{\overline{Q}_o}{\overline{G}_o} * \left(\Delta t'_o \frac{\overline{G}_o}{\overline{Q}_o^{0.2}} - 0.5\theta' \right)$$

Расчет сведем в таблицу.1.5.

Таблица 5.

Значения температур в подающем и обратном трубопроводах

Температура наружного воздуха	Относительный расход		Температура воды	
	Тепла $\overline{Q}_o$	Воды $\overline{G}_o$	τ_1	τ_2
+8	0,214	0,55	76	33,3
+5	0,268	0,64	83	36,6
0	0,357	0,74	94,5	41,4
-5	0,446	0,83	105,2	46
-10	0,556	0,91	118,7	51,4
-15	0,625	0,95	127,1	54,7
-20	0,714	0,99	138,1	58,7
-25	0,804	1	150,9	62,4

Скорректированный график температур сетевой воды представлен на рисунке 1.4.

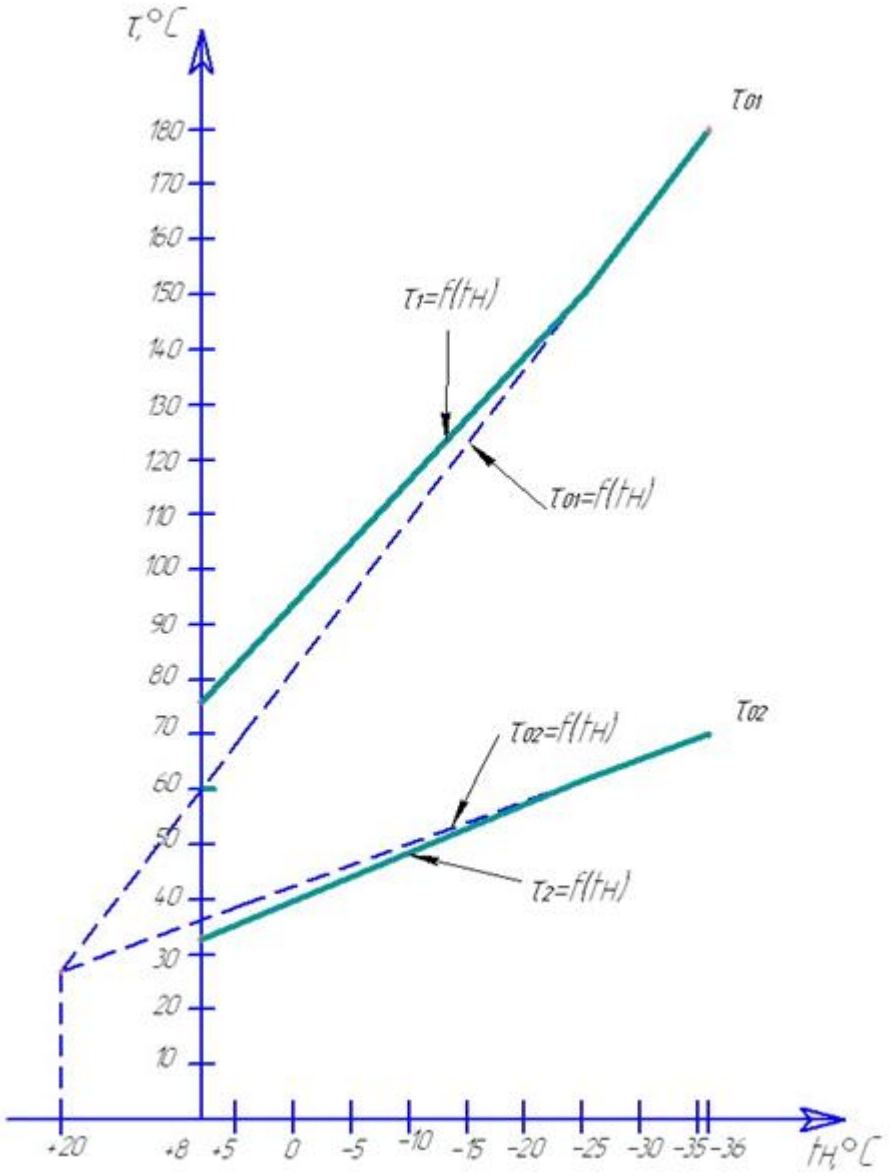


Рис. 4. Скорректированный график температур сетевой воды

Библиографический список

1.Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – 5-е изд., перераб. – М.: Энергоиздат, 1982. 360 с., ил.

2.Проектирование систем теплоснабжения: Учебное пособие для курсового проектирования. Г.В. Пак, Л.В. Сорокина. – Братск, 2011 г. – 58 с.

3.Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей. Под ред. А.А. Николаева, М.: Стройиздат, 1988.

4.Богословский В.Н. Строительная теплофизика: Учебник для вузов. — 2-е изд. — М.: Высшая школа, 1982.

5.Теплоснабжение: Учебное пособие для студентов вызов. – М.: Высш. школа, 1980. – 408 с., ил.

6.Алексеев Г.Н. Общая теплотехника: Учебное пособие для втузов. — М.: Высшая школа, 1980.

7.Сафонов А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям. М.: Энергия, 1985.

ГОРДЕЕВ ИВАН ЮРЬЕВИЧ – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

А.С. Данилова

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ СЕТЕЙ ТЕПЛО- И ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

В статье рассматриваются вопросы эксплуатации, актуального состояния сетей тепло- и газоснабжения РФ и их проблематика.

Ключевые слова: *теплоснабжение, газоснабжение, аварийность.*

В настоящее время деятельность жилищно-коммунального хозяйства сопровождается весьма большими потерями ресурсов, как потребляемых самими коммунальными предприятиями, так и предоставляемых потребителям воды, тепловой и электрической энергии.

Фактическое удельное теплопотребление в расчете на одного жителя превышает установленные нормативы в 2-3 раза [6].

Действующий в отрасли хозяйственный механизм не стимулирует снижения затрат. Тарифы, как правило, формируются по фактической себестоимости. При этом все непроизводительные расходы, связанные с процессом производства услуг, а также потерями тепла при их транспортировке, перекладываются на потребителя. В итоге имеет место завышение как тарифов, так и объемов реализации.

В то же время, предприятия не имеют ни ощутимых стимулов, ни финансовых возможностей по замене в необходимых объемах устаревшего оборудования и изношенных основных фондов. К сожалению, приходится констатировать, что износ наших основных фондов и, в первую очередь, трубопроводов тепловых сетей приближается к критическому показателю, при котором резко возрастает аварийность.

В существующем жилищном фонде района значительную долю составляют дома из сборного железобетона (дома первых массовых серий- «хрущевки»), являющиеся по проектным данным самыми энергорасточительными сооружениями. Фактические теплопотери в таких домах из-за низкого качества строительства и эксплуатации на 20-30 процентов выше проектных. Наиболее значительные теплопотери в зданиях происходят через наружные стеновые ограждения и окна. Дополнительные теплопотери вызывает также промерзание наружных ограждающих конструкций зданий.

Почти половина всех тепловых сетей в РФ имеет срок эксплуатации свыше 15 лет и значительную изношенность [6].

В основном, эксплуатируемые в теплосетях трубопроводы имеют теплоизоляцию невысокого качества, как правило, минеральную вату, теплопотери через которую составляют около 15-20 процентов.

Около 24 процентов тепловых сетей уже выработали свой ресурс. Темпы их перекладки вдвое отстают от требуемых. Высокий износ тепловых сетей влечет за собой потери теплоносителя. Потери тепла, связанные с утечками, оцениваются в 10-15 процентов.

Свыше 60% подземных теплопроводов проложены в переувлажненных грунтах [3], что при плохой гидроизоляции традиционных подземных каналов приводит к постоянному их затоплению дождевыми, талыми и грунтовыми водами, а зачастую водами водопроводных и других трубопроводов, находящихся рядом с теплотрассой. На коррозионные процессы влияет также агрессивное воздействие таких факторов, как наличие агрессивных газов в воде (кислород, окись углерода), блуждающие токи.

Это вызывает активную коррозию наружной поверхности стального трубопровода. Скорость коррозии на некоторых участках достигает величины выше 1 мм/год, что приводит к выходу из строя отдельных участков теплопроводов уже через 5-7 лет. Широко применявшаяся в советские времена технология тепло-гидроизоляции трубопроводов (отечественная минвата с наружным покрытием асбоцементной коркой по металлической сетке или стеклотканью) оказалась малоэффективной. Анализ разрывов трубопроводов теплосетей в отопительный период показывает, что наружная коррозия стальных труб является причиной 80-85% всех аварий на теплотрассах. Например, в среднем по каждому району Ярославля ежегодно фиксируется по 15-20 аварийных отключений за отопительный сезон.

Решением проблемы стало начало внедрения технологически более совершенных систем трубопроводов, в первую очередь - трубопроводов, предварительно теплогидроизолированных пенополиуретаном, обладающих уникальными характеристиками: теплопотери - 2-4%, долговечность - до 30 лет, снижение затрат на строительство по сравнению с традиционными трубопроводами - в 3 раза, эксплуатационных

© Данилова А.С., 2021.

Научный руководитель: *Карев Дмитрий Сергеевич* – преподаватель, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

расходов - в 9 раз. Так, только на балансе тепловых сетей России сегодня порядка 3000 км теплотрасс, смонтированных с применением таких труб.

К сожалению, большинство эксплуатирующих организаций, использующих в процессе строительства или реконструкции трубопроводов предварительно изолированные трубы, упускают из виду тот факт, что указанные показатели ПИ-труб могут быть достигнуты при наличии всех элементов конструкции, в число которых входит система оперативного дистанционного контроля (ОДК) состояния изоляции, которая обеспечивает диагностику трубопровода на протяжении всего времени его эксплуатации, а в случае аварии или разрыва на трассе - оперативное и точное обнаружение ее места.

Сказывается и относительная дороговизна измерительных и контрольных приборов, используемых в системах контроля, которые в состоянии приобрести далеко не каждая организация, имеющая у себя на балансе трубопроводы (пример: стоимость импульсного рефлектометра - 2-5 тыс. долларов).

В этом плане весьма интересен опыт Москвы, где функция контроля над состоянием теплотрасс возложена организациями, имеющими их на балансе, на единый центр. Последний не только собирает и анализирует информацию о состоянии трасс и определяет точные места разрывов и аварий (передавая эту информацию заказчику), но и осуществляет независимую диагностику состояния трубопроводов, контролирует качество их монтажа и т.д.

Существенные потери тепла и ресурсов происходят и при эксплуатации инженерных систем и оборудования. Многие котельные (мощностью менее 5 Гкал/час) и индивидуальные отопительные установки с теплопроизводительностью до 25 тысяч ккал/час) крайне неэкономичны по использованию топлива. Многие из них работают на твердом топливе, что требует также и больших затрат труда. Они характеризуются устаревшими конструкциями, отсутствием автоматического регулирования и средств контроля.

Во многих котельных водоподготовка не проводится либо проводится некачественно, что увеличивает расход топлива.

Практически всем теплоэнергетическим предприятиям свойственны следующие недостатки [2]:

- существенный износ всего котельного оборудования (более 80 процентов);
- низкий КПД котлов - от 50 до 55 процентов;
- преобладание встроенных (подвальных) котельных малой производительности, предназначенных для теплоснабжения одного здания;
- некачественный «температурный» график отпуска тепла для отопительных систем с недоотпуском тепла в наиболее холодные периоды года и перегревом помещений в переходные периоды года;
- предельный износ тепловых сетей и сетей горячего водоснабжения, завышенные, как минимум, вдвое потери тепла и воды в тепловых сетях;
- отсутствие средств автоматизации, учета тепла и воды на абонентских вводах;
- завышенный на 30-50 процентов расход сетевой воды, сверхнормативное потребление бытовой горячей воды, температура и качество которой не соответствуют гигиеническим нормам;
- подпитка котлов и тепловых сетей в нарушение действующих норм производится неподготовленной водопроводной водой повышенной жесткости, что обусловливает значительные отложения накипи, в первую очередь на поверхностях нагрева котлов, их перегрев и, как следствие, снижение коэффициента полезного действия и преждевременный выход из строя котельного оборудования.

Известно, что все водогрейные котлы и системы теплоснабжения питаются водой, которая, как правило, содержит растворенные соли кальция и магния, определяющие ее жесткость.

При питании котлов и систем теплоснабжения «жесткой водой» проточная часть труб довольно быстро (иногда в течение нескольких дней) покрывается плотной коркой накипи. Накипь, даже при малой ее толщине, резко снижает передачу тепла и ведет к увеличению расхода топлива (от 25 до 50 процентов).

С целью предотвращения образования накипи на внутренних поверхностях трубопроводов в котлах и тепловых сетях в системе теплового хозяйства области применяются установки стабилизационной обработки подпиточной воды путем ввода в нее комплексонатов.

Несмотря на признание энерго-ресурсосбережения одним из главных приоритетов реформы ЖКХ, практическая реализация этого процесса сдерживается рядом нерешенных проблем. Основной вывод, который может и должен быть сделан из анализа состояния и прогноза теплоснабжения, состоит в том, что необходимы целостная государственная концепция и программа, а также законодательные акты, которые должны определить и утвердить основные направления действий и нормативно-правовую базу развития теплоснабжения и теплофикации на федеральном и региональном уровнях

Таким образом, аварийность на теплосетях в ближайшие 5- 10 лет будет увеличиваться, и пропорционально будут повышаться эксплуатационные расходы эксплуатирующих организаций, что однозначно приведет к соответствующему росту тарифов на теплоснабжение.

Безусловно, газораспределительные сети также не являются идеальными с точки зрения аварийности. Например, по г. Санкт- Петербургу и Ленинградской области за период с 2008 по 2012 год [5] произошло порядка 30 аварий (при этом на теплосетях – порядка тысячи), из них 3 крупные аварии на магистральных газопроводах высокого давления со взрывами и пожарами, а 4 аварии произошли на районных ГРП, в результате которых возникло более 40 пожаров у потребителей, с пострадавшими и погибшими.

Распределительные системы газоснабжения (РСГ) относятся к числу опасных технологических объектов. Принятие обоснованных решений по повышению безопасности и надежности РСГ должно опираться на анализ текущего состояния аварийности распределительных газопроводов, систематизацию и математическую обработку информации по авариям и инцидентам. Этой области уделялось недостаточное внимание по многим причинам (в частности, из-за имевшей место ведомственной разобщенности газораспределительных организаций (ГРО)).

Проблема безопасности и надежности распределительных систем газоснабжения (РСГ) становится более острой в связи с реализацией масштабной программы газификации городов и населенных пунктов, повышением доли населения в потреблении природного газа, а также выходом из строя оборудования, исчерпавшего технический ресурс. Аварии на объектах РСГ зачастую приводят к травматизму и жертвам среди персонала и населения, разрушению зданий и сооружений, ущербам у эксплуатирующих организаций и потребителей.

Разработка систематизированного подхода к проблеме аварийности и безопасности РСГ, учитывающего специфику условий эксплуатации и характер аварий на объектах распределительных систем, проводилась с использованием математических и структурных методов анализа данных. Характеристики аварийности оценивались с помощью рекомендаций математической статистики по материалу, собранному за несколько лет наблюдений.

Проводимые исследования [1, 5] имели следующие цели:

- определение основных причин аварийности – совокупности факторов риска – и их влияния на аварийность, оценка показателей аварийности и их динамики для контроля аварийности, своевременного принятия экономически обоснованных технических решений, в том числе по ремонту и реконструкции сетей, а также по обеспечению бесперебойных поставок газа потребителям или переводу потребителей на резервные виды топлива;

- промышленной безопасности и для выявления факторов риска, приводящих к возникновению опасных для жизни и здоровья людей ситуаций.

Отметим, что подобные исследования проводились для опасных производственных объектов многих отраслей промышленности, в том числе газовой, по системе магистрального транспорта. Однако использованные там методики и полученные результаты нельзя переносить на РСГ, поскольку условия эксплуатации, факторы риска и характер аварий на объектах систем распределения и магистрального транспорта газа существенно различаются. Так, определяющее влияние на аварийность магистральных газопроводов оказывают: дефекты труб, стресс-коррозия (вызывающая в последнее время до двух третей аварий), образование усталостных трещин, антропогенные воздействия и др. Последующий выброс большой массы газа под высоким давлением может сопровождаться взрывом, пожаром, захватывающим значительную территорию и представляющим серьезную опасность для жизни людей, окружающей среды, имущества.

Избыточное давление в распределительных газопроводах существенно меньше, чем в магистральных, и для них характерны иные факторы риска и источники опасности. Параметр потока отказов на РСГ выше, а превалирующими факторами риска являются антропогенные воздействия, инициирующие более 50% всех аварий и инцидентов. И это вполне естественно, т.к. около 70% протяженности газопроводов приходится на населенные пункты и города. С другой стороны, газораспределительные системы представляют собой высокую опасность для населения из-за того, что находятся в непосредственной близости к жилым и производственным зданиям.

Анализ аварийности газовых хозяйств проводился на основе информации об авариях и инцидентах, произошедших за несколько лет в 60 газовых хозяйствах городского, районного, областного и регионального уровней [37]. Статистической обработке подвергались данные примерно по 3000 авариям и инцидентам на наружных газопроводах.

Так, первопричиной коррозионного поражения часто служило низкое качество проведения строительно-монтажных работ. Качество обслуживания распределительных пунктов, а также внешние воздействия на газопроводы существенно влияли на отказы оборудования. Наличие связи между факторами риска необходимо учитывать, чтобы правильно определить причины возникновения инцидентов и наметить соответствующие мероприятия, а также, чтобы избежать дублирования информации при последующих расчетах характеристик аварийности ГРО.

Объекты РСГ и магистрального транспорта газа существенно различаются по причинам аварийности и по интенсивностям отказов. Удельный параметр потока отказов на РСГ более чем на порядок выше – среднее значение ω по трубопроводам РСГ равно 5,5 отказов на тыс. км в год.

Среднее значение по наружным трубопроводам РСГ равно 5,5 отказа на тыс. км в год, по подземным – 5,04.

Основными причинами аварий и инцидентов являются:

- на надземных газопроводах – антропогенные воздействия (80%);
- на подземных стальных трубопроводах – наружная коррозия (48%) и антропогенные воздействия (43%);
- на газорегуляторных пунктах – антропогенные воздействия, природные воздействия, качество технического обслуживания, нарушение правил эксплуатации.

Было выявлено, что при сроке эксплуатации, меньшем 15 лет, коррозионные воздействия проявляются достаточно редко, интенсивность отказов подземных металлических газопроводов из-за коррозии мала. С увеличением срока роль условий эксплуатации существенно увеличивается: у некоторых ГРО все еще продолжается этот период - можно отнести к нормальной эксплуатации, но у других – с очень неблагоприятными условиями эксплуатации – начинается период старения ТП.

Практически при любых условиях предельный срок нормальной эксплуатации составляет около 30 лет. Исключением могут являться очень благоприятные условия эксплуатации, т.е. отсутствие коррозионно активных грунтов, высокий уровень электрохимической защиты ТП, качественное обслуживание.

Аварийность полиэтиленовых газопроводов в среднем в 7 раз ниже, чем стальных: около 3 инцидентов на 4000 км. Основной причиной является неподверженность полиэтилена коррозии, а также (из-за подземного заложения) малое влияние антропогенных воздействий – наездов автотранспорта и воздействия посторонних лиц.

Таблица 1.

Направления использования показателей аварийности и риска при проектировании и эксплуатации РСГ

При эксплуатации	При проектировании
1. Использование интегрированных показателей аварийности и риска для сопоставления (ранжирования) - деятельности предприятий (ГРО); - деятельности подразделений одного предприятия; - технического состояния предприятия в целом и технологических объектов (фрагментов структуры) одного предприятия.	1. Сопоставление вариантов проекта по интегрированному показателю риска (по фактору, который не отражает стоимость сооружения объекта).
2. Планирование предупредительных ремонтов (ежегодное и среднесрочное), распределение средств на ремонты между предприятиями холдинга и подразделениями (или объектами) одного предприятия.	2. Корректировка вариантов проекта в сторону уменьшения показателей риска (ведущая, как правило, к удорожанию строительства).
3. То же самое при реконструкции газораспределительной системы.	3.Обоснование (с целью уменьшения риска) нестандартных проектных решений.
4. То же самое при планировании затрат на поддержание безопасности.	4. Выбор структуры РСГ и направления трасс с учетом критериев риска.
5. Использование показателей аварийности и риска как меры для обоснования эксплуатационных затрат.	5. Построение комплексных критериев выбора проектных решений, учитывающих показатели стоимости и безопасности.
6. Обоснование страховых сумм при технологическом и экологическом страховании.	6. Выбор средств и способов контроля за состоянием.
7. Обоснование программ по повышению безопасности.	7. Выбор средств и способов информационного взаимодействия между подразделениями ГРО, а также средств и способов оповещения населения о потенциальной опасности.
8. Выявление наиболее опасных мест системы и их учет при разработке программ технического и экологического мониторинга РСГ	

Надежность и безопасность РСГ определяются решениями, принятыми на этапе проектирования, качеством их реализации на этапе строительства, организацией обслуживания и ремонтов на этапе эксплуатации.

Основными критериями выбора служат экономические, однако критерии надежности и безопасности необходимо также принимать во внимание. Высокий уровень надежности и безопасности требует повышения затрат, но тем не менее должен обеспечиваться проектом. Найти компромисс между этими требованиями позволяет наличие достоверной информации по аварийности и ущербам на объектах РСГ и проведение всестороннего статистического анализа полученной совокупности данных.

Несмотря на разнородность информации (а в ряде случаев её невысокую достоверность) статистический анализ и обработка данных позволяют получить комплексную оценку промышленной безопасности предприятия и надежности снабжения потребителей, выявить узкие места и проводить мониторинг состояния газового хозяйства в целом и в отдельных ГРО, сопоставляя их по уровню надежности и промышленной безопасности.

Библиографический список

1.Безопасность России. Безопасность трубопроводного транспорта - М.: МГФ Знание, 2002

2.Жила В.Ф., Маркевич Ю.Д. Анализ перспективных систем теплоснабжения // Мир климата, №4/2010

3.Зайцев А.Р. Пути снижения аварийности на теплотрассах и инженерных сетях предприятий // Строительство и недвижимость (Минск), №6/2009

4.Ионин А.А. Газоснабжение. – М.: Стройиздат, 1989

5.Карасевич А.М., Сухарев М.Г., и др. Анализ надежности и безопасности распределительных систем газоснабжения по статистическим данным / Обз. инф. - М.: ООО «Газпром медиа», 2009

6.Михайлов В.П. Анализ причин снижения ресурса тепловых сетей // Вестник Минстроя РФ (Юг), №1/2006

ДАНИЛОВА АННА СЕРГЕЕВНА – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

Л.А. Еремеева

АНАЛИЗ ПРАКТИКИ ПРИМЕНЕНИЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ ДОКУМЕНТОВ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ К СЕТЯМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

В работе рассмотрен необходимый минимум документов, позволяющий газораспределяющей организации сделать заключение о готовности объекта к подключению (технологическому присоединению) к сетям газораспределения на примере подключения жилых домов к сетям газораспределения АО «Мособлгаз» в случаях, когда заявитель полностью принимает ответственность за создание сети газопотребления в границах своего земельного участка и не пользуется услугами подрядных организаций, а также описан законный порядок работы газораспределительной организации с такими заявителями.

Ключевые слова: *газораспределение, подключение, правила, нормативная база.*

В настоящее время подключение жилых домов к сетям газораспределения Московской области осуществляется в соответствии с Правилами подключения (технологического присоединения) объектов капитального строительства к сетям газораспределения, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.12.2013 года № 1314 (далее – Правила подключения).

Указанные правила значительно упрощают процедуру подключения к сетям газораспределения, разделяя ответственность газораспределяющей организации и заявителя, устанавливают порядок подачи заявки на подключение (технологическое присоединение), определения технической возможности подключения, выдачи технических условий, заключения и исполнения договора о подключении (технологическом присоединении).

Правилами определяется порядок подключения (технологического присоединения) к сетям газораспределения проектируемых, строящихся реконструируемых и построенных, но до настоящего времени не подключенных к сетям газораспределения объектов капитального строительства.

Правила подключения вступили в силу с 01.03.2014 года и установили понятие «точка подключения» – место соединения сети исполнителя (газораспределения) с сетью заявителя (сеть газопотребления или газораспределения).

Правилами подключения предусмотрена имущественная и эксплуатационная ответственность заявителя в границах земельного участка заявителя, балансовая и эксплуатационная ответственность газораспределяющей организации до границ земельных участков заявителей.

Это положение Правил подключений, изложенное в п. 88, а также сам упрощенный порядок подключения (технологического присоединения) позволяет заявителям допускать возможность и предпринимать попытки выполнять работы по созданию сети газопотребления внутри границ своих земельных участком без привлечения подрядных организаций, без оформления соответствующих документов (исполнительно-технической документации в соответствии с требованиями газораспределяющих организаций).

Газораспределяющая организация обязана в соответствии с п. 98 Правил подключения осуществлять мониторинг выполнения заявителем технических условий о присоединении и оформлять с заявителем акт о готовности сетей газопотребления и газоиспользующего оборудования объекта капитального строительства к подключению (технологическому присоединению) по типовой форме.

Необходимость выполнения проектно-изыскательских работ при подключении жилых домов к сетям газораспределения

В соответствии с договором о подключении (технологическом присоединении), форма которого утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 15 июня 2017 г. № 713 «Об утверждении типовых форм документов, необходимых для подключения (технологического присоединения) объектов капитального строительства к сети газораспределения, и о внесении изменений в Правила подключения (технологического присоединения) объектов капитального строительства к сетям газораспределения» в обязанности заявителя по выполнению технических условий входит:

© Еремеева Л.А., 2021.

Научный руководитель: *Суворова Ольга Павловна* – преподаватель, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

- осуществить мероприятия по обеспечению готовности объекта капитального строительства к подключению (технологическому присоединению) в пределах границ принадлежащего ему земельного участка;

- разработать на основании технических условий проектную документацию (в случае, предусмотренном законодательством Российской Федерации) о создании сети газопотребления от точки (точек) подключения (технологического присоединения) до газоиспользующего оборудования (информацию о точках подключения направляет исполнитель);

- представить исполнителю 1 экземпляр раздела утвержденной в установленном порядке проектной документации, который включает в себя сведения об инженерном оборудовании, о сетях газопотребления, перечень инженерно-технических мероприятий и содержание технологических решений (представляется в случае, если разработка проектной документации заявителем предусмотрена законодательством Российской Федерации);

- в случае внесения изменений в проектную документацию, влекущих изменение указанного в настоящем договоре максимального часового расхода газа, в срок, определенный сторонами, направить исполнителю предложение о внесении соответствующих изменений в настоящий договор (изменение заявленного максимального часового расхода газа не может превышать величину, указанную в технических условиях);

- обеспечить создание сети газопотребления на принадлежащем заявителю земельном участке от точки (точек) подключения (технологического присоединения) до газоиспользующего оборудования;

- представить исполнителю документ о согласовании собственником земельного участка строительства объектов сетей инженерно-технического обеспечения для подключения объекта капитального строительства заявителя, расположенного на земельном участке, находящемся в собственности третьих лиц;

- уведомить исполнителя о выполнении технических условий после выполнения мероприятий по технологическому присоединению в пределах границ участка заявителя, предусмотренных техническими условиями;

- обеспечить исполнителю доступ к объектам капитального строительства для проверки выполнения технических условий и готовности сетей газопотребления и газоиспользующего оборудования к подключению и пуску газа в согласованные с исполнителем сроки, но не позднее дня подключения;

- внести плату за подключение (технологическое присоединение) в размере и сроки, которые установлены настоящим договором;

- подписать акт о готовности сетей в день его составления исполнителем.

При этом нормами Градостроительного кодекса (п. 3 ст. 48) осуществление подготовки проектной документации не требуется при строительстве, реконструкции объекта индивидуального жилищного строительства. Учитывая, что проектная документация на объект строительства не разрабатывается, не требуется и разработка проектной документации на сети инженерно-технического обеспечения объекта, находящиеся в границах земельного участка потребителя.[1]

Необходимость разработки проектной документации могла бы быть обязательна положениями Технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления, утвержденного поставленеием Правительства РФ от 29.10.2010 №870 в части того, что сеть газопотребления объекта капитального строительства является линейным объектом, однако, п. 4 Технического регламента предусмотрено, что положения Технического регламента не распространяются на сеть газопотребления жилых зданий (а значит и на наружные (газопроводы-вводы) и внутренние газопроводы газопроводы внутри границ участка заявителя.[2]

Таким образом обозначение в договоре и технических условиях необходимости разработки проектной документации на систему газоснабения в границах земельного участка заявителя является навязыванием излишних условий со стороны газораспределительной организации при осуществлении технологического присоединения объектов индивидуального жилищного строительства к газораспределительным сетям и является нарушением Правил подключения.

Необходимо отметить, что законодательство в сфере газоснабжения находится в стадии реформирования и некоторые вопросы остаются неурегулированными, заявитель вправе по собственной инициативе обеспечить подготовку проектной документации и задача газораспределительной организации выстроить работу с заказчиком таким образом, чтобы донести до него не рекомендательный характер выполнения этих работ, а необходимость выполнения проекта силами подрядной организации.

[1] https://kkconstanta.com/ данная позиция также поддерживается письмами Ростехнадзора от 20.04.2017 №00-06-04/1039 и Минстроя России от 20.03.2017 № 8652-АГ/08.

[2] Приказ Ростехнадзора от 17.12.2013 №613

Решение Федеральной Антимонопольной Службы РФ в данном случае обязывает ГРО допускать невыполнение разработки проектной документации, а, следовательно, последующего создания сети газопотребления со следующими рисками:

- не к любому участку газопровода может быть обеспечен беспрепятственный доступ, газопроводы и оборудование могуть быть спрятаны в стены за временными или постоянными конструкциями;
- на газопроводе могут быть не предусмотрены запорные клапаны или контрольные проводники, с помощью которых можно проверить загазованность помещений в случае, если никак иначе в эти помещения не попасть;
- проектная документация (эскиз никак не согласовывается с газораспределительной организацией, не проверяется соблюдения требований НПБ и СП).

Доводами газораспределительной организации в таком случае являются:

- проектирование газоснабжения – это сложные инженерные работы, включающие в себя не только проектную деятельность, но и подготовку проектной документации, с учетом требований, особенностей объекта и территории, условий прокладки газопроводов;
- подобные изыскания невозможно выполнить самостоятельно, требуется уровень квалификации и допуска для проектирования;
- проект газификации – это схема монтажа, при составлении которой необходимо учесть все актуальные законодательные нормы, направленные, в первую очередь, на безопасность;
- поставщик, газораспределительная организация и потребитель несут ответственность за техническое состояние объектов газоснабжения;

Также необходимо отметить, что «Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации и Федеральной антимонопольной службой Российской Федерации даны разъяснения, согласно которым разработка проектной документации сетей газопотребления предусмотрена для всех без исключения объектов капитального строительства, что обусловлено необходимостью обеспечения безопасности.»[1]

Кроме того в проект включается следующий блок необходимых для дальнейшего монтажа и подключения, а также эксплуатации, данных:

- сведения из ТУ, ранее выданных собственнику;
- места подводки и подключения газа к дому;
- разводка коммуникаций внутри объекта;
- перечень работ, которые будут проводиться при подключении;
- перечень мер безопасности;
- сметы и расчеты;
- характеристики оборудования, которое будет работать с использованием природного газа.

Таким образом, проект газоснабжения – основа процесса газификации и возможность осуществить монтаж газовой системы должна наступать только после утверждения проекта газовой службой, однако, в настоящее время по результатам решений ФАС РФ газораспределительная организация не вправе обязывать заявителей осуществлять разработку проектов газоснабжения при осуществлении подключения (технологического присоединения) к сетям газораспределения индивидуальных жилых домов.[2]

Обязательный минимум исполнительно-технической документации при подключении жилых домов к сетям газораспределения.

Рассмотрим нормативно-правовые акты, строительные нормы и правила, устанавливающие требования к строительству (созданию) и обеспечению готовности сети газопотребления и газоиспользующего оборудования применительно к объекту подключения – жилому дому.

1.Градостроительный кодекс Российской Фередации (Часть в редакции, введенной в действие с 31 июля 2017 года Федеральным законом от 29 июля 2017 года.

2.Градостроительный кодекс Российской Федерации (Часть в редакции, введенной в действие с 4 августа 2018 года Федеральным законом от 3 августа 2018 года №340-ФЗ).

3.Федеральный закон 384-ФЗ. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (с изменениями на 2 июня 2013 года).

---

[1] tp.mosoblgaz.ru – письмо Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 2 июня 2015 г. N 16968-АЧ/04

[2] Минстрой РФ уже принял свод правил (СП) 402.1325800.2018, устанавливающий с 06.06.2019 года правила проектирования систем газопотребления (внутренних сетей газопотребления) одноквартирных и блокированных жилых домов, а также жилых многоквартирных зданий, в которых в качестве топлива используется природный газ по ГОСТ 5542 с давлением до 0,005 МПа включительно.. Однако, ст. 3 ГрК РФ и позицию ФАС относительно разработки проекта он не отменяет.

4.Постановление Правительства РФ от 26 декабря 2014 года №1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

5.Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и мтерррлогии Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 30 марта 2015 года №365 «Об утверждении перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30 декабря 2009 года №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

6.Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Министерства промышленности и торговли Российской Фередарции от 17 апреля 2019 года №831 «Об утверждении пересня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30 декабря 2009 года №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

7.СП 53.13330.2011 Планировка и застройка территорий садоводческих (дачных) объединений граждан, здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 30-02-97.

8.СП 55.13330.2016 Дома жилые одноквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-02-2001 (и Изменением №1)

9.СП 62.13330.2011 Газораспределительные системы. Актуализированная редация СНиП 42-01-2002.

10.Постановление Правительства РФ от 30 декабря 3013 года №1314 «Об утверждении Правил подключения (технологического присоединения) объектов капитального строительства к сетям газораспределения, а также об изменении и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации».

11.Поставновление правительства РФ от 15 июня 2017 года №713 «Об утверждении типовых форм документов, необходимых для подключения (технологического присоединения) объектов капитального строительства к сети газораспределения, и о внесении изменений в Правила подключения (технологического присоединения) объектов капитального строительства к сетям газораспределения».

12.Постановление правительства РФ от 14 мая 2013 года №410 «О мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования».

13.Федеральный закон от 21 июля 1997 года №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

В соответствии с частью 3 статьи 52 Градостроительного кодекса Российской Федерации лицо, осуществляющее строительство, обеспечивает соблюдение требований проектной документации, в случае ее разработки, технических реглмантов, техники безопасности в процессе указанных работ и несет отвественность за качества выполнения работ и их соответствие требованиям проектной документации в случае ее разработки.

В соответствии с частью 6 статьи 52 Градостроительного кодекса Российской Федерации лицо, осуществляющее строительство, также обязано обеспечивать проведение строительного контроля, ведение исполнительной документации, контроль за качеством применяемых строительных материалов.

Газораспределительной организации сделать заключение о готовности сети газопотребления и газоиспользующего оборудования Объекта путем проведения только их визуального осмотра без предоставления документов, подтверждающих строительство (создание) сети газопотребления и монтаж газоиспользующего оборудования, не представляется возможным.

Полный перечень исполнительно-технической документации, представляемой в газораспределительную организацию при сдаче сети газопотребления жилых зданий (в границах земельного участка) в эксплуатацию утвержден в АО «Мособлгаз» приказом от 07 сентября 2016 года №448 и включает в себя:

1.Проект в полном объеме (ГСН и ГСВ) с изменениями, согласованными в установленном порядке (в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации) – при наличии.[1]

2.Упрощенный вариант строительного паспорта газопровода.[2]

3.Акт приемки законченного строительством объекта сети газопотребления в эксплуатацию. [3]

[1] Свод правил СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы» Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002, п. 4.15

[2] Свод правил СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем их металлических и полиэтиленовых труб», приложение Э.

[3] В настоящее время из СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы» Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002, приложение Ж исключено.

4.Паспорта и сертификаты на применяемые материалы, оборудование и изделия – при наличии.[1]

5.Акт первичный о техническом состоянии дымоходов и вентиляционных каналов. [2]

6.Акт проверки работоспособности сигнализатора загазованности (в случае, предусмотренном действующим законодательством).

7.Протокол проверки наличия цепи между заземлителями и заземляемыми элементами электрооборудования (если установлено энергозависимое оборудование, оснащенное электрической автоматикой).[3]

Рассмотрим подробно минимальный перечень исполнительной (технической) документации, который подлежит оформлению в процессе создания (строительства) сети газопотребления, монтажа газоиспользующего оборудования объекта капитального строительства к подключению (технологическому присоединению) к сетям газораспределения применительно к индивидуальным жилым домам с учетом требований только обязательных нормативно-правовых документов, сводов правил.

1.Согласно пункту 10.6.2 СП 62.13330.2011, применяемому на обязательной основе в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2014 годя №1521, приемка построенных или реконструированных объектов сети газораспределения, газопотребления и объекта СУГ, готовность сетей газопотребления и газоиспользующего оборудования объектов капитального строительства к подключению (технологическому присоединению) оформляется актом в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 15 июня 2017 г. № 713 «Об утверждении типовых форм документов, необходимых для подключения (технологического присоединения) объектов капитального строительства к сети газораспределения, и о внесении изменений в Правила подключения (технологического присоединения) объектов капитального строительства к сетям газораспределения». В указанной форме обязательно указываются сведения о соответствии проектной и технической документации техническим условиям на подключение (технологическое присоединение) объектов к сетям газораспрделения, являющимся неотъемлемой частью договора о подключении.

2.Документ, подтверждающий осуществление строительного контроля согласно пункту 10.1.1 СП 62.13330.2011 (применяется на обязательной основе). В случае подключения жилых домов таким документом может служить строительный паспорт газопровода и его упрощенный вариант.

Согласно пункту 10.1.1 СП 62.13330.2011 в процессе строительства сетей газораспределения, газопотребления и обхектов СУГ должны осуществляться строительный контроль и государственный строительный надзор в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации. Строительный контроль проводится лицом, осуществляющим строительство, заказчиком (застройщиком) или привлеченными ими лицами на основании договора. Строительный контроль включает в себя: входной контроль проектной (рабочей) документации и результатов инженерных изысканий, материалов, технических устройств, технологических устройств газоиспользующего оборудования и разрешительных документов; операционный контроль строительно-монтажных работ (земляных, сварочных, изоляционных работ, работ по испытанию гаазопроводов, монтажа строительных конструкций зданий и сооружений и т.п.); приемочный контроль, в процессе которого проводится проверка качества выполненных работ.

Результаты приемочного контроля оформляют записями в строительном паспорте, актами, протоколами испытаний. В строительном паспорте отражаются сведения о сварке стыков, об испытаниях на герметичность наружных и внутренних газопроводов, сведения о применяемых материалах и оборудовании СП 42-101-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб.

3.Документы (сведения) об испытаниях подземного, внутренного и надземного газопроводов (пункты 10.5.1, 10.5.7 СП 62.13330.2011, применяется на обязательной основе).

Согласно пункту 10.5.1 СП 62.13330.2011 законченные строительством или реконструкцией наружные и внутренние газопроводы следует испытывать на герметичность и прочность или проводить комплексное испытание (на прочность и герметичность) воздухом. Если арматура, оборудование и приборы не рассчитаны на испытательное давление, то вместо них на период испытаний следует устанавливать катушки и заглушки. Испытания газопроводов должна производить строительная организация в присутствии представителя строительного контроля со стороны заказчика. Результаты испытаний оформляют записью в строительном паспорте.

---

[1] Свод правил СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы» Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002, п. 10.1.1.

[2] Постановление Правительства Российской Федерации от 14.03.2013 №410 «О мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования.

[3] Правила устройства электроустановой (ПУЭ), утвержденные Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 №204, глава 1.7. «Заземление и защитные меры электробезопасности»).

4.Паспорта и сертификаты на применяемые материалы, оборудование и изделия согласно пункту 10.1.1 СП 62.13330.2011 (применяются на обязательной основе.

5.Протокол наличия цепи между заземлителями и заземляемыми элементами энергозависимого газоиспользующего оборудования (обязательность предусмотрена главной 1.7 Правил устройства электроустановок (ПУЭ), утвержденных приказом Минжнерго России от 08 июля 2002 года №204).

6.Акт проверки технического состояния дымоходов и вентиляционных каналов в соответствии с требованиями подпункта «б» пункта 11, подпункта «а» пункта 12 Правил о мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования, утвержденных Постановлением Правительства РФ от 14 мая 2013 года №410. В акте кроме заключения об исправности вентиляционных каналов, надлежащее состояние которых обеспечивается собственником домовладения, но также и сведения о количестве и высоте дымовых труб и вентиляционных каналов, сведения о состоянии оголовков, пригодности или непригодности к эксплуатации.

Составление и предоставление в газораспределительную организацию указанных документов в составе исполнительно-технической документации без привлечения сторонней организации невозможно и не обеспечивает безопасной дальнейшей эксплуатации объектов.

Отсутствие исполнительной (технической) документации не позволит газораспределительной организации проверить выполнение заявителем технических условий и сделать заключение о готовности сетей газопотребления и газоиспользующего оборудования объекта капитального строительства к подключению. Тем самым гарантировать безопасность в момент подключения сети газопотребления и газоиспользующего оборудования объекта капитального строительства (объекта индивидуального жилищного строительства, садового дома) и дальнейшего его использования (эксплуатации).

Однако, в настоящее время краеугольным камнем подключения (технологического присоединения) является п. 72 Правил подключения: «Исполнитель не вправе требовать от заявителя представления сведений и документов, не предусмотренных настоящими Правилами», а в Правилах подключения указан единственный документ, подтверждающий готовность заявителя к подключению – акт о готовности сетей газопотребления и газоиспользующего оборудования объекта капитального строительства к подключению (технологическому присоединению).

Судебная практика применения нормативно-правовых документов для подключения к системе газораспределения Московской области домовладений без привлечения заявителем подрядных организаций.

В производстве Подольского городского суда с 30.01.2020 было рассмотрено дело по иску Иванова Александра Андреевича к АО «Мособлгаз» о о внесении изменений в Договор о подключении и технические условия к Договору о подключении, об обязании осуществить подключение объекта капитального строительства к сети газораспределения, взыскании убытков и компенсации морального вреда.[1]

В иске Иванов Александр Андреевич в частности просил Суд обязать АО «Мособлгаз» подключить объект капитального строительства – жилой дом в СНТ «Тарычево» в Ленинском районе Московской области к сети газораспределения СНТ «Тарычево» и следовательно к сетям АО «Мособлгаз», при этом проект газоснабжения дома не выполнялся, монтаж был осуществлен без привлечения подрядной организации и исполнительная (техническая документация) была представлена следующим набором документов:

1.Акт законченного строительства сети газопотребления от 26.11.2019;

2.Акт технического состояния дымовых и вентиляционных каналов от 26.11.2019;

3.Акт разграничения имущественной принадлежности без даты и номера;

4.Договор от 27.03.2020 №9712Г о техническом обслуживании и ремонта внутридомового и (или) внутриквартирного газового оборудования;

На момент окончания строительства (26.11.2019) действовал пункт 10.6.2 СП 62.13330.2011, применяемый на постоянной основе, согласно которому приемка построенных или реконструированных объектов сети газораспределения, газопотребления и объекта СУГ, готовность сетей газопотребления и газоиспользующего оборудования объектов капитального строительства к подключению (технологическому присоединению) оформляется актом по форме Ж, представленной в приложении Ж.

В представленном Ивановым А.А. акте отстутствовали сведения о подрядной организации, выполнившей работы, о видах работ и характеристиках сети, о сроках начала работ. В соответствии с формой акт должен быть комиссионный, однако представленный Ивановым А.А. акт был подписан им единолично.

Главным требованием Иванова А.А. в суде было обязать АО «Мособлгаз» (в лице филиала АО «Мособлгаз» «Юг» выполнить работы по фактическому присоединению (подключению) и пуску газа в течение 10 дней со дня вступления решения Суда в законную силу.

[1] 2-1451/2020 ~ М-629/2020 решение Подольского городского суда от 19 августа 2020 года.

Однако материалами дела установлено, и не оспорено Ивановым А.А. в судебном заседании, что обязательство об обеспечении готовности сети газопотребления и газоиспользующего оборудования в пределах своего земельного участка, в своем доме к подключению в срок, установленный п. 3 Договора Ивановым А.А. исполнено не было.

В судебном заседании установлено и не оспорено, что Ивановым А.А. не представлено АО «Мособлгаз» и в материалы дела строительный паспорт на сеть газопотребления, содержащий информацию о сварке стыков, об испытаниях на герметичность наружных и внутренних газопроводов, сведения и применяемых материалах и оборудовании.

При таких обстоятельствах (отсутствие строительного паспорта на сеть газопотребления, содержащего информацию о сварке стыков, об испытаниях на герметичность наружных и внутренних газопроводов, сведений о применяемых материалах и оборудовании, не соответствие акта законченного строительства сети газопотребления и Акта технического состояния дымовых и вентиляционных каналов, предъявляемым требованиям) выдача газораспределительной организацией АО «Мосблгаз» заключения о готовности указанного объекта к подключению (технологическому присоединению) невозможна.

В мотивированном решении суда от 21 августа 2020 года Суд решил исковые требования Иванова А.А. к АО «Мособлгаз» (филиалу АО «Мосболгаз» «Юг») об обязании осуществить подключение объекта капитального строительства к сети газораспредлеения, взыскании убытков и компенсации морального вреда оставить без удовлетворения, а также расторгнуть договор о подключении с заявителем.

Указанное решение было обжаловано через подачу Ивановым А.А. апелляционной жалобы в Московский областной суд 18.11.2020, которая была рассмотрела 02.12.2020. Московским областным судом принято решение оставить решение (определение) Подольского городского Суда без изменения, а жалобу или представление без удовлетворения. 25 декабря 2020 года решение возвращено в нижестоящий Суд.

ЕРЕМЕЕВА ЛЮДМИЛА АЛЕКСАНДРОВНА – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

Е.А. Ермолова

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГАЗОПРОВОДА ПО МЕТОДУ «ФЕНИКС»

В статье рассматривается метод восстановления газопровода по технологии «Феникс».

Ключевые слова: *газопровод, восстановление, ремонт, эксплуатация.*

В Российской Федерации, особенно в крупных городах с высокой плотной застройкой и чрезвычайно развитой инженерной инфраструктурой все большее значение приобретает проблема восстановления надежной работы распределительных газопроводов, имеющих значительную степень износа.

Особенно остро эта проблема стоит в городе Москве, массовая газификация которой пришлась на 50-70 годы. Значительная часть газопроводов отработала амортизационный срок службы и нуждается в замене. Техническое состояние таких газопроводов не гарантирует обеспечение бесперебойного газоснабжения потребителей и безопасную эксплуатацию. Для вывода из эксплуатации данных газопроводов, обеспечения надежности и безопасности систем газоснабжения необходимо ежегодно производить замену отработавших амортизационный срок эксплуатации газопроводов.

В последнее время в сфере эксплуатации и ремонта городских коммунальных систем имеет место направление, получившее название бестраншейных технологий строительства и санации (восстановления) трубопроводных систем, являющиеся альтернативой открытому способу строительства и ремонта. Под санацией трубопровода принято понимать приведение его в такое состояние, в котором он по прочностным и гидравлическим характеристикам не уступает параметрам вновь построенного того же диаметра. И, разумеется, надежность данного санированного трубопровода обеспечивает требуемую его функциональность, отдаляющую нормативный износ трубопровода, вызванный коррозией или разрушением.

Метод «Феникс» был разработан в Японии для восстановления изношенных газопроводов в условиях плотной городской застройки, а также большой сейсмической активности.

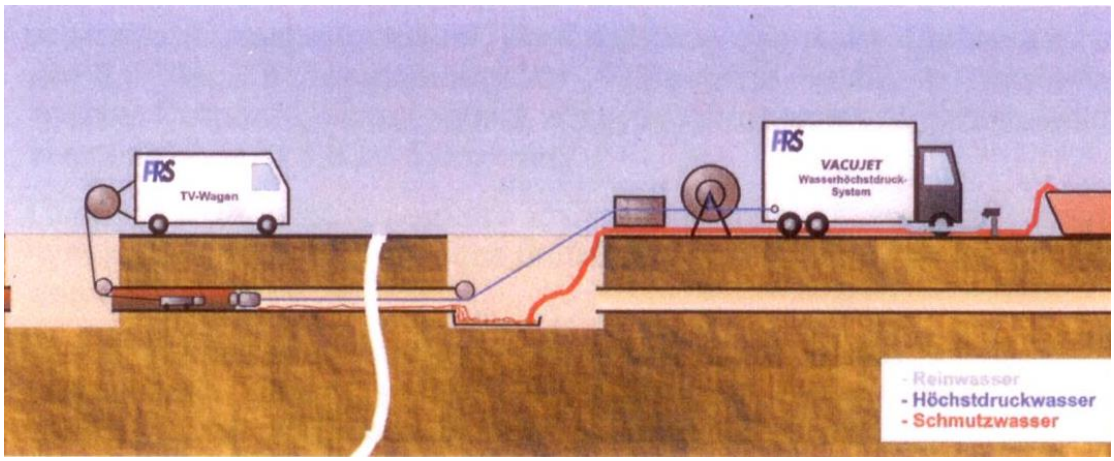


Рис. 1.

Тканый шланг-чулок с полимерным покрытием приклеенный в полости старой трубы с помощью 2-х компонентного клея позволяет продлить срок службы газопровода еще на 40 50 лет. Свойства шланг-чулка на растяжение позволяет при сдвиге труб по угловому отклонению на 0,5 градусов в две различные стороны обеспечить герметичность газопровода. В городских условиях эксплуатации, где подвижки грунта вследствие человеческой деятельности не редки это позволит снизить опасность катастроф.

© Ермолова Е.А., 2021.

Научный руководитель: *Борисов Борис Никитович* – доцент кафедры ТГВиГ, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

При технологии «Процесс Феникс» трубопроводы облицовываются внутри тонким, пропитанным эпоксидной смолой тканевым чулком из полиэфирных волокон (лайнером). Тканевый чулок с одной стороны покрыт слоем из синтетического материала, подобранного к данной рабочей среде. Эпоксидная смола (клей) обеспечивает полноплощадное склеивание чулка со стенкой трубы.

После внедрения в Европе, где на примере города Берлина бестраншейным способом в кратчайшие сроки было восстановлено 70% старых газопроводов, по этому методу уже санированы несколько сотен километров в сопредельных с Германией странах.

Уникальным при этой технологии является применение реверсивных емкостей для ввода чулка в трубу, а также последующая подача пара для отверждения материалов. Отвержденный тканевый чулок является формоустойчивым и в состоянии без опорного влияния газопровода воспринимать внутреннее давление не менее 0,4 МПа. В соответствующих модификациях чулок в состоянии выдерживать максимальное рабочее давления до 3 МПа. Учитывая нынешний уровень развития, технологию «Процесс Феникс» можно применять для газопроводов с внутренним диаметром от 100 до 1000 мм. В зависимости от диаметра этой технологией можно санировать одним заходом участки газопровода протяженностью до 400м отводы ≤ 90° или с минимальным радиусом порядка 5-кратного диаметра можно проходить чулком без каких-либо проблем. Небольшие различия диаметра в трубе выравниваются.

Описание технологии «Феникс»

Технологический процесс подразделяется на следующие этапы:

- подготовительные работы;
- разбивка трассы/участков;
- устройство монтажных котлованов;
- разделение трубопровода;
- инспекция трубопровода видеокамерой.

Ориентировочные минимальные размеры монтажных котлованов приведены на рис. 2 и табл. 1. Данный рабочий участок в начальной точке (пусковой котлован) и в конечной точке (приемный котлован) необходимо разделить от остального газопровода путем вырезания кусков трубы, или демонтажа арматур, катушек и пр.

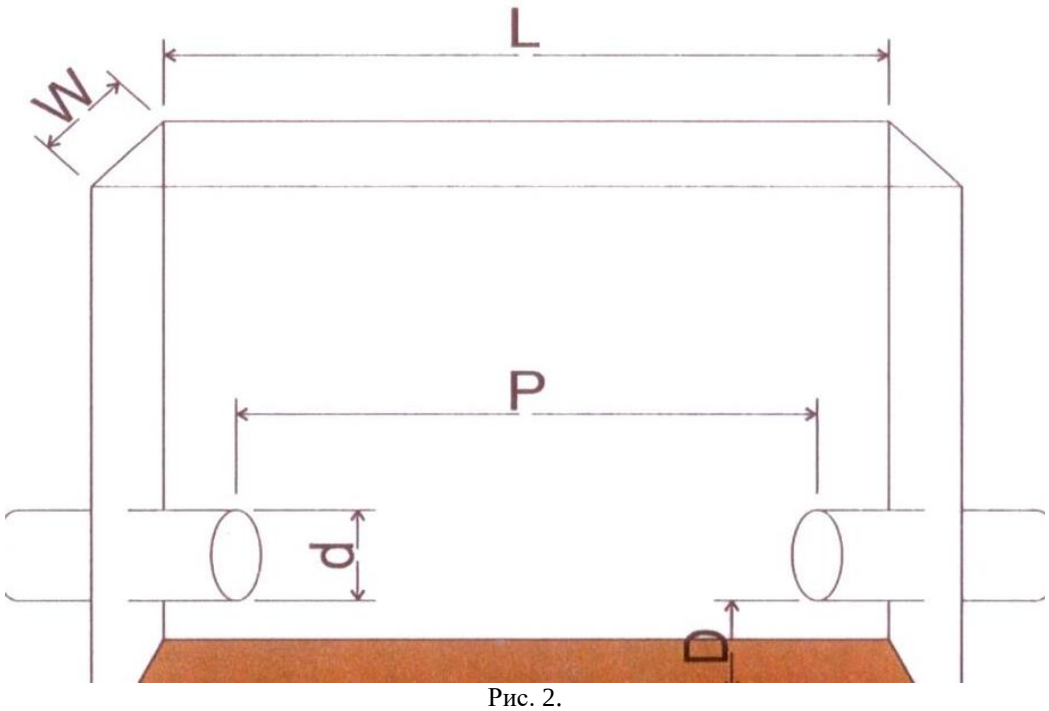


Рис. 2.

Где:

- d - номинальный диаметр;
- P - промежуточное пространство;
- D - расстояние от подошвы;
- L - длинна;
- W – ширина

Таблица 1

Ориентировочные минимальные размеры монтажных котлованов

Номинальный диаметр d (мм)	Ширина W (м)	Длинна L (м)	Расстояние от подошвы D (мм)	Промежут. Пространство P (мм)
100-150	1,25	2,50	0,40	1,50
200-250	1,5	3,00	0,40	2,00
300-400	1,5	3,50	0,50	2,00
500-1000	1,5	4,00	0,50	3,00

Подготовленный газопровод необходимо контролировать при помощи видеокамеры и исследовать его на следующие факторы:

- степень загрязнения;
- возможные препятствия в трубе (фасонные части, острые сварные швы, накопления конденсата, и т.д.);
- изменение направления;
- проверка протяженности рабочих участков, обнаружение возможных ответвлений или подключений.

Установленные факты необходимо документировать и учитывать при последующем проведении санации. Препятствия, существенно мешающие процессам очистки и санации газопровода или отрицательно влияющие на результат санации, необходимо удалить в обязательном порядке.

Очистка санируемого газопровода

Для успешного применения технологии «Процесс Феникс» является тщательно очищенный и сухой газопровод. Разделяющие вещества, как острые покрытия, отложения или ржавчина, необходимо удалить без остатка, чтобы обеспечить оптимальное склеивание чулка со стенкой трубы. Недостаточно очищенный газопровод уменьшает силу сцепления чулка, и может привести к образованию пузырьков или к полному отслаиванию чулка от стенки трубы.

Для получения оптимального результата очистки была разработана специальная технология ВАКУДЖЕТ (VACUJET). При этом газопровод при помощи вращающихся трубных фрез очищается водой под сверхвысоким давлением до 250 МПа, а впоследствии высушивается за счет всасывающего действия косо настроенных сопел. Преимущества данной технологии состоят в целенаправленном согласовании параметров:

- расстояние сопел;
- давление;
- скорость вращения очистных устройств;
- время пребывания очистных устройств в газопроводе.

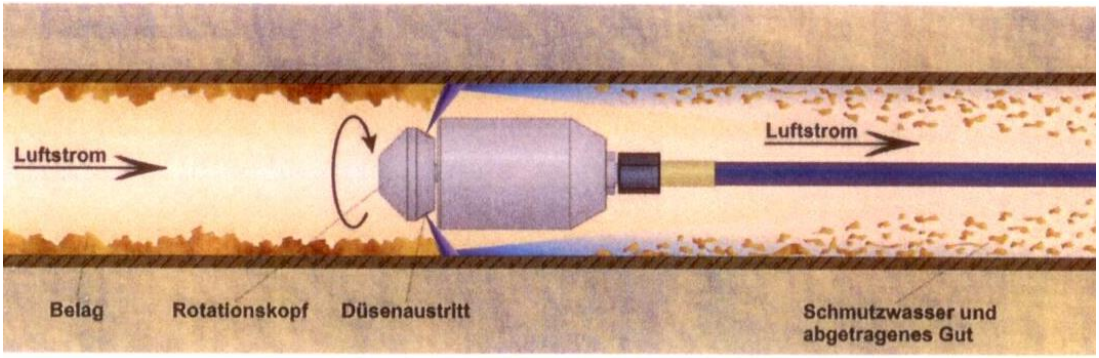


Рис. 3. Первичная очистка внутренней стенки газопровода

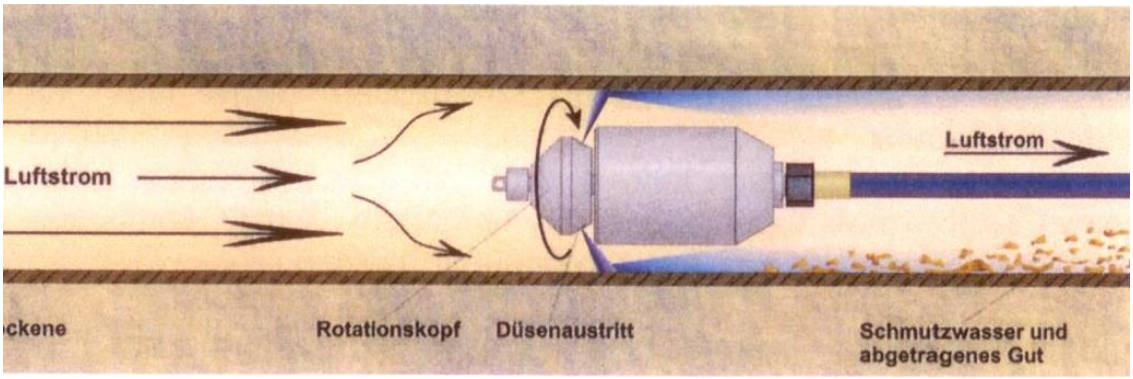


Рис. 4. Повторная очистка внутренней стенки газопровода

После законченной очистки газопровода необходимо провести повторную телеинспекцию видеокамерой, для проверки результата очистки. Результат очистки следует документировать путем видеозаписи. Разрешение на последующее проведение рилайнинга тканевым чулком дается уполномоченным технически грамотным лицом.

Подготовка процесса «Феникс»

Подготовительные работы включают в себя:

- выбор размеров и предоставления необходимых количеств чулка и клея;
- монтаж пригодного приемного устройства (конечного упора) в конце участка санации;
- смешивание компонентов клея и заливка смеси в чулок;
- закрытие конца чулка и соединение его с возвратной лентой реверсивной емкости (барабан) установки «Феникс» (реверсивная установка с парогенератором для технологии «Процесс феникс»);
- распределение клея по всей внутренней поверхности чулка. Распределение клея производится при помощи двух валиков, расстояние между которыми регулируется при одновременном наматывании чулка на вал в реверсивной емкости;
- крепление оставшегося конца чулка к соединительному элементу (реверсивной или «разворотной» головке). Крепление реверсивной головки к выходному отверстию реверсивной установки.

Определение диаметра чулка

Выбор подходящего диаметра вводимого в трубу тканевого чулка осуществляется на основании точного внутреннего диаметра санируемого газопровода. Для этого необходимо проверить заданные значения путем проведения измерений на трубных концах и при необходимости, скорректировать их при помощи приведенной таблицы 2.

Определение необходимой длины чулка

Точная длинна санируемого газопровода определяется при помощи измерительного колеса (курвиметра). Результат необходимо согласовывать с измерением при телеинспекции, а также с данными в планах строительства.

Обязательно должны учитываться местные условия в районе монтажных котлованов (свойства строительного грунта, препятствия, крепление монтажного котлована и т.д.).

Общее требуемое количество чулка для санации определяется по формуле: 1

$$L = L_R + L_K + L_Z + L_S \quad (1)$$

где

L - Общая длинна чулка, м;

L_R - длинна санируемого участка газопровода, м;

L_K - добавка на узел с возвратной лентой (1,5м для ≤ Д= 500; 2,0м > Д= 500);

L_Z - добавка на приемный котлован (расстояние от конца трубы до места упора), м;

L_S - добавка на спусковой котлован, м;

Добавка L_S на спусковой котлован определяется по формуле 2

$$L_S = 2\text{ м} + L_1 + L_2, \quad (2)$$

где

L_1 - расстояние от верхней кромки поверхности земли у котлована, до нижней кромки газопровода, м;

L_2 - расстояние между реверсивной емкостью и началом газопровода, м.

При выборе расстояния L_2 необходимо учесть возможность подъезда установки «Феникс» до котлована.

Таблица 2

Определение диаметра чулка

Стандартные размеры чулка			
Ном. Размер внутренний метр газопровода мм	Минимальный диаметр и товления мм	Плановый диаметр чулка мм	Максимальный диаметр изг ления мм
100	**94,0**	**96,0**	**98,0**
150	**141,0**	**145,0**	**147,0**
200	**188,0**	**193,0**	**196,0**
250	**235,0**	**241,0**	**245,0**
300	**282,0**	**289,0**	**294,0**
315	**296,1**	**302,4**	**308,7**
330	**310,2**	**316,8**	**323,4**
375	**352,5**	**360,0**	**367,5**
380	**357,2**	**364,8**	**372,4**
400	**376,0**	**384,0**	**392,0**
450	**423,0**	**432,0**	**441,0**
500	**470,0**	**480,0**	**490,0**
525	**493,5**	**504,0**	**514,5**
550	**571,0**	**528,0**	**539,0**
600	**564,0**	**576,0**	**588,0**
610	**573,4**	**585,6**	**597,8**
650	**611,0**	**624,0**	**637,0**
700	**658,0**	**672,0**	**686,0**
750	**705,0**	**720,0**	**735,0**
800	**752,0**	**768,0**	**784,0**
850	**799,0**	**816,0**	**833,0**
900	**846,0**	**864,0**	**882,0**
1000	**940,0**	**960,0**	**980,0**

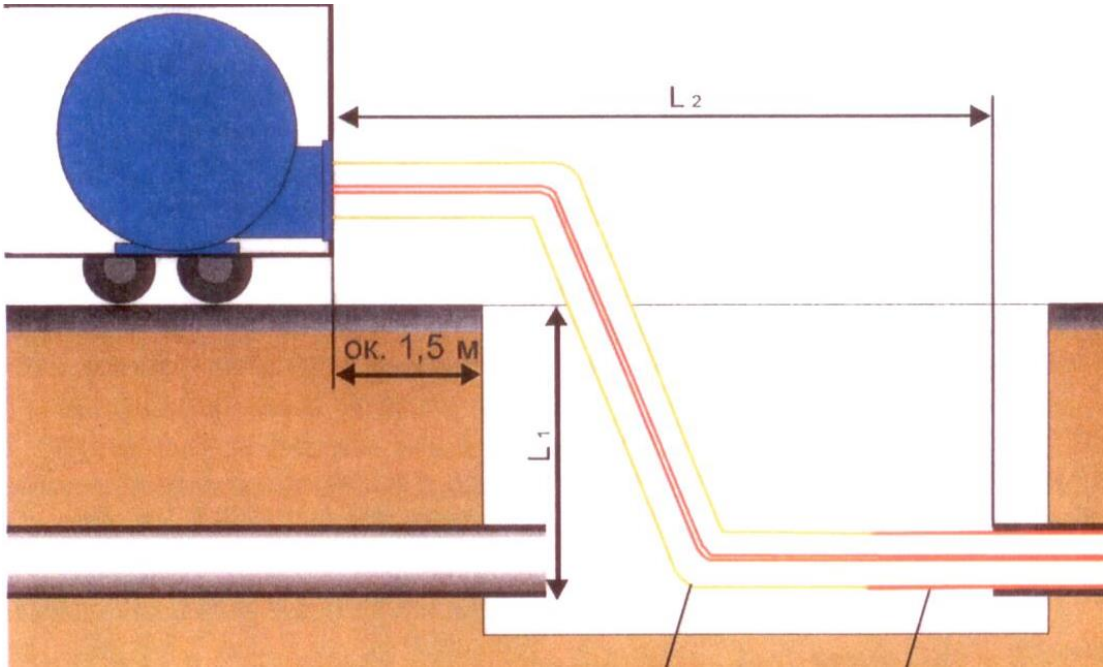


Рис. 5. Схематическое движение пути чулка в пусковом котловане

Определению точной длины чулка следует уделить особое внимание.

Слишком короткий чулок приводит к тому, что чулок не доходит до премного котлована и не может надлежащим образом пропариваться и, соответственно, отвердевать. А слишком длинный чулок, наоборот, приводит к тому, что при достижении чулком приемного котлована узел не выходит из газопровода.

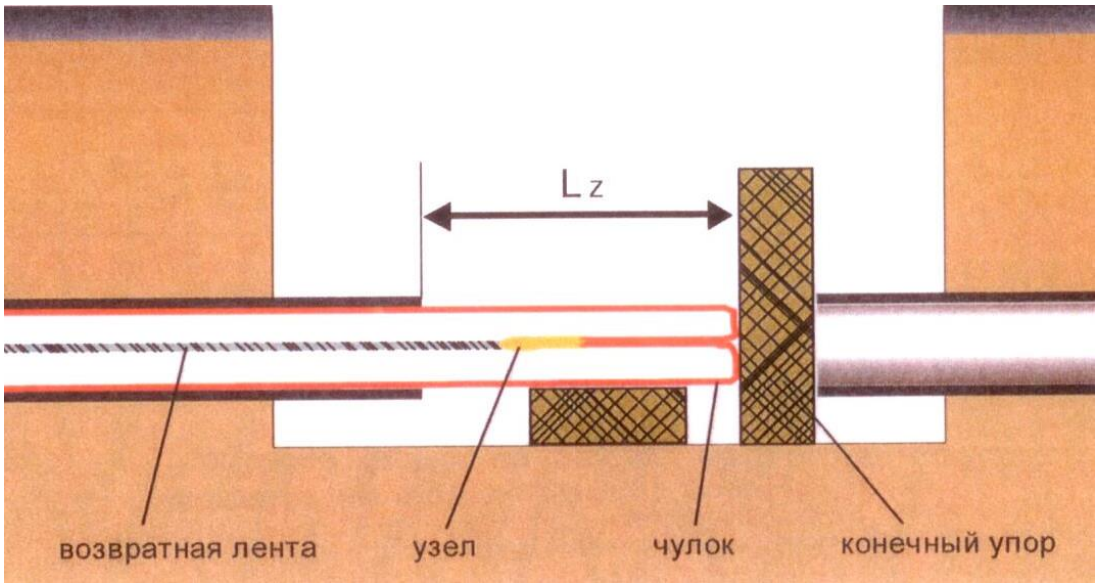


Рис. 6. Схематическое изображение пути чулка в приемном котловане

Определение необходимого количества клея

Двухкомпонентный жидкий клей на основе эпоксидной смолы специально разработан для технологии «Феникс». Для применения в сфере газового хозяйства носит типовое название «МК III G». Все применяемые компоненты клея удовлетворяют требованиям ЕС по химическим веществам. Клей «МК III G» состоит из смолы и отвердителя. Смоляной компонент в свою очередь состоит из эпоксидной смолы на основе бисфенола, а компонент отвердителя – из формулированного аминового отвердителя на основе алифатического полиамида. Оба компонента клея не содержат растворителя и являются высоковязкими веществами. Эпоксидные смоляные группы входят с отвердителем в химические теплообразующие реакции в ходе которых клей отвердевает. Полимерные сетки образуются без выделения твердых, жидких или газообразных продуктов реакции и не испытывают усадки от отверждения. Для улучшения способности к обработке, а также для экономного расходования клея, к эпоксидной смоле и отвердителю добавляют инертные неорганические добавки (наполнители, пигменты, стабилизаторы). Добавки повышают вязкость клея и продлевают время его обработки. Пигменты служат для колорирования. Эпоксидная смола – белая, отвердитель – красный, это позволяет производить визуальный контроль однородности замешенного готового клея. Стабилизатор добавляется для того, чтобы придать смеси клея тиксотропность (свойство материала увеличивать текучесть (вязкость) при перемешивании).

Требуемое количество клея **M**, для санируемого участка, получается из расчета пропитываемой клеем длины L_T и требуемого количества клея M_D на один метр чулка соответствующего диаметра.

$$M = L_T * M_D, \quad (3)$$

где

M - требуемое количество клея, кг;

L_T - длинна пропитываемого чулка, м;

M_D - требуемое количество клея на 1 метр соответствующего диаметра, кг/м;

На участке от выхода из реверсивной емкости до 1м перед вводом чулка в газопровод чулок не пропитывается клеем.

Пропитываемая длинна чулка L_T определяется по формуле

$$L_T = L_R + L_Z + 1\ m, \quad (4)$$

где

L_R - длинна санируемого участка газопровода, м;

L_Z - добавка на приемный котлован (расстояние от конца трубы до места упора), м.

Требуемое количество клея M_D, для соответствующего диаметра чулка можно узнать из таблицы 3.

Таблица 3

Требуемое количество клея для соответствующего диаметра чулка

Диаметр трубы D, мм	Требуемое количество клея M_D, кг/м
D 100	0,81
D 150	1,21
D 200	1,62
D 250	2,02
D 300	2,43
D 350	3,93
D 400	4,49
D 450	5,05
D 500	5,62
D 550	6,18
D 900	10.11
D 950	
D 1000	
D 600	6,74
D 650	7,30
D 700	7,86
D 750	10.67
D 800	11,23
D 850	9,55

Требуемое количество клея существенно зависит от состояния поверхности внутренней стенки трубы. Указанные значения в таблице 2 содержат запас безопасности в 10%, для небольших неровностей и повреждений в санируемом газопроводе. Запас безопасности относится к состоянию поверхности внутренней стенки трубы со средней шероховатостью $\mathbf{R_a}$ = ок. 100 Мкм. При наличии более крупных неровностей, или повреждений (например, язвенная коррозия) требуется соответственно большая добавка.

При расчете количества клея следует, кроме того, учитывать, что ведра со смолой и отвердителем не удается опорожнять полностью. Следует рассчитывать на потерю ок. 1 кг на одну емкость (ведро).

Пример расчета: Чулок Ду 800, L_T = 146,0 м, размер емкости для клея -27 кг

M = 146,0 * 7,19 кг/м = 1.049,7 кг

Для санации требуется количество клея ок. 1.050 кг.

Необходимое количество емкостей:

1.050 кг : 26 кг на емкость = 40,38 емкостей

Для санации необходимо предоставлять 41 емкость по 27 кг.

По причине безопасности, при каждой санации дополнительно к рассчитанному количеству емкостей и в зависимости от диаметра чулка, и длинны рабочего участка необходимо, иметь в запасе на месте не менее 3-5 шт. емкостей. Это необходимо ввиду того, что при неточно отрегулированном расстоянии между валками (слишком большой размер зазора) количество клея может быть недостаточным, чтобы пропитывать весь чулок до конца. В таком случае с конца чулка доливается небольшое количество клея и распределяется валками.

Проведение процесса «Феникс»

Начало процесса выворачивания чулка путем подачи сжатого воздуха в реверсивную емкость. Чулок через реверсивную головку выдавливается из емкости. При этом внутренняя сторона выворачивается изнутри, в результате чего покрытая эпоксидной смолой сторона чулка теперь находится снаружи.

Ввод вывернутого в трубопровод и настройка необходимого давления реверсирования с тем расчетом, что бы чулок накрепко прижимался к внутренней стенке трубы. Прохождение трубопровода под контролем давления реверсирования и скорости реверсирования. Необходимое давление составляет от 0,02

до 0,03 МПа, в зависимости от диаметра трубы и прохождения трассы. Скорость ввода чулка в трубу составляет в зависимости от температуры от 1,0 до 5,0 м/мин.
Ориентировочные значения давления реверсирования приведены в таблице 4.

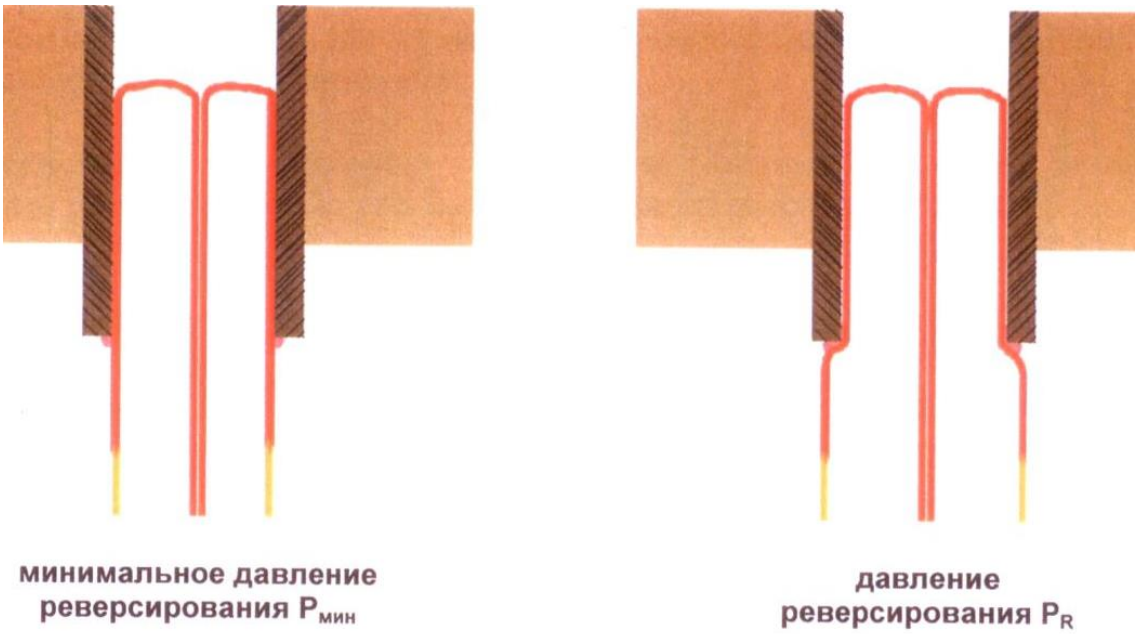


Рис. 7. Ввод вывернутого в трубопровод чулка и настройка необходимого давления реверсирования

Таблица 4

Ориентировочные значения давления реверсирования

Номинальный диаметр трубы D, мм	Ориентировочное значение давления реверсирования, МПа
от 100	1,8 – 0,23
от 150 до 200	1,0 – 0,18
от 300 до 500	0,7 – 0,1
от 600 до 800	0,6 – 0,07
от 850 до 900	0,5 – 0,06
от 950 до 1000	0,3 – 0,05

После достижения приемного котлована конец чулка улавливается, чулок до окончания процесса рилайнинга дальше поддерживается под давлением. Путем управляемой температурой подачи давления осуществляется ускоренное отверждение клея. Процесс отверждения может, в зависимости длинны участка, диаметра, свойств температуры грунта, длиться от 2 до 10 часов. После полного отверждения клея чулок (включая газопровод) путем подачи холодного воздуха охлаждается до температуры ≤ 40 °C. Цифровые записывающие устройства регистрируют все важные временные процессы скорости, давления и температуры.

Окончание процесса «Феникс»

Сброс давления с санированной трубы с чулком. Отрезание выступающей части чулка на концах участка санации и вытягивание возвратной ленты. При возвращении возвратная лента пропускается через поршень. При этом поршень удаляет конденсат с внутренней полости санированного газопровода. Обработка концов санированного участка газопровода.

На основании инструкции по очистке внутренней полости санированного газопровода от влаги и механических примесей до момента сбора отдельных звеньев санированного газопровода в единую плеть обеспечивается закрытие с двух сторон торцов санированного участка газопровода инвентарными заглушками.

Библиографический список

1. Газопроводы из полимерных материалов. Шурайц А.А., Каргин В.Ю., Вольнов Ю.Н. Пособие по проектированию, строительству и эксплуатации. Саратов: Издательство "Журнал "Волга" – XXI век", 2007. 608с.

2. Газовые сети и газохранилища. Земенков Ю.Д., Прохоров А.Д., Васильев Г.Г., Халлыев Н.Х. и др. - М.: ООО ИРЦ Газпром, 2004. 359 с. Учебник.

3. Горелов С.А., Горяинов Ю.А., Васильев Г.Г. Сооружение и реконструкция распределительных систем газоснабжения, - М.: ООО Недра-Бизнесцентр, 2002. 294 с. Учебное пособие .

4. Суворов А.Ф., Васильев Г.Г., Горяинов Ю.А и др. Сварочно-монтажные работы в трубопроводном строительстве, Учебное пособие. – М.: ЗАО"Звезда", 2006, 240 с.

5. Мустафин Ф.М., Быков Л.И., Васильев Г.Г., Гумеров А.Г., Лавретьев А.Е., Кантемиров И.Ф., Нечваль А.М., Гамбург И.Ш., Суворов А.Ф., Гильметдинов А.Ф., Рафиков С.К., Коновалов Н.И., "Технология сооружения газонефтепроводов", том 1. Нефтегазовое дело, Уфа, 2007, 630 с. Никитенко Е.А., Эдельман Я.М. Коррозия и защита от коррозии подземных трубопроводов. – М. Недра, 1981г. -43с.

6. СНиП 42-101-2003.

7. СП 42-103-2003.

8. ПБ 12-529-03. Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления.

9. ЗРД 153-39.4-091-01. Инструкция по защите городских подземных трубопроводов от коррозии.

ЕРМОЛОВА ЕКАТЕРИНА АЛЕКСЕЕВНА – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

А.Ю. Ким

АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

В данном проекте рассматривается система газоснабжения Меленковского района Владимирской области, а именно деревни Воютино. Проведен анализ работы системы газоснабжения, показ преимущества использования полиэтиленовых труб и новейших технологий, применяемых при их прокладке.

Ключевые слова: *газопровод, газоснабжение, проектирование, расчёт.*

Проведем анализ сетей газоснабжения населенного пункта Меленковского района Владимирской области, который разработан на основании задания к данной работе.

В качестве основных материалов для выполнения проекта использованы следующие документы:

- генеральный план Меленковского района М 1:5000,
- данные Мелмежрайгаза о существующих объемах газификации, годовые и часовые расходы топлива по потребителям.

Реконструкция и расширение системы газоснабжения вызваны в связи с увеличением расхода газа.

Естественные условия:

Климатические характеристики района приняты для г. Владимира в соответствии со СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»:

Климатические параметры холодного периода года:

Температура воздуха наиболее холодных суток C^0

- обеспеченность 0,98 -минус38
- обеспеченность 0,92 - минус34

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки C^0

- обеспеченность 0,98 -минус 32
- обеспеченность 0,92 - минус 28

Температура воздуха C^0, обеспеченностью 0,94 – минус 16

Абсолютная минимальная температура воздуха, C^0 – минус 48

Средняя суточная амплитуда температура воздуха наиболее холодного месяца, C^0 - 6,3

Продолжительность периода, (сут), со средней суточной температурой воздуха:

- равной и меньше 0 C^0 - 148
- равной и меньше 8 C^0 - 213
- равной и меньше 10 C^0- 230

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, % - 84

Количество осадков за ноябрь – март, мм - 194

Преобладающее направление ветра за декабрь - февраль - Ю

Средняя скорость ветра, м/сек, за период со средней суточной температурой < 8 C^0 - 3,4

Климатические параметры теплого времени года:

Температура воздуха, C^0, обеспеченностью 0,95- плюс 20,8

Температура воздуха, C^0, обеспеченностью 0,98- плюс 25

Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца, C^0 - плюс 23,3

Абсолютная максимальная температура воздуха, C^0 - плюс 37

Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца, C^0 - плюс 9,8

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, % - 72

Количество осадков за апрель-октябрь, мм - 413

Суточный максимум осадков, мм - 109

Преобладающее направление ветра за июнь-август С

Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с -3,3

© Ким А.Ю., 2021.

Научный руководитель: *Борисов Борис Никитович* – доцент кафедры ТГВиГ, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

Средняя годовая температура воздуха, C^0- 3,9
Средняя месячная температура воздуха наиболее жаркого (июль)
месяца, C^0 17,9
Средняя месячная температура воздуха наиболее холодного (январь)
месяца, C^0 - минус 11,1

Природный газ предназначен для пищеприготовления, горячего водоснабжения, отопления жилых домов.

Необходимость газоснабжения природным газом данных населенных пунктов объясняется перспективой развития района. В районе находится несколько ГРС. Исходя из радиуса действия ГРС, газификацию будет производиться от ГРС с радиусом действия 7-10 км.

Техническая характеристика населенного пункта.

В данной работе предусматривается прокладка газопровода высокого и низкого давления в Меленковском районе Владимирской области.

Инженерно-геологические изыскания по трассе проектируемого газопровода определили, что:
- инженерно-геологические условия участка строительства согласно приложению Б
СП 11-105-97 относятся ко I категории сложности (простая).
- в геолого-литологическом разрезе исследуемого участка до глубины
1,6.-1,7 м (глубина заложения газопровода 1,6 м) встречены покровные
суглинки тяжелые пылеватые плотные;
- по степени морозной пучинистости грунты относятся к категории
слабопучинистых грунтов;
- коррозионная активность грунтов по отношению к углеродистой стали
высокая;
- грунтовые воды скважинами вскрыты;
- нормативная глубина сезонного промерзания грунта составляет 1,5 м.

Газоснабжение осуществляется природным газом среднего давления с Qн = 8000 ккал/$м^3$µот существующего стального газопровода высокого давления Р≤0,6 Мпа диаметром 720 мм.

Выполнение работ осуществляется по графику, согласно проекта. производства работ.

Подготовительный период

До начала основных строительно-монтажных работ на площадке выполнить:
- установить бытовые помещения для рабочих (передвижные вагончики),
- произвести геодезическую разбивку трассы, путем установки оси газопровода с закреплением реперов. Реперы следует устанавливать по оси в пределах видимости, а также на углах поворота газопровода,
- подготовить инструмент и оборудование, необходимые для производства работ.
- установить щиты информационные и щиты с противопожарным инвентарем, огнетушители.

Монтаж и прокладку трубопроводов газовой сети должна выполнять специализированная организация, имеющая лицензию на данный вид работ.

Доставка конструкций и труб до места монтажа осуществляется со складов поставщиков, автотранспортом. Погрузо-разгрузочные работы осуществляются вручную и при помощи крана КС-3571.

Организационно – технологические решения должны быть ориентированы на максимальное сокращение неудобств, причиняемых строительными работами пользователям. С этой целью прокладываемая сеть газоснабжения должна выполняться короткими захватками.

Складирование материалов на площадке не предусматривается. Трубы и строительные материалы доставляются непосредственно к месту укладки в количестве сменной выработки.

Грунт складировать на бровке траншеи и использовать для обратной засыпки. Подъезд к месту прокладки газопровода осуществлять по существующим асфальтовым и щебеночным дорогам на территории строительства.

К строительству объекта приступать при полном обеспечении трубами и материалами, необходимыми для монтажных работ.

Монтаж и эксплуатацию газопровода и газового оборудования производить в строгом соблюдении действующих «Правил безопасности систем газораспределения и газопотребления» ПБ 12-529-03, СНиП 42-01.-2002 и СП 42-101-2003.

Меленковский район на севере и западе граничит с Муромским, Селивановским и Гусь-Хрустальным районами, на востоке с Нижегородской и на юге с Рязанской областями. Район расположен в юго-восточной части Владимирской области, 53 % её покрыты лесами, а 39 % занимают сельхозугодья. В северной части район пересекает железная дорога «Москва—Казань». Основные реки — Ока, Унжа. Территория района составляет — 2220 км² (4-е место среди районов). Административный центр — город Меленки, находится

практически в геометрическом центре района. Меленковский район расположен в бассейне верхнего течения реки Ока, Всего насчитывается 121 населённый пункт. В состав района входят 8 поселений, из них городских — 1, сельских — 7. Район образован 10 апреля 1929 года в составе Владимирского округа Ивановской Промышленной области как преемник существовавшего до 1926 года Меленковского уезда из части территорий Муромского уезда Владимирской губернии. 3 мая 2005 года в соответствии с Законом Владимирской области № 57-ОЗ[7] Меленковский район наделён статусом муниципального района в составе 1 городского и 7 сельских поселений. В районе сравнительно хорошо развита промышленность и сельское хозяйство.

Земельный участок под строительство находится в Меленковском районе Владимирской области. Разрешенное использование земельного участка – строительство газопровода высокого и низкого давления. Земельный участок под строительство газопровода высокого и низкого давления планируется по землям населенного пункта с. Воютино Меленковского района Владимирской области.

Разрешенное использование земельного участка – строительство газопровода высокого давления до ШРП, ШРП, распределительного газопровода низкого давления для газоснабжения жилых домов в с. Воютино Меленковского района Владимирской области. Проектируемая трасса газопровода проходит по землям населенного пункта в с. Воютино (землям общего пользования).

Инженерно-геологические условия участка трассы газопровода высокого давления Р<0,6 МПа от ГРШП в д. Кононово до ШРП в д. Воютино, ШРП и трасс распределительного газопровода низкого давления и газопроводов-вводов низкого давления для газоснабжения жилых домов в д. Воютино Меленковского района Владимирской области согласно приложению А СП 47.13.330.2012 относятся к I категории сложности (простая).

В геоморфологическом отношении участок изысканий приурочен к левобережному склону долины р. Ока.

По результатам выполненных инженерно-геологических изысканий в толще грунтов до разведанной глубины до 5,0 выделено 5 инженерно-геологических элементов.

На участке изысканий отмечены грунтовые воды типа «верховодки». Во время изысканий (июнь 2016 г) вода встречена скважинами №№ 1 - 4, 6, 8, 9 – 18 - 23, 25, 31 - 33, 36, 37, на глубинах 0,30 – 2,50 м (абс. отм. 114,60 – 131,60 м). Водовмещающими грунтами является водно-ледниковый песок мелкий (ИГЭ-2) и водно-ледниковый суглинок мягкопластичный (ИГЭ-4). Вскрытая мощность обводненных грунтов составляет 0,2 - 1,4 м. Относительный водоупор вскрыт скважинами на глубине 0,7 – 2,8м, который представлен водно-ледниковым суглинком тугопластичным нижнечетвертичного возраста (ИГЭ-3) и ледниковым суглинком тугопластичным (ИГЭ-5).

Питание грунтовых вод типа «верховодки» осуществляется, в основном, за счет инфильтрации атмосферных осадков и талых вод. Поток подземных вод направлен в сторону долины р. Ока и оттуда разгружаются в нее.

Грунтовые воды тина «верховодки» опробованы 7 пробами воды. По химическому составу вода является хлоридно-гидрокарбонатная кальциево-натриевая, пресная, очень жёсткая (жёсткость постоянная) – проба №1 (скважина №3), гидрокарбонатно-хлоридная кальциево-магниевая, пресная, очень жёсткая (жёсткость карбо-натная) – проба № 2 (скважина №6), хлоридная кальциево-магниевая, слабосолоно-ватая, очень жёсткая (жёсткость постоянная) - проба №3 (скважина № 11), хлоридная кальциево-натриевая, слабосолоноватая, очень жёсткая (жёсткость постоянная) – проба № 4 (скважина № 17), гидрокарбонатно-сульфатная натриево-кальциевая, пресная, умеренно жёсткая (жёсткость карбонатная) – проба № 5 (скважина № 23), гидрокарбонатно-сульфатная кальциево-натриевая, пресная, умеренно жёсткая (жёсткость карбонатная) – проба №6 (скважина №32), гидрокарбонатно-сульфатная кальциево-магниевая, пресная, жёсткая (жёсткость карбонатная) - проба № 7 (скважина № 37)

Согласно СП 28.13330.2012 по отношению к бетону нормальной водонепроницаемости (марки W4) вода обладает слабоагрессивными свойствами по содержанию агрессивной углекислоты (пробы №№ 2 и 5) и по водородному показателю (пробы № 6 и №), к бетону нормальной водонепроницаемости (марки W4) вода обладает средне-агрессивными свойствами по содержанию агрессивной углекислоты (пробы № 3, 4, 6 и 7). Вода среднеагрессивна к металлическим конструкциям при свободном доступе кислорода. Вода обладает высокой и средней степенью агрессивности к алюминиевой оболочкам кабеля, средней и низкой степенью агрессивности к свинцовой оболочкам кабеля согласно ГОСТ 9.602-2005 .

По опросным данным выявлено, что в подвалах и погребах жилых домов глубиной до 2,0-2,2м в весенний период (во время половодья и таяния снега) вода отмечается на глубинах от 1,3м до 1,5м от поверхности земли на участках.

Необходимо отметить, что в районе скважин №№ 5, 7, 26 - 30, 34, 35, 38 - 45 в весенний период и в периоды обильного продолжительного выпадения осадков не исключена возможность кратковременного

формирования и появления грунтовых вод типа «верховодка» в водно-ледниковом песке мелком и водно-ледниковом суглинке нижнечетвертичного возраста.

Питание грунтовых вод типа «верховодки» будет происходить за счет ин-фильтрации атмосферных осадков и талых вод. Местным относительным водо-упором для нее будет служить ледниковый тугопластичный суглинок нижнечет-вертичного возраста (ИГЭ-5) и водно-ледниковый суглинок тугопластичный (ИГЭ-3).

К неблагоприятным физико-геологическим процессам и явлениям на иссле-дуемом участке трассы газопровода следует отнести следующее:

- Исследуемый участок находится в зоне развития древнего карбонатного карста, невыраженного в рельефе. В соответствии с таблицами 5.1 и 5.2 части II СП 11-105-97 («Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов») исследуемую территорию по карстоопасности следует отнести к V-В категории устойчивости. При рекогносцировочном обследовании и маршрутных наблюдениях не было выявлено отрицательных форм рельефа связанных с процессом карстообразования и суффозии (провалов, оседания поверхности рельефа, воронок и т.д.).

- Исследуемый участок относится к подтопляемым территориям. Согласно СП 11-105-97 часть II участки в районе скважин №№ 6, 8, 18 - 25, 31 относятся к типу I-А-2 т.е сезонно (ежегодно) подтапливаемым территориям.

Нормативная глубина сезонного промерзания для водно-ледникового суглинка тугопластичного (ИГЭ-3), мягкопластичного (ИГЭ-4) и ледникового суглинка туглпла-стичного (ИГЭ-6) составляет 1,4м, для водно-ледникового песка мелкого (ИГЭ-2) и насыпного грунта песчаного состава (ИГЭ-1) составляет 1,7м, согласно (СНиП 23-01-99, СП 22.13330.2011, п.5.5.2).

Степень морозной пучинистости грунтов определялась методом расчета исходя из физических характеристик грунтов согласно СП 22.13330.2011, п. 6.8) водно-ледниковый песок мелкий (ИГЭ-2) и насыпной грунт песчаного состава (ИГЭ-1) относится к непучинистым грунтам, водно-ледниковый суглинок тугопластичный (ИГЭ-3) и ледниковый суглинок тугопластичный (ИГЭ-5) относятся к слабопучинистым грунтам, водно-ледниковый суглинок мягкопластичный (ИГЭ-4) – среднепучинистым грунтам.

Площадка под строительство распределительного газопровода низкого давления по интенсивности образования карстовых провалов и средних диаметров карстовых провалов относится к категории устойчивости V-В, в связи с этим мероприятий по защите газопровода не требуется.

Для автоматического снижения давления газа с высокого на низкое давление проектом предусмотрены установка шкафного газорегуляторного пункта ГРПШ-50Н-2 с основной и резервной линиями редуцирования и регулятором давления РДГ-50В/30 с узлом учета расхода газа (измерительный комплекс СГ-ЭКВз-Р-2,0-160/1,6). Максимальная пропускная способность ГРПШ-50Н-2 при $Р_{вх1}$=0,6 МПа $Р_{вых}$=0,002 МПа $Q_{мах}$=1500 $м^3$/ч. Максимальная пропускная способность ГРПШ-50Н-2 при $Р_{вх1}$=0,3 МПа $Р_{вых}$=0,002 МПа $Q_{мах}$=850 $м^3$/ч.

Охранная зона ГРПШ-50Н-2-10м.

Прокладка проектируемого газопровода принята подземная, на глубине 1,6 м до верха трубы.

Характеристика условий строительства.

Проектом предусматривается прокладка газопровода высокого и низкого давления в Меленковского районе Владимирской области.

Газоснабжение осуществляется природным газом высокого давления с Qн = 8000 ккал/м3 от существующего стального газопровода высокого давления Р≤0,6 МПа диаметром 720 мм.

Основные проектные решения.

Проект газоснабжения населенного пункта в Меленковском районе Владимирской области выполнен на основании задания на проектирование.

Проектом разработаны решения по прокладке наружного подземного газопровода.

Газоснабжение осуществляется природным газом высокого давления с $Q_н$ = 8000 ккал/$м^3$.

Точка подключения от существующего газопровода высокого давления Р 0,6МПа – 2-ой выход из ГРПБ с. Кононово Меленковского района. В проекте в качестве подосновы используется генеральный план, предоставленный горгазом.

Проектом предусмотрено строительство газопровода **высокого давления:**

1) **12,5 м** - надземного распределительного газопровода высокого давления 2 категории диаметром 57х3,5мм, 159х3,5 из электросварных труб по ГОСТ10704-91 (материал В Ст2 ГОСТ 10705-80*);

2) **7,0 м** - подземного распределительного газопровода высокого давления 2 категории диаметром 159х3,5мм из электросварных труб в изоляции типа «весьма усиленная» по ГОСТ10704-91 (материал В Ст2 ГОСТ 10705-80*);

3) **4 520,0 м** - подземного распределительного газопровода **высокого давления** 2 категории диаметром 160х14,6мм из полиэтиленовых труб ПЭ100 SDR11 по ГОСТ Р50838-2009 с коэффициентом запаса прочности не менее 3,2;

4) установка ШРП, отключающих устройств

Протяженность газопровода высокого давления – **4 539,5** м в том числе:

- подземный – **4 527,0 м**;
- надземный – **12,5 м**.

Проектом предусмотрено строительство газопровода **низкого давления:**

1) **3,5 м** - надземного распределительного газопровода **низкого давления** диаметром 325х5,0 мм , 57х3,5 из электросварных труб по ГОСТ10704-91 (материал В Ст2 ГОСТ 10705-80*);

2) **3,5 м** - подземного распределительного газопровода **низкого давления** диаметром 325х5,0мм из электросварных труб в изоляции типа «весьма усиленная» по ГОСТ10704-91 (материал В Ст2 ГОСТ 10705-80)*;

3) **8 415,0 м** - подземных распределительных газопроводов **низкого давления** диаметром 315х17,9мм, 225х12,8мм, 160х9,1мм, 125х7,1мм, 110х6,3мм, 90х5,2мм, 63х3,6мм из полиэтиленовых труб ПЭ80 SDR17,6 по ГОСТ Р50838-2009 с коэффициентом запаса прочности не менее 2,6;

4) **184 м** - подземных распределительных газопроводов **низкого давления** диаметром 315х28,6мм, 225х20,5мм, 160х14,6мм, 125х11,4мм, 90х8,2мм из полиэтиленовых труб ПЭ80 SDR11 по ГОСТ Р50838-2009 с коэффициентом запаса прочности не менее 2,6;

5)**1 400 м** - подземных газопроводов-вводов **низкого давления** диаметром 32х3,0мм, из полиэтиленовых труб ПЭ80 SDR11, ПЭ80 SDR17,6 о ГОСТ Р50838-2009 с коэффициентом запаса прочности не менее 2,6;

6) **390 м** надземных газопроводов-вводов **низкого давления** диаметром 25х3,2мм, 20х2,8мм из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75*.

7) **780 м** подземных газопроводов-вводов (цокольные вводы) низкого давления 25х2,5мм из электросварных труб в изоляции типа «весьма усиленная» по ГОСТ10704-91 (материал В Ст2 ГОСТ 10705-80)*;

8) установка ШРП, отключающих устройств.

Протяженность газопровода низкого давления **– 11 176,0 м** в том числе:

- подземный – **10 782,5 м,** в т.ч. цокольные вводы;
- надземный – **393,5 м.**

Прокладка проектируемого газопровода принята подземная, на глубине 1,6 м до верха трубы.

Для монтажа газопровода применить трубы, имеющие сертификат качества завода - изготовителя. Полиэтиленовый газопровод уложить в траншею «змейкой» для компенсации температурных удлинений на песчаное основание толщиной не менее 100 мм и засыпать песком на высоту не менее 200 мм.

На пересечении подземного газопровода с другими коммуникациями должны быть предусмотрены защитные меры, исключающие проникновение и движение газа вдоль коммуникаций.

При обнаружении на месте производства работ смежных коммуникаций, не значащихся в проектной документации, необходимо принять меры по их защите и вызвать представителей организации, обслуживающей данные коммуникации.

При монтаже газопровода должны быть приняты меры по предотвращению засорения полости труб, секций, плетей. Соединения газопровода предусматриваются неразъемными. Соединение трубопроводов выполнить сваркой, фланцевые и резьбовые соединения допускаются в местах установки запорной арматуры.

Соединения полиэтиленовых труб со стальными предусмотреть неразъемными. Соединения полиэтиленовых труб между собой выполнить сваркой нагретым инструментом встык и муфтами с закладными электронагревателями. Сварку стыковых соединений полиэтиленовых труб производить с помощью сварочной техники с высокой степенью автоматизации.

В месте выхода из земли газопровод заключить в футляр. Концы футляра уплотнить эластичным материалом.

Участок газопровода, прокладываемый в футляре окрасить до его монтажа. Пространство между газопроводом и футляром заполнить эластичным материалом.

Для компенсации воздействий измерений температуры стенки трубы и давления среды проектом предусматривается использование самокомпенсации газопроводов за счет углов поворота трассы.

Для защиты от коррозии вертикальный участок подземного газопровода изолировать защитным покрытием «весьма усиленного» типа по ГОСТ 9.6022005 полимерными липкими лентами.

Структура покрытия «весьма усиленного типа» включает два слоя полиэтиленовой липкой ленты толщиной 0,63 мм (либо 3 слоя ленты толщиной 0,45 мм), нанесенной по специальной битумно-полимерной грунтовке, и наружную обертку из оберточной полиэтиленовой ленты с липким слоем. Общая толщина защитного покрытия, включая обертку, должна быть не менее 1,8 мм (ТУ 4859-001-11775856-95).

Для защиты надземного газопровода от атмосферного воздействия предусмотрено лакокрасочное покрытие для наружных работ, состоящее из двух слоев эмали ХВ-125 ГОСТ 10144-89* по двум слоям грунтовки ФЛ 03К ГОСТ 9109-81.

Монтаж газопровода должен выполняться специализированной монтажной организацией в соответствии с требованиями ПБ 12-529-03 , СНиП 42-01-2002, СП 42-101-2003, СП 42-102-2004, СП 42-103-2003.

Вдоль трассы наружного газопровода установить охранную зону в виде территории, ограниченной условными линиями проходящими на расстоянии 2,0 м с каждой стороны газопровода

Вдоль трассы газопровода из полиэтиленовых труб следует предусматривать укладку сигнальной ленты желтого цвета шириной не менее 0,2 м с несмываемой надписью «Огнеопасно-газ» на расстоянии 0,2 м от верхней образующей газопровода.

На участках пересечения газопровода с подземными инженерными коммуникациями сигнальная лента должна быть уложена вдоль газопровода дважды на расстоянии не менее 0,2 м между собой и на 2,0 м в обе стороны от пересекаемого сооружения.

Законченный строительством газопровод должен быть испытан на герметичность воздухом.

Полиэтиленовый подземный газопровод давлением св. 0,3 МПа до 0,6 МПа испытывается давлением 0,75 МПа в течении 24 ч. Полиэтиленовый газопровод давлением до 0,005МПа испытывается давлением 0,3 МПа в течение 24 ч. Температура наружного воздуха в период испытания полиэтиленового газопровода должна быть не ниже минус 15 °С. Стальной надземный газопровод давлением до 0,005 МПа испытывается давлением 0,3 МПа в течение 1 ч. Стальной надземный газопровод давлением св. 0,3 МПа до 0,6 МПа испытывается давлением 0,75 МПа в течение 1 ч.

До начала испытания на герметичность газопровод следует выдержать под испытательным давлением в течение времени, необходимого для выравнивания температуры воздуха в газопроводес температурой грунта. По завершении испытаний газопровода давление следует снизить до атмосферного, установить автоматику, арматуру, оборудование, контрольно-измерительные приборы и выдержать газопровод в течение 10 минут под рабочим давлением. Герметичность разъемных соединений следует проверить мыльной эмульсией. Испытания газопровода производит строительно-монтажная организация в присутствии представителя эксплутационной организации.

ЭХЗ стальных вставок на полиэтиленовых газопроводах длиной не более 10 м на линейной части и участков соединений полиэтиленовых газопроводов со стальными вводами в дома (при наличии на вводе электроизолирующих соединений) разрешается не предусматривать. При этом засыпка траншеи в той её части, где проложена стальная вставка, по всей глубине заменяется на песчаную.

Действующие наружные газопроводы должны подвергаться периодическим обходам, приборному техническому обследованию, диагностике технического состояния, а также текущим капитальным ремонтом с периодичностью ПБ 12-529-03.

Используемое в проекте газовое оборудование (технические устройства) и материалы сертифицированы и имеют разрешение Ростехнадзора России на применение. Все работы внести в строгом соответствии с ПБ 12-529-0,, СниП 4201-2002, СП 42-101-2003, СП 42-102-2004, СП 42-103-2203.

Газоснабжение осуществляется по двухступенчатой системе:

1-ая ступень – газопроводы высокого давления Р 0,6 МПа;

2-ая ступень – газопроводы низкого давления Р 0,002МПа. К газопроводам высокого давления Р ≤ 0,6 МПа подключаются:

- газорегуляторные пункты (ГРПШ, ПГБ);
- котельная.
-промышленные предприятия.

К газопроводам низкого давления подключаются - жилые дома
- коммунально-бытовые потребители.

Схема газопроводов высокого и низкого давления принята тупиковой.

Схемы газопроводов высокого и низкого давления представлены на чертежах. Состав газа и его характеристика указана в таблице 1.

Таблица 1

Состав и характеристика газа

Наименование (химический состав в процентах к объему)	Количество
Метан CH_4	98,4
Этан C_2H_6	0,32
Пропан C_3H_8	0,07
Изобутан C_4H_{10}	0,00
Н.бутан C_4H_{10}	0,00
Пентан C_5H_{12}	0,00
Азот и редкие N_2	1,04
Углекислый газ CO_2	0,13
Теплота сгорания КДж/м^3(ккал/м^3)	33600,0(8000)
Плотность газа кг/нм^3	0,73

Библиографический список

1.Нечваль А.М. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов. Уфа УГНТУ ДизайнПолиграфСервис, 2001 г.

2.Строительные нормы и правила. СНиП 2.05.06.-85 Магистральные трубопроводы. Миннефтегазстрой.

3.Общесоюзные нормы технологического проектирования. ОНТП 51-1-85 Магистральные трубопроводы. Мингазпром.

4.Новоселов В.Ф., Гольянов А.И., Муфтахов Е.М. «Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации газопроводов» - г. Москва «Недра», 1982 г.

5.Долин П.А. «Справочник по технике безопасности» г. Москва «Энергоатомиздат», 1985 г.

6.Правила технической эксплуатации магистральных газопроводов ВРД 39 1.10-006-2000

7.Волков М.М., Михеев А.Л., Конев К.А. Справочник работника газовой промышленности. М.: Недра, 1989 г.

8.СНиП 23 – 01 – 99 – Строительная климатология.

9.СНиП 2.04.08-87 Газоснабжение. Госстрой СССР-М: ЦИТП Госстроя СССР, 1988-64с.

10.СНиП 42-01-2002 Газораспределительные системы.

11.СНиП 2.04.05-91 Строительная климатология и геофизика. Госстрой СССР-М: Стройиздат, 1983-136с.

КИМ АЛИСА ЮРЬЕВНА – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

А.П. Кретов

ОРГАНИЧЕСКОЕ ТОПЛИВО В СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

В работе проведён обзор органического топлива, используемого в современной теплоэнергетике.

Ключевые слова: *теплоснабжение, энергоэффективность, топливо, органическое топливо.*

В промышленной энергетике и коммунально-бытовом секторе для получения тепла используется, как правило, химическая энергия, содержащаяся в органической массе ископаемого топлива. Исключением являются электронагревательные приборы, солнечные коллекторы и геотермальные установки, использующие электроэнергию, энергию солнца и тепло земных недр. В настоящее время около 90% всей энергии, потребляемой нашей цивилизацией, обеспечивается процессами сжигания различных видов органического топлива.

В структуре мирового снабжения первичными ТЭР доля нефтяного топлива снижается при одновременном увеличении доли природного газа.

Определенные изменения наблюдались и в региональной структуре мирового топливно-энергетического баланса. Главные из них состояли в снижении доли промышленно развитых стран-членов Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), стран Центральной и Восточной Европы, а также стран СНГ в суммарном мировом потреблении первичных ТЭР при одновременном увеличении доли Китая, других стран Азии, а также Латинской Америки и Африки.

Более 25 лет назад из-за нефтяного кризиса многие страны приняли меры по рационализации структуры энергопотребления в сторону снижения в ней доли нефти. Несмотря на это, добыча ее из года в год увеличивается. Региональная структура мировой добычи нефти, %: Страны-члены ОЭСР – 29,3; Ближний Восток – 30,0; Африка – 10,6; Страны СНГ – 10,4; Латинская Америка – 9,7; Азия (без Китая) – 5,2; Китай – 4,6; Центральная и Восточная Европа – 0,2.

Добыча природного газа в мире по сравнению с нефтью увеличивалась более быстрыми темпами. Например, за период с 1976 по 1996 г. она возросла почти вдвое, при этом более 25% всего прироста добычи приходится на Россию. Другими крупнейшими производителями природного газа являются США (23,5%), Канада (7,1%), Нидерланды (4,1%), Великобритания (3,9%), Индонезия (3,3%), Алжир (2,6%), Узбекистан (2,1%), Саудовская Аравия (1,9%) и Норвегия (1,8%). Перечисленные выше страны в общей сложности добывают свыше 75% всего газа.

На долю России приходится почти 40% мирового экспорта природного газа из них в свою очередь почти 40% в страны СНГ. Другими

крупнейшими экспортерами газа являются: Канада (48,7% от национальной добычи) Нидерланды (50%), Алжир (62,6%), Индонезия (48,1%), Норвегия (89,8%).

Несколько более низкими темпами, чем добыча природного газа, но более высокими темпами по сравнению с нефтью увеличивается мировая добыча каменного угля. При этом более трети мировой добычи приходится на Китай. Россия по добыче каменного угля занимает четвертое место в мире, уступая кроме Китая также США и Индии. Анализ статистических данных позволяет сделать несколько выводов. Основные из них:

- добыча каменного угля имеет тенденцию к росту;

- темпы развития мировой торговли каменным углем почти в 3 раза опережают темпы роста его добычи;

- крупнейшими экспортерами каменного угля в течение последних лет остаются Австралия, США и ЮАР, крупнейшими импортерами – Япония, Германия, Великобритания и Россия.

В настоящее время считается, что ресурсное обеспечение развития мирового энергетического хозяйства в ближайшие десятилетия не вызовет какой-либо озабоченности. Постепенное истощение наиболее экономически эффективных месторождений нефти и природного газа будет в перспективе в определенной мере компенсироваться благодаря научно-техническому прогрессу в соответствующих топливодобывающих отраслях, который призван обеспечить повышение нефте- и газоотдачи пластов, создать

© Кретов А.П., 2021.

Научный руководитель: *Иринин Алексей Анатольевич* – преподаватель, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

предпосылки для экономически обоснован-ной разработки более трудных для освоения месторождений и для широкого вовлечения в мировой энергетический баланс так называемых “нетрадиционных” видов углеводородов.

К категории “нетрадиционных” углеводородных энергетических ресурсов относятся залежи нефти и газа на очень больших глубинах на суше, месторождения газа с аномально высоким давлением, морские нефтегазовые месторождения с толщей воды над ними 300 м и более и т.д. Иными словами, это месторождения, на которых современные техника и технология, а также экономические показатели не позволяют вести не только разработку, но и разведку.

В традиционной энергетике применяются 2 типа топлива – органическое и ядерное. Несмотря на то что со второй половины XX в. ядерная энергетика развивается очень активно, доля органического горючего в общей структуре преобладает. В настоящее время это основной источник для производства тепловой и электрической энергии. Всего человеком применяется около двухсот его видов, каждому из которых присущи свои характеристики и показатели.

Существует несколько классификаций органического топлива: По происхождению: естественное (природное); искусственное (получаемое при переработке природного). По области использования: энергетическое (для выработки электроэнергии и теплоты); технологическое (для производства различных промышленных продуктов). По физическому состоянию вещества (в скобках указаны наиболее распространенные): жидкое (мазут); твердое (ископаемые угли); газообразное (природный газ). По «сроку жизни»: возобновляемое (древесина, растения); условно возобновляемое, у которого период накопления в земной коре составляет несколько тысяч лет (торф); не возобновляемое (каменный уголь, сланцы, нефть, газ). У невозобновляемых источников горючего период накопления во много раз превосходит предполагаемый срок потребления.

Природные виды органического топлива подразделяют на следующие группы: Ископаемые (извлекаемые из недр): каменный и бурый уголь; природный газ; торф; антрацит; нефть; горючие сланцы и другие. Искусственные: бензин; керосин; сланцевое масло; топливные брикеты; древесный уголь; гидролизный лигнин; отходы пищевой, сельскохозяйственной и целлюлозно-бумажной промышленности; мазут; газовое топливо, получаемое в виде побочного продукта при переработке горючих сланцев, выплавке чугуна, пиролизе и других технологических процессах; отходы деревоперерабатывающих производств (сухие опилки, стружка, кусковые отходы).

Из сельскохозяйственных отходов чаще всего применяются следующие: лузга семян подсолнечника; шелуха гречки; лузга рисовая; солома. Так как объем этих источников невелик, то они чаще всего используются в качестве топлива для местных котельных.

Согласно научным представлениям, все виды органического топлива образовались из растительных остатков и микроорганизмов, которые существовали от 500 тыс. до 500 млн лет назад. Их накопление происходило в тех участках земной коры, которые были защищены от активного окисления (мелководные прибрежные зоны водоемов, болота, дно морей). Химический состав этих остатков включает 4 основных элемента:

углеводы; лигнин (межклеточное вещество высших растений); жироподобные вещества (смолы, воски, эфиры глицерина); белки. Остатки высших растений и мхов, скапливавшиеся на заболоченных участках суши, стали основой для образования гумолитов (ископаемых углей), а микроводорослей и бактерий на дне водоемов – сапропелитов. Под воздействием высокого давления и температуры происходило преобразование органического вещества (углефикация). Гумолиты с малой степенью углефикации называют бурыми углями. При более высокой температуре гуминовые кислоты превращались в нейтральные гумины. В каменном угле наблюдается полное отсутствие гуминовых кислот. В сапропелитах в мягких условиях преимущественно протекали процессы полимеризации непредельных углеводородов с образованием горючих сланцев, при перегонке дающих большое количество смолы, сходной по составу с нефтью. Метаморфозы сапропеля при высоких температурах и каталитическом участии горных пород привели к образованию смеси углеводородов в жидком и газообразном состоянии (нефть, природный, попутный газ).

Твердое органическое топливо – это капиллярно-пористые гетерогенные материалы. Их структура содержит большое количество пор и трещин. Перед сжиганием на теплоэлектростанциях сырье измельчают на дробилках до размеров 15-25 мм (слоевое сжигание в котлах) или в пылевидное состояние для снижения потерь от недожога.

Основные виды горючих органических топлив, их марки и краткая характеристика представлены в таблице ниже.

Таблица 1

Основные виды горючих органических топлив, их марки и краткая характеристика

Вид топлива	Марки и разновидности	Характеристика
Бурый уголь	1Б, 2Б, 3Б (в зависимости от влагоемкости)	низкосортный вид топлива; высокая гигроскопичность и влажность; низкая механическая прочность; высокий выход летучих соединений; сниженное содержание углерода; повышенная склонность к самовозгоранию; теплота сгорания 7-20 МДж/кг.
Каменный уголь, антрациты	Д, 1Г, 2Г, 1ГЖ, 2ГЖ, 1Ж, 2Ж, 1К, 2К, 1КО, 2КО, 1КС, 2КС, 1ОС, 2ОС, ТС, 1СС, 2СС, 3СС, 1Т, 2Т, 1А, 2А, 3А традиционный вид топлива; высокая теплота сгорания (до 25 МДж/кг); большое содержание углерода; низкая гигроскопичность и влажность	традиционный вид топлива; высокая теплота сгорания (до 25 МДж/кг); большое содержание углерода; низкая гигроскопичность и влажность; высокая прочность; выход летучих компонентов 3-40%.
Торф	фрезерной; кусковой	местный вид топлива; высокая влажность; большой выход летучих соединений; склонность к самовозгоранию; теплота сгорания после сушки – 8 МДж/кг
Горючий сланец	гумито-сапропелитовый; сапропелитовые кукерситы (классификация по происхождению).	самый высокий выход летучих компонентов; высокореакционный вид топлива; средняя теплота сгорания – 4,6-9 МДж/кг; низкосортное горючее, используется для местных нужд, а также в качестве сырья для производства высокоэнергетических видов топлива (сланцевое масло, газообразное горючее).

Большое содержание влаги затрудняет воспламенение горючих материалов, уменьшает температуру в топке, повышает потери тепла. Топлива, для которых характерен большой геологический возраст, имеют в своем составе мало воды (бурый уголь, торф). Различают несколько видов влаги: сорбционная, скапливающаяся на границе твердой и газообразной фазы; капиллярная (поровая); поверхностная (обнаруживается на наружной поверхности кусков); гидратная (входит в состав кристаллогидратов). Первые 3 вида влаги можно удалить из твердого органического топлива просушиванием при температуре 105 °С, последний – только посредством химических реакций при нагреве до 700-800 °С. При транспортировке и хранении на открытом воздухе содержание воды может значительно повышаться, ухудшая качество горючего.

Во всех видах твердого топлива имеются минеральные примеси, в основном состоящие из следующих соединений: силикаты; сульфиды; углекислые соли Ca, Mg и Fe; фосфаты; хлориды; сульфаты кальция и железа. В процессе горения органического топлива они подвергаются высокотемпературной трансформации, в результате которой остается твердая негорючая зола. Ее состав сильно отличается от исходных веществ из-за следующих реакций: превращение окисных солей железа в оксиды; дегидратация силикатных соединений; разложение карбонатов, выделение CO2, образование оксидов; окисление сернистых соединений, выделение сернистого газа; испарение солей щелочных металлов. Конечный состав зольного остатка зависит от условий сжигания органического топлива. При высоких температурах он может расплавиться и перейти в жидкое состояние (шлак). Часть золы удаляется из топок вместе с летучими продуктами сгорания, что приводит к загрязнению, зашлаковыванию и коррозионному износу топочного оборудования.

Твердое органическое топливо при сжигании проходит несколько стадий разложения: бертинирование (температура до 300 °С, выделяются углекислый и угарный газ, водород и углеводороды, пирогенетическая вода); полукоксование (400-450 °С, выделяется основной объем горючего газа); коксование (700-1100 °С, завершение процесса выхода летучих соединений). Продукты сгорания органического топлива соответственно называют бертинатами, полукоксами, коксами.

Наименьшая теплота сгорания у высокозольных сланцев, влажного торфа и бурого угля, а наибольшая – у антрацитов. Низшая теплота сгорания, при которой водяные пары выходят в атмосферу, а не конденсируются, у твердых видов топлива составляет 4,6-26 МДж/кг.

По происхождению органические топлива делятся на природные (естественные) и искусственные, получаемые различными методами.

Таблица 2

Классификация органического топлива

Агрегатное состояние	Происхождение	
	Естественные	Искусственные
Твердое	Дрова, каменные и бурые угли, антрацит, горючие сланцы, торф	Кокс, полукокс, брикеты угольные и коксовые
Жидкое	Нефть	Мазут, дизельное и светлое моторное топливо,
Газовое	Природный и попутный газы	Генераторный, доменный, коксовый газы

В зависимости от характера использования органическое топливо может быть разделено на энергетическое (для получения тепловой и электрической энергии) и на промышленное (для высокотемпературных тепло-технологических установок и систем). Энергетическое и промышленное топливо определяется также термином “котельно-печное топливо”.

В состав органического топлива входят различные соединения горючих и негорючих элементов. Твердое и жидкое топливо содержит такие горючие вещества, как углерод С, водород Н, летучую серу Sл, и негорючие вещества – кислород О, азот N, золу *А*, влагу *W*. Летучая сера состоит из органических Sор и колчеданных Sк соединений: Sл=Sор+Sк.

Органическое топливо характеризуется:

– рабочей массой $C^P+H^P+S^P_л+O^P+N^P+A^P+W^P = 100\%$

– сухой массой $C^C+H^C+S^C_л+O^C+N^C + A^C = 100\%$

– горючей массой $C^r+H^r+S^r_л+O^r+N^r = 100\%$

– ограниченной массой $C^o+H^o+S^o+O^o+N^o = 100\%$

Можно пересчитать состав топлива с одной массы на другую с помощью соответствующих коэффициентов (табл. 3).

Таблица 3

Пересчет состава топлива с одной массы на другую

Заданная масса	Искомая масса			
	органическая	горючая	сухая	рабочая
Органическая	1	$\frac{100-S^r_п}{100}$	$\frac{100-(S^r_п+A^c)}{100}$	$\frac{100-(S^r_п+A^p+W^p)}{100}$
Горючая	$\frac{100}{100-S^r_п}$	1	$\frac{100-A^c}{100}$	$\frac{100-(A^p+W^p)}{100}$
Сухая	$\frac{100}{100-(S^r_п+A^c)}$	$\frac{100}{100-A^c}$	1	$\frac{100-W^p}{100}$
Рабочая	$\frac{100}{100-(S^r_п+A^p+W^p)}$	$\frac{100}{100-(A^p+W^p)}$	$\frac{100}{100-W^p}$	1

Газообразное топливо обычно приводится к сухой массе в объемных долях: $CH_4+C_2H_6+C_3H_8+C_mH_n+CO+CO_2+H_2+N_2+...+H_2S=100\%$.

Важнейшими техническими характеристиками топлива являются теплота сгорания, жаропроизводительность, содержание золы и влаги, содержание вредных примесей, снижающих ценность топлива, выход летучих веществ, свойства кокса (нелетучего остатка).

Теплота сгорания (теплотворная способность) топлива - количество теплоты, выделяемое при полном сгорании единицы массы (кДж/кг) или объема (кДж/м3) топлива. Теплота сгорания является характеристикой, определяющей расход топлива для работы топливоиспользующего оборудования.

Различают высшую и низшую теплотворные способности топлива. При проектировании котлов и технологических агрегатов, в которых не используется скрытая теплота конденсации водяных паров, содержащихся в продуктах сгорания топлива, расчеты традиционно ведутся по низшей теплотворной способности топлива.

В тех случаях, когда имеет место использование в агрегатах скрытой теплоты конденсации водяных паров, в расчетах фигурирует высшая теплота сгорания топлива.

Низшую теплоту сгорания топлива можно определить, зная высшую теплоту сгорания:

$$Q_н = Q_в - r_п \cdot G_{H_2O}, \qquad (1.1)$$

где *r*п – скрытая теплота конденсации водяных паров при н. у., кДж/кг; – масса влаги, содержащаяся в 1 м3 газового топлива, кг/м3. О H2G

Скрытая теплота конденсации водяных паров при нормальных условиях равна *r*п=2510 кДж/кг.

Для жидкого и твердого топлива связь между высшей и низшей теплотой сгорания определяется соотношением

$$Q_{\text{н}}^{\text{р}} = Q_{\text{в}}^{\text{р}} - r_{\text{п}}\left(9\text{H}^{\text{р}} + W^{\text{р}}\right) = Q_{\text{в}}^{\text{р}} - 226\text{H}^{\text{р}} - 25W^{\text{р}}. \qquad (1.2)$$

Теплоту сгорания топлива определяют экспериментально в калориметрической бомбе или в газовом калориметре. Принцип работы калориметров основан на том, что в них сжигается точно замеренная масса или объем топлива, выделяющееся тепло которого передается воде, начальная температура и масса которой известны. Зная массу воды, и замеряя повышение ее температуры, определяют количество выделенного тепла и теплоту сгорания топлива. При известном составе топлива теплота его сгорания может быть подсчитана аналитически.

Рабочая низшая теплота сгорания твердого и жидкого топлива приближенно может быть определена по формуле Д.И. Менделеева, кДж/кг

$$Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 338\text{C}^{\text{р}} + 1025\text{H}^{\text{р}} - 108\left(\text{O}^{\text{р}} - \text{S}_{\text{л}}^{\text{р}}\right) - 25W^{\text{р}}. \qquad (1.3)$$

При известном составе газообразного топлива теплота сгорания 1 м3 газа может быть подсчитана по формуле:

$$Q_{\text{н}}^{\text{с}} = 0{,}01\left(Q_{\text{H}_2\text{S}} \cdot \text{H}_2\text{S} + Q_{\text{CO}} \cdot \text{CO} + Q_{\text{H}_2} \cdot \text{H}_2 + \sum Q_{\text{C}_m\text{H}_n} \cdot \text{C}_m\text{H}_n\right), \qquad (1.4)$$

Теплота сгорания различных видов топлива колеблется в очень широких пределах. Для сравнения разных видов топлива при определении норм расхода, запасов, экономии топлива введено понятие об условном топливе. Условным топливом называют топливо, низшая теплота сгорания которого равна *Q*у.т = 29310 кДж/кг (7000 ккал/кг).

Для пересчета расхода какого-либо вида натурального топлива в условное и обратно пользуются тепловым эквивалентом, представляющим собой отношение низшей теплоты сгорания рабочей массы натурального топлива к теплоте сгорания условного топлива

$$B_{\text{у.т}} = B_{\text{н}} \cdot \frac{Q_{\text{н}}^{\text{р}}}{Q_{\text{у.т}}} = B_{\text{н}} \cdot \text{Э}. \qquad (1.5)$$

Таблица 4

Теплофизические свойства газов, входящих в состав газообразного топлива

Наименование газа	Обозначение	Плотность ρ, кг/м3	Теплота сгорания низшая, МДж/м3 р н Q
Метан	CH4	0,717	35,88
Этан	C2H6	1,355	64,36
Пропан	C3H8	2,009	93,18
Бутан	C4H10	2,697	123,15
Пентан	C5H12	3,454	156,63
Гексан	C6H14	3,848	173,17
Гептан	C7H16	4,474	200,55
Этилен	C2H4	1,251	59,06
Пропилен	C3H6	1,877	86,00
Бутилен	C4H8	2,503	113,51
Бензол	C6H6	3,485	140,38
Азот	N2	1,250	–
Водород	H2	0,090	10,79
Диоксид углерода	CO2	1,977	–
Оксид углерода	CO	1,250	12,64
Кислород	O2	1,428	–
Сероводород	H2S	1,536	23,37

Жаропроизводительностью топлива называется температура горения с минимальным (стехиометрическим) количеством окислителя и без подогрева топлива и воздуха. Жаропроизводительность топлива позволяет оценить эффективность его использования в высокотемпературном процессе.

Зола топлива представляет собой твердый негорючий остаток, получающийся после сгорания горючей части топлива; причем зола, прошедшая стадию расплавления, называется шлаком. Зола существенно ухудшает качество топлива и вызывает значительные трудности в процессе сжигания (износ и шлакование поверхностей нагрева).

При сравнительных расчетах пользуются приведенной зольностью $A^{\text{п}} = A^{\text{р}} / Q_{\text{н}}^{\text{р}}$

Влага W топлива отрицательно влияет на его качество, так как снижает теплоту сгорания, ухудшает процесс воспламенения топлива, приводит к увеличению объема дымовых газов, а следовательно, потерь с уходящими газами. Приведенная влажность топлива $W^{\text{п}} = W^{\text{р}} / Q_{\text{н}}^{\text{р}}$.

Сера S – весьма нежелательный элемент топлива. При ее сгорании образуются SO2 и SO3, которые вызывают коррозию элементов энергетических установок и оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду.

При нагревании топлива происходит выделение газообразных продуктов разложения, которое называется выходом летучих веществ Vг и определяется в процентах от горючей массы топлива. Чем больше выход летучих веществ, тем ниже температура воспламенения топлива и больше объем пламени. По содержанию летучих веществ топливо подразделяют на пламенное и тощее.

Свойства кокса оказывают значительное влияние на процесс горения топлива и определяют области его использования.

Кроме того, характеристиками топлива являются: удобство сжигания топлива и расход энергии, связанный с подготовкой топлива к использованию; степень сложности разведки и трудности добычи топлива, определяющая объем капиталовложений и себестоимость топлива; удаленность месторождений топлива от районов его потребления.

Наиболее распространенными видами твердого топлива являются бурые и каменные угли, антрациты, горючие сланцы, древесина и торф.

Бурые угли не спекаются, отличаются большим выходом летучих веществ (*V*г = 40–60%), высокими зольностью (*A*р = 15–30%) и влажностью (*W*р = 30–40%). Теплота сгорания $Q^{р}_{н}$ =23 - 27 МДж/кг.

Каменные угли по составу и свойствам разнообразны. Они обладают сравнительно невысокими зольностью (*A*р =5 – 25%) и влажностью (*W*р = 5–10%) при широком диапазоне выхода летучих веществ (*V*г = 10–40%). Основная масса каменных углей спекается. Теплота сгорания $Q^{р}_{н}$ = 23 - 27 МДж/кг. Каменные угли классифицируются по выходу летучих веществ и характеру коксового остатка (длиннопламенный – Д, газовый – Г, жирный – Ж, коксовый – К, спекающийся – С, тощий – Т) и по крупности кусков (крупный – К, орех – О, мелкий – М, семечко – С, штыб – Ш, рядовой – Р).

Антрациты отличаются от других твердых топлив плотной структурой, высоким содержанием углерода (Сг = 93–96%), малым выходом летучих веществ (*V*г = 3–5%), малой зольностью (*A*р =13 – 17%) и влажностью (*W*р = 5–7%), высокой теплотой сгорания $Q^{р}_{н}$ = 35 - 30 МДж/кг/

Горючие сланцы характеризуются большой зольностью (*A*р =50–60%) и высоким выходом летучих веществ (*V*г = 80–90%); влажность их невелика (*W*р = 15–20%), они имеют самую низкую для твердых топлив теплоту сгорания $Q^{р}_{н}$ = 5.7 - 10 МДж/кг.

Древесина отличается очень малой зольностью (*A*р <1%) и большим выходом летучих веществ (*V*г = 85%). Значительная влажность древесины (*W*р = 40–60%) определяет весьма низкую теплоту сгорания $Q^{р}_{н}$ = 12 – 10 МДж/кг/

Торф – самый молодой вид твердого органического топлива. Он имеет большой выход летучих веществ (*V*г = 70%), высокую влажность (*W*р = 30–50%) и малое содержание золы (*A*р =5–10%). Теплота сгорания торфа небольшая $Q^{р}_{н}$ = 13 – 10 МДж/кг.

Таким образом, для сравнительного анализа свойств различных типов топлива используют приведенные характеристики, определяемые как отношение показателя качества рабочего топлива к его удельной низшей теплоте сгорания. Основными приведенными расчетными показателями служат: влажность; зольность; содержание серы и азота. В топливно-энергетической промышленности для сравнения эффективности применяемого топлива применяется также понятие условного топлива. Оно представляет собой горючее, у которого низшая удельная теплота сгорания в рабочем состоянии составляет 7000 ккал/кг.

Для каждого вида топлива можно рассчитать безразмерный тепловой коэффициент в виде отношения собственной удельной теплоты сгорания к этой величине для условного топлива. При полном сгорании органического топлива образуются трехатомные газы (углекислый и сернистый газ) и вода. Расход веществ (для 1 моля горючего), участвующих при сжигании, вычисляют по формулам исходя из условия, что прореагирует весь кислород, поданный вместе с воздухом.

Такие уравнения называют материальным балансом горения. В реальных условиях расчетные значения корректируют с помощью коэффициентов, так как для полного сжигания всегда требуется больше воздуха. Для определения температуры продуктов сгорания составляют тепловой баланс реакции окисления (в расчете на 1 кг жидкого или твердого органического топлива или на 1 м3 для газообразного). С точки зрения физики уравнение теплового баланса является не чем иным, как формой записи закона сохранения энергии.

КРЕТОВ АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

Д.С. Маскаленко

ПРИМЕНЕНИЕ АНКЕРНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ БАЛЛАСТИРОВКИ ТРУБОПРОВОДОВ

В данной работе проводится анализ технической и проектной документации, посвященной анкерным устройствам балластировки трубопроводов.

Ключевые слова: *трубопровод, балластировка, анкерные устройства, анкер.*

Одним из основных направлений в области нефтегазовой промышленности России в настоящее время стало развитие транспортной инфраструктуры, строительство проектов магистральных трубопроводов и капитальный ремонт существующих трубопроводов.

Трассы трубопровода могут проходить в абсолютно различных топографических, геологических, инженерных и климатических условиях. Так, трассы могут пересекать множество рек, озер, болот и зон многолетнемерзлых грунтов.

Однако при сооружении и ремонте трубопроводных систем устанавливаются высокий темп производства работ, высокий уровень качества, высокая надежность и безопасность на протяжении всего срока эксплуатации. Выполнение этих требований зависит от принятия грамотных проектных решений, использования качественных материалов и конструкций, отвечающих требованиям, повышения уровня механизации, разработки и внедрения современной технологии производства работ.

Для безопасной и надежной эксплуатации трубопровода необходимо сохранение его проектного положения. Для этого необходимо использовать различные способы балластировки трубопроводов.

В настоящее время для балластировки трубопроводов используются следующие конструкции:

– кольцевые утяжелители (чугунные, железобетонные);
– железобетонные утяжелители охватывающего типа;
– железобетонные утяжелители опирающегося (седловидного) типа;
– полимерно-контейнерные балластирующие устройства;
– контейнеры текстильные;
– грунтозаполняемые балластирующие устройства;
– сплошное бетонное покрытие;
– анкерные устройства.

Важным условием надежной и безопасной работы трубопроводов является обеспечение устойчивого проектного положения подземных трубопроводов на проектных отметках в условиях обводненной местности.

В настоящее время основными задачами повышения устойчивости положения трубопроводов являются дальнейшее увеличение надёжности работы средств балластировки и закрепления трубопроводов, снижение их материалоёмкости и транспортных расходов, а также дальнейшее повышение темпов работ.

Анкерные устройства служат для сохранения проектного положения протяженного тела газопровода на проектных отметках в обводненной траншее при подземном типе прокладки путем заглубления удерживающих элементов в подстилающий массив минерального грунта ниже дна траншеи. Анкерные устройства обладают малой материалоемкостью по сравнению с классическими способами балластировки трубопроводов и высокой удерживающей силой в расчете на единицу длины, прокладываемого трубопровода и единицу веса анкерного устройства.

Анализ нормативных и технических документов, содержащих требования к закреплению магистральных и промысловых трубопроводов, в том числе с помощью анкерных устройств, является довольно важной задачей, так как в соответствии с этими требованиями происходит проектирование, строительство, эксплуатация, испытания, сертификация и изготовление анкерных устройств.

СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85*

СП 86.13330.2014 Магистральные трубопроводы (пересмотр актуализированного СНиП III-42-80* «Магистральные трубопроводы» (СП 86.13330.2012))

© Маскаленко Д.С., 2021.

Научный руководитель: *Кириллов Игорь Николаевич* – преподаватель, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (с Изменением N 1)

СП 107-34-96 Балластировка, обеспечение устойчивости положения газопроводов на проектных отметках.

ВСН 39-1.9-003-98 Конструкции и способы балластировки и закрепления подземных газопроводов

ВСН 007-88 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Конструкции и балластировка

РД 39Р-00147105-029-02 Инструкция по балластировке трубопроводов с применением винтовых анкерных устройств с повышенной удерживающей способностью.

EN 1997-1-2009 Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила

EN 1997-2-2009 Геотехническое проектирование. Часть 2. Исследования и испытания.

СП 36.13330.2012 и СП 86.13330.2014 устанавливают основные требования к проектированию магистральных трубопроводов и производству работ при строительстве трубопроводов соответственно, в том числе к устойчивости и балластировки.

СП 107-34-96 устанавливает более конкретные требования к балластировке трубопроводов, собирая виды и назначение тех или иных способов балластировки. Также документ содержит расчетные положения каждого способа.

В СП 24.13330.2011 отражен расчет несущей способности свай, который в данном случае можно применить для расчета несущей способности анкера в составе анкерного устройства.

РД 39Р-00147105-029-02 отражает балластировку с помощью винтовых анкерных устройств с повышенной удерживающей способностью, которая заключается в применении вяжущих веществ на концах анкерных устройств, которые увеличивают его удерживающую способность.

В зарубежной нормативной документации, а именно EN 1997-1-2009 и EN 1997-2-2009, отражают требования к геотехническому проектированию. Данные документы в явном виде не распространяются на анкерное закрепление трубопроводов. Однако, содержат требования по испытаниям анкеров, которые были частично заимствованы для проведения испытаний анкеров, входящих в состав анкерных устройств для закрепления магистральных и промысловых трубопроводов.

В первой части содержатся требования к проектированию анкеров. Но эти требования относятся к проектированию анкеров, которые используются для удержания подпорных сооружений, откосов, котлованов и прочее.

Стоит отметить, что в настоящее время отсутствует полностью сформированная нормативная база для применения анкерных устройств. Отсутствуют требования к продукции, к изготовлению, приемке и контролю, к анкерным устройствам любого типа. Отсутствуют нормативные документы для проектирования и производства работ с закреплением трубопроводов в проектном положении с помощью анкерных устройств.

В соответствии с Федеральным законом №162-ФЗ от 29.06.2015 «О стандартизации в Российской Федерации к документам по стандартизации относятся:

1)документы национальной системы стандартизации;

2)общероссийские классификаторы;

3)стандарты организаций, в том числе технические условия;

4)своды правил;

5)документы по стандартизации, которые устанавливают обязательные требования в отношении объектов стандартизации, предусмотренных статьей 6 настоящего Федерального закона.

Так, сейчас отсутствуют национальные стандарты, которые устанавливают требования к анкерным устройствам. Отсутствуют какие-либо самостоятельные своды правил для проектирования и строительства трубопроводов с закреплением трубопроводов с помощью анкерных устройств.

СП 36.13330 отражает общие требования к проектированию магистральных трубопроводов, в том числе к проектированию анкерных устройств. То есть по теме работы содержит общую расчетную формулу по необходимой балластировке (удерживающей способности), но не содержит конкретных расчетных положений с определением удерживающей способности каждой конструкции анкерного устройства, расчета шага расстановки, рекомендаций по расстановке анкерных устройств, по их расстановке совместно с другими типами балластировки.

Такие документы, как СП 107-34-96, ВСН 39-1.9-003-98, ВСН 007-88, РД 39Р-00147105-029-02 содержат более конкретные требования к применению анкерных устройств. Но все вышеперечисленные документы имеют неопределенный статус, а некоторые и вовсе не действуют. Также положения этих документов значительно устарели и не отражают все современные требования, предъявляемые к магистральным и промысловым трубопроводам.

Правильным решением в стандартизации будет актуализировать эти документы с дополнением современных конструкций и требований ко всем конструкциям анкерных устройств с приведением всех расчетных положений. Для верификации методик расчетов необходимо провести моделирование различных ситуаций работы анкерных устройств, а также проведением лабораторных и натурных испытаний с выдергиванием анкерных устройств в различных типах грунтов. Эти требования могут быть отражены в национальных и межгосударственных стандартах, а также сводах правил.

При отсутствии и недостаточности требований нормативных документов для проектирования закрепления магистральных и промысловых трубопроводов в проектном положении с помощью анкерных устройств эти требования могут быть изложены в специальных технических условиях (СТУ) в соответствии с федеральным законом №384-ФЗ О безопасности зданий и сооружений.

Предшествовать разработке таких документов может анализ технических условий производителей, разработка внутренних документов компаний для применения анкерных устройств, а именно рекомендаций, стандартов организаций, руководящих документов.

Библиографический список

1.СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – http://docs.cntd.ru/document/1200156973 свободный. - Загл. с экрана;

2. СП 36.13330-2012. Магистральные трубопроводы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – http://docs.cntd.ru/document/1200103173 свободный. - Загл. с экрана;

3. СП 48.13330.2011. Организация строительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – http://docs.cntd.ru/document/1200084098 свободный. - Загл. с экрана;

4.СП 86.13330.2014. Магистральные трубопроводы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – http://docs.cntd.ru/document/1200111111 свободный. - Загл. с экрана;

5. ВСН 004-88. Строительство магистральных трубопроводов. Технология и организация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – http://docs.cntd.ru/document/1200001610 свободный. - Загл. с экрана;

6. ВСН 008-88. Строительство магистральных трубопроводов. Противокоррозионная и тепловая изоляция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – http://www.snip-info.ru/Vsn__008-88.htm свободный. - Загл. с экрана;

7. ВСН 010-88. Строительство магистральных трубопроводов. Подводные переходы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – https://znaytovar.ru/gost/2/VSN_01088_Stroitelstvo_magistr.html свободный. - Загл. с экрана;

8. ВСН 39-1.9-003-98. Конструкции и способы балластировки и закрепления подземных газопроводов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – http://www.snip-info.ru/Vsn__39-1_9-003-98.htm свободный. - Загл. с экрана;

МАСКАЛЕНКО ДМИТРИЙ СЕРГЕЕВИЧ – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

Н.А. Михайлова

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ

В данной работе рассматривается устройство автоматической газораспределительной станции, рассмотрены её основные узлы и нормативные документы.

Ключевые слова: *газоснабжение, АГРС, автоматическая ГРС.*

Основное предназначение АГРС-40 заключается в редуцировании давления газа для газораспределительных сетей. Газораспределительная станция состоит из шести главных узлов [1]:

1) Узел переключения;
2) Узел очистки газа;
3) Узел предотвращения гидратообразования;
4) Узел редуцирования;
5) Узел учёта;
6) Узел одоризации.

В таблице 1 приведена техническая характеристика станции.

Таблица 1

Техническая характеристика АГРС-40

Наименование параметра или размера	Величина
Минимальное значение давления газа на входе, МПа	1,3
Выходное давление, МПа (кгс/см^2)	0,3-1,2 (3-12)
Пропускная способность, тыс. м^3/ч	40
Расход топливного газа на подогрев, м^3/ч	10
Температура, °С - Газа на входе - Окружающего воздуха - Нагрева газа в подогревателе ПТПГ-100 при максимальном расходе	 От -10 до 20 От -40 до 50 -10
Одоризация	УОГ-1
Напряжение сети для подключения освещения, В	220/380
Аварийная сигнализация	Дистанционная передача аварийного сигнала

© Михайлова Н.А., 2021.

Научный руководитель: *Дёмин Александр Михайлович* –преподаватель, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

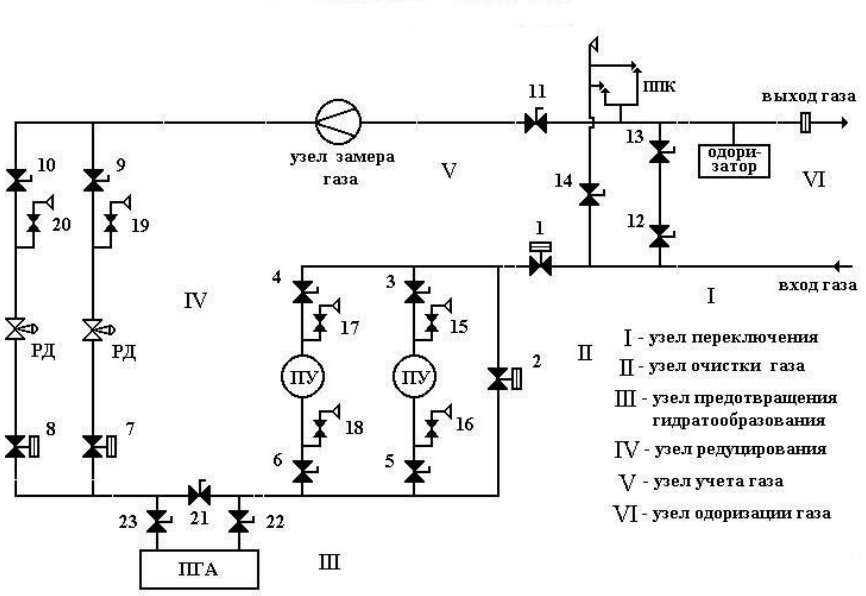


Рис. 1. Технологическая схема ГРС

АГРС-40 работает по следующей схеме (рисунок 1).

В качестве запорной и регулирующей арматуры на байпасной линии применяют кран с рычажным приводом и задвижкой Dy 300.

3.2 Основное оборудование АГРС

Узел редуцирования газа

Выбор регулятора давления для АГРС

По заданной пропускной способности, перепаду давления на дросселирующем органе и температуре газа, используя рассчитанные значения K_v, выбираются тип и конструкция дросселирующего органа регулятора давления, а также рассчитываются его проходное сечение.

Т.к. $P_к \leq 0{,}5P_н$, то параметр K_v рассчитывается по формуле [1]:

$$K_v = \frac{Q}{2570 \cdot P_н}\sqrt{\rho_{см} \cdot T}, \quad (1)$$

где Q - пропускная способность АГРС, м^3/ч;

$P_н$- давление перед входом в АГРС, МПа;

$\rho_{см}$-плотность газовой смеси, кг/м^3;

T-температура газа, К.

$$K_v = \frac{40000}{2570 \cdot 4{,}65}\sqrt{0{,}732 \cdot 278{,}15} = 47{,}76.$$

Ближайший по параметру K_v регулятор давления РДУ-80-50 [1]. Для данного регулятора $K_v = 50 \pm 5$. Из формулы 2 вычислим расход газа для данного регулятора:

$$Q_{рег} = \frac{2570 \cdot P_н \cdot K_v}{\sqrt{\rho_{см} \cdot T}}; \quad (2)$$

$$Q_{рег} = \frac{2570 \cdot 4{,}65 \cdot 55}{\sqrt{0{,}732 \cdot 278{,}15}} = 46063\,{}^{м^3}/_{ч}.$$

Запас пропускной способности регулирующего устройства:

$$\Delta = \frac{Q_{рег} - Q}{Q} \cdot 100\%, \quad (3)$$

$$\Delta = \frac{46063 - 40000}{40000} \cdot 100\% = 15{,}16\,\%$$

Итак, запас пропускной способности выбранного регулятора давления составляет 15,16 %. Данная величина превосходит значение в 15-20%, а значит, регулятор давления РДУ-80-50 соответствует требованиям [4].

Регуляторы давления газа типа РДУ-50 непрямого действия с усилителем типа РДУ

Регуляторы РДУ-50, имеют три основных узла (унифицированные для всех типоразмеров): исполнительное устройство, усилитель и редуктор перепада. Основные технические характеристики регулятора РДУ-80-50 приведены в таблице 2.

Таблица 2

Техническая характеристика регуляторов давление типа РДУ

Наименование параметра	РДУ-80-50
Давление условное, МПа (кгс/см^2)	10,0 (100)
Диапазон входного давления, МПа (кгс/см^2)	от 1,2 до 10,0 (от 12 до 100)
Диапазон настройки выходного давления, МПа (кгс/см^2)	от 0,1 до 1,2 (от 1 до 12)
Максимальный перепад давления на регуляторе, МПа (кгс/см^2)	9,5 (95)
Диаметр условного прохода, мм	50
Неравномерность регулирования, %	±2,5
Коэффициент пропускной способности KV	50±5
Тип присоединения к трубопроводам	1 фланцевое по ГОСТ 12821-80, исп. 3 2 с ответными фланцами
Строительная длина, мм	см. прил.
Габаритные размеры, мм	см. прил.
Масса, кг, не более	98

Узел очистки газа

Блок очистки газа на ГРС позволяет предотвратить попадание механических примесей и конденсата в оборудование, технологические трубопроводы, приборы контроля и автоматики станции и потребителей газа. Импульсный и командный газ автоматического регулирования и управления должен быть осушен и дополнительно очищен в соответствии с СТО Газпром 089-2010 [5].

Узел предотвращения гидратообразования

В целях предупреждения возникновения кристаллогидратов в процессе дросселирования, увеличивается температура природного газа в теплообменниках с утилизацией горячей воды в качестве теплоносителя, а также в специальных подогревателях газа. В некотором диапазоне температур и давления газа, насыщенного влагой, возникают кристаллогидраты. Зоной их возникновения является область, располагающаяся левее равновесных кривых. При отсутствии в газе капельной влаги появление кристаллогидратов не является возможным. В виду предупреждения возникновения гидратов природный газ нагревается до температуры, при которой содержание влаги насыщенного газа при дросселировании не опускается ниже этого показателя газа на входе в ГРС. В этой ситуации во время дросселирования влага не конденсируется из газа. Фактическую температуру подогрева принимают немного выше в отличие от расчётного показателя. Во время расчёта используют зависимость содержания влаги насыщенного природного газа от давления и температуры.

Огневой подогреватель природного газа с жидкостным теплоносителем ПТПГ-100

Огневой подогреватель природного газа с жидкостным теплоносителем ПТПГ-100 предназначен для непрямого нагрева природного газа перед дросселированием в системах регулирования АГРС, ГРС индивидуального проекта и для других потребителей. В подогревателе устанавливается два теплообменника соединяющиеся параллельно или последовательно по ходу нагреваемого газа.

Подогреватель топливного и пускового газа ГПМ-ПТПГ-100 используется для нагрева природного газа в составе узлов предотвращения гидратообразования газораспределительных станций (ГРС), компрессорных станций (КС), магистральных газопроводов (МГ).

Внизу сосуда находится пара независимо работающих теплогенератора, каждый из которых представляет собой жаровую трубу, соединённую пучком дымогарных труб с поворотным коробом, который сообщается с дымовой трубой. К обратной стороне жаровой трубы присоединяется горелочное устройство, состоящее из:

- многосопловой инжекционной горелки;
- запальной горелки;
- датчика пламени.

Вверху сосуда находится двухходовой теплообменник, состоящий из пучка U-образных теплообменных трубок, выполненных из нержавеющей стали. Один конец пучка трубок через трубную решётку соединяется с патрубком входа подогреваемого газа. Противоположный конец пучка трубок с помощью аналогичной конструкции соединяется с патрубком выхода подогреваемого газа.

Узел учета газа

Блок учета газа предназначен для коммерческого учета газа (измерение его расхода или объема).

Для коммерческого учета необходимо определение объемного расхода или объема газа, приведенных к нормальным условиям, поэтому измеренный в рабочих условиях расход корректируется по абсолютному давлению и температуре газа в измерительной линии.

Манометры дифференциальные сильфонные самопишущие (ДСС-712-2С-М1)

Используются в целях измерения расхода газа на ГРС по величине перепада давления в сужающих устройствах.

Регулирование сильфонных дифманометров производится путем настраивания длины регулируемых поводков. Изменение угла наклона рычага позволяет установить стрелку расхода на нуль. Нулевое положение прибора - угол наклона рычага, равный 28°. Изменение длины тяги регулирует верхний предел измерения. Технические данные дифманометра ДСС-712-2С-М1 представлены в таблицу 3.

Таблица 3

Технические данные дифманометра ДСС-712-2С-М1

Предельно допускаемые рабочие избыточные давления, кгс/см^2	63; 160; 250; 320
Верхние пределы измерений манометрической части дифманометра, кгс/см^2	6; 10; 16; 25; 40; 60; 100; 160 на избыточное давление до 63 и 160 кгс/см^2; 16; 25; 40; 60; 100; 160; 250; 400 на избыточное давление до 250 и 320 кгс/см^2
Предельные номинальные перепады давлений, кгс/см^2	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5 - на избыточное давление до 63 и 160 кгс/см^2; 0,4; 0,63; 1,6; 2,5; 4; 6,3 - на избыточное давление до 250 и 320 кгс/см^2
Классы точности	1; 1,5
Верхние пределы измерений дифманометров-расходомеров выбираются из ряда: A=a·10 ·n ,где a - одно из чисел ряда, n - целое (положительное или отрицательное) число или нуль.	1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8
Время одного оборота диаграммы, ч	24
Температура окружающей среды, °С	-30...+50

Узел одоризации

Одоризационный блок представляет собой дозатор одоранта, поплавковую камеру, смотровое окно, фильтр одоранта, вентиль, шаровой кран, фильтр, редуктор, манометр, реле времени, регулируемую ёмкость и клапан.

Универсальный одоризатор газа типа УОГ-1

Одоризатор УОГ-1 предназначен для установки на ГРС производительностью 3-165 тыс. м^3/ч. Он автоматически осуществляет подачу одоранта в количестве, пропорциональном расходу газа. Техническая характеристика универсального одоризатора представлена в таблице 4.

Таблица 4

Техническая характеристика УОГ-1

Наименование параметра или размера	Величина
Рабочее давление в газопроводе, кгс/см^2	2-12
Производительность по одоранту, см^3/ч	57-3150
Перепад давления на диафрагме, соответствующий максимальному расходу газа, кгс/см^2	Не более 0,6
Погрешность одоризатора, %	±10
Число циклов в минуту, %	2-5
Температура окружающего воздуха, °С	От -40 до 50
Максимальный расход газа на питание системы управления, м^3/ч	1

Принцип работы одоризатора УОГ-l заключается в следующем. В одоризатор подается часть газа, проходящего через ГРС; перепад давления создается установленной на газопроводе диафрагмой. Из подземной емкости одорант поступает в расходную емкость, далее через замерный сосуд и поплавковую камеру в инжекционный дозатор, где он инжектируется ответвленной струёй газа. Одорированный газ возвращается в основной газопровод и там смешивается с остальным количеством газа. Одоризаторы типа

УОГ-1 сложны по конструкции, но надежны в работе. Для обеспечения нормальной работы автоматических одоризаторов необходимо ежемесячно проводить профилактические проверки.

Узел переключения газа

Узел переключения газа устанавливается, в первую очередь, в целях защиты газораспределительных сетей потребителя от вероятного резкого повышения давления газа; во - вторых, для обеспечения газом потребителя по линии байпаса с использованием ручного регулирования давления газа, когда на станции осуществляются ремонтные и профилактические работы.

Данный блок представляет собой краны на выходном и входном газопроводах, обводную линии и предохранительные клапаны. Обычно узел переключения располагается в отельном здании либо под навесом, который защищает его от выпадающих атмосферных осадков.

Клапаны ППК-4 в зависимости от номера установленной пружины могут настраиваться на срабатывание в диапазоне давлений от 0,5 до 16 кгс/см^2.

Таблица 5 и таблица 6 показывают технические характеристики СППК4Р-50-16.

Таблица 5

Технические характеристики СППК4Р-50-16

Регулируемая среда	Природный газ ГОСТ 5542-2014
Температура рабочей среды, ºС	от -40 до +600
Диаметр седла, мм	30
Диаметр присоединительного патрубка: - входа, мм - выхода, мм	 50 80
Максимальное рабочее давление, МПа	1,6
Пределы регулирования, МПа	0,05 - 1,6
Габаритные размеры, мм	600х210х185
Масса, кг, не более	29

Таблица 6

Типы пружин для СППК4Р-50-16

Клапан	Давление настройки, кгс/см^2	Номер пружины
СППК4-50-16	1,9 - 3,5	103
	3,5 – 6,0	104

Библиографический список

1. Орехова И.В. Проектирование и эксплуатация газораспределительных систем: учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности 130501 «Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов» и магистров, обучающихся по направлению 553600 «Нефтегазовое дело» / Орехова И.В., Босюк О.С., - Москва: Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина.

2. Ионин А.А. Газоснабжение: Учебник для вузов. – 5-е изд., стер. -СПб.: издательство «Лань», 2012-448с

3. ГОСТ 5542-2014. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. – Взамен ГОСТ 5542-87; введ. 01.07.2015- М.: Изд-во стандартов, 2015. - 13с.

4. Свод правил. Газораспределительные системы. СП 62.13330.2011. Актуализированная редакция. СНиП 42-01-2002; ДЕАН - Москва, 2012. - 128 с.

5. СТО Газпром 089-2010 «Газ горючий природный, поставляемый и транспортируемый по магистральным газопроводам. Технические условия». – М., 2011.

МИХАЙЛОВА НАТАЛИЯ АЛЕКСАНДРОВНА – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

К.Е. Новикова

МЕТОДЫ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ

В работе рассматриваются методы капитального ремонта газопроводов.

Ключевые слова: *газоснабжение, газопровод, трубопровод, капитальный ремонт.*

Поддержка работоспособности как старых, так и новых газопроводов в течении продолжительного периода времени является одной из главных задач эксплуатации.

Воздействие возрастного фактора на показатели надежности и безопасности магистральных газопроводов является совокупным и выражается как в потенциальности зарождения и развития дефектов в следствии старения и повреждения изоляционного покрытия, так и в возможности изменения механических характеристик металла труб.

С увеличением срока службы состояние газопровода становится менее стабильным и все более зависящим именно от фактических особенностей эксплуатации. В свою очередь, имеющаяся аварийность газопроводов на фоне ежегодно производимых ремонтно – восстановительных работ говорит о недостаточной эффективности используемого комплекса организационно-технических мероприятий по техобслуживанию данных объектов.

Поэтому, остро встает вопрос о рациональном и эффективном планировании вывода участков газопроводов в капитальный ремонт, для поддержания технического состояния единой системы газоснабжения.

Основными методами капитального ремонта трубопроводов являются:

- ремонт с полной заменой труб, при проведении которого на отключаемом и выведенном в ремонт участке газопровода все эксплуатируемые трубы заменяются на новые или повторно используемые после заводского ремонта;
- ремонт методом переизоляции с частичной заменой труб, при проведении которого на отключенном и выведенном в ремонт участке газопровода выполняется замена изоляции, а частичной замене подлежат только поврежденные и не пригодные для дальнейшей эксплуатации трубы;
- выборочный ремонт, при котором на участке газопровода ремонтные работы выполняются не на всей его протяженности, а на заранее выявленных по результатам диагностических обследований локальных местах.

На основе результатов обследования участка, ремонтируемого газопровода составляют акт, в котором приводят конкретные данные по протяженности участка, количеству плетей, метраж годных, отбракованных и подлежащих ремонту труб, о характере повреждений (глубина, протяженность и площадь коррозионного повреждения). К акту прилагают профиль трассы и журнал обследования.

Поврежденные места должны быть очищены от продуктов коррозии до металлического блеска и четко обведены по контуру масляной краской. Результаты решения рабочей группы по оценке работоспособности технологических объектов должны быть нанесены масляной краской на газопроводе в местах повреждений при помощи следующих обозначений:

- ШЛ - ремонт со шлифовкой;
- СВ - ремонт сваркой;
- ЗК - замена катушки;
- ВЗ -вварка заплаты;
- ПКМ - ремонт полимерными композиционными муфтами;
- ММ - металлические муфты.

Ремонт с полной заменой труб аналогичен технологии строительства нового газопровода (Рис. 1).

Возможна укладка участка газопровода без остановки перекачивания газа – параллельно ремонтируемому участку. С последующим подключением к действующему врезкой под давлением, после демонтируют старый газопровод.

© Новикова К.Е., 2021.

Научный руководитель: *Филиппов Владимир Васильевич* – ассистент кафедры ТГВиГ, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

Также, если не возможна остановка перекачивания, производят прокладывание временного параллельного участка, меньшим диаметром, на время демонтажа старого и укладки нового газопровода. После строительства нового участка и введения его в эксплуатацию, временную нитку газопровода демонтируют.

Еще один метод – с остановкой перекачивания – демонтирую старый участок и укладывают новый, на месте предыдущего.

Рис. 1. Ремонт с полной заменой труб

Ремонт методом переизоляции труб (Рисунок 2). Производят в самой траншее или на берме траншеи.

- уточнение оси газопровода;
- снятие плодородного слоя почвы, перемещение его во временный отвал и планировка трассы в зоне действия ремонтно- строительного потока;
- вскрытие газопровода;
- удаление старой изоляции с поверхности участка газопровода;
- отбраковка труб - определение мест расположения, типа и параметров дефектов труб и сварных соединений и при необходимости их ремонт или замена;
- подготовка поверхности участка газопровода перед нанесением нового изоляционного покрытия;
- нанесение грунтовки;
- нанесение нового изоляционного покрытия;
- укладка газопровода на дно траншеи, балластировка газопровода (при необходимости);
- засыпка отремонтированного газопровода;
- восстановление средств электрохимзащиты и знаков закрепления трассы;
- техническая рекультивация плодородного слоя почвы.

Рис. 2. Переизоляция газопровода

Выборочный ремонт (Рисунок 3) производят на трубе с давлением, либо на отключенном и освобожденном от газа участке.

Ремонт под давлением газа применяется при замене изоляционного покрытия газопровода на локальном участке и ликвидации повреждений металла труб, не требующей остановки перекачки. При этом величина снижения рабочего давления для производства ремонтно-восстановительных работ на действующем газопроводе принимается газотранспортным предприятием.

Выборочный ремонт сквозных отверстий диаметром до 14 мм, располагающихся на верхней половине трубы, может осуществляться при помощи устройства для заделки свищей. При ликвидации свищей, повреждений и единичных сквозных коррозионных каверн диаметром до 25 мм, применяют ремонтный хомут. Для дефектов, размеры которых больше 25 мм, применяется сборно – разборная муфта.

При локальных повреждениях изоляции, проводят переизоляцию участка.

Сварочно-восстановительные работы на газопроводе должны проводиться после производства работ по отбраковке уложенного на лежки газопровода. К сварочно – восстановительным работам при капремонте трубопровода относятся следующие: зашлифовка дефектов; заварка дефектов; вварка заплат; установка уплотнительных муфт; замена катушек, замена участков с временными муфтами из различных материалов.

Заварка поврежденных участков должна выполняться ручной дуговой сваркой.

Участки газопровода с недопустимыми дефектами подлежат вырезке, а на их место врезают технологические катушки или новый трубы.

Рис. 3. Замена дефектной трубы на новую

Библиографический список

1.СП 36.13330.2012 (актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85*) Магистральные трубопроводы.

2.Р Газпром 2-2.3-595-2011 «Правила назначения методов ремонта дефектных участков магистральных газопроводов единой системы газоснабжения ОАО «Газпром».

3.СТО Газпром 2-2.3-112-2007 «Методические указания по оценке работоспособности участков магистральных газопроводов с коррозионными дефектами».

4.СТО Газпром 2-2.2-136-2007 «Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов».

5.СТО Газпром 2-2.3-137-2007 «Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов».

6.СТО Газпром 2-2.3-253-2009 «Методика оценки технического состояния и целостности газопроводов».

7.СТО Газпром 2-2.3-750-2013 «Критерии вывода участков линейной части магистральных газопроводов в капитальный ремонт»

8.СТО Газпром 2-2.4-083-2006 «Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений»

9.СТО Газпром 2-2.4-715-2013 «Методика оценки работоспособности кольцевых сварных соединений магистральных газопроводов».

10.СТО Газпром 2-3.5-252-2008 «Методика продления срока безопасной эксплуатации магистральных газопроводов ОАО «Газпром».

1.Анучкин, М.П. Трубы для магистральных трубопроводов / М.П. Анучкин, В.Н. Горицкий, Б.И. Мирошниченко.– М: Недра, 1986.– 231 с.

2.Большаков, В.И. Особенности проявления водородной хрупкости в углеродистых сталях / В.И. Большаков, Л.Н. Дайнеко, А.М. Нестеренко, В.М. Школа – Тр. V Международ. конф. «Водородная экономика и водородная обработка материалов». Донецк, Украина, 2007.– Т.2.– 1344 с.

3.Александров, Ю.В. Выявление факторов, инициирующих развитие разрушений магистральных газопроводов по причине КРН / Ю.В. Александров – Практика противокоррозионной защиты.– 2011.– №1.– 211с.

НОВИКОВА КСЕНИЯ ЕВГЕНЬЕВНА – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

О.В. Пенькова

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

В работе рассматривается проблематика энергосбережения высотных зданий и методы его повышения.

Ключевые слова: *энергоснабжение, энергосбережение, высотные здания, жилые здания.*

Возведение высотных зданий представляет собой закономерный этап развития городского строительства. Они являются индивидуальными, характерными и центральными объектами многих городов. Принято считать, что здание высотой в 20 этажей уже является высотным. Технический комитет ASHRAE (Американское общество инженеров по отоплению, холодоснабжению и кондиционированию воздуха) определил высотное здание как здание, высота которого превышает 91 м. В нормативных документах Республики Беларусь и Российской Федерации высотным считается здание высотой более 75 м.

Высотные здания имеют свою специфику, существенно отличающую их конструктивно от обычных зданий. С ростом высоты здания резко увеличиваются нагрузки на несущие конструкции, что вызвало необходимость разработки специальных конструктивных систем.

Горизонтальные несущие конструкции высотных зданий, как правило, однотипны и обычно представляют собой жесткий несгораемый диск из железобетона либо сталежелезобетона.

По виду вертикальных несущих конструкций различают четыре основные системы высотных зданий:

1) каркасную (рамную);
2) стеновую (бескаркасную, диафрагмовую);
3) ствольную;
4) оболочковую.

Наряду с основными широко применяют и комбинированные конструктивные системы. В них вертикальные несущие конструкции компонуют, сочетая элементы разных видов (рисунок 1).

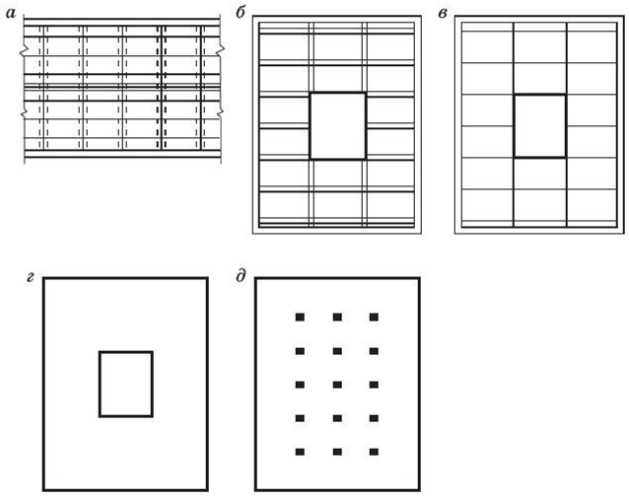


Рис. 1. Комбинированные конструктивные системы высотных зданий: *а* - каркасно-стеновая; *б* - каркасно-ствольная; *в* - ствольно-стеновая; *г* - оболочково-ствольная; *д* - оболочково-каркасная; несущие; наружные стены; ненесущие стены; колонны

© Пенькова О.В., 2021.

Научный руководитель: *Стариков Альберт Николаевич* – доцент кафедры ТГВиГ, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

В зависимости от конструктивной системы здания наружные стены проектируют несущими и ненесущими. При этом несущие стены конструируются в зависимости от того, являются ли они несущей оболочкой здания или образованы пилонами ствольно-стеновой системы. На конструирование наружных стен влияют нормативные требования к огнестойкости, тепловой защите и несущей способности. В качестве стволов (ядер) высотных зданий используют лестнично-лифтовые узлы из железобетона, иногда в сочетании с блоком вентиляционных шахт.

Выбор конструктивной системы зависит от многих факторов, основными их которых считаются высота здания, архитектурнопланировочные требования и условия строительства (сейсмичность, особенности грунта, атмосферные воздействия, в первую очередь ветровые).

Колебания верхней части высотного здания вследствие ветровой нагрузки не должно превышать 1/500 его высоты, что обеспечивает целостность остекления и перегородок, а также нормальную работу лифтов. В соответствии с зарубежным опытом это условие соблюдается при отношении ширины к высоте здания, не превышающем 1/7.

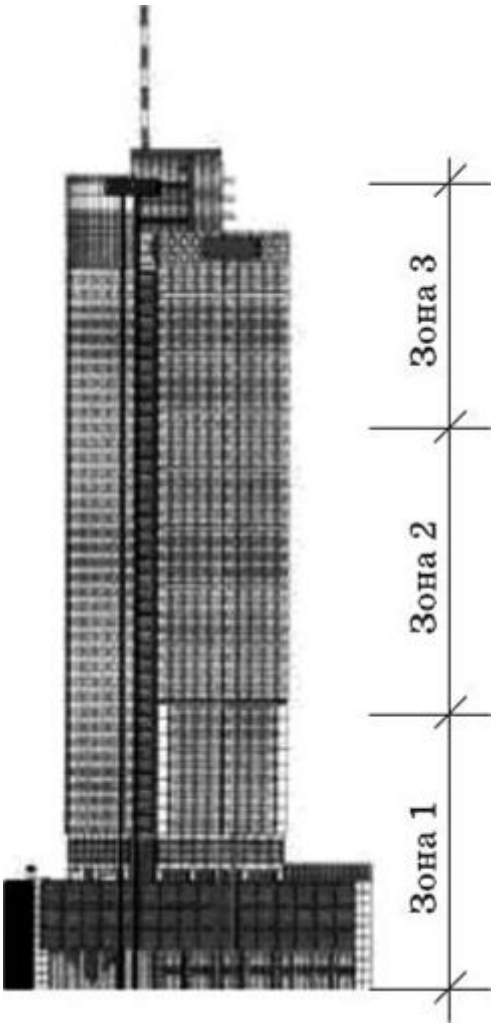


Рис. 2. Зонирование систем отопления

Высотные здания разделяются по высоте на пожарные отсеки. Границами пожарных отсеков являются противопожарные преграды, в качестве которых используются противопожарные стены и перекрытия с нормируемыми пределами огнестойкости.

Предусматривается зонирование по вертикали и инженерных систем здания (рисунок 28). Это необходимо для обеспечения в нижней части зон гидростатического давления, допустимого по условиям прочности применяемого оборудования, а для систем горячего водоснабжения — также с целью предотвращения чрезмерного перепада давлений на водоразборной арматуре.

Зоны определенной высоты разделяются техническими этажами, на которых производится разводка магистралей сетей отопления, водоснабжения, прокладка сборных сетей канализации, объединение вентиляционных каналов.

Наличие технических этажей — оптимальный вариант для эксплуатации. При их отсутствии для прокладки трубопроводов используются шахты, а горизонтальная разводка осуществляется в межэтажных перекрытиях.

Опыт зарубежного проектирования и эксплуатации высотных зданий показывает, что оптимальная высота зоны системы отопления может составлять до 80 м, а зоны систем водоснабжения — до 60 м. Возможно совмещение зон инженерного оборудования с границами пожарных отсеков по высоте.

Энергетическая эффективность высотного здания зависит от многочисленных факторов, характерных для объектов, насыщенных сложными инженерно-техническими устройствами, потребляющими значительное количество тепловой, электрической и механической энергии. При этом обеспечение энергоэффективности здания связано с обеспечением его безопасности, надежности и комфортности. Решение столь сложной задачи возможно при комплексном рассмотрении здания как единой системы, все элементы которой (архитектурная форма, ориентация, ограждающие конструкции, системы теплоснабжения, ОВК, электроснабжения и т.д.) физически и энергетически взаимосвязаны.

В настоящее время лучшим методом поиска оптимального решения при проектировании высотного энергоэффективного здания является метод системного анализа. Этот метод позволяет принимать решения, когда выбор альтернативы требует анализа сложной информации различной физической природы.

При поиске оптимальных решений часто используют методы как математического, так и физического моделирования. Результаты исследований переносятся на реальный объект.

Анализ структуры потребления энергоресурсов на примерах функционирования высотных зданий, построенных в различных климатических зонах, показывает, что до 70 % энергии расходуется на создание микроклимата среды обитания. Поэтому при разработке систем инженерного обустройства вопросы энергоэффективности и уровня теплозащиты ограждающих конструкций здания должны решаться в первоочередном порядке.

Снижения энергопотребления высотных зданий можно добиться:

- компактностью объемно-планировочного решения;
- рациональностью ориентации здания по сторонам света с учетом преобладающих направлений ветра и потоков солнечной энергии;
- выбором уровня и вида теплозащиты;
- выбором площади и вида остекления фасадов;
- выбором схемы и оборудования системы теплоснабжения;
- применением эффективных схем и оборудования систем отопления;
- выбором эффективных систем вентиляции и кондиционирования воздуха;
- утилизацией теплоты выбросов и использованием возобновляемых источников энергии;
- использованием низкотемпературных грунтовых вод в качестве источника холодоснабжения.

Системы инженерного обеспечения (в том числе и системы ОВК) высотных зданий индивидуальны, и каждая из них требует неординарных самостоятельных решений. Но в то же время можно выделить ряд особенностей систем ОВК, связанных с повышенной этажностью зданий и поэтому являющихся общими для всех:

- зонирование систем инженерного обеспечения;
- необходимость регулирования поступления теплоты от нагревательных приборов систем отопления в каждом помещении;
- оценка воздействия ветра на здание и учет поступления наружного инфильтрационного воздуха в расчетах воздушного режима и тепловых балансов помещений;
- «синдром замкнутого пространства» из-за загрязнения воздуховодов и оборудования элементов кондиционирования и отсутствия поступления «свежего» наружного воздуха;
- стремление к максимальному использованию систем естественной вентиляции помещений и т.д.

В мировой строительной практике оценка принятых решений по проектированию и эксплуатации инженерных систем высотных зданий выполняется с использованием комплексного показателя энергопотребления. Этот же подход принят в странах СНГ.

В региональных нормах России по проектированию высотных зданий установлены критерии эффективности и соответствующие им нормативы, основанные на энергетическом принципе нормирования здания в целом. В соответствии с целевым назначением здания по таблицам принимаются приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (R_T, м^2 • °С/Вт), удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период (Q, МДж/м^2 или МДж/м^3).

Энергетическая эффективность высотных зданий во многом зависит от теплозащитных качеств ограждающих конструкций, так как они вместе с инженерными системами определяют расход энергии на поддержание в помещениях здания качественного микроклимата. Соответственно выбор конструктивного решения и материалов ограждающих конструкций в последующем оказывает влияние на расход теплоты системами ОВК воздуха зданий.

В зависимости от конструктивной системы здания ограждающие конструкции могут быть несущими и ненесущими, выполненными кладкой из штучных материалов, стекла, металла или бетона (как легкого, так и тяжелого), однослойными или многослойными, с навесными стенами или вентилируемыми фасадами.

Расчеты переноса теплоты и массы при проектировании ограждений выполняются по общепринятым методикам, но с учетом особенностей изменения температуры наружного воздуха и его скорости по высоте зданий.

Температура воздуха с увеличением высоты изменяется практически линейно и описывается уравнением

$$t_h = t_0 - 0{,}0065h,$$

где t_h — температура воздуха на высоте А, °С; t_0 — температура воздуха у поверхности земли, °С; h — высота, м.

Понижение температуры в холодный и теплый периоды года в среднем составляет 0,1 °С на каждые 15 м высоты.

С увеличением высоты скорость ветра возрастает нелинейно и зависит от характера местности. Определение скорости ветра по высоте по отношению к стандартной точке измерения на метеостанциях может быть выполнено с использованием коэффициента $к$ изменения скорости (таблица 1).

Изменение скорости ветра по высоте (по отношению к стандартной высоте расположения флюгера 10 м)

Таблица 1

Высота, м	Значение коэффициента $к$ при расчетной скорости ветра, м/с								
	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0
10	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
50	2,3	1,8	1,8	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2
100	2,8	2,4	2,2	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2
150	3,2	2,8	2,5	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6	1,4
200	3,5	3,0	2,7	2,4	2,1	2,0	1,8	1,7	1,4
250	3,8	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,5
300	3,8	3,4	3,0	2,6	2,4	2,2	2,0	1,9	1,6
350	4,0	3,4	3,0	2,6	2,4	2,3	2,1	2,0	1,7
400	4,0	3,4	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	2,1	1,8
450	4,0	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4	2,2	2,2	1,8
500	4,0	3,6	3,2	2,9	2,6	2,5	2,3	2,2	1,9

Атмосферное давление с увеличением высоты понижается в среднем на 1 гПа через каждые 8 м. Изменение давления может быть определено по формуле:

$$p_h = p_0(1 - 2{,}5577 \cdot 10^{-5} \cdot h)^{5{,}2559},$$

где p_h — давление на высоте А, Па; p_0 — давление у поверхности земли, Па.

Использование уточненных данных по расчетным температурам, скорости ветра и давлению воздуха позволяет более точно определять теплотехнические характеристики ограждающих конструкций по высоте здания.

Наравне с традиционными конструкциями наружных стен в высотном строительстве все более широкое применение находят фасадные ограждения с вентилируемой воздушной прослойкой. Схема указанного типового ограждения представлена на рисунке 9.

Вентилируемая прослойка шириной 8>60 мм обычно разделена горизонтальными огнестойкими диафрагмами на секции.

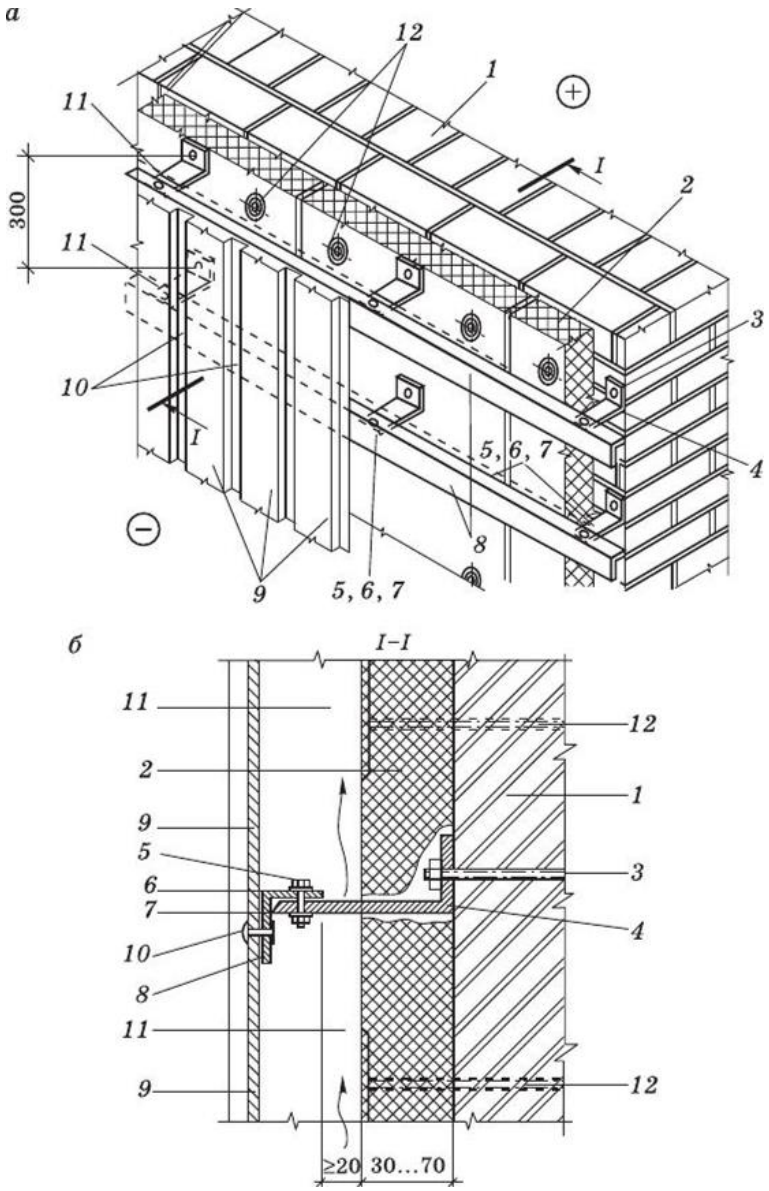


Рис. 3. Наружная теплоизоляция стен здания «вентилируемый фасад»:
а - общий вид; *б* - элемент крепления;
I - наружная стена; *2* - теплоизоляция; *3, 12* - дюбель-анкер; *4* - кронштейн; *5, 7* - болты с гайкой, шайбой и гравером; *8* - горизонтальный несущий профиль (балка); *9* - экран; *10* - заклепки;
11 - воздушная прослойка

Внизу и вверху каждой секции предусмотрены воздухозаборные и воздухоотводящие отверстия для организации движения воздуха в прослойке, которые при необходимости могут быть использованы для естественной вентиляции помещений.

Фасадные системы с вентилируемой воздушной прослойкой высотных зданий имеют значительное количество крепежных элементов. Поэтому при их проектировании обязательно следует учитывать теплотехническую однородность конструкций, оказывающую существенное влияние на приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен. Для различных конструкций экранов и вентилируемых прослоек коэффициент г теплотехнической однородности стен высотных зданий может быть равен 0,6...0,7.

Развитие фасадных систем с вентилируемой воздушной прослойкой идет по пути использования изолирующего остекления в качестве наружного экрана. Его выполняют из одинарного ламинированного закаленного стекла и обеспечивают поступления воздуха в прослойку через предусмотренные в ней вентиляционные решетки.

За рубежом в энергоэффективных высотных зданиях широко используются фасадные системы, основными материалами которых служат стекло и металл. Эти конструкции получили название «двойные фасады». Их подразделяют на проходные фасады с широко расставленными (300...800 мм) и узко расставленными (80...150 мм) поверхностями остекления.

В зависимости от способа организации вентиляции помещений и воздушной прослойки разработано большое количество вариантов компоновки «двойных фасадов». Например, «двойные фасады» со щелевыми отверстиями в верхней и нижней частях наружного остекления, «двойные фасады» с фрамугами в верхней части окна и др. Для снижения теплопоступлений от солнечной энергии в летний период используются солнцезащитные устройства различных типов.

В климатических условиях СНГ использование «двойных фасадов» со сплошным наружным остеклением и внутренними светопрозрачными конструкциями в виде одно- или двухкамерных стеклопакетов может оказаться энергетически затратным. Для каждого высотного здания следует оценивать экономическую и энергетическую его целесообразность в зависимости от района строительства.

Выбирать оптимальные в техническом и энергетическом отношении ограждающие конструкции следует с учетом затрат на теплоту, холод и энергоснабжение помещений здания.

Энергоэффективность высотных зданий во многом зависит от конструкции оконных заполнений. Светопрозрачные конструкции в дневное время выполняют свою основную функцию, а в ночное представляют собой ограждения с пониженной теплозащитой.

Влияние площади свегопрозрачных ограждающих конструкций на годовое энергопотребление для систем ОВК и освещения административного здания определено на рисунке 10. Математическое моделирование выполнено для разной площади остекления здания стеклопакетами типа SUN SELEKT и THERMO SKP.

Стеклопакет THERMO SKP имеет сопротивление теплопередаче R_T = 0,77 м • °С/Вт, светопроницаемость 79 %, а стеклопакет SUN SELEKT R_T = 0,77 м • °С/Вт и светопроницаемость 74 %.

По результатам расчетов, представленных на рисунке 4 для разных площадей остекления, видно, что суммарное энергопотребление при использовании стеклопакета SUN SELEKT минимально при остеклении 56...60 %. В случае применения стеклопакета THERMO SKP оптимальная площадь остекления равна 45 %.

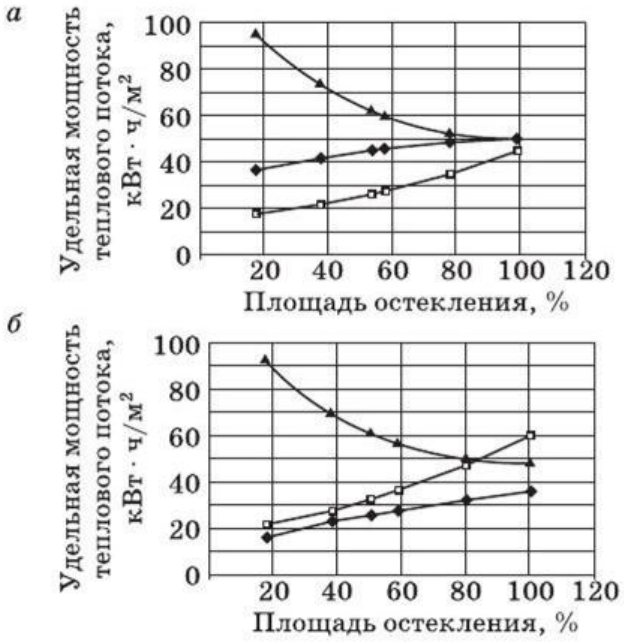


Рис. 4. Графики зависимости ежегодного потребления первичной энергии для обогрева, охлаждения и освещения от площади остекления при использовании стеклопакетов типа: *а* - SUN SELEKT; *б* - THERMO SKP

Таким образом, для того чтобы потребление энергии было минимальным, площадь остекления фасадов здания должна соответствовать минимальным требованиям естественного освещения помещений. Для рассматриваемого здания в случае применения стеклопакетов SUN SELEKT оптимальная площадь остекления — 56 %, при использовании стеклопакетов THERMO SKP — 52 %.

Повышению теплозащитных качеств оконных заполнений способствует создание оконных блоков из алюминия с терморазрывами, деревоалюминия, клееной древесины, а также применение стеклопакетов с теплоотражающими стеклами. В ночное время теплозащитные качества светопрозрачных ограждений повышаются в результате использования штор из теплоизоляционных материалов, а в дневное — различных пассивных защищающих экранов, навесов, жалюзи, штор, предотвращающих попадание в помещения солнечной энергии.

К автономным источникам энергии, работающим на газообразном или жидком топливе, относятся:

а) водогрейные котельные на одно или несколько зданий;

б) мини-ТЭЦ на базе газотурбинной (ГТУ) или газопоршневой (ГПУ) установки.

Экономия энергии при теплоснабжении высотных многофункциональных и жилых зданий от источников централизованного теплоснабжения зависит от принципиального подхода к проектированию центрального теплового пункта (ЦТП). Энергетически обоснованным является использование общей группы теплообменников — подогревателей для всех потребителей теплоты с «количественнокачественным» регулированием каждого потребителя с помощью смесительных насосов и трехходовых клапанов.

Принципиальная схема ЦТП с «количественно-качественным» регулированием подготовки теплоносителя представлена на рисунке 5. Реализация данного подхода к теплоснабжению осуществлена в проектных решениях высотных зданий, построенных в Москве.

Вариант теплоснабжения с использованием автономных источников энергии используется в случае невозможности подключения зданий к сетям централизованного теплоснабжения.

Эксплуатация мини-ТЭЦ по схеме когенерационной (с производством теплоты и электричества) или тригенерационной (с производством теплоты, электричества и холода) установки энергетически перспективно, если они работают с номинальной тепловой нагрузкой, а излишки энергии передаются в единую энергосистему.

Размещение автономных источников теплоснабжения возможно как в пристройках, так и во встроенных помещениях. Наиболее привлекательным является крышный вариант размещения мини-ТЭЦ. Он позволяет решать гидростатические проблемы для систем отопления и горячего водоснабжения и проблему удаления продуктов сгорания. В мировой практике широко используется размещение автономных источников энергии на технических этажах высотных зданий.

При оптимальной загрузке в течение года и с учетом минимальной протяженности трубопроводов себестоимость производства тепловой, электрической энергии и холода на мини-ТЭЦ может быть в 1,5 раза ниже, чем в централизованных системах.

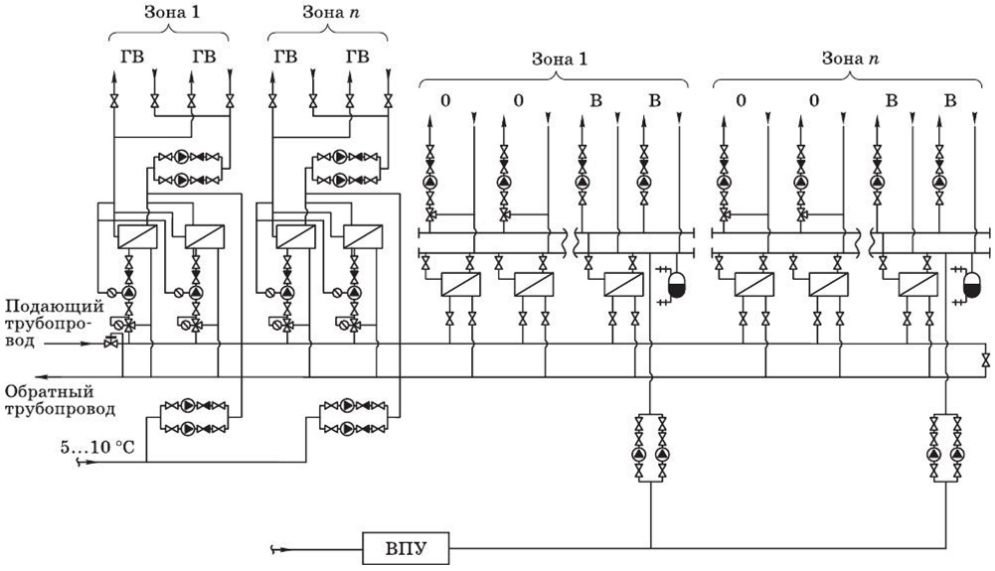


Рис. 5. Принципиальная схема ЦТП с «количественно-качественным» регулированием (ГВ — горячее водоснабжение; О — отопление; В — вентиляция; ВПУ — водоподготовительная установка).

За рубежом для теплоснабжения жилых высотных зданий используются (как вариант) поквартирные установки двухконтурных газовых водогрейных котлов, предназначенных для подготовки воды на отопление и горячее водоснабжение. Данный подход считается экономически и энергетически эффективным.

К нетрадиционным источникам энергоснабжения относятся топливные элементы, фотоэлектрические солнечные панели, системы использования низкопотенциальной теплоты земли, водоемов, воздуха и т.д.

Примером прогрессивного решения теплоснабжения с применением современных технических систем может служить энергетическая концепция здания Pearl River Tower вблизи Гонконга, которая состоит в оснащении его системами выработки такого количества энергии, которое покрывает потребности инженерных систем. Источниками энергии служат фотоэлектрические солнечные панели, теплонасосные установки, использующие низкопотенциальную теплоту грунта, ветроэлектростанции, встроенные в здание, утилизаторы теплоты удаляемого воздуха. Одной из особенностей указанного здания является центрально встроенная световодная шахта (атриум), обеспечивающая естественную вентиляцию и освещение его внутренних помещений.

В зависимости от назначения помещений в высотных многофункциональных и жилых зданиях используются водяные, воздушные, совмещенные с системой механической вентиляции, воздушные с отопительно-рециркуляционными агрегатами, электрические напольные и другие системы отопления.

Организация водяного отопления высотных зданий осуществляется с зонированием их по высоте. Зонирование систем отопления, как правило, совпадает с пожарным зонированием. Отдельные зоны разделяются техническими этажами, удобными для прокладки разводящих трубопроводов. Высота зон определяется допустимым гидростатическим давлением на нижние отопительные приборы. При отсутствии технических этажей зонирование может не совпадать с разделением здания на пожарные отсеки.

Системы водяного отопления высотных зданий подразделяются на вертикальные и горизонтальные, с верхней и нижней разводкой. Приоритет отдается двухтрубным системам с верхней разводкой подающей магистрали и попутным движением теплоносителя.

Анализ различных решений систем отопления показал, что для жилых зданий более энергоэффективной является горизонтальная поквартирная разводка с подключением к вертикальным стоякам, проложенным по лестничной клетке и выполненным по двухтрубной схеме с нижней разводкой магистралей.

Применение поквартирных (горизонтальных) систем отопления приводит к уменьшению протяженности магистральных труб и снижению потерь теплоты в необогреваемых помещениях, где проложены трубопроводы.

Энергоэффективность водяных систем отопления зависит от их надежности и регулируемости. Обеспечение гидравлической устойчивости является основной задачей как проектировщиков, так и службы эксплуатации. Системы должны эффективно работать и быть управляемыми во всех режимах. Такая управляемость достигается повышением сопротивления узлов отопительных приборов и гидравлической увязкой циркуляционных колец. С этой целью применяются радиаторные терморегуляторы с повышенным гидравлическим сопротивлением на обвязке отопительных приборов, а на стояках или приборных ветвях системы — автоматические балансировочные клапаны. Применение автоматических балансировочных клапанов снижает гидравлическое сопротивление системы и экономит энергию на перекачивание теплоносителя.

Индивидуальное регулирование теплоотдачи отопительных приборов осуществляется автоматическими терморегуляторами с предварительной настройкой.

Энергоэффективными являются и индивидуальные поквартирные системы отопления с двухконтурными газовыми водогрейными котлами, применяемые наиболее часто в зарубежной практике.

В конце XX века компании, вырабатывающие тепловую и (или) электрическую энергию, получили на свое вооружение большое количество эффективных технологий и новое оборудование, позволяющее значительно (до 50%) повысить надежность и экономичность работы уже существующих систем теплогазоснабжения.

Разработка современных энергосберегающих элементов и применение эффективного оборудования для производства и использования теплоносителя и экономии топливных ресурсов (сжиженного природного газа) является одним из наиболее перспективных направлений мировой энергетики.

Сжиженный природный газ (СПГ) представляет собой криогенную жидкость, являющуюся смесью углеводородов ряда С 1 …С 10 и азота с преобладающей долей метана (0,85…0,99). Он получается из природного газа методом охлаждения его до криогенных температур: –160…–130 0 С. Физико-химические свойства и компонентный состав СПГ соответствуют требованиям и нормам ТУ 51-03-03-85.

При переводе СПГ в газообразное состояние (газификации) свойства соответствуют свойствам природного газа из магистрального газопровода (ГОСТу 5542-87). Из одной тонны данного газа получается около 1 400 нм3 природного газа.

Сжиженный природный газ, как топливо, имеет еще целый ряд преимуществ:

- метан, который легче воздуха, и в случае аварийного разлива он быстро испаряется;
- он не токсичен, не вызывает коррозии металлов;
- СПГ дешевле, чем любое нефтяное топливо, в том числе и дизельное, но по калорийности их превосходит;
- газоиспользующие установки, работающие на природном газе, имеют больший КПД – до 94%, не требуют расхода топлива на предварительный его подогрев зимой;
- низкая температура кипения гарантирует полное испарение СПГ при самых низких температурах окружающего воздуха, не требуется периодической чистки камеры сгорания котлов и дымовой трубы котельной;
- отводимые дымовые газы не имеют примесей серы и не разрушают металл дымовой трубы;
- эксплуатационные затраты на обслуживание газовых котельных также ниже, чем традиционных.

В современных условиях мероприятия, способствующие энергосбережению в системах теплоснабжения, можно условно разделить по месту их внедрения:

- на участке производства тепловой энергии (котельная или ТЭЦ);
- на участках транспортировки тепловой энергии потребителю (трубопроводы тепловых сетей);
- на участках потребления тепловой энергии (энергоснабжаемый объект).

Каждый из приведенных участков обладает характерными непроизводительными потерями, снижение которых и является основной функцией энергосбережения.

В качестве источников тепловой энергии используются тепловые электростанции (ТЭЦ) и котельные: районные, автономные, встроенные, крышные, поквартирные.

Наиболее выгодной является выработка тепловой энергии на ТЭЦ. Конденсационные станции (КЭС) используют только кинетическую энергию пара и вырабатывают только электрическую энергию, при этом ~50% тепла отработавшего пара выбрасывается с охлаждающей водой конденсатора через градирни в атмосферу. На ТЭЦ пар, вырабатываемый в котельных агрегатах, используется сначала для выработки электрической энергии, а затем отработавший пар более низких параметров направляется в теплообменники-подогреватели и нагревает сетевую воду для теплоснабжения зданий.

Тепловая энергия вырабатывается, как правило, путем использования органического топлива, при сжигании которого образуется и выбрасывается в воздушный бассейн целая гамма токсичных продуктов сгорания, поэтому необходима разработка экологически эффективных систем для создания и поддержания требуемых параметров микроклимата.

Приоритетные загрязняющие вещества:

- бенз(а)пирен – канцерогенное вещество (1-й класс опасности);
- оксиды азота и серы, взвешенные вещества и сажа (3-й класс опасности);
- оксид углерода (4-й класс опасности).

Среднегодовое превышение гигиенических нормативов в крупных промышленных центрах (более 1 ПДК) наблюдается, в основном, по 2 веществам - бенз(а)пирену (162 города) и диоксиду азота (106 городов).

Средние за месяц концентрации бенз(а)пирена превышают 5 ПДК в 45 городах с населением 13,6 миллионов человек.

Использование энергосберегающих технологий в котельных и ТЭЦ приводит к существенному снижению вредных выбросов в атмосферу.

Для обеспечения требуемых условий микроклимата помещений высотных зданий используются сложные инженерные системы: вентиляции, кондиционирования воздуха, отопления, теплоснабжения и др. Обеспечение надежной работы и уменьшение энергопотребления указанных систем возможно только при использовании средств автоматизации и диспетчеризации.

Автоматизируются приточные и вытяжные установки, ЦТП и индивидуальные тепловые пункты (ИТП), водяные контуры систем отопления и вентиляции, холодильные машины. Все данные о работе оборудования поступают в диспетчерскую службу, в которой отслеживаются параметры систем и корректируются режимы их работы.

В диспетчерской службе создается база данных единого информационного поля с функциями оптимизации работы инженерных систем.

Современные системы управления зданиями позволяют добиваться эффекта как за счет применения автоматики, так и благодаря объединению всех систем в общую сеть контроля и управления. При этом

средневзвешенные величины энергосбережения ориентировочно равны: по отоплению — 15...30 %, электроэнергии — 20...40, воде — 10... 15 %. Срок окупаемости систем автоматизации и диспетчеризации — от 3 до 6 лет.

Наличие единого информационного поля позволяет добиваться высокого уровня «интеллектуализации» здания, т.е. создания «умного дома». «Интеллектуальные системы автоматического управления зданием», или «Интеллектуальное здание», — понятие многозначное. Это и «здание», и «комплекс систем» современного технологического автоматизированного инженерного оборудования с определенной степенью их интеграции.

Суть концепции «интеллектуального здания» предполагает такую систему автоматизации, которая способна распознавать внешние параметры и реагировать на них в соответствии с запланированными надстройками.

«Интеллектуальное здание» — это незаметная для окружающих эффективная работа инженерного оборудования, обеспечивающая идеальные условия жизнедеятельности обитателей здания.

Библиографический список

1.Стафиевская, В. В. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения, 2008 г., с. 70-71.

2.Сибикин М. Ю., Сибикин Ю. Д. Технология энергосбережения, 2014 г., с. 152-154.

3.Михайлов В.В. Рациональное использование топлива и энергии в промышленности, 2010 г., с. 120.

4.Воеводкина Ю.С. Классификация и значение топливно-энергетических ресурсов в производственной деятельности предприятия, 2014 г., с. 24.

5.Ятрова С.Н. Энергосберегающие технологии и за рубежом, 2004 г., с. 3.

6.Сибикин Ю. Д., Сибикин, М.Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, 2014 г., с. 45.

7.Рябинкин В.Н., Баритко Д.Я. Правила учёта тепловой энергии и теплоносителя, 2003 г., с. 15.

ПЕНЬКОВА ОЛЬГА ВАЛЕРЬЕВНА – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

В.А. Пинчук

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

В работе выполнен анализ эффективности способов управления режимами магистральных тепловых сетей. Проведен анализ существующих источников о методах управления режимами тепловых сетей, проанализированы механизмы компенсации потребителями недоотпуска теплоты от источников, рассмотрены методы и средства реализации количественного и качественно-количественного регулирования тепловой нагрузки.

Ключевые слова: *магистральная тепловая сеть, технико-экономическое обоснование, температурный график, регулирование.*

В отечественном теплоснабжении очень широкое распространение получили открытые и закрытые системы централизованного теплоснабжения.

При этом актуальной задачей является анализ существующих методик расчета качественно-количественного и количественного регулирования в системах теплоснабжения.

Существующие в настоящее время способы регулирования тепловой нагрузки не всегда отвечают современным реалиям, многие их положения уже устарели. Современные условия функционирования систем теплоснабжения значительно отличаются от тех, при которых действовали известные методы регулирования.

Сущность центрального регулирования тепловой нагрузки систем теплоснабжения

Для решения вопросов распределения тепловых нагрузок и качественного теплоснабжения абонентов в системах теплоснабжения используется центральное регулирование тепловой нагрузки.

Абонентские системы централизованно регулируются при помощи изменения расхода теплоносителя или его температуры.

Выделяют три метода центрального регулирования тепловой нагрузки централизованных систем [1, 5]:

– количественный;

– качественно-количественный;

– качественный.

Централизованная схема теплоснабжения сегодня является доминирующим видом транспортировки тепла в России, так как на ее долю приходится порядка 60 - 70 % потребляемого абонентами тепла.

Отопительный график обеспечивает регулирование однородной нагрузки.

В настоящее время в системах централизованного теплоснабжения наибольшее распространение получил метод качественного регулирования тепловой нагрузки. Как правило, в современные системы теплоснабжения закладывается расчетный температурный график с параметрами 150/70 ^{0}C, 95/70 ^{0}C. Однако в существующих экономических условиях, при неплатежах за потребленную электрическую и тепловую энергию, существующих тарифах на энергоснабжение, процесс качественного регулирования тепловой нагрузки становится не таким эффективным [2, 5].

Регулирование нарузки количественным и качественно-количественным методами были разработаны в 50-е годы XX века. В этих же годах были разработаны и методики их расчетов [5].

График центрального качественного регулирования

Зависимость температуры сетевой воды от температуры наружного воздуха, необходимая для осуществления централизованного регулирования тепловой нагрузки, называется графиком центрального качественного регулирования (температурным графиком) [10].

Выбор расчетного температурного графика производится на основании технико-экономического обоснования, так как от его рабочих параметров зависят:

- экономичность функционирования источника теплоснабжения;

- уровни напоров;

- общие капиталовложения в разработку систем теплоснабжения (прокладка тепловых сетей, выбор эффективных диаметров по участкам сети, рабочее оборудование тепловых вводов);

- затраты на транспортировку;

© Пинчук В.А., 2021.

- удельный расход теплоносителя у абонента;
- тепловые потери.

Как правило, при использовании качественного регулирования используют температурный график 150/70 ^{0}C.

Выбор этого графика обосновывается тем фактом, что при его внедрении досигаем максимальной величины комбинированной выработки электрической и тепловой энергии.

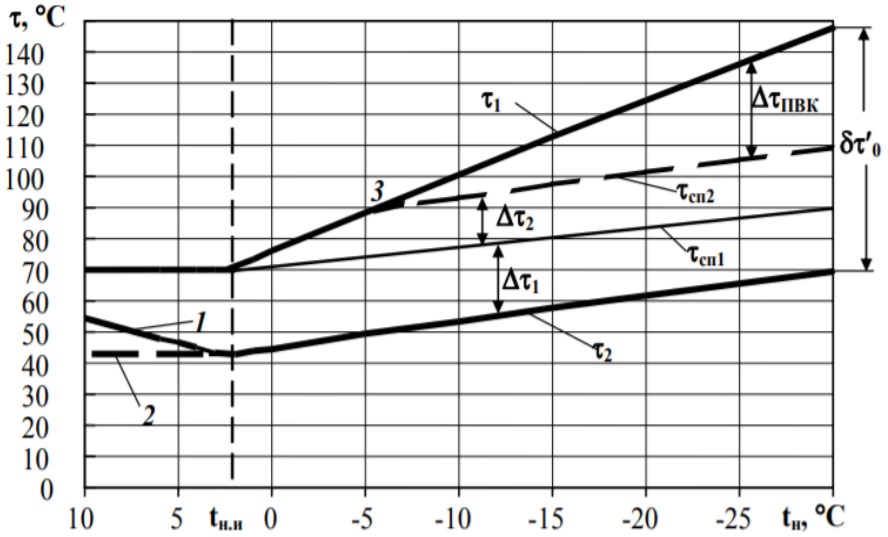


Рис. 1. График центрального качественного регулирования 150/70 ^{0}C

Особенностью температурного графика при центральном регулировании является поддержание минимальной температуры сетевой воды в подающей магистрали 70 °С – в закрытых и 60 °С – в открытых системах теплоснабжения.

Из-за большой протяженности магистральных тепловых сетей наблюдается процесс запаздывания изменения температуры сетевой воды для наиболее удаленных от источника абонентов, т.е. температура сетевой воды не будет соответствовать температуре наружного воздуха в разные временные интрвалы, суточные колебания при этом могут быть значительными, до 10..20 °С [13].

Перегрев помещений при отрицательных температурах наружного воздуха, когда большая часть нагрузки горячего водоснабжения будет покрываться за счет потенциала тепловой энергии из обратной линии теплосети, также характеризуеся отсутствием местных способов регулирования и общим несовершенством графика при качественном регулировании.

Кроме того, возможно возникновение ситуации с недоотпуском тепловой энергии, так называемые «недотопы». В условиях недотопа на источникам тепловой энергии использование центрального качественного регулирования затруднено [15, 17].

Зарубежный опыт способов регулирования нагрузки и энергосбережения в системах теплоснабжения

Быстрое развитие систем централизованного теплоснабжения и ТЭЦ произошло прежде всего в тех странах, где в теплоэнергетикой отрасли реализовывались крупные государственные проекты. Можно назвать такие страны, как Дания, Швеция и ФРГ, где в основе финансирования энергетических проектов находятся государственные программы развития централизованных систем теплоснабжения.

В Финляндии, например, где доля ТЭЦ в общей структуре централизованного теплоснабжения составляет 72%, 32% всей электроэнергии вырабатывается от ТЭЦ.

Особенную важность для систем отечественного теплоснабжения имеет опыт энергосбережения в некоторых зарубежных странах, которые вырабатывают и потребляют большое количество тепловой энергии ввиду своего географического положения, например, таких как Швеция, Дания [20]. Например, в Швеции введены в эксплуатацию более 100 тысяч теплонасосных установок. В США, где более 40 фирм заняты в сфере производства теплонасосных установок, ежегодный объем производства тепловых насосов типа «вода-вода» к 2019 г. достиг 520 тыс. шт. [6]. В Австрии в настоящее время работает 150 тыс. тепловых насосов, дающих ежегодную экономию 160 тыс. т мазута.

Значительный прогресс при внедрении процессов энергосбережения в западных странах достигается и за счет совершенствования и модернизации существующих энергетических систем.

Среди потенциальных энергосберегающих мероприятий, осуществление которых производится в абонентских вводах, можно назвать 100-процентное оснащение установок теплопотребления средствами автоматического регулирования и приборами учета расхода тепловой энергии и воды.

Значительный вклад в решение данных проблем внесла компания «Danfoss», в которой разрабатываются и выводятся на рынок все более современеные средства контроля и регулирования:

–радиаторные термостаты для регулирования температуры в отдельных помещениях;

–регулирующие средства для индивидуальных и центральных тепловых пунктов;

–частотные преобразователи для регулирования частоты вращения циркуляционных насосов;

–расходомеры и теплосчетчики для фиксации параметров теплоносителя и расхода тепловой энергии.

Описание методов управления режимами тепловых сетей и способов регулирования нагрузки

Центральное регулирование отопительной нагрузки

Центральное регулирование заключалось в поддержании на источнике теплоснабжения температурного графика, который позволит обеспечить в течение всего отопительного периода нормативную температуру внутри отапливаемых помещений при постоянном расходе теплоносителя.

Температурный график такого типа называют отопительным [5].

В централизованнх системах теплоснабжения, где общая отопительная нагрузка составляет менее 65 % от суммарной тепловой нагрузки объекта и доля нагрузки горячего водоснабжения составляет не выше 15 % от рабочей нагрузки отопления, используется качественное центральное регулирование по отопительной нагрузке.

Центральное регулирование по совмещенной нагрузке отопления и ГВС

Используя регулирование по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения, можно полностью обеспечить покрытие нагрузки горячего водоснабжения вообще без дополнительного повышения или с незначительным повышением расчетного расхода теплоносителя в тепловой сети.

По схеме присоединения нагрузки горячего водоснабжения системы теплоснабжения можно разделить на 2 вида:

–закрытые;

–открытые.

В России широкое распространение получили как открытые, так и закрытые системы. Каждая из них имеет свои плюсы и минусы.

Среди основных преимуществ закрытых систем можно назвать [18, 19]:

–санитарную надежность;

–стабильность гидравлических режимов;

–ограниченную подпитку на источнике тепловой энергии;

–быстрое обнаружение дефектов при увеличении подпитки.

Недостатки [19]:

–необходимость монтажа поверхностных теплообменников в установках ГВС;

–требование по защите трубопроводов горячей воды от воздействия коррозии.

Среди основных преимуществ открытых систем можно назвать [18]:

–упрощенную схем вводов потребителей без водо-водяных теплообменников;

–возможность получения дополнительной выработки электрической энергии при пропуске значительных расходов подпиточной воды через конденсаторы турбин;

–возможность внедрения одно рубных систем.

Из недостатков открытых систем выделим:

–непосредственную связь систем горячего водоснабжения и отопления, что оказывает пагубное влияние на качество теплоносителя в точках водоразбора при сезонных и периодических включениях и отключениях отопительных систем.

Следует отметить, что по действующему закону о теплоснабжении с 1 января 2022 года в России нельзя использовать централизованные открытые системы для горячего водоснабжения.

При этом Минстрой разработал законопроект, который отменяет обязательный отказ с 2022 года от централизованных открытых систем теплоснабжения и горячего водоснабжения.

Ведомство при этом предлагает включить в схемы теплоснабжения поселений и городских округов обязательную оценку экономической эффективности перевода открытых систем теплоснабжения на закрытые.

Также по предложению Минстроя, правительство должно утверждать порядок определения экономической эффективности перевода систем теплоснабжения.

Поэтому данный вопрос пока еще остается открытым [9].

Центральное регулирование но совмещенной нагрузке в открытых и закрытых системах теплоснабжении

В открытых системах теплоснабжения теплоноситель для нужд горячего водоснабжения забирается непосредственно из тепловой сети.

Одна часть теплоносителя отбирается из подающей линии перед элеватором, а другая часть – из обратной линии.

При осуществлении центрального регулирования по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения в открытых системах в обязательном порядке учитывается изменение гидравлического режима тепловых сетей, связанное с появлением нагрузки горячего водоснабжения, которая характеризуется значительной неравномерностью с течением суток [5].

При этом, установка перед системой отопления регулятора расхода позволит минимизировать влияние расхода воды на горячее водоснабжение на отопительную систему.

На рис. 2 изображена зависимость относительного расхода теплоносителя на отопление при различных нагрузках на горячее водоснабжение и степени отбора теплоносителя из подающего трубопровода.

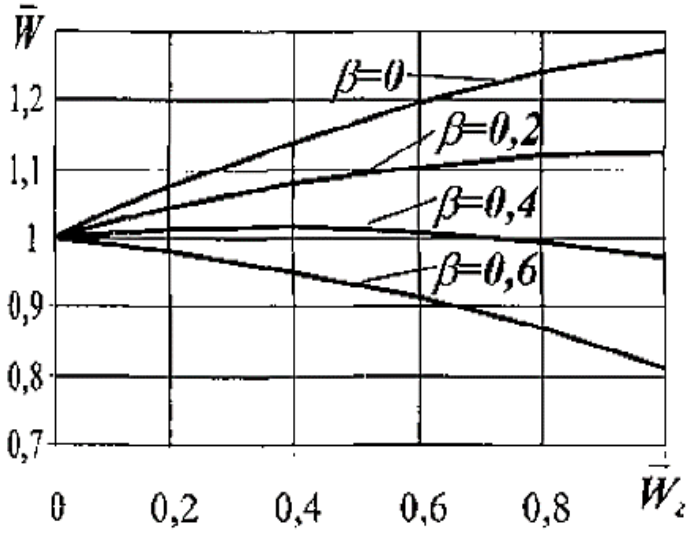


Рис. 2. Зависимость относительного расхода воды на отопление при различных нагрузках горячего водоснабжения W, и долях обора воды в подающей линии

В закрытых системах теплообменники горячего водоснабжения подключаются к внешней тепловой сети как правило по последовательной, смешанной или параллельной схемам, которые используются как при независимом, так и при зависимом подключении местных отопительных систем [14].

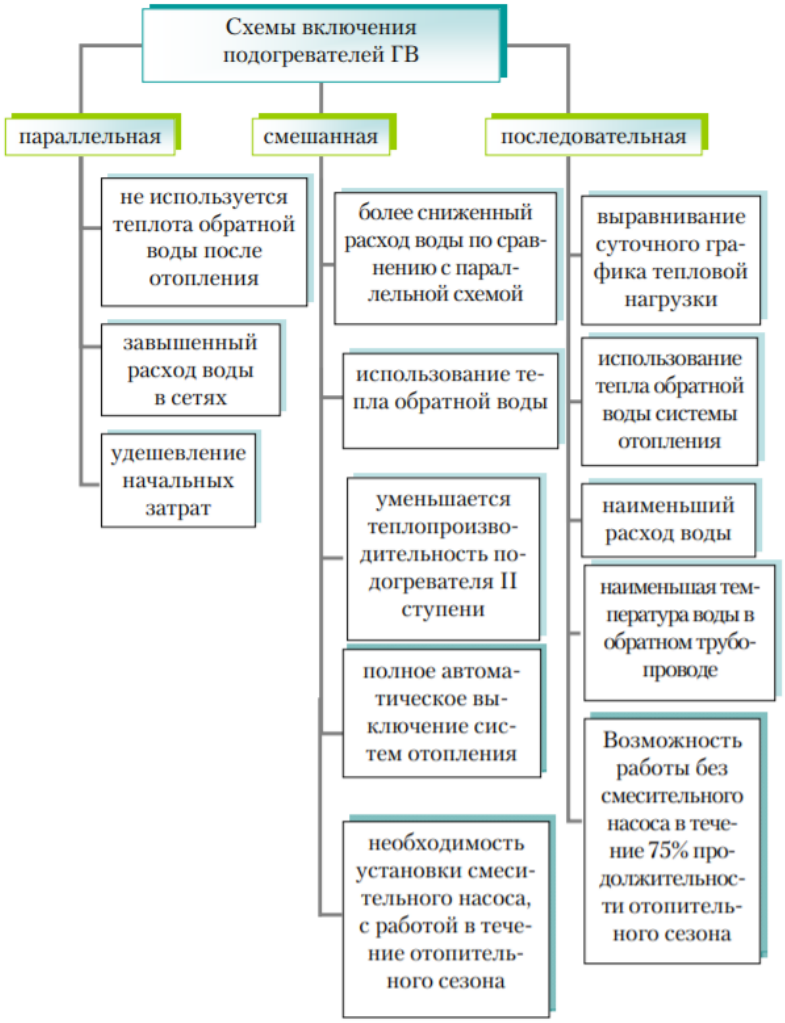


Рис. 3. Схемы включения подогревателей ГВ

Преиущестовом распространенной схемы последовательного типа , изображенной на рис. 4, можно считать уменьшение рабочего расхода сетевой воды на нужды тепловой станции.

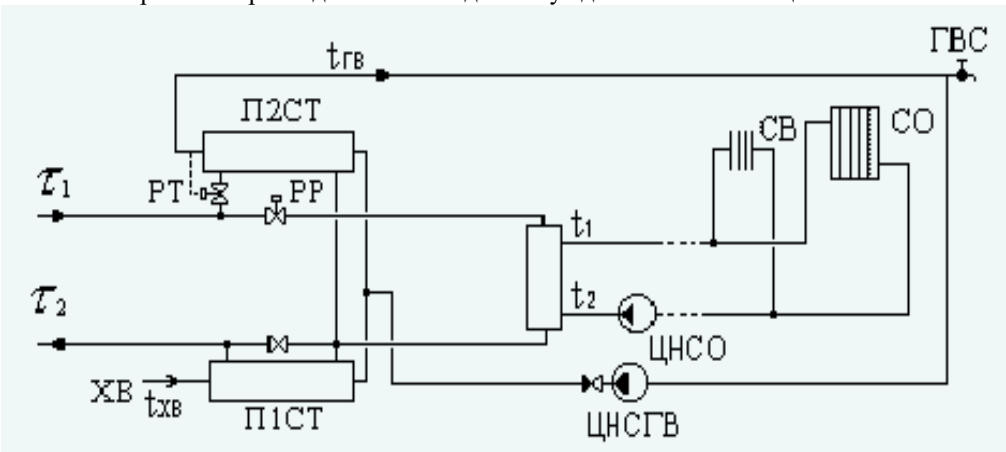


Рис. 4. Последовательная схема присоединения подогревателей ГВС

Применение двухступенчатой смешанной схемы (рис. 5) также позволяет использовать теплоту сетевой воды после системы отопления.

Расчетный расход сетевой воды в данной схеме примерно в 1,6-1,8 раза больше расчетного расхода воды на отопление.

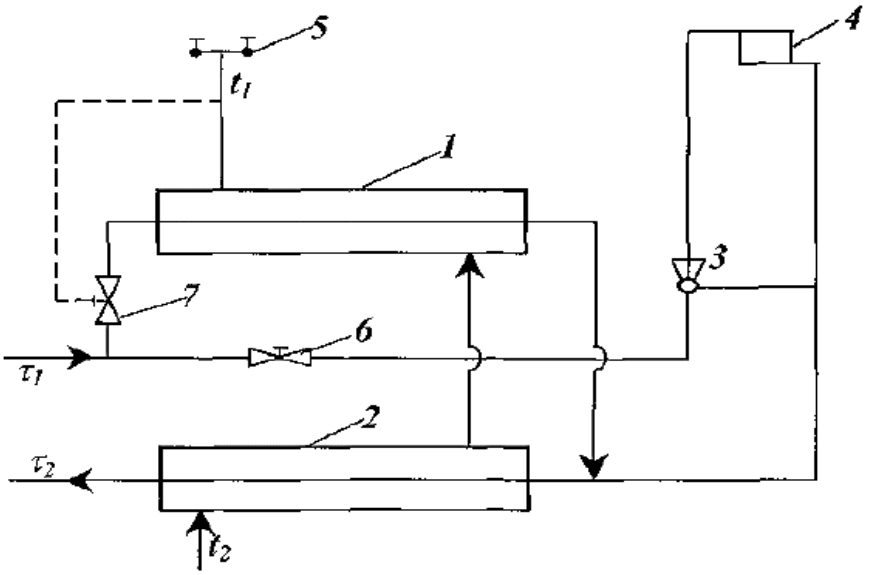


Рис. 5. Двухступенчатая смешанная схема присоединения подогревателей ГВС

В параллельной схеме расчетный расход сетевой воды примерно в 2,5 раза превысит расход теплоносителя на отопление.

Расчеты по средней нагрузке горячего водоснабжения приводят к тому, что здание будет недополучать 8-12 % необходимой тепловой энергии за сутки.

В этом случае для обеспечения расчетного количества суточной тепловой энергии в расчетах вводится параметр поправочного коэффициента X , который имеет значение 1,2.

Возникает явление так называемого повышенного температурного графика.

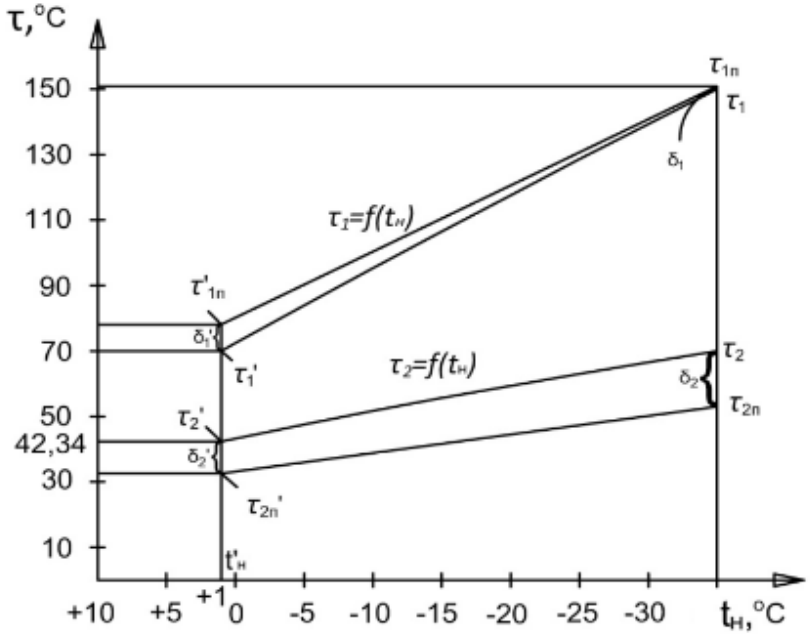


Рис. 6. Повышенный температурный график:

τ_1, τ_2 -отопительно-бытовой график регулирования;

τ_{1n}, τ_{2n} - повышенный график;

δ1, δ2 - перепад температур в подающей и обратной магистралях.

Местное регулирование

Регулирование расхода теплоносителя в теплообменнике или отопительных приборах и их количество можно выполнить только в местных теплопотребляющих системах абонентов, т.е. производя местное (в тепловом пункте) или индивидуальное регулирование.

Выделяют следующие виды тепловых пунктов [2]:

–индивидуальный тепловой пункт (ИТП).

–центральный тепловой пункт (ЦТП).

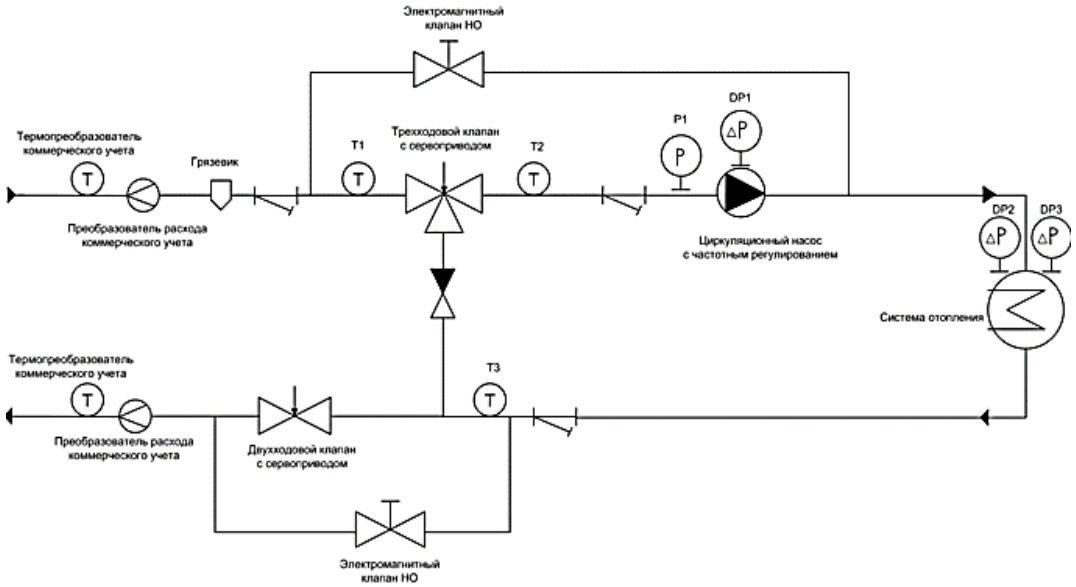


Рис. 7. Схема ИТП с количественно-качественным регулированием

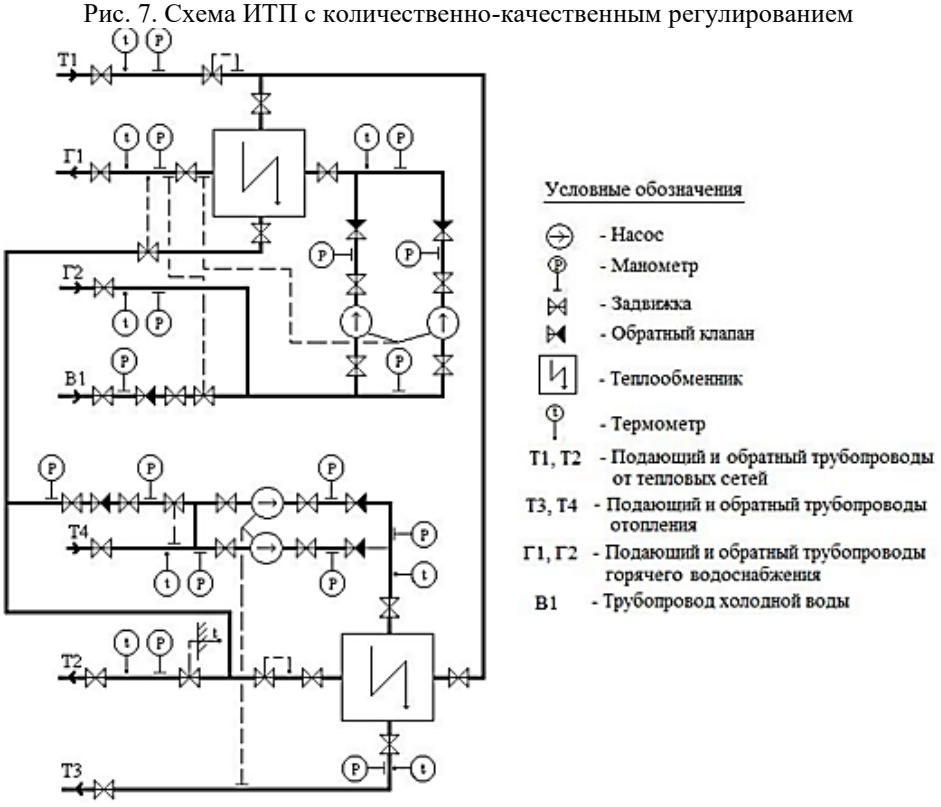


Рис. 8. Схема ЦТП

Таким образом, регулирование тепловой нагрузки бывает индивидуальным, групповым и центральным.

Отличия между типами регулирования обосновываются местом его осуществления.

Так, центральное регулирование производится непосредственно на источнике тепловой энергии, групповое – в регулирующих узлах, в центральных тепловых пунктах (ЦТП) или на групповых тепловых подстанциях (ГТП), индивидуальное – в ИТП или непосредственно у конечного абонента.

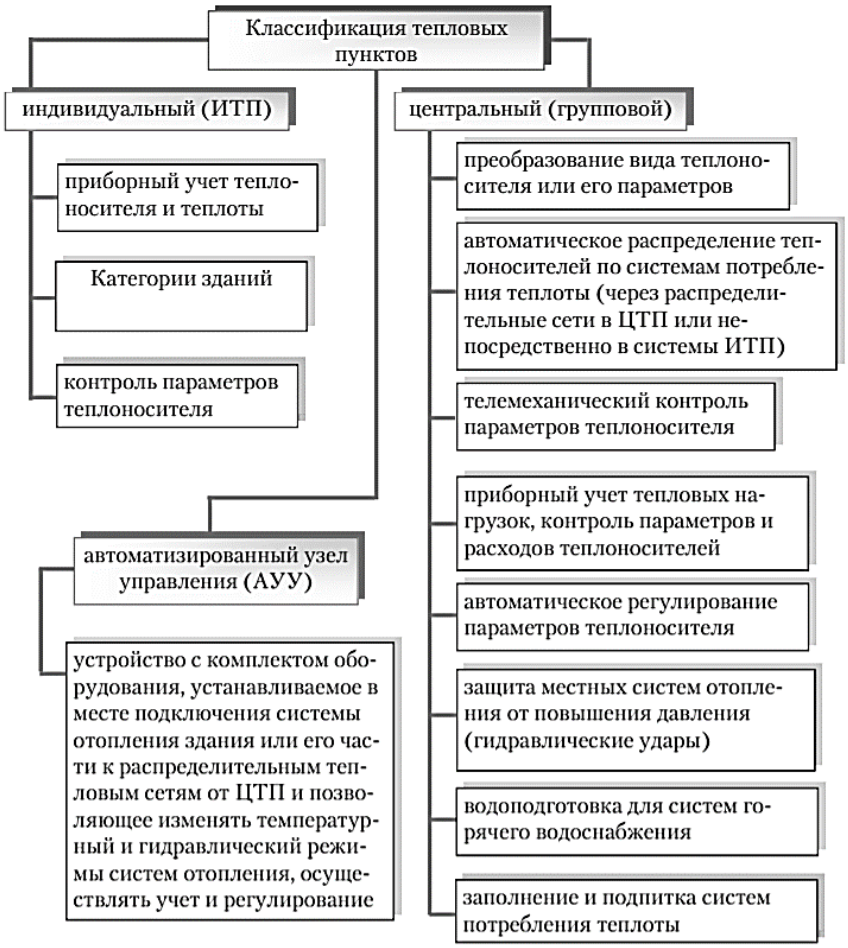


Рис. 9. Классификация тепловых пунктов

Развитие способов регулирования тепловой нагрузки в отечественных системах теплоснабжения

Одна из основных проблем на современном этапе развития систем теплоснабжения заключается в значительном физическом и моральном износе рабочего оборудования.

Анализ дальнейших перспектив в развитии централизованных теплоснабжающих систем заключается в том, что получают все большее распространение методы количественного и качественно-количественного регулирования.

В [13] даются рекомендации по применению следующих ступеней качественно-количественного регулирования (рис. 10).

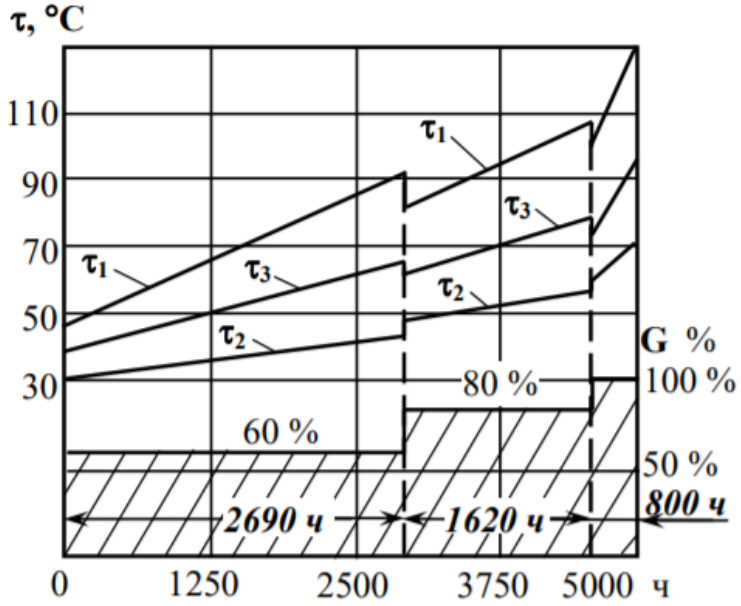
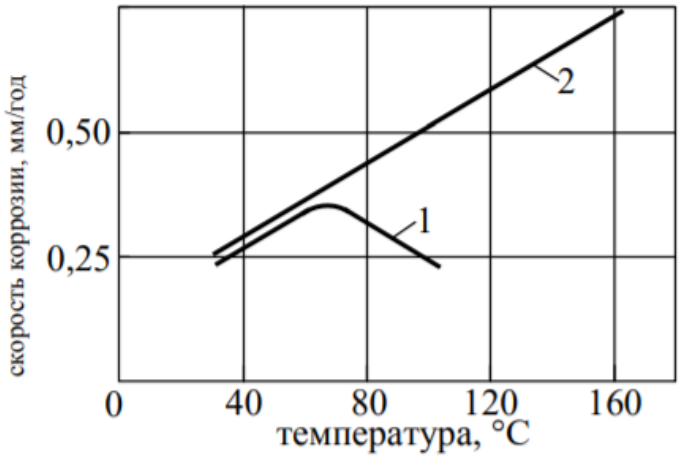


Рис. 10. Ступенчатый температурный график качественно-количественного регулирования

Одним из наиболее эффективных способов повышения тепловой эффективности пиковых источников теплоснабжения при центральном качественном регулировании является замена устаревших пиковых водогрейных котлов пароводяными теплообменниками.

Максимальная скорость коррозии, как показали исследования [8] на различных моделях труб, возникает при температурах сетевой воды от 60 до 70 °С (рис. 11).



1 – в открытом объеме; 2 – в закрытом объеме

Рис. 11 Зависимость относительной скорости коррозии трубы от температуры на ее поверхности во влажной среде

Согласно данным, представленным в [8] при температуре 100..110 °С скорость коррозии стремится к нулю.

Таким образом, делаем вывод, что при осуществлении количественного и качественно-количественного регулирования температуру сетевой воды в подающей магистрали необходимо поддерживать выше 100 ^{0}С.

Результаты иследований [18, 19] доказывают экономическую целесообразность энергосбережения при автоматическом индивидуальном регулировании отопительных систем и рабочего оборудовании тепловых пунктов автоматическими средствами.

Результаты обследования отопительных систем, оборудованных автоматизированными узлами управления, представлены в таблице

Таблица 1

Результаты обследования системы отопления здания,
оборудованного автоматизированным узлом управления

Температура наружного воздуха, t. **°C**	Продолжительность работы, час	Отношение фактического расхода сетевой воды к расчетному	Отношение факшческого расхода тепловой энергии к расчетному
-4,5	454	0,5	0,76
0,8	1720	0,86	0,76
-3,7	312	1,03	0,8
-9,5	699	1,19	0,89
-10,3	741	1,17	0,91
-10,5	535	1,17	0,91
Всего:	4531	0,97	0,846

В таблице 2 приведено технико-экономическое обоснование способов регулирования тепловой нагрузки.

Таблица 2

Сравнительный анализ преимуществ и недостатков
различных способов регулирования тепловой нагрузки

Количественное и качественно-количественное регулирование		Качественное регулирование	
1	2	3	4
Преимущества	Недостатки	Преимущества	Недостатки
Увеличение выработки электроэнергии на теплосъем потреблении за счет понижения температуры обратной сетевой воды	Переменный гидравлический режим работы	Стабильный гидравлический режим теплосетей	Низкая надежность пиковых источников.
Возможность применения недорогих методов обработки подпиточной воды теплосети	Большие, по сравнению с качественным регулированием капитальные затраты в теплосети	-	Необходимость применения дорогостоящих методов обработки подпит очной воды теплосети при высоких температурах теплоносителя
Большую часть отомительного периода системы теплоснабжения работают с пониженными расходами сете ной воды, что приводи к значительной экономии электроэнергии на транспорт теплоносителя	Рост теплопотерь за счет поддержания температуры сетевой воды в подающей магистрали постоянной	-	Необходимость применения повышенного температурного графика для компенсации отбора воды на горячее водоснабжение и связанное с этим снижение выработки электроэнергии на тепловом потреблении

Меньшая инерционность регулирования тепловой нагрузки. ГПК система теплоснабжения более быстро реагирует па изменение давления, чем на изменение температуры сетевой воды	-	-	Большое транспортное запаздывание (тепловая инерционность) регулирования тепловой нагрузкисистемы теплоснабжения
Постоянная температура теплоносителя в подающей магистрали теплосети способствует снижению коррозионных повреждений трубопроводов теплосети	-	-	Высокая интенсивность коррозии трубопроводов из-за работы системы теплоснабжения большую часть отопительного периода с температурами теплоносителя 60-85 °С

Выполненный анализ показал, что при работе с пониженной температурой сетевой воды для увеличения экономической и технологической эффективности теплоснабжающих систем перспективным является использование центрального количественного и качественно-количественного регулирования тепловой нагрузки.

В настоящее время в отечественных теплоснабжающих системах основными источниками тепловой энергии по-прежнему остаются крупные ТЭЦ и центральные котельные.

Существенным недостатком температурного графика качественного регулирования является несоответствие фактических температур сетевой воды расчетным. Перегрев помещений будет покрываться за счет потенциала тепловой энергии из обратной линии теплосети, также характеризуеся отсутствием местных способов регулирования и общим несовершенством графика при качественном регулировании.

Кроме того, возможно возникновение ситуации с недоотпуском тепловой энергии, так называемые «недотопы». В условиях недотопа на источникам тепловой энергии использование центрального качественного регулирования затруднено

Одним из наиболее эффективных способов повышения тепловой эффективности пиковых источников теплоснабжения при центральном качественном регулировании является замена устаревших пиковых водогрейных котлов пароводяными теплообменниками.

Библиографический список

1.СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003

2.Башмаков И. А. «Повышение энергоэффективности в системах теплоснабжения. Часть 1. Проблемы российских систем теплоснабжения» Энергосбережение, №2, 2010. С. 46-52.

3.Барочкин Е.В. Разработка методов расчета и оптимизации систем теплофикации на ТЭЦ / Е.В. Барочкин, В.П. Жуков, А.А. Борисов // Вестник ИГЭУ. – 2011. – Вып. 1. – 246 с.

4.Бузоверов Е.А. Определение оптимальной мощности теплового источника централизованного теплоснабжения на основе экспресс расчета с использованием критериев эффективности / Е.А. Бузоверов, М.В. Исаев, И.Д. Чернов, О.Н. Махов // Современные материалы, техника и технологии. − 2016. − № 5 (8). − С. 28 − 32.

5.Быков А.Б. Регулирование отпуска тепла в системах централизованного теплоснабжения в периоды резкого похолодания / А.Б. Быков, В.И. Бабенков, Г.И. Кравченко // Теплоэнергетика. – 2007. – №7. – С. 53-58.

6.Гашо Е.Г. Особенности развития и проблемы повышения эффективности систем энергообеспечения городов [Электронный ресурс] / Е.Г. Гашо // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». – 2016. – № 8.

7.Давыдов А.Н. и др. Анализ практики применения пониженных температурных графиков в теплоснабжении в зарубежных странах и оценка перспектив использования в системах теплоснабжения, включающих источники комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, режимов с пониженными температурными графиками в целях повышения энергоэффективности и качества предоставляемых услуг по теплоснабжению. Отчет о НИР. ЗАО ИЦ «Энергетика города», Москва, 2014.

8.Збараз Л.И., Павлова В.Г. Математическое моделирование и оптимизация работы тепловых сетей с учетом тепловых потерь // Вестник Приднестровской академии архитектуры. – 2016. – № 8 (221). – С. 42–50.

9.«Запрет на открытые системы теплоснабжения для ГВС могут отменить» https://realty.ria.ru/20191114/1560930008.html

10.Калинин Н.В., Никифоров А. Г., Юхимчук А. А., Яковлев, А.В. Повышение надежности систем теплоснабжения за счет рационализации построения схемных решений // «Надежность и безопасность энергетики». 2008. № 1. С. 42-46.

11.Культяев С.Г., Левин А.С. Регулирование отпуска теплоты в период осенне-весенних перетопов [Текст] / С.Г. Культяев, А.С. Левин // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2012. №2. С. 140-144.

12.Культяев С.Г. Сравнительный анализ и оптимизация методов регулирования совмещенной тепловой нагрузки [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2017.

13.Майков И.Л., Директор Л.Б., Зайченко В.М. Методы теплогидравлической оптимизации и управления тепловыми сетями // Сб. науч. тр. «Управление большими системами. Выпуск 32. Управление техническими системами и технологическими процессами», Объединенный Институт высоких температур РАН, М., 2011.

14.Методы регулирования отпуска теплоты из систем центрального теплоснабжения от 02.06.2015 [Электронный ресурс]. StudFiles [официальный сайт]. URL: https://studfile.net/preview/4349085/page:33

15.Николаев Ю.Е. Современные проблемы систем теплоснабжения городов и пути их решения / Ю.Е. Николаев, А.И. Андрющенко // Материалы докладов Национальной конференции по теплоэнергетики, г. Казань, 4-8 сентября 2016 г. – Казань : Иссл. центр пробл. энерг. КазНЦ РАН, 2016. – Т.1.

16.Панферов В.И., Панферов С.В. К теории управления режимами централизованного теплоснабжения // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2011. – № 16 (233). – С. 41–45.

17.Проблемы энергетической эффективности систем централизованного теплоснабжения / Т.А. Рафальская, Р.Ш. Мансуров, Д.И. Ефимов, Е.Ю. Косова // Известия вузов. Строительство. - 2016. - № 10-11. - С. 32-48.

18.Регулирование тепловой нагрузки от 08.01.2018 [Электронный ресурс]. Студопедия [официальный сайт]. URL: https://studopedia.ru/19_325107_regulirovanie-teplovoy-nagruzki.html

19.Шарапов В. И., Ротов П.В. Технологии регулирования нагрузки систем теплоснабжения. Ульяновск: УлГТУ, 2003. - 160 с.

20.Яровой Ю.В. Об опыте управления системами централизованного теплоснабжения в городах Дании / Новости теплоснабжения, 2006 г. - №10.

ПИНЧУК ВАДИМ АНАТОЛЬЕВИЧ – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

В.Г. Попов

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЗДАНИЙ

Целью работы является изучение возможности повышения эффективности систем вентиляции жилых многоквартирных зданий с использованием вытяжных вентиляторов и приточных клапанов в условиях низкой инфильтрации через пластиковые стеклопакеты, сравнение различных способов организации притока уличного воздуха в жилые помещения.

Ключевые слова: *микроклимат, системы вентиляции, многоквартирные здания, жилые здания.*

Микроклимат помещения представляет собой состояние воздуха помещения, которое имеет влияние на человека. Микроклимат характеризуется такими параметрами воздуха, как температура (при это температура ограждающих конструкций также входит в понятие микроклимата), влажность и скорость движения воздуха, которая в пределах помещения называется подвижностью. Микроклимат жилой комнаты описывает физическое состояние внутреннего воздуха.

Характеристиками микроклимата являются: влажность воздуха; акустика помещений, уровень сквозняковых процессов; подвижность воздуха (скорость его движения в каждой точке пространства).

При планировании систем обеспечения микроклимата помещения, в котором человек будет находиться длительное время, совместно с основными параметрами микроклимата требуется учитывать и дополнительные, чтобы условия были максимально комфортными. Чаще всего приходится учитывать температуры различных поверхностей, которые расположены в помещении, если они существенно отличаются от температуры воздуха. Вдоль горячих и холодных плоскостей воздух движется за счет конвективных токов, скорость его зависит от разности температур воздуха и поверхности.

Комфорт человека при нахождении в каком-либо помещении целиком зависит от процесса обмена тепловой энергией с окружающим воздухом комнаты. Для комфортного пребывания человека в жилом помещении, микроклимат обязательно должен поддерживаться близким к оптимальному. При нормировании параметров микроклимата принято различать допустимые и оптимальные величины. Названия говорят сами за себя. Под оптимальным микроклиматом понимают такие параметры воздуха, при которых у человека при длительном нахождении в комнате не возникает физиологический дискомфорт. Самое интересное, что для каждого жителя, понятие оптимального микроклимата свое, очень субъективное. Нормируется только диапазон параметров. Кто-то любит прохладу, кто-то хочет тепла, все очень и очень индивидуально.

Температура воздуха считается наиболее важным параметром микроклимата в любом помещении, где находятся люди, именно температура воздуха определяет термодинамические процессы и, как следствие, тепловые ощущения людей. Различная температура окружающего воздуха считается оптимальной в разные времена года. В летний период тепловой комфорт человека достигается при более высоких температурах внутреннего воздуха по сравнению с зимним периодом. Это является следствием адаптации человеческого организма к разным климатическим условиям, происходит изменение некоторых функций, среди которых первое место занимает терморегуляторная. В закрытых помещениях имеет узкие диапазоны нормирования температура воздуха в зимний периода года.

Нормированию подвергается и нижний предел температуры, и верхний. Например, если в комнате температура вырастает выше 25°С или же падает ниже 15°С, такие параметра признаются неблагоприятными, они приводят к нарушению теплового равновесия тела, что, в свою очередь, может стать причиной различных болезней.

Вторым параметром по значимости выступает влажность воздуха. Нормируется относительная влажность внутреннего воздуха, которая является оптимальной (с точки зрения нормативных величин) на уровне от 40 до 65%, допустимой же при этом считается относительная влажность от 25 до 70%. Конечно,

© Попов В.Г., 2020.

Научный руководитель: *Угорова Светлана Вениаминовна* – зав.кафедрой ТГВиГ, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

нужно понимать, что уровень относительной влажности внутреннего воздуха, и его температура взаимосвязаны. Если настроиться на обеспечение оптимального комфортного микроклимата, то необходимо учитывать, с увеличением температуры воздуха, его относительную влажность обязательно нужно уменьшать.

Проведенные многочисленные исследования ученых показали, что при подъеме температуры комнатного воздуха с 19 до 24°С его относительную влажность нужно снижать с 65 до 40% (можно и ниже), для избегания перегрева организма. Насыщенный водяными парами воздух при малых температурах интенсифицирует потери теплоты с поверхности тела, поскольку обладает большей теплопроводность и теплоемкость. Когда же температура внутреннего воздуха высока, водяные пары снижают теплоотдачу, так как пот с поверхности кожи испаряется менее интенсивно, что влечет за собой вероятность перегревания тела.

Воздух не должен быть очень влажным, но и особо сухим он тоже поддерживаться не должен. Сухим считается воздух с относительной влажностью, не превышающей 20%, влага такого воздуха не имеет влияния на термические процессы между человеком и воздухом комнаты, однако, пониженная влажность становится причиной сухости слизистых оболочек. Она может спровоцировать риниты и фарингиты, проблемы с глазами, снижаются защитные свойства организма человека.

Воздух, движущийся в помещении, для кожи человека представляется раздражителем тактильного уровня, он интенсифицирует процессы термовзаимодействия. Дуновение воздуха приводит к увеличению эффективности процесса теплоотдачи от открытых участков кожи человека. за счет конвективного теплообмена и за счет испарения пота.

Высокая скорость внутреннего воздуха в комнатах приводит к существенным теплопотерям с поверхности кожи, происходит напряжение функций терморегуляции организма, может приводить к переохлаждению, поскольку воздух в жилых комнатах всегда практически имеет более низкую температуру по сравнению с поверхностью тела человека. Если воздух в помещении неподвижен, то его качество сильно снижается, поскольку происходит скопление частиц разлагающегося пота, а также множества других веществ, при этом развиваются патогенные микроорганизмы. При таком течении событий появляются посторонние неприятные запахи. Отсутствие движения воздуха называется застойными явлениями. Застойный воздух в комнате у человека вызывает негативные чувства и ощущения, приводит к увеличению инертности реакций сердечно-сосудистой системы.

Современные жители обращают внимание на условия проживания, интересуются технологическим наполнением своих квартир и домовладений. При строительстве, ремонте или реконструкции своих квартир и домов хозяева предпочитают обеспечить себе такие условия проживания, при которых находиться дома будет приятно, комфортно, функционально и удобно. Если помещения имеют своим назначением постоянное проживание людей, то люди, обустраивающие жилье для своей семьи ориентированы на то, что каждое пространство в квартире или доме должно отвечать потребностям каждого из членов семьи. Хорошие хозяева постараются сделать микроклимат во всех помещениях комфортным, чтобы и психологический фон в семье был доброжелательным.

Обращать внимание нужно буквально на все системы, маленькие они или большие, имеющиеся или должные иметься в квартире или доме. Наличие надежного источника тепловой энергии, который будет бесперебойно обеспечивать семью теплом в виде отопления и горячего водоснабжения; безопасная организация пространства, особенно, если в семье есть малыши; каждый проживающий после возвращения извне должен иметь возможность отдохнуть, а прием гостей должен доставлять радость и хозяевам, и гостям.

При любой изменение внутренней среды требуется учитывать качество регулирование параметров внутреннего воздуха, поскольку это является важной частью обеспечения комфортных условий в жилом помещении.

В жилых многоквартирных домах нормативными документами на строительство не предусматривается принудительной вентиляции. Сооружается только система вентиляции с естественным побуждением, которая имеет своей целью удаление неприятных запахов из туалетов, влаги из кухонного пространства и ванных комнат. Например, постиранное и развешенное белье в зависимости от объема и степени влажности, выделяет в воздух до двенадцати литров влаги в виде пара. Когда в морозные холодные дни мы подолгу сидим дома, в некоторых квартирах находиться комфортно, а в других практически очень быстро ощущается болезненное недомогание. При отсутствии должного проветривания (а в самые холода открывать форточки желания не возникает), воздух застаивается, становится несвежим и излишне влажным, появляется ощущение затхлости пространства и воздуха в нем.

Чувство дискомфорта в рассматриваемом варианте укрепляется и растет при повышении температуры. К таким последствиям приводит отсутствие «дыхания» для помещения, то есть проветривания. Теплоизолированные стены, герметичные окна провоцируют застойные явления. В них проще поддерживать

температуру воздуха, а вот влажность, чистоту, уровень кислорода и просто «свежести» в таких домах регулировать сложно.

При активной жизни в герметичном помещении воздух обогащается пылью, разными выделениями, органическими парами, влагой. Нахождение в таком помещении приводит к дискомфорту. Проблема решается очисткой воздуха от пыли, проветриванием комнаты. Для жизни людей важно производить воздухообмен в помещениях, устанавливать работающие системы вентиляции, которые н обязательно выполняются механическими. Можно и от естественной вентиляции добиться результативной и продуктивной работы, если превратить ее в гибридную, то есть несколько оптимизировать вытяжку воздуха в воздуховодах и обеспечить достаточный приток уличного воздуха, который будет успевать нагреваться.

Модернизировать систему естественной вентиляции невозможно только тогда, когда вход наружного воздуха в комнату крайне нежелателен, например, при его сильной загрязненности или постоянном неприятном запахе (скажем, дом расположен вблизи промышленного предприятия). Тогда необходимо предусматривать приточные системы, в которых будет производиться качественная очистка приточного воздуха.

Кроме газов и водяных паров, в уличном воздухе могут присутствовать во взвешенном виде нитеобразные, пылевидные и прочие примеси, некоторые из которых бывают вредны для здоровья человека. Предельно допустимую концентрацию (ПДК) практически всех веществ, строго контролируют и нормируют, ведь даже самые безобидные и простые вещества могут быть вредны при больших концентрациях. Воздух никогда не может быть таким, чтобы не содержать никаких примесей, однако, он признается «чистым» и «не вредным», если концентрация по каждой из примесей меньше предельно допустимой.

Свежесть и чистота атмосферного наружного воздуха регулируются природными процессами путем постоянного перемешивания воздуха с разной интенсивностью, возникающее из-за разности давлений и рельефа местности. В замкнутом герметичном пространстве малого объема технически сложно естественным образом осуществить подобный процесс, его необходимо интенсифицировать искусственно.

Системы вентиляции направлены на обеспечение воздухообмена квартиры. Вытяжной воздух выбрасывается по вытяжным каналам вместе с неприятными запахами и пылью.

Вычисление требуемого воздухообмена в каждом конкретном случае весьма сложная задача. В системах принудительной вентиляции необходимо проводить множество расчетов, подбирать оборудование, вычислять сечения воздуховодов и потери давления в них. При этом функционирование механической вентиляции сопряжено с большими затратами тепловой и электрической энергии.

Известны разные методы создания благоприятного микроклимата при весьма экономном использовании разного вида энергии. Нормативы для естественной вентиляции жилых помещений предписывают различные методики выбора расчетного количества вытяжного воздуха:

–по суммарной жилой площади квартиры - от 3 $м^3$/ч на каждый квадратный метр;

–по расходу свежего воздуха на каждого жителя – до 70 $м^3$/ч;

–по расходу вытяжного воздуха на каждый санитарный прибор – до 50 $м^3$/ч;

–в зависимости от вида плит в кухонной зоне.

Можно сформулировать обязательные требования, предъявляемые к микроклимату отдельных помещений:

–В помещениях всегда имеют место выделения «вредностей», для жилых комнат и вспомогательных помещений это углекислый газ, выдыхаемый жителями, неорганические летучие соединения, формальдегиды, наличие дыма от сигарет, естественные запахи от людей, бытовые химические реагенты и пр.;

–Создание оптимальных условий микроклимата жилой квартиры имеет целью обеспечить средние общепринятые параметры и, как правило, не учитывают особенности ощущений каждого жителя. Для создания по-настоящему комфортных условий требуется иметь возможность регулирования характеристик микроклимата индивидуально, может быть даже локально, в пределах установленного диапазона;

–Системы вентиляции необходимо проектировать таким образом, чтобы покрывать не только непрерывного воздействия факторов, но и учитывать кратковременные изменения параметров.

Выбирая архитектурно-планировочные решения здания, материалы ограждающих конструкций и устанавливая климатические установки обеспечения микроклимата, можно обеспечить устойчивую здоровую комфортную обстановку в квартире. С точки зрения гигиеничности представляют интерес характеристики воздуха в геометрической зоне постоянного нахождения человека, которая ограничивается узкой горизонтальной полосой на высоте от метра до 1,8 м от пола комнаты.

Равномерность распределения температуры представляется тепло-техническим параметром, поскольку величины мощности при проектировании отопления (или кондиционирования) базируются на представлении, что температура воздуха во всем помещении одинакова.

Существует несколько способов обеспечения комфортной воздушной среды в помещении. Чаще всего, для создания нужного микроклимата сооружается не одна система, а работают их несколько совместно. При проектировании нужно учитывать взаимное влияние всех инженерных систем в помещении.

Очевидна целесообразность создания параметров динамического микроклимата в закрытых помещениях. Эта целесообразность обусловлена тем, что «полная оптимизация микроклимата» не приводит к воздействию изменяющихся раздражителей и возникает монотонность, приводящая к детреннированности системы терморегуляции или вообще ее атрофированию.

Жесткая стабильность параметров микроклимата часто выступает причиной жалоб на повышенную утомляемость, головные боли, сонливость. Значит, важно знать, в каких количествах нужны и допустимы изменения метеофакторов в течение дня, недели, месяца или года.

За температуру в помещении отвечает преимущественно система отопления. Кроме отопления за микроклимат помещений отвечают системы вентиляции.

Применение повсеместно пластиковых окон привела к дефициту в помещениях свежего воздуха. Осенью, когда не работает еще центральное отопление и в помещениях прохладно, открывать окно не хочется. При этом притока свежего воздуха не происходит.

Если деревянные окна старого образца, даже тщательно утепленные, не являлись полностью герметичными, то стеклопакеты такими являются. Негерметично закрывающееся окно считается некачественным. Выяснилось со временем, что, чем активней заменяли в доме старые окна новыми, тем сильнее ухудшалась вентиляция дома. В домах предусматривается проектами только естественная вытяжная система, приточный воздух должен поступать инфильтрацией. При установке пластиковых окон естественный приток воздуха исключается, значит и вытяжная система работать перестает.

Проблема вырастала постепенно. С частичной заменой стеклопакетов качество воздуха ухудшалось даже в тех квартирах, где остались старые деревянные рамы. Этот эффект можно легко объяснить физическими причинами.

Для жилых домов проектируется только вытяжная вентиляция с естественным побуждением, которая имеет каналы на кухнях и санузлах в виде вентиляционных решеток. Работает такая вытяжка только когда есть приток воздуха. Инфильтрация воздуха через щели в окнах закладывалась в проект.

При замене в старом доме окон пластиковыми, приток воздуха сильно ограничивается. Значит, ограниченно работает и вытяжная вентиляция. Если в здании не поступает новый воздух, то и «старый» не вытягивается, баланс давления не может нарушаться.

В новых домах вентиляция изначально спроектирована на пластиковые окна. Но в таком случае, бывает, включается человеческий фактор. Например, есть случаи, когда жители выдалбливают в кухонной стене нишу на месте вентиляционного короба и ставят туда бытовую технику.

Необходимо искать баланс между необходимостью энергосбережения (утепление окон) и сохранением в квартире нужного воздухообмена. Чем больше зимой будет сохранено тепла, тем меньше получат жители свежего воздуха, поскольку, при проветривании он поступает холодный и на его нагрев затрачивается энергия.

Первый и самый простой способ обеспечить приток воздуха заключается в установке клапанов для приточной вентиляции на пластиковые окна.

Некоторые хозяева жилых помещений пробуривают сквозные отверстия в наружной стене, над окном, для установки приточного клапана. Появляются различные конструкции клапанов с фильтрами для минимальной очистки воздуха и нагревателями для его подогрева. Они не должны иметь большое сопротивление аэродинамическое, поскольку приток в них идет естественный под действием вытяжки в вентиляционные каналы. Причем, чем ниже находится помещение, тем больше будет расход воздуха через такой клапан.

В некоторых домах ля обеспечения тяги в системе вытяжной вентиляции на вентиляционный канал монтируется вытяжной вентилятор.

Если общедомовая вентиляция в жилом здании работает плохо, то с помощью местных компактных бытовых вытяжных устройств, установленных за решетками вентиляционных труб в кухне и санузле, можно существенно усилить тягу. Как сказано выше, иногда систему совершенствуют в масштабах всего дома, устанавливая вытяжной вентилятор на крыше.

Часто жильцы организовывают принудительную вентиляцию в индивидуальном порядке. Чаще такой метод используют жители верхних этажей дома, так как особенно страдают от нехватки свежего воздуха.

Производители бытовых вентиляторов предлагают разные системы принудительной вытяжки. Происходит оснащение вентиляторов системами автоматики. Самый простой вентилятор включается и выключается вручную. Существуют системы, когда включение вентилятора осуществляется одновременно в

включением света в санузле, а выключение – через определенное время (20-30 минут) после его выключения.

Продвинутые модели имеют функцию включения по увеличению влажности в помещении. Но это уже очень дорогие модели.

Для улучшения сервиса можно применять функцию распознавания человека. Датчик присутствия или движения используют в целях энергосбережения, когда влажность не угрожает благополучию стен, но есть необходимость освежить воздух для комфорта и здоровья людей. Вентиляция включается сразу, как только датчики распознают присутствие человека.

Интересный подход используют фирмы для обустройства принудительной вентиляции в офисных помещениях, например, в больших конференц-залах, где одновременно может присутствовать много людей. Одна из систем предусматривает установку датчиков, которые улавливают колебания воздуха, вызванные шумом. Чем больше людей говорят в помещении, тем сильнее работает вытяжная вентиляция.

Для жилых отдельных домов специалисты считают наиболее рациональными комбинированные системы. Оптимальная система для малого дома – это механическая вытяжная вентиляция, восполняемая естественной приточной системой, которую могут обеспечивать стеновые или оконные клапаны. Однако нужно учитывать особенности здания при проектировании. Данный подход следует рассматривать как общие рекомендации.

Однако, для верхних этажей многоэтажного дома такая вентиляция (принудительная на вытяжку и естественная на приток) часто бывает не эффективна. И некоторые владельцы квартир пытаются ее усилить, устанавливая на окнах приточные вентиляторы. Такое решение осложняет жизнь соседям, так как изменяет предусмотренное проектом направление движения воздуха.

Бывает, что попытка реконструкции вентиляционной системы с использованием естественных каналов приводит к тому, что люди получают запахи с соседней кухни или санузла, которые должны были вытянуться системой по вентиляционной трубе вверх, а направлены в другом направлении.

Работа системы естественной вентиляции подразумевает совокупность двух непрерывных и неизбежных естественных процессов, наблюдающихся одновременно:

–инфильтрация (поступление воздуха в помещение через неплотности и отверстия в ограждениях),

–эксфильтрация (просачивание воздуха наружу).

Эти процессы происходят потому, что природные силы (тепловое давление и ветер) обеспечивают разность давлений между внутренней и наружной частью здания.

Открывание и закрывание наружных дверей, которые работают похоже на поршень насоса, приводит к появлению в объеме помещения разряжение или напор, что приводит к дополнительному усилению или снижению воздухообмена в естественной системе вентиляции.

Достоинствами такой системы вентиляции является низкая стоимость и малые затраты на эксплуатацию. Недостатком системы естественной вентиляции является невозможность контроля за качеством и количеством движущегося воздуха, и абсолютная зависимость от изменения наружных природных факторов.

Система вентиляции с естественным побуждением отличается тем, что замена вытяжного воздуха приточным в квартире осуществляется под действием естественного гравитационного давления (вызванного силами притяжения), а также за счет ветрового воздействия извне на строение.

В зимний период и большую часть года внутренний воздух квартир теплее наружного, из-за чего он становится существенно менее плотным, более разряжённым, поэтому поднимается в верхнюю часть и направляется через вентиляционные каналы наружу. Удаление воздуха сопровождается возникновением разряжения, тогда более холодный тяжёлый уличный воздух через неплотности поступает в комнату. Сила тяжести увлекает его вниз как более тяжелый, более теплый воздух вытесняется при этом и частично смешивается с холодным. Так проявляется гравитационное перетекание воздушных потоков, на котором и основан принцип функционирования естественной вентиляции. Ветер снаружи здания интенсифицирует циркуляцию, а в некоторых случаях и мешает ей. При увеличении разности температур в квартире и извне больший воздухообмен имеет место.

Сила гравитационного воздействия, провоцирующая выброс вытяжного воздуха, зависит не только от разности температур, и, как следствие, плотностей воздуха, но и от расстояния от места выхода воздуха из квартиры до верха вентиляционной шахты. Квартиры нижних этажей многоэтажек вентилируются существенно лучше, чем квартиры, расположенные под крышей, поскольку вертикальные каналы длиннее.

В системах естественной вентиляции устраиваются и горизонтальные воздуховоды, но чем они длиннее, тем большее сопротивление встречает воздух на своем пути, и тяга в этом случае пропорционально снижается. Вытяжных отверстия для безопасности и эстетического вида закрываются жалюзийными вентиляционными решётками.

Вертикальные каналы естественной вытяжной вентиляции принято сооружать в виде полых конструкция из кирпича (шахт) или специальных бетонных конструкций. Минимальный размер стенок вентиляционных каналов составляет 130 мм, самым малым сечением характеризуются квадратные воздушные каналы площадью поперечного сечения 0,0169 м^2. Соседние шахты сопрягаются перегородками не менее 130 мм толщиной для прочности конструкции. Допускается монтаж сборных воздуховодов, выполненных из негорючих строительных материалов. При прохождении неотапливаемых помещений, например, на чердаке, стенки воздуховодов покрывают тепловой изоляцией, что не допускает образование конденсата на стенках. Вытяжные каналы предусматривают выход выше конька кровли не менее, чем на полметра. Сверху вытяжной вентканал накрывается специальным дефлектором, который усиливает тягу вытяжки.

За годы эксплуатации методом проб и ошибок, постоянного совершенствования строительных конструкций, были отсеяны неудачные варианты, а ряд самых эффективных схем функционирования вентиляционных процессов используются в строительстве жилых домов. Выбор схемы организации вентиляции зависит от многих параметров и условий: количества этажей, архитектурной формы здания, чистоты наружного воздуха в районе, фоновых особенностей.

Традиционной считается вытяжная система вентиляции с естественным побуждением, движущей силой в которой выступает разность температур и давлений воздуха, за счет нее осуществляется воздухообмен.

Вытяжной воздух выбрасывается через вентиляционные каналы и шахты на улицу, а приточный воздух затекает через двери, окна или специально устраиваемые приточные клапаны.

В домах с небольшим числом этажей (до пяти) создавался вариант с сооружением отдельных каналов для каждой квартиры с выводом на крышу. Такая схема исключает взаимное влияние квартир. Для более высоких строений построить множество параллельных вертикальных каналов физически не представляется возможным.

В строительстве самыми распространенными являются две наиболее рациональные схемы организации отвода вытяжного воздуха:

–Все вытяжные вентиляционные шахты выходят на чердак или технический этаж, где объединяются общим горизонтальным каналом. Выброс вытяжного воздуха производится через одну решетку, установленную в самом удобном месте.

–Системы всех квартир подключаются к общей вентшахте параллельно построенными каналами-спутниками, вытяжной воздух в этом случае выбрасывается выше крыши отдельными вертикальными каналами.

То есть в первом случае есть горизонтальный канал-сборник, во втором сборником является вертикальная шахта на стояках системы.

Все каналы, как индивидуальные, так и общие, должны обеспечиваться серьезной тепловой изоляции на чердаке или техническом неотапливаемом этаже, в противном случае, на поверхностях скапливается конденсат из влажного вытяжного воздуха или даже произойдет обледенение системы на выходе из устья шахты. Обледенение нередко приводит к закупорке вентканалов и тогда вытяжная система перестает работать. Образование конденсата приводит к развитию плесени на строительных конструкциях.

Преимуществом естественной вентиляции является то, что при ее работе не требуется расходовать электроэнергию. Однако, эффективность ее функционирования целиком и полностью зависит от погодных условий, а каналы и шахты должны периодически очищаться от загрязнений и возможной наледи.

В жилых домах, построенных по типовым проектам, воздухообмен предусматривается в естественном побуждении. Приток свежего воздуха осуществляется в квартирах, выброс вытяжной воздушной массы предусматривается через вентиляционные шахты, часто состоящие из каналов-спутников.

Новые дома сейчас изначально строятся с герметичными оконными конструкциями на окнах, балконных дверях, входных и эвакуационных дверных конструкциях. Стеклопакеты из алюминия и полимеров существенно долговечнее и прочнее по сравнению с древесиной, однако, не являются приточными устройствами для естественной вентиляции. Зазор между дверями и полом сейчас также не оставляется, делая комнаты фактически герметичными. Притока воздуха не происходит, поэтому и вытяжная система не работает как задумано.

Для решения вопроса подачи свежего воздуха в жилые комнаты, в дорогостоящих жилых элитных зданиях изначально предусматривается установка приточно-вытяжных комплексов, то есть уже на стадии строительства закладывается не естественная вентиляция, а принудительная. Но это пока редкость. С установкой и функционирование приточно-вытяжных установок происходит существенное подорожание квартирной оплаты, поскольку увеличивается расход энергии на ее обслуживание. Плюс к тому, установки с вентиляторами сильно шумят и, как правило, функционируют не постоянно, а периодически.

Система естественной вентиляции функционирует непрерывно. Для качественной вытяжки необходимо непрерывное поступление воздуха в комнату. Для качественного воздухообмена нужна установка проветривателя какой-либо конструкции. Благодаря ему поступление воздуха будет происходить без присутствия человека, автоматически.

Библиографический список

1.ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
2.ГОСТ 12.1.012 – 90 ССБТ. Вибрационная безопасность, общие требования.
3.МСД.41-4.200 «Методика определения количеств тепловой энергии и теплоносителя в водяных системах коммунального теплоснабжения». СПО ОРГЭС 2000г.
4.СНБ 2.04.02-2000 «Строительная климатология».
5.СП 131.13330.2018 «Строительная климатология».
6.СП 51.13330.2011. Защита от шума.
7.СП 253.1325800.2016 «Инженерные системы высотных зданий»
8.СП 54.13330.2016. Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003. - М.: Минрегион России, 2017. - 42 с.
9.СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. - М.: ФАУ «ФЦС», 2017. - 78 с.
10.Бродач М.М. Инженерное оборудование высотных зданий. – 2-е издание, исправленное и дополненное. – АВОК-Пресс, 2011
11.Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч. 1. Отопление/ В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.; Под ред. И.Г.Старовертова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990.- 344 с.: ил. – (Справочник проектировщика).

ПОПОВ ВИТАЛИЙ ГЕННАДЬЕВИЧ – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

А.С. Попова

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОЗДУХА В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ

В работе рассмотрены методы очистки и обеззараживания воздуха в системах вентиляции, рассмотрены различные параметры процессов и их проблематика.

Ключевые слова: *микроклимат, системы вентиляции, обеззараживание, фильтрация.*

Вентиляция чистого помещения имеет своим назначением имеет те же цели, что и вентиляция любого другого помещения, она поддерживает микроклимат в нем, то есть обеспечивает определенные значения температуры, влажности, иногда давления. Но для технологически чистых помещений установлены жесткие нормы по загрязнению вентиляционного воздуха. Правила стерильности необходимо соблюдать еще на стадии выбора строительных материалов, конструкций. Они не должны с течением времени осыпаться и выделять даже мельчайшие частицы.

Строгие правила стерильности необходимо соблюдать в некоторых помещениях медицинских учреждений, в помещениях фармацевтического производства, а также в электротехнической промышленности.

Любому технологически чистому помещению назначается класс чистоты. Требуемый класс помещения принимается в зависимости от задач, реализуемых в нем.

В атмосферном воздухе всегда присутствуют различные примеси, многие из них классифицируются к группе загрязнений. Различают физические, механические и биологические загрязнения воздуха.

К механическим загрязнениям относят твердые частицы разных размеров и отличных по составу, например, свинец, пыль, ртуть. Механические примеси атмосферного воздуха образуются в процессах горения органического топлива (угля, дров, в том числе при неорганизованном горении - пожаре), при производстве различных строительных материалов, в результате естественных процессов разрушения горных пород – причин образования механических примесей множество.

Физическое загрязнение атмосферы бывают световые (воздействие искусственных источников), тепловые (выброс горячих газов), шумовые, электромагнитные, радиоактивные. Загрязнения атмосферы биологическими загрязнениями происходит вследствие размножения микроорганизмов в результате антропогенной деятельности.

Разные загрязнения отличаются воздействием и свойствами. Токсичными веществами в атмосферном воздухе являются: CO (окись углерода), NO_x (оксиды азота), SO_2 (диоксид серы), пылевые частицы, различные углеводороды.

По механизму образования и источнику различают вторичные и первичные загрязнения атмосферного воздуха. Первичными являются химические вещества, поступающие в воздух напрямую из источников, где образуются. Вторичные вещества образуются из-за химических реакций, происходящих в атмосфере из первичных выбросов, которые вступают во взаимодействия между собой, а также с компонентами воздуха, при влиянии ультрафиолетового излучения. Нередко бывает, что вторичные загрязнители существенно токсичнее первичных веществ, выбрасываемых в воздух. Правда, и обратное случается нередко, когда атмосфера нейтрализует выбрасываемые вещества.

С учетом токсичности, распространенности, а также опасности загрязнителей, они классифицируются на группы:

–основные (критериальные) вещества, загрязняющие атмосферу: фотохимические оксиданты, углеводороды, диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода, твердые частицы;

–ароматические полициклические углеводороды (ПАУ);

–твердые частицы, характеризующиеся абразивными свойствами;

–следы различных элементов (например, металлы, а также их оксиды);

–пестициды;

–постоянные газы (фторхлорметаны, диоксид углерода и пр.);

© Попова А.С., 2021.

Научный руководитель: *Угорова Светлана Вениаминовна* – зав.кафедрой ТГВиГ, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

–загрязнители, оказывающие разностороннее воздействие на живой организм (альдегиды, озон, полихлорированные бифенилы (ПХБ), нитраты, нитрозамины, сульфаты и пр.).

По уровню опасности загрязняющие вещества классифицируют на четыре класса:

–IV класс – вещества мало опасные;

–III класс – вещества умеренно опасные;

–II класс – вещества высоко опасные;

–I класс – вещества чрезвычайно опасные.

Вредное вещество относят к тому или иному классу опасности по показателю, величина которого соответствует наиболее высокому классу.

Загрязняющие воздух частицы классифицируют еще и по степени дисперсности, то есть по размеру частиц.

Принято различать первичные размеры частиц, свойственные им в момент их образования, а также размеры агрегатированных частиц, если при выбросе происходит агломерация примесей.

В технике защиты окружающей среды имеется понятие о стоксовских размерах частиц, под которыми понимают размер сферической частицы, которая обладает такой же скоростью седиментации, как и рассматриваемая частица неправильной формы. Для выявления дисперсного состава загрязнений производится анализ фракционного состава загрязнений воздуха.

Фракцией считается относительная доля частиц, размеры которых находятся в определенном интервале значений, принятых в качестве нижнего и верхнего пределов. Когда процентное содержание каждой из фракций разделить на разность размеров частиц, принятых в качестве граничных, и найденные значения отложить в системе координат, как ординаты точек, абсциссы которых равны среднему для соответствующих фракций размеру частиц, то через полученные точки можно провести плавную дифференциальную кривую распределения частиц по размерам, которая показана на рисунке.

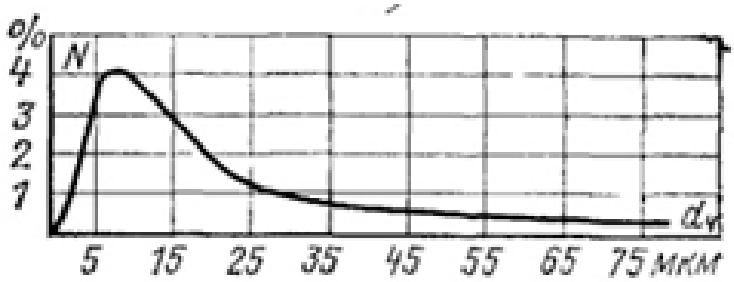


Рис. 1. Дифференциальное распределение частиц по размерам

Для технологических расчетов, где учитываются результаты дисперсионных анализов, удобно аналитическое представление функций распределения частиц по размерам. Ненарушенные распределения частиц по первичным размерам чаще всего являются логарифмически-нормальными и могут быть представлены в виде следующего выражения:

$$\xi = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\cdot \lg \sigma_ч} \cdot e^{-\frac{\lg^2\left(d_ч / d_m\right)}{2\lg^2 \sigma_ч}} \qquad (1)$$

где ξ — удельное содержание частиц с размерами $d_ч$;

$\lg\sigma_ч$ – среднее квадратичное отклонение в функции данного распределения;

$\lg(d_ч/d_m)$ – логарифм отношения размера частиц к медианному для данного распределения размеру, который является таким размером, при котором количество частиц крупнее d_m равно количеству частиц мельче d_m.

Интегральная кривая для частиц с логарифмически-нормальным распределением может быть записана в виде следующего выражения:

$$D\left(d_ч\right) = \frac{100}{\sqrt{2\pi}\cdot \lg \sigma_ч} \cdot \int_{-\infty}^{\lg d_ч} e^{-\frac{\lg^2\left(d_ч / d_m\right)}{2\lg^2 \sigma_ч}} d\left(\lg d_ч\right) \qquad (2)$$

или:

$$R(d_ч) = \frac{100}{\sqrt{2\pi} \cdot \lg \sigma_ч} \cdot \int_{+\infty}^{\lg d_ч} e^{-\frac{\lg^2\left(d_ч / d_m\right)}{2\lg^2 \sigma_ч}} d(\lg d_ч) \quad (3)$$

Если прибегнуть к подстановке $t = \frac{\lg\left(d_ч / d_m\right)}{\lg \sigma_ч}$, то уравнения примут вид:

$$D(d_ч) = \frac{100}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^{t} e^{-\frac{t^2}{2}} d(t) \quad (4)$$

или:

$$R(d_ч) = \frac{100}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{+\infty}^{t} e^{-\frac{t^2}{2}} d(t) \quad (5)$$

Введение аналитических функций распределения дают возможность автоматизировать процесс расчета систем очистки воздуха, используя компьютерную технику.

Вычисление функций распределения тех или иных аэрозолей позволяет прогнозировать эффективность работы очистного оборудования, дает информацию и понимание о процессах взаимного влияния загрязнителей атмосферного воздуха.

Методы очистки воздуха от пылевых частиц

Очистка воздуха для систем вентиляции производится в фильтровальных установках. Множество систем выполняются многоступенчатыми.

Воздушные фильтры классифицируют на четыре категории в зависимости от степени очистки атмосферного воздуха:

–фильтры сверхвысокой эффективности (U17, U16, U15);

–фильтры высокой эффективности (H14, H13, H12, H11, H10);

–фильтры тонкой очистки (F9, F8, F7, F6, F5);

–фильтры грубой очистки (G4, G3, G2, G1).

Первой ступенью в системах фильтрации устанавливаются фильтры грубой очистки воздуха, они производят первичную очистку воздуха. Для грубой очистки применяют рулонные, панельные, карманные, кассетные фильтры с наполнением в виде гофрированных листов, перфорированной сетки, полиэстровых или тканевых материалов.

Аппараты тонкой очистки применяются для следующего шага очистки воздуха, более качественной по сравнению с грубыми префильтрами. Как правило, это ячейковые модели с различным наполнением. К этой категории принято относить кассетные жироулавливающие фильтры, которые применяют в вытяжной вентиляции, а также ячейковые аппараты специального назначения.

Наполнителем для фильтров сверхвысокой и высокой эффективности очистки преимущественно является клееная бумага, состоящая из очень тонких волокон, покрытых гидрофобным составом, стекловолокно, активированный уголь в форме наполнения или засыпки картриджа.

Многие воздушные фильтры выполняются сухими или имеют смоченную растворами или маслами фильтрующую поверхность, что добавляет эффективности в деле осаждения загрязнений на фильтрующих элементах.

Характеристическими показателями любого фильтра являются следующие:

–рабочая эффективность, представляющая собой отношение количества уловленной пыли к суммарному количеству частиц перед фильтром;

–минимальный размер фракций частиц, улавливаемый аппаратом полностью;

–аэродинамическое сопротивление;

–производительность;

–максимально допустимая величина аэродинамического сопротивления, которая учитывается при определении времени работы;

–пылеемкость, количество загрязнений, которые могут быть уловлены фильтром на единицу объема или площади

–долговечность.

Сейчас на рынке вентиляционной техники представлено множество моделей для воздуховодов различной формы и сечения.

В диссертационной работе производится сравнение нескольких фильтровальных материалов высокого класса очистки. Для сравнения выбраны фильтр HEPA класса H14, фильтр ULPA класса U15 и мембранный фильтр.

HEPA-фильтр представляет собой пластиковый или металлический корпус, в который помещается фильтрующий материал, сложенный гармошкой. Фильтрующие волокна имеют толщину от 0,45 до 4,5 мкм. Расстояние между волокнами от 4 до 45 мкм. Воздух проходит через фильтр, а частицы загрязнений застревают между волокнами, работает так называемый эффект зацепления. HEPA-фильтр улавливает частицы от 0,25 мкм. С течением времени при работе HEPA-фильтра, он собирает частицы, накапливает их. При этом сначала происходит рост эффективности, поскольку уловленная пыль тоже становится фильтровальным агентом и улавливает другие частицы, а затем эффективность резко падает из-за срыва уже уловленных частиц и уноса их потоком воздуха. Аэродинамическое сопротивление при этом неуклонно возрастает, и фильтр необходимо заменять. Регенерации фильтры такого класса не подвергаются.

Таблица 1

Характеристики HEPA фильтров разных классов

Класс фильтра	Эффективность очистки воздуха, %
H14	от 99,995
H13	от 99,95
H12	от 99,5
H11	от 95
H10	от 85

Фильтр ULPA сверхвысокоэффективной очистки воздуха классов U15-U16 – это высоко эффективные фильтры финишной очистки воздуха систем кондиционирования.

Конструктивно фильтры ULPA состоят из корпуса, сделанного из алюминиевого профиля и фильтрующего пакета, состоящего из миниплиссированного стекловолокнистого материала. На выходной плоскости установлена поддерживающе-защитная металлическая сетка, которая вместе с фильтрующим пакетом герметизирована в металлической рамке-корпусе.

Таблица 2

Характеристики ULPA фильтров разных классов

Класс фильтра	Эффективность очистки воздуха, %
U17	от 99,9995
U16	от 99,99995
U15	от 99,999995

Рассматриваемые далее фильтрующие элементы ЭКОПОР-F-G имеют своим назначением удаление бактерий, а также других загрязнений размером более 0,2 мкм из воздуха. Фильтровальный материал является гидрофобной пористой мембраной, которая изготовлена из политетрафторэтилена (PTFE).

Сравнение фильтровальных материалов необходимо производить по комплексу показателей. Самое главное, они должны обеспечивать требуемую степень очистки воздуха, создавать не высокое аэродинамическое сопротивления, быть приемлемыми по стоимости и удобству использования.

Методы обеззараживания воздуха

Процесс обеззараживания воздуха направлен на уничтожение в нем болезнетворных микроорганизмов. При этом в воздухе убивается вся органика.

Метод ультрафиолетового облучения воздуха широко применяется для его обеззараживания. Ультрафиолетовое излучение представляет собой электромагнитное излучение, которое охватывает длины волн в диапазоне от 0,1 до 0,4 мкм оптического спектра электромагнитных колебаний, значит, между рентгеновским и видимым излучением. Виды ультрафиолетового излучения по одной из общепринятых классификаций показаны в таблице.

Таблица 3

Виды ультрафиолетового излучения

Название	Спектр	Длина волны, нм	Энергия фотона, эВ
Вакуумный	VUV	200 ÷ 10	6,2 ÷ 124
Экстремальный	EUV, XUV	121 ÷ 10	10,2 ÷ 124
Дальний	FUV	200 ÷ 122	6,2 ÷ 10,2
Средний	MUV	300 ÷ 200	4,13 ÷ 6,2
Ближний	NUV	400 ÷ 300	3,1 ÷ 4,13

Использование ультрафиолетового спектра излучения набирает популярность среди инженеров, создающих системы обеззараживания, поскольку является простым способом инактивации бактерий, вирусов и грибков. Термин «инактивация» принят к применению для обозначения такой обработки микроорганизмов, после которой происходит потеря ими способности к размножению. Многие микроорганизмы погибают при обработке ультрафиолетом.

Для бактерицидной обработки используют ультрафиолетовое излучение, длина волны которого лежит в диапазоне от 0,205 до 0,315 мкм. Такое излучение приводит к фотохимическому деструктивно-модифицирующему повреждению ДНК клеток микроорганизма. Такие изменения в ДНК микроорганизмов имеют эффект накопления, что впоследствии приводит к нарушению процессов размножения, а также к дальнейшему вымиранию. Проведенные множественные исследования доказали, что максимальный бактерицидный эффект наблюдается в очень узком диапазоне длины волны от 253 до 255 нм.

Живые клетки микроорганизмов по-разному реагируют, получая ультрафиолетовое облучение, реакция зависит от длин волн излучения и особенностей самого микроорганизма.

Технически ультрафиолетовая бактерицидная обработка вентиляционного воздуха осуществляется с использованием излучательного оборудования, генерирующего соответственное излучение в заданном диапазоне длины волны. Принцип работы излучателя основан на прохождении электрического разряда сквозь слой разреженного специального газа, который находится внутри герметичного корпуса, в процессе чего происходит излучение.

Оборудование для обработки воздуха представлено облучателями, бактерицидными лампами, а также комплексными установками. Бактерицидная лампа представляет собой источник излучения, генерирующий преимущественно бактерицидное излучение, производящий волны с длиной в диапазоне от 205 до 315 нм. Самыми распространенными являются ртутные разрядные лампы низкого давления, в них процесс электрического разряда в аргоно-ртутной смеси преобразуется в излучение, длина волны которого равна 253,7 нм. Ртутные разрядные лампы характеризуются большим сроком службы, порядка восьми тысяч часов. Производятся также лампы ртутные высокого давления, характеризующиеся большой мощности единицы (от 100 Вт до 1 кВт), при этом обладающие небольшими габаритными размерами. Использование ламп большой мощности позволяет сократить их количество в бактерицидной установке. Однако, лампы большой единичной мощности имеют существенно меньший срок службы, при этом из бактерицидная эффективность в пересчете меньше, чем у ламп низкого давления, поэтому их используют крайне редко.

Лампы ультрафиолетового излучения есть в линейке, пожалуй, у всех крупных электроламповых фирм (Osram, Radium, Sylvania, Philips и пр.). В России выпуск бактерицидных ламп ультрафиолетового излучения налажен у следующих производителей: ОАО СКБ «Ксенон» (город Зеленоград), ООО «ВНИСИ» и НПО «ЛИТ» (город Москва), ОАО «Лисма-ВНИИИС» (город Саранск) и другие. Номенклатура ламп весьма широка и разнообразна, выпускаются лампы для установок различного назначения: для обработки воздуха, воды, поверхностей, материалов.

Совершенно отдельным классом оборудования являются бактерицидные установки, входящие в состав агрегатов для подготовки воздуха центральных систем вентиляции и кондиционирования. В таком случае система обеззараживания предусматривается не в каждом помещении, а в приточной камере. В некоторых случаях, бактерицидные установки требуется предусматривать и на вытяжных системах, когда в обслуживаемом помещении идет работа, сопровождающаяся с вероятностью попадания микроорганизмов в воздух вытяжной вентиляции (исследовательские лаборатории, боксы инфекционных больниц и пр.), тогда вытяжной воздух требуется обеззараживать для защиты окружающей среды.

Для производственных помещений существуют нормативные требования по обеззараживанию воздуха. Для технологических помещений обеззараживание воздуха должно проводиться обязательно.

Помещения, в которых предусматривается установка бактерицидных агрегатов, классифицируют на две группы:

–обеззараживание воздуха производится в присутствии людей, установки работают непрерывно в течение рабочего времени, используются внутренние ультрафиолетовые установки, в которых облучатели закрыты и нет вероятности облучения людей;

–обеззараживание воздуха производится в то время, когда помещение пустое, в нем нет людей, в таком случае используются бактерицидные установки открытого типа, оснащенные открытыми или комбинированными облучателями, расчетное время периодичности нахождения людей в помещении и обработки его для обеззараживания вычисляется с учетом процессов, происходящих в помещении.

Функционирование бактерицидных установок может сопровождаться генерацией озона из кислорода воздуха, что в высоких концентрациях вредно для человека. Это нужно учитывать при использовании такого типа обеззараживания воздуха и контролировать концентрацию озона в воздухе.

Сравнение различных установок для обеззараживания воздуха представлено в таблице.

Таблица 4

Сравнительная характеристика систем обеззараживания воздуха

Установка	Назначение	Технология	Эффективность				Режим работы
			бактерии и вирусы	грибы (плесневые и дрожжевые)	летучие органические соединения	Запахи	
Фотокаталитические воздухоочистители	Очистка и обеззараживание воздуха	Уничтожение микроорганизмов за счет разрушения клеточных стенок. Разлагает органические соединения до простых веществ.	Все	Все	Разлагает до безопасных веществ	Да	ПЛ*
Ионные электростатические воздухоочистители	Очистка и обеззараживание воздуха	Притяжение частиц аэрозоля при прохождении через пластины ионизатора	Все	Все	Нет	Нет	ПЛ
УФ-облучатели рециркуляционного типа	Обеззараживание воздуха	Уничтожение микроорганизмов за счет повреждения ДНК клеточного ядра, длина волны 220-254 нм	Все	Нет	Нет	Нет	ПЛ
УФ-лампы (без рециркуляции)	Обеззараживание в-ха и поверхностей	Уничтожение микроорганизмов за счет повреждения ДНК клеточного ядра, длина волны 220-254 нм	В зоне действия лампы	Нет	Нет	Нет	ОЛ
Импульсные ксеноновые УФ-облучатели	Обеззараживание в-ха и поверхностей	Вызывает деструктивное воздействие на нуклеиновые кислоты, белки, мембраны и пр. Длина волны 200-700 нм.	В зоне действия лампы	Все	Нет	Да	ОЛ
Аэрозольные генераторы	Обеззараживание в-ха и поверхностей	Воздействие на микроорганизмы дезинфицирующими средствами. Механизм зависит от свойств раствора.	Все	Зависит от свойств раствора.	Зависит от свойств раствора.	Да	ОЛ
Озоновые генераторы	Обеззараживание в-ха и поверхностей	Уничтожение микроорганизмов за счет разрушения клеточных стенок. Разлагает органические соединения до простых веществ.	Все	Все	Разлагает до безопасных веществ	Да	ОЛ
Примечание: *ПЛ – непрерывный в присутствии людей; ОЛ – в отсутствии людей							

Для обеззараживания воздуха можно применять различные технологии, причем и параллельно, и последовательно в зависимости от поставленных задач. Каждая из возможных технологий характеризуется преимуществами и недостатками, которые нужно учитывать при выборе тех или иных систем и технологий, а также при эксплуатации полученных систем. Ведь важно не только грамотно установить и запустить систему, но и правильно ее обслуживать (менять фильтры, проверять лампы и пр.) для долгой правильной работы оборудования.

Библиографический список

1.Неумержицкая Н.В. Оценка фракционного состава, формы частиц и концентрации древесной пыли в атмосферном воздухе // ИВД. 2018. №1 (48).

2.Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. М.: Высшая школа, 2008. – 397 с.

3.Коузлов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов / П.А. Коузлов. М.: Химия, 1987. – 264 с.

4.Тимонин, А.С. Инженерно-экологический справочник: в 3 томах / А.С. Тимонин. Калуга: Н. Бочкаревой, 2003. Т.1. – 917 с.

5.Голубцов А. А. Критерии рационального выбора оборудования обеззараживания воздуха в системе стандартов оснащения «Чистых помещений» ЛПУ // Менеджер здравоохранения. 2012. №10.

6.Уляшева В.М., Анисимов С.М., Михайлов Е.В. Совершенствование очистки воздуха в системах обеспечения микроклимата чистых помещений // Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова. 2019. №2.

ПОПОВА АНАСТАСИЯ СЕРГЕЕВНА – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

А.В. Чачин

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

В работе рассмотрено теоретическое обоснование и необходимость повышения энергетической эффективности теплоснабжения.

Ключевые слова: *теплоснабжение, энергоэффективность, реконструкция.*

Развитие современной теплоэнергетики и обеспечение энергетической безопасности страны невозможно без разработки и внедрения новых энергетически эффективных технологий. Работа отечественных теплофикационных систем сопряжена с рядом проблем, обусловленных ослаблением государственного влияния на энергетику, повышением стоимости топливно-энергетических ресурсов, изношенностью тепловых сетей и оборудования, отсутствием инвестиций на техническое перевооружение и несоответствием традиционно применяемых технологий теплоснабжения современным научно-техническим и экономическим требованиям. Нерешенность этих технических и экономических проблем негативно сказывается на качестве и энергетической эффективности теплоснабжения.

В настоящее время в связи с появившимися новыми техническими возможностями реконструкции систем теплоснабжения, внедрение различных способов их регулирования, использование биотоплива позволяет добиться существенного энергосберегающего эффекта, повысить качество теплоснабжения. Анализ состояния отечественных теплофикационных систем и недостатков существующих технологий теплоснабжения, формулировка принципов, на которых должно основываться их развитие является актуальным в настоящее время.

Системой теплоснабжения называется совокупность технических устройств, агрегатов и подсистем, обеспечивающих приготовление теплоносителя, его транспортировку, распределение в соответствии со спросом на теплоту по отдельным потребителям [1].

В зависимости от мощности систем и числа потребителей, получающих от них данную тепловую энергию, системы теплоснабжения подразделяются на централизованные и децентрализованные. Тепловая энергия транспортируется в виде горячей воды или пара от источника теплоты (ТЭЦ или крупной котельной) к потребителям по специальным трубопроводам - тепловым сетям. В малых населенных пунктах применяются в основном две системы теплоснабжения: местные и централизованные. Местные системы - в которых все три основных элемента находятся в одном помещении или в смежных. Централизованные системы, как правило, не характерны для застройки не выше трех этажей. Централизованные системы характерны тем, что тепловой генератор удален от отапливаемых зданий или потребителей горячего водоснабжения в специальное здание. Таким источником тепла может быть котельная для группы зданий, поселковая котельная или ТЭЦ [1].

Реконструкция систем теплоснабжения подразумевает за собой повышение эффективности использования топлива, способствует увеличению тепловой мощности и улучшению надежности систем теплоснабжения, снижает затраты на водоподготовку и на закупку электроэнергии [2].

Анализ реконструкции систем теплоснабжения показывает, что реконструкция котельных повышает качество теплоснабжения потребителей и значительно сокращает выброс вредных веществ в атмосферу [2].

С целью выявления потенциала энергосбережения отрасли теплоснабжения и обозначения мероприятий, способствующих повышению ее эффективности, необходимо проанализировать ситуацию в секторе централизованного теплоснабжения и определить основные проблемы.

На производство тепловой энергии систем теплоснабжения в России расходуется около 255 млн. т. у. т., или 33% всего потребления первичной энергии в России. Первичная энергия - это форма энергии в природе, которая не была подвергнута процессу искусственного преобразования. Тепло вырабатывается на 543 действующих ТЭЦ, и около 74 тысяч котельных единиц, а также на 12 млн. индивидуальных тепловых установок [3].

Рынок тепловой энергии - один из самых больших монопродуктовых рынков России. Однако на федеральном уровне нет ни структур управления, ни единой политики развития систем теплоснабжения [3].

© Чачин А.В., 2021.

Научный руководитель: *Маров Алексей Александрович* – преподаватель, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

На развитие систем теплоснабжения оказывают значительное влияние различные реформы электроэнергетики, ЖКХ и местного самоуправления. Однако в концепции реформы электроэнергетики не выражена позиция по развитию ТЭЦ. В концепции реформы ЖКХ практически не отражены параметры надежности, эффективности, качества и доступности систем теплоснабжения. Появление частных операторов осложнилось необходимостью определения как исходного, так и целевого состояния объектов теплоснабжения [3].

В России ТЭЦ потеряли свой прежний статус на рынке тепла, в отличие от мировых тенденций. Это является средством спада промышленного производства и неверной тарифной политики, не дающей преимуществ выработки тепла на ТЭЦ перед котельными, но стимулирующий установку приборов учета и реализацию мер по экономии и замещению тепловой энергии. Примерно такой же сегмент рынка потеряли крупные котельные. Практически во всех локальных системах теплоснабжения отмечается значительный избыток располагаемых мощностей, определенный с учетом нормативных требований по их резервированию. На основании данных исследований были сформулированы основные системные проблемы теплоснабжения, представленные в Таблице 1.

Таблица 1

Основные системные проблемы функционирования теплоснабжения

п/п	Российское теплоснабжение	Источники тепла	Тепловые сети
1	Отсутствие необходимых данных по фактическому состоянию систем теплоснабжения	Высокие удельные расходы топлива на производство тепловой энергии	Заниженный уровень потерь в тепловых сетях, включаемый в тарифы на тепло, что преуменьшает экономическую эффективность расходов на реконструкцию тепловых сетей
2	Существенный избыток мощностей источников теплоснабжения и завышенные оценки	Низкая насыщенность учета потребления топлива и отпуска	Высокий уровень фактических потерь в тепловых сетях
3	Избыточная централизация многих систем теплоснабжения	Изношенность оборудования и низкий остаточный ресурс	Высокий уровень затрат на эксплуатацию тепловых сетей
4	Отсутствие обновленных систем теплоснабжения в подавляющем большинстве населенных пунктов	Нарушение сроков и регламентов проведения работ по наладке режимов котлов	Высокая степень износа тепловых сетей и превышение в ряде населенных пунктов критического уровня частоты отказов
5	Высокий уровень потерь в тепловых сетях, как за счет избыточной централизации, так и за счет обветшания тепловых сетей и роста доли сетей, нуждающихся в замене	Низкий уровень автоматизации, отсутствие автоматики или применение непрофильной автоматики	Неудовлетворительное техническое состояние тепловых сетей, нарушение тепловой изоляции и высокие потери тепловой энергии
6	Отсутствие государственной политики поддержки и стимулирования совместной выработки тепловой и электрической энергии	Отсутствие или низкое качество водоподготовки	Нарушение гидравлических режимов тепловых сетей и сопутствующие ему недотопы и перетопы отдельных зданий
7	Разрегулированность систем теплоснабжения	Несоблюдение температурного графика	
8	Нехватка квалифицированных кадров, особенно на объектах теплоснабжения небольших поселений	Высокая стоимость топлива	
9	Нехватка персонала котельных		

Теперь, когда проанализирована ситуация в секторе централизованного теплоснабжения и определены основные проблемы в Российском теплоснабжении, источниках тепла и тепловых сетях, можно выявить потенциал энергосбережения отрасли и обозначить мероприятия, способствующих повышению энергетической эффективности.

В публикациях, посвященных реконструкции систем теплоснабжения с целью повышения их энергетической эффективности, разработаны новые методологии, способы, мероприятия, примеры реконструкции систем теплоснабжения со всеми необходимыми формулами расчета, а также представленными выводами и обобщениями по данному вопросу. Большинство из изученных публикаций имеют теоретический

характер, который дает базу к изучению темы. При анализе публикаций были выявлены проблемы реконструкции систем теплоснабжения и выделены способы, позволяющие существенно повысить энергетическую эффективность данной отрасли.

Изучив публикации и статьи по способам реконструкции систем теплоснабжения с целью повышения энергетической эффективности, можно прийти к выводу, что на сегодняшний день политика энергосбережения является приоритетным направлением развития систем энерго- и теплоснабжения. Говоря об энергосбережении в системах теплоснабжения, можно выделить ряд мероприятий по сохранению и рациональному использованию энергетических ресурсов, а также выделить основные источники экономии к ним (Таблица 2).

Таблица 2

Основные энергосберегающие мероприятия

Наименование мероприятия	Источник экономии
Диспетчеризация в системах теплоснабжения	- экономия тепловой энергии; - сокращение времени на проведение аварийно-ремонтных работ; - сокращение эксплуатационных затрат (уменьшение эксплуатационного персонала)
Замена устаревших электродвигателей на современные энергоэффективные	- экономия электрической энергии; - снижение эксплуатационных затрат; - повышения качества и надежности электроснабжения
Постепенная замена ЦТП на ИТП в блок-модульном исполнении	- экономия тепловой энергии; - улучшение качества и надежности теплоснабжения
Использование систем частного регулирования в приводах электродвигателей на насосных станциях и других объектах с переменной нагрузкой	- экономия электрической энергии; - повышение надежности и увеличение сроков службы оборудования
Наладка тепловых сетей	- экономия тепловой энергии; - улучшение качества и надежности теплоснабжения

Оценив основные энергосберегающие мероприятия, а также источники экономии, было принято решение более подробно рассмотреть такое мероприятие, как перевод котлов на альтернативные виды топлива в связи с тем, что использование твердых видов биотоплива позволяет решить проблему энергоснабжения малых населенных пунктов.

Реконструкция систем теплоснабжения с целью повышения энергетической эффективности является необходимой задачей в области энергетики страны. Все вышеперечисленные проблемы в теплоснабжении усугубляются ведомственной разобщенностью и корпоративными интересами, которые идут в разрез с интересами населенных пунктов страны. Проанализировав отечественные и зарубежные источники, не трудно заметить, что отсутствие необходимых данных, как правило, затрудняет в полной мере оценить проблемы реконструкции систем теплоснабжения и способы существенного повышения их энергетической эффективности, поэтому практически все статьи имеют в большей степени теоретическую составляющую, без конкретных примеров. Есть множество способов, с помощью которых можно повысить энергетическую эффективность отрасли, но их необходимо своевременно дорабатывать с применением современных технологий и оборудования.

Библиографический список

1.Лавров Н.В., Розенфельд Э.И., Хаустович Г.П. Процессы горения топлива и защита окружающей среды. – М.: Металлургия, 1981. – 240 с.;

2.Ляликов Б.А. Источники и системы теплоснабжения промышленных: Ч.1. Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005 – 144 с.

3.Михайлов-Вагнер А. Современные энергосберегающие технологии и возможность их применения в цементной промышленности России / А. Михайлов-Вагнер // Цемент и его применение. – 1997. – № 4. – С. 9–14

4.СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*;

5.СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003*;

6.СНиП 11-3-79*. Строительная теплотехника. –М.:Госстрой России, 1995.;

7.ГОСТ 21563-93 Котлы водогрейные. Основные параметры и технические требования.

ЧАЧИН АЛЕКСАНДР ВАДИМОВИЧ – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

Е.В. Швайковский

УЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В РОССИИ: РЕТРОСПЕКТИВА

В работе рассмотрена история и перспективы системы учёта тепловой энергии в России.

Ключевые слова: *теплоснабжение, энергоэффективность, учёт.*

Нормативная база функционирования централизованной системы теплоснабжения в Российской Федерации прошла несколько стадий развития.

Российское дореволюционное законодательство не содержало норм, посвященных регулированию отношений по теплоснабжению и распространяющих свое действие на всю территорию страны. Объясняется это тем, что, как уже отмечалось, централизованных систем снабжения потребителей тепловой энергией до революции в России было сооружено очень мало, промышленные предприятия преимущественно имели свои индивидуальные котельные, а большинство жилых домов отапливалось с помощью дровяных печей.

В советский период развития гражданского права отношения по теплоснабжению преимущественно носили административный характер, что в какой-то мере способствовало стабильности указанных отношений.

На протяжении многих лет вплоть до 1991 г. сложные правоотношения, связанные со снабжением потребителей тепловой энергией, которые касались огромного числа организаций и граждан, регулировались подзаконными, в основном ведомственными, нормативными актами.

Коренные изменения в российской экономике, начавшиеся в 90-е гг. XX в., с неизбежностью повлекли за собой значительные перемены во всех сферах жизни российского общества. Это также касается и отношений по снабжению потребителей тепловой энергией. Одной из составляющих государственной политики в области теплоснабжения России является формирование нового механизма управления этим сектором.

Тогда же началось активное развитие приборного учета тепла в России. Об этом мы можем судить хотя бы по тому, что в наши дни многие отечественные производители приборов отмечают 10- и 15-летние юбилеи. Кроме того, в 1995 г. были утверждены действующие ныне Правила учета. В том же 1995 и далее — в 1997 г. приняты постановления правительства Российской Федерации (№1087 от 02.11.1995 и №832 от 08.07.1997), согласно которым до 2000 г. все предприятия, организации и население должны были быть оснащены приборами учета.

В соответствии с Федеральным законом от 23 ноября 2009 года № 261 "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" установка узлов учета тепла является обязательным шагом по обеспечению энергосберегающих мероприятий.

Учет тепла, прежде всего, выгоден для потребителей, так как его расход по нормативам может превышать фактический и, в зависимости от состояния системы отопления, экономия может достигать до 40%.

Ощутимую выгоду можно также извлечь при использовании теплового узла учета в качестве общедомового счетчика - жильцы дома смогут экономить на оплате за потребление тепловой энергии. Общедомовой счетчик рассчитывает общий объем потребления тепла, вычисляя среднее значение на квартиру в многоэтажном жилом доме, а также поможет определить величину теплопотерь для системы отопления.

В настоящее время на территории Российской Федерации действуют Правила учета тепловой энергии и теплоносителя, утвержденные постановлением Правительства РФ от 18 ноября 2013 г. N 1034 "О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя" (далее, Правила). Данные Правила устанавливают порядок организации коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя, в том числе:

а) требования к приборам учета;

© Швайковский Е.В., 2021.

Научный руководитель: *Стариков Альберт Николаевич* – доцент кафедры ТГВиГ, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

б) характеристики тепловой энергии, теплоносителя, подлежащие измерению в целях коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя и контроля качества теплоснабжения;

в) порядок определения количества поставленных тепловой энергии, теплоносителя в целях коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя (в том числе расчетным путем);

г) порядок распределения потерь тепловой энергии, теплоносителя тепловыми сетями при отсутствии приборов учета на границах смежных тепловых сетей.

Направление интеллектуального учета энергоресурсов также активно развивается и в России, однако темпы внедрения указанных систем существенно отличаются в разрезе видов энергоресурсов.

Российский рынок интеллектуальных систем учета получил наибольшее развитие в сегменте учета электроэнергии, что находится в русле общемировых тенденций. С учетом принятых сценарных допущений и запланированных к реализации программ в сфере интеллектуального учета энергоресурсов предполагается, что степень проникновения средств интеллектуального учета электроэнергии на российском рынке к 2025 г. может составить в зависимости от сценария от 50% до 100% в сегменте общедомовых приборов учета и 80-100% в сегменте квартирного учета. Крупными потребителями электросчетчиков также останутся предприятия энергетики и промышленности.

Развитие смарт-учета тепловой энергии в России находится в стадии роста, основное количество ранее реализованных в этой сфере проектов ориентированы на диспетчеризацию показателей отпуска тепловой энергии теплоисточниками (котельными). В последние годы наблюдается активная реализация проектов по оснащению интеллектуальными общедомовыми и квартирными системами учета потребления тепловой энергии и жилого фонда.

Степень проникновения средств интеллектуального учета тепла на российском рынке к 2025 г. может составить в зависимости от сценария от 50% до 100% в сегменте общедомовых приборов учета и 5-13% в сегменте квартирного учета.

В настоящее время в стране реализуется национальный проект «Устройство системы учета и регулирования тепловой энергии» (СУРТЭ).

Данный проект содержит полный комплекс правил, определяющих порядок проектирования, изготовления, установки иэксплуатации оборудования, порядок формирования и создания систем автоматического управления (диспетчеризацию) тепловой энергией.

Наряду с существующими стандартами предъявляет дополнительные требования к изготовлению, монтажу и эксплуатации приборов учета и регулирования теплового ресурса.

Является документом завтрашнего дня для всех субъектов отрасли

Приступили к внедрению в регионах автоматизированных информационных систем учета потребления ресурсов (АИС).

Рис. 1. Структура автоматизированных информационных систем учета потребления ресурсов

Автоматизированные процессы деятельности сбора, обработки и предоставления достоверной информации участникам рынка энергоресурсов.

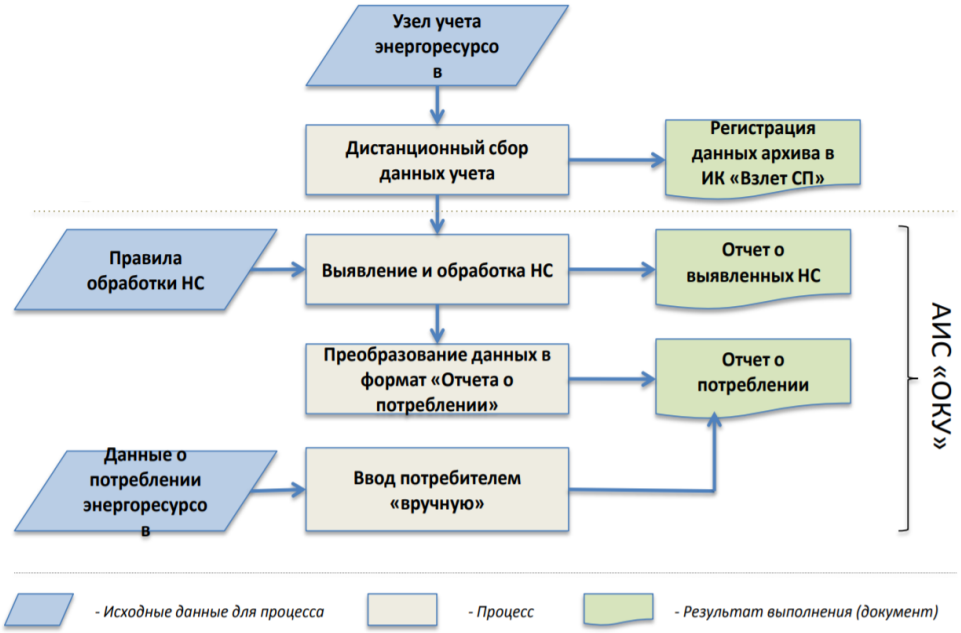


Рис. 2. Автоматизированные процессы деятельности сбора, обработки и предоставления достоверной информации

В результате реализации проекта появляются новые возможности:

– новые исследования и разработки, повышение технического и технологического потенциала;

– готовые технические решения для коммерческого учета в коммунальной сфере;

– развитая сеть сервисных центров (более 100) и наиболее совершенная система;

– управления филиалами, широкая сеть региональных представительств (более 200);

– передовые методики повышения энергоэффективности сектора ЖКХ и предприятий бюджетной сферы на уровне муниципальных образований и городов;

– системный подход к выстраиванию отношений от структур региональной власти до конечного потребителя;

– гибкие схемы инвестирования в проекты и финансовый инструментарий адаптированный к российскому рынку.

Обзор нормативной базы по системам учета тепловой энергии

Энергетическая стратегия России на период до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 года № 1715-р, определяет целью энергетической политики России максимально эффективное использование природных энергетических ресурсов и потенциала энергетического сектора для устойчивого роста экономики, повышения качества жизни населения страны и содействия укреплению ее внешнеэкономических позиций. Положения стратегии регламентируют цель и основные задачи в долгосрочном развитии энергетических отраслей ближайшие годы, ориентиры и приоритеты, а также практические механизмы в области государственного энергетического развития, обеспечивающие плавное достижение вышеуказанных целей.

Распоряжение Правительства России от 19 апреля 2018 г. №703-р «Об утверждении комплексного плана мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики Российской Федерации»

Данным планом предусмотрены практические действия по повышению эффективности в области энергетики по отношению к регулируемым инфраструктурным компаниям, предприятиям производственного сектора, организаций бюджетного сектора, многоэтажных гражданских зданий.

Цель плана – осуществление процесса модернизации основных производственных фондов, увеличение доли технологического фактора в общей структуре снижения энергоёмкости на величину не менее 1,5% в календарный год.

Федеральный закон от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Регулирует отношения в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Целью Федерального закона является создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Статьи Федерального закона, посвященные энергосбережению в многоквартирных домах:

Статья 11. Обеспечение энергетической эффективности зданий, строений, сооружений

Статья 12. Обеспечение энергосбережения и повышения энергетической эффективности в жилищном фонде, на территориях ведения гражданами садоводства или огородничества для собственных нужд

Статья 13. Обеспечение учета используемых энергетических ресурсов и применения приборов учета используемых энергетических ресурсов при осуществлении расчетов за энергетические ресурсы

Статья 15. Энергетическое обследование

Постановление Правительства Российской Федерации от 25 января 2011 года № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».

Установленные Постановлением Правительства правила определяют содержание, условия применения и порядок установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений.

Требования энергетической эффективности подлежат применению при проектировании, экспертизе, строительстве, вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации построенных, реконструированных или прошедших капитальный ремонт отапливаемых зданий, строений, сооружений, оборудованных теплопотребляющими установками, электроприемниками, водоразборными устройствами и (или) устройствами для использования природного газа, с целью обеспечения потребителей энергетическими ресурсами и коммунальными услугами.

Принятие Федерального закона Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1], а также подпрограммы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» государственной программы Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2013 года № 512-р активизировало деятельность в области популяризации и пропаганды энергосбережения.

И хотя сделано немало, российское общество демонстрирует крайне низкую информированность об особенностях энергоэффективных товаров и технологий.

Энергосбережение - это наиболее дешевый сейчас «источник» энергии. Следовать принципу «сделать больше с меньшими затратами» будет выгодным для всех. Работая над проблемой энергосбережения, следует думать о снижении объема используемой энергии, о возможностях использования источников энергии.

Согласно данным, приведенным в тексте Энергетической стратегии России, сегодняшний потенциал энергосбережения в нашей стране оценивается в 360..430 млн. т у.т., что сравнимо с объемом всей экспортируемой из России нефти и нефтепродуктов.

Разработка энергосбережения проводится в следующем порядке:

– оценка текущего состояния использования ТЭР на предприятии;

– разработка энергетического баланса и определение удельных расходов энергии;

– выявление оборудования с высоким расходом энергии;

– оценка эффективности различных мероприятий по экономии энергоресурсов;

– определение конкретных задач по экономии энергоресурсов;

– составление плана и комплексных программ для решения задач экономии энергии и топлива;

– реализация программ;

оценка результатов внедрения энергосберегающих мероприятий.

Библиографический список

1. Афонин А. М. Энергосберегающие технологии в промышленности: Учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова и др. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 272 с.

2. Башмаков И.А. Потенциал энергосбережения в России / И.А. Башмаков // Энергосбережение.-2009.

3. Варфоломеев Ю. М. Отопление и тепловые сети: Учебник / Ю.М. Варфоломеев, О.Я. Кокорин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 480 с.

ШВАЙКОВСКИЙ ЕВГЕНИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

Е.А. Буравлев

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

В работе рассматривается электрическое поле токов катодной защиты трубопроводов и его распределение. Рассмотрены основные принципы и расчетные зависимости оптимального регулирования режимов работы средств ЭХЗ трубопроводов промышленных площадок и линейной части магистральных трубопроводов, выделены недостатки существующих методик. Показана возможность применения систем дистанционного коррозионного мониторинга для решения задач оптимального управления, с использованием параметров, измеряемых системой в различных точках трубопровода.

Ключевые слова: *газопровод, защита, блуждающие токи, антикоррозионная защита.*

Общая протяженность магистральных газопроводов в Российской Федерации составляет более 171 тысяч км и постоянно увеличивается. Магистральные нефте- и газопроводы позволяют перемещать огромные объемы энергоносителей на большие расстояния, преимуществами которых являются надежность, низкая стоимость и бесшумность.

Магистральные трубопроводы работают в различных природно-климатических условиях. Трубопроводы прокладываются под землей и над поверхностью, по дну морской воды и рек, озер и болот. Рабочая температура трубопровода тоже бывает разной, она может быть отрицательной или положительной.

Основным материалом для изготовления магистрального трубопровода является сталь, которая во время эксплуатации подвергается коррозионному воздействию окружающей среды вокруг трубопровода.

Основной причиной аварий подземных магистральных трубопроводов является коррозия, коррозия внешней стенки трубопровода составляет около 95% поломок, а коррозия внутренней стенки трубопровода составляет всего 5%.

Основная задача организаций, эксплуатирующих магистральные трубопроводы - обеспечить бесперебойную работу объекта в течение заявленного срока службы. Решение этой проблемы комплексное и зависит от повышения качества проектирования, строительства и эксплуатации объектов трубопроводного транспорта.

Одна из причин аварии - нарушение требований по антикоррозийной защите магистрального газопровода и контролю ее эффективности.

Для обеспечения работоспособности магистральных трубопроводов эксплуатирующим организациям необходимо проводить плановые проверки их коррозийного состояния, внедрять современные методы дистанционного коррозийного мониторинга, контролировать эффективность противокоррозионной защиты, устранять повреждения и неисправности в системе противокоррозионной защиты.

Независимо от агрессивности коррозионной среды, защита подземных и морских газопроводов от коррозии осуществляется с использованием комплексной защиты, включая защитные покрытия (пассивная защита) и электромеханическая защита (активная защита).

Требуемый уровень антикоррозионной защиты магистрального газопровода достигается за счет совершенствования существующих средств электрохимической защиты, методов и устройств контроля защищенности, и коррозионного состояния газопровода и оптимизации параметров защиты.

В технической политике ОАО «Газпром» для обеспечения стабильной работы систем транспортировки и подземного хранения газа (далее - ГТС) особое внимание уделяется роли системы управления техническими условиями и целостностью (далее - СТКП). Целостность характеризуется способностью ГТС взаимодействовать с внешней средой и достигать своего функционального назначения в заданный период с учетом полноты процедур диагностики, обслуживания и ремонта. Сюда входят один или несколько технических объектов по надежности, промышленной и экологической безопасности и другие требования, установленные нормативными документами ОАО «Газпром» и федеральным законом.

© Буравлев Е.А., 2021.

Научный руководитель: *Суворова Ольга Павловна* – преподаватель, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

Необходимым условием достижения целей ОАО «Газпром» при управлении техническим состоянием и целостностью ГТС является учет требований энергетической и экономической эффективности эксплуатации объектов ГТС. В этой части автоматизация и интеллектуализация развиваемых процедур управления противокоррозионной защитой обеспечивает прямое сокращение затрат от внедрения на новых объектах за счет:

– уменьшения установленной мощности СКЗ;
– сокращения потребляемой электроэнергии;
– увеличения ресурса СКЗ и анодных заземлителей (АЗ);
– сокращения трудозатрат на периодические измерения и оптимизацию режимов работы СКЗ;
– сокращения количества оборудования по трассе МГ для коррозионного мониторинга.

Методы контроля защищенности и состояния магистральных газопроводов

Увеличенный срок службы и неуклонное старение газопроводных систем различного размера и назначения увеличивает вероятность выхода из строя из-за возникновения коррозии и коррозии под напряжением. Многие существующие газопроводы построены по однолинейной конструкции для обеспечения газом городских и промышленных предприятий, где перебои с газом недопустимы. Роль диагностических тестовых систем в обеспечении эксплуатационной надежности постоянно возрастает. В настоящее время поточная диагностика является основным инструментом в системах диагностического контроля трубопроводов. Оперативная диагностика позволила провести первичный осмотр всех газопроводов, подготовленных к поточной диагностике, и потребовала повторной проверки.

Для эффективного решения этой проблемы необходимо определить оптимальные сроки проведения повторной встроенной диагностики с учетом сроков ремонта. Однако на большинстве локальных газопроводов и газовых отводов провести внутритрубную диагностику невозможно по разным причинам. Основной способ определения технического состояния в этом случае - электрические измерения.

По данным электрических измерений проблема диагностики дефекта коррозии может быть решена, но этого недостаточно для обнаружения дефекта коррозии под напряжением. Поэтому совершенствование методов поточной диагностики и диагностики технического состояния газопроводов, не готовых к поточной диагностике, является актуальной исследовательской задачей. Диагностическое обслуживание магистрального газопровода на этапе эксплуатации представляет собой взаимосвязанную систему, состоящую из трех компонентов: информационного и организационного (управление системой диагностического обслуживания, планирование и выполнение технического диагностирования магистрального газопровода).

Техническое диагностирование (испытание) линейной части магистрального газопровода подразделяется на функциональное (плановое), специальное и тестовое. Виды, методы и методы технического диагностирования, которые следует использовать для технического диагностирования. В комплекс диагностических задач, выполняемых при функциональной диагностике, входят:

-Обнаружение внутренних и внешних поверхностей трубы, в том числе сварных швов, нарушений сплошности металла, вмятин, гофров, краевых смещений;

-Измерение геометрических параметров дефекта (определение)

-Обнаружение утечки газа;

-Обнаружение нарушений охраняемой территории магистральных газопроводов;

-Исследование состояния и эффективности средств электрохимической защиты.

-Измерение механических деформаций и смещений участка газопровода;

-Осмотр состояния арматуры трубопроводов;

-Определение технического состояния подводных переходов, автомобильных и железнодорожных переходов и других конструктивных элементов;

-Определение состояния изоляционного покрытия и глубины прокладки трубопровода;

- Определяет возможность очистки или измерения встроенных корпусов и диагностических устройств.

-Измерение толщины стенки трубы и твердости металла;

-Определение дефектов геометрии трубопроводов;

Блок-схемы сложных диагностических задач включают:

-Оценка состояния опор, креплений и других конструктивных элементов подвесного перехода; Оценка состояния устройства для приема и запуска очистных устройств;

-Динамический мониторинг рабочих условий, включая измерения давления, температуры продукта и температуры окружающей среды.

Специальные исследования включают: определение уровней грунтовых вод, ореолы размораживания и промерзания почвы вокруг полосы отвода и газопроводов, концентрации ионов водорода, внешних нагрузок и ударов, регистрацию движения грунта вокруг и на прилегающих территориях газопроводов,

другие условия эксплуатации Изменения, а также экологическая ситуация на прилегающей территории под контролем.

Тестовая диагностика объектов проводится при специально созданных контролируемых нагрузках и воздействиях, отличающихся от рабочих нагрузок размерами и временем воздействия.

Техническое диагностирование магистральных газопроводов планируется с учетом ранее выявленных потенциально опасных, особенно важных, трудностей при техническом диагностировании элементов конструкций.

К потенциально–опасным структурным элементам магистральных газопроводов относятся участки, характеризующиеся следующими признаками:

— участки примыкания со стороны высокого давления;

– участки, расположенные на льдистых, вечномерзлых, слабонесущих грунтах;

– участки, расположенные на обводненных территориях (болота, пойма реки, ручьи, водотоки и др.);

– участки, проложенные в сейсмических районах; участки с опасными эндогенными и экзогенными процессами (пересеченная местность, эрозия);

– участки со сложными геокриологическими условиями, на которых ожидаются пучение или осадка грунтов;

– участки, на которых имели место аварии, отказы и инциденты и прилегающие к ним участки;

– участки, на которых имеются отклонения от проектных решений; участки, на которых значение защитного потенциала не соответствует;

– участки, пересекаемые линий электропередач или близко к ним расположенные;

– участки склонные к стресс–коррозии.

К особо ответственным и сложным для диагностики конструктивным элементам линейной части магистрального газопровода относятся:

-Горизонтальная или вертикальная плоскость, или участок сложной конфигурации в обеих плоскостях одновременно;

-Высокопрочная балластировка;

-Пересечение магистральных газопроводов; Подводный переход; Бугристый переход;

-Переходы по автомобильным и железным дорогам; Трубопроводная арматура;

- Участок магистрального газопровода, примыкающий к приемно-пусковой камере очистного устройства и компенсатора.

Критерии определения приоритета проверки подземных переходов через железные и автомобильные дороги основаны на информации, полученной по результатам проведенных проверок. Время поточного обследования газопроводов для оценки условий коррозии и стресс-коррозии определяется зависимостью, полученной в результате статистической обработки имеющихся результатов обследования.

При формировании выборки для статистического анализа дефектов участков газопроводов в конструктивных элементах газопроводов (труб) с несколькими дефектами выбирается только один из наиболее опасных дефектов.

Для повышения эффективности электрохимической защиты магистральных газопроводов от коррозии необходимо в процессе эксплуатации осуществлять контроль защищенности от коррозии [5, 11, 16, 19], причем результаты контроля должны отражать действительное состояние противокоррозионной защиты.

Основным критерием оценки уровня защиты стальных подземных сооружений является разница защитного потенциала катодной поляризации [32]. В настоящее время существует несколько способов управления разностью защитных потенциалов конструкции катодной защиты [32].

Методы, используемые в нашей стране и в других странах для определения защищенности стальных подземных сооружений, следующие:

1) Возможные меры безопасности:

-Удаленный электродный метод;

-Как отключить отрицательную поляризацию;

-Способ блокировки тока поляризации вспомогательного электрода;

-Как пользоваться капиллярами Габера-Луггина;

-Метод определения поляризационного потенциала с помощью электрохимической ячейки.

2) Управление смещением потенциала на фиксированное значение.

3) Управление плотностью тока катодной защиты.

Наиболее распространенный метод мониторинга потенциала стальной подземной конструкции - измерение разности потенциалов между стальной конструкцией и неполяризованным контрольным электродом, расположенным над объектом измерения, в течение периода измерения [10, 28, 32].

Поддержание уровня защитной разности потенциалов катодной поляризации в пределах, установленных нормативными документами, - не единственный верный критерий. Следует отметить, что коррозионные повреждения также возникают в областях, где разность потенциалов находится в установленных рамках [10]. Это связано с существующим набором коэффициентов коррозии, которые необходимо учитывать при выборе оптимального сочетания выходных параметров станций катодной защиты магистрального трубопровода [26]. Подход к ранжированию факторов, присутствующих в нормативно-технической документации, не дает оценки совокупного эффекта и не дает рекомендаций по поддержанию необходимого значения защитного потенциала. Также необходимо выявить и ввести новые факторы, влияющие на коррозию, например, влияние наведенного переменного тока [18].

При отсутствии информации обо всех факторах, влияющих на коррозию, включая изменения во времени (паразитные токи, включая наведенные токи, плотность постоянного и переменного тока, режим работы соседних станций катодной защиты или соседних, включенных в совместную защиту Объекты или электрические соединения между собой, сопротивление грунта, температура и т. Д.) Определить оптимальный режим работы выхода ЗКН практически невозможно. Оптимальный режим мощности SCZ обеспечивает 100% защиту по длине и времени во всех конструкциях одновременно с минимальным потреблением энергии.

В настоящее время внедрение систем мониторинга коррозии на крупных объектах транспорта нефти и газа значительно упростило мониторинг уровня защиты, наличия и величины различных коррозионных факторов [24].

Мониторинг коррозии заключается в следующем:

-Систематический сбор, накопление и анализ данных об изменении во времени коррозионного состояния объектов, средств и параметров, подлежащих защите, и прочностных условий коррозионного воздействия внутренних и внешних факторов на металлические конструкции и конструкции [23];

-Определить происхождение и тенденцию процесса коррозии

-Определение причин внешних факторов, влияющих на коррозию во времени и диапазоне;

-Прогнозирование коррозии, электрических свойств конструкций и тенденций эксплуатации оборудования.

Вывод

Задача эффективного регулирования режимами работы станциями катодной защиты от коррозии может быть решена с высокой степенью точности только сбором данных на объекте исследования. В этой связи рассмотрены основные принципы и расчетные зависимости оптимального регулирования режимов работы средств ЭХЗ трубопроводов промышленных площадок и линейной части магистральных трубопроводов, выделены недостатки существующих методик.

Библиографический список

1.Агиней, Р.В. Разработка методов повышения эффективности противокор-розионной защиты объектов газотранспортной системы, автореф. дис. доктора техн. наук / Р.В. Агиней. - Ухта: УГТУ, 2009. – 44 с.

2.Ажогин, Ф.Ф. Коррозионное растрескивание и защита высокопрочных сталей / Ф.Ф. Ажогин. – М.: Металлургия, 1974. – 256 с.

3.Ажогин, Ф.Ф. Новые достижения в области теории и практики противокоррозионной защиты металлов / Ф.Ф. Ажогин, С.С. Иванов // Сб. докл. семинара по коррозии – Звенигород, 1980. - М., 1981. – С. 93.

4.Акимов, Г.В. Теория и методы исследования коррозии металлов / Г.В. Акимов. – М.: Изд. АН СССР, 1945. – 414 с.

5.Александров, Ю.В. Актуальные вопросы защиты от коррозии длительно эксплуатируемых магистральных газопроводов / Ю.В. Александров, Р.В. Аги-ней // СПб.: «Недра», 2012.- 394 с.

6.Башаев, М.А. Оптимизация режимов системы катодной защиты магистрального трубопровода / М.А. Башаев // Коррозия территории нефтегаз. - №2 (25). – 2013. – С. 58 – 61.

7.Башлыков, А.А. Человек в системе оперативно-диспетчерского управления и проблемы автоматизации процессов для интеллектуальной поддержки принятия решений / А.А. Башлыков // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. - №1. – 2018. – С. 11 – 19.

8.Вайншток, С.М. Трубопроводный транспорт нефти / С.М. Вайншток, В.В. Новоселов, А.Д. Прохоров, А.М. Шаммазов и др. // Под ред. С. М. Вайнштока: учеб. для вузов: в 2 т. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2004. – Т.2. – 621 с.

9.Валуйская, Д.П. Результат обследования изоляционного покрытия из поливинилхлоридных лент / Д.П. Валуйская, В.Е. Серафимович // Строительство трубопроводов. – 1966. - № 9. - С. 16-18.

10.Васильев, В.С. Применение программно-технических средств телемеханики УНК ТМ для оптимизации режимов СКЗ и диагностики нарушений изоляции трубопроводов /В.С. Васильев, С.А. Жаров, С.Ю. Покровский //В сб. Диагностика оборудования и трубопроводов. – М.: ИРЦ Газпром, 2000. №5, С. 23 – 30.

11.Велиюлин, И.И. Современные технические решения по ремонту газопроводов / И.И Велиюлин // Разработка и внедрение технологий, оборудования и материалов по ремонту изоляционных покрытий и дефектных участков труб,

включая дефекты КРН, на магистральных газопроводах ОАО"Газпром": М-лы НТС ОАО "Газпром", г.Ухта, ООО "Севергазпром", 28-30 окт. 2003г. - Т.1. - М.: ООО "ИРЦ Газпром", 2004. - С. 8-15.

12.Глотов, И.В. Повышение эффективности противокоррозионной защиты подземных нефтегазопроводов в условиях промышленных площадок, автореф. дис. . канд. техн. наук / И.В. Глотов. – Ухта: УГТУ, 2009. – 19 с.

13.ГОСТ ИСО 9.602-2005. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии. – М.: Стан-дартинформ, 2006. – 59 с.

14.ГОСТ Р 51164-98. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии; Введ. 01.07.99. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 45 с.

15.Гумеров Р.С. Изоляционные материалы для трубопроводов / Р.С. Гуме-ров, М.К. Рамеев, М.Ш. Ибрагимов // Трубопроводный транспорт нефти. – 1996. – №1. – С.22.

16.Дрейпер, Н. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия / Н. Дрейпер, Г Смит. ─ М.: «Диалектика», 2017. ─ 912 с.

17.Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов / Н.П. Жук. – М.: Металлургия, 1976. - 472 с.

18.Красноярский, В.В. Электрохимический метод защиты металлов от коррозии / В.В. Красноярский. – М.: Машгиз, 1961. 56 с.

19.Кузнецов, М. В. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров / М. В. Кузнецов, В. Ф. Новоселов, П. И. Тугунов, В. Ф. Котов. – М.: Недра, 1992 - 240 с.

20.Кузнецова, Е.Г. Влияние pH на анодные характеристики углеродистой стали в почве различной влажности / Е.Г. Кузнецова, Л.В. Ремезкова, А.В. Медников // Защита металлов. 1988. Т.24. № 1 - С. 21–28.

21.Куна А.Т. Техника экспериментальных работ по электрометрии, коррозии и поверхностной обработке металлов: Справочник / А.Т. Куна, А.М. Сухотина. – Л.: Химия, 1994. – 551 с.

22.Милов, В.Р. Структурно-параметрическая идентификация системы «труба – земля» в задаче электрохимической защиты магистральных газопроводов / В.Р. Милов, Е.Л. Карнавский, С.А. Никулин, Р.Л. Шиберт // Нейрокомпьютеры. – 2014. – №11. – С 79-85.

23.Михайловский, Ю.Н. Датчик проникновения водорода в стальные конструкции, эксплуатируемые в различных коррозионных средах / Ю.Н. Михайловский, А.И. Маршаков, В.М. Попова, Т.И. Соколова // Защита металлов. 1993. Т.29.№ 4. С.647-649.

24.Михайловский, Ю.Н. Оценка вероятности катодного охрупчивания стальных газопроводов в зоне действия / Ю.Н. Михайловский, А.И. Маршаков, В.Э. Игнатенко, Н.А. Петров // Защита металлов, 2000, Т. 33, № 2. С.140-145

25.Розенфельд, И.Л. Коррозия и защита металлов. Локальные и коррозионные процессы / И.Л. Розенфельд. - М.: Металлургия, 1970. - 448 с.

26.Рудой, В.Н. Проектирование катодной защиты подземных трубопроводов / В.Н. Рудой, Н.И. Останин, Ю.П. Зайков. – Екатеринбург: УПИ, 2005. 28 с.

27.Северинова, Л. Н. Повышение эффективности противокоррозионной за-щиты от коррозии газопроводов с применением точечно-распределенных анодных заземлений, автореф. дис. . канд. техн. наук / Л. Н. Северинова. – Ухта: УГТУ, 2010. – 25 с.

28.Семенов, А. Г. Что такое электрохимическая защита и как выбрать катодную станцию / А. Г. Семенов, Л. П. Сыса // Новости теплоснабжения. №10, 2004 г. с. 34-38.

29.Семикин, В.Ю. Подсистема контроля и управления средствами защиты от коррозии / В.Ю. Семикин // Коррозия Территории НЕФТЕГАЗ. - №1 (28). – 2017. – С. 4 – 7.

30.Узакова, Л. П. Современные методы и средства технического диагностирования / Л. П. Узакова, Н. О. Каландаров. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 9 (68). — С. 216–218. — URL: https://m–luch.ru/archive/68/11669/ (дата обращения: 15.11.2020).

31.Фрейман, Л. И. Об оценке коррозивности грунта по отношению к углеродистым сталям с учетом минимального катодного защитного потенциала и об одном из методов его определения / Л. И. Фрейман, Б. П. Прибытко // Защита металлов, том 29. № 3. 1993. с. 440-447.

32.Фрейман, Л.И. Потенциостатические методы в коррозионных исследованиях и электрохимической защите / Л.И. Фрейман, В.А. Манаров, И.Е Брыснин. – Л.: Химия, 1972. – 239 с.

33.Харионовский В.В. Повышение прочности газопроводов в сложных условиях / В.В Харионовский. – М.: Недра, 1990. – 204 с.

34.Харисов Р.А. Современное состояние защиты трубопроводов от коррозии полимерными покрытиями / Р.А. Харисов, А.Р. Хабирова, Ф.М. Мустафин, Р.А. Хабиров // Нефтегазовое дело, 2018. – №4. – С.3-29.

БУРАВЛЕВ ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

УДК 62

Е.С. Гонина

РАСЧЁТ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТА

В работе проводится обоснование и расчёт индивидуального теплового пункта в целях модернизации системы теплоснабжения в части перехода с центрального отопления на индивидуальные тепловые пункты.

Ключевые слова: *центральное отопление, индивидуальный тепловой пункт, ИТП, теплоснабжение, модернизация.*

Сегодня с ростом стоимости энергоносителей и приватизацией жилья стал актуальным переход от ЦТП к ИТП. Это дает возможность отказаться от распределительных сетей ГВ, снизить потери тепла при транспортировке и расход электроэнергии на перекачку горячей воды потребителям. Переход на систему теплоснабжения с ИТП целесообразен и для нового строительства, и для существующих систем теплоснабжения, в которых необходимо заменять внутриквартальные сети и оборудование ЦТП вследствие высокого износа.

Несмотря на то, что Правительства Москвы был принят ряд постановлений и распоряжений, даны указания в МГСН 2.01–99 и СНиП «Тепловые сети», по-прежнему ряд организаций продолжает строительство ЦТП и реконструкцию существующих [10].

Для осуществления модернизации ЦТП в настоящее время разработано ряд принципов, состоящих в следующем. ИТП должно включать только следующие элементы [22]:

- водонагреватели горячего водоснабжения;
- устройства для осуществления преобразования параметров теплоносителя для систем отопления;
- насосы, создающие циркуляцию в системах отопления и горячего водоснабжения;
- приборы автоматического регулирования и контроля подачи тепла;
- однопоточный теплосчетчик.

В качестве водонагревателей горячего водоснабжения должны использоваться пластинчатые, паяные теплообменники, с объединением двух ступеней в один моноблок. Циркуляционные насосы для систем отопления и горячего водоснабжения устанавливаются без резерва, регулирующие клапаны – без перемычки [22].

К выбору схемы ИТП предъявляется ряд требований. В соответствии с действующими нормами устройство ИТП обязательно в каждом здании независимо от наличия центрального теплового пункта. Если есть ЦТП, то в индивидуальном тепловом пункте реализуются только те функции, которые необходимы для присоединения теплопотребляющих систем здания и не предусмотрены в ЦТП [7, 17].

Оборудование ЦТП должно обеспечить требуемые параметры теплоносителя (расход, давление, температуру), их контроль и регулирование для всех присоединенных к нему систем теплопотребления. Присоединение систем теплопотребления должно выполняться с максимально возможным использованием вторичных тепловых ресурсов от других систем теплопотребления.

Присоединение систем потребления теплоты необходимо выполнять с учетом гидравлического режима работы тепловых сетей (пьезометрического графика) и графика изменения температуры теплоносителя в зависимости от изменения температуры наружного воздуха.

Системы отопления зданий следует присоединять к тепловым сетям [7, 17]:

- непосредственно при совпадении гидравлического и температурного режимов тепловой сети и местной системы, должно выполняться условие невскипаемости перегретой воды при динамическом и статическом режимах системы;
- через элеватор, если требуется снизить температуру теплоносителя в системе отопления, и располагаемом напоре перед элеватором, достаточном для его работы;
- через смесительные насосы, если требуется снизить температуру теплоносителя в системе отопления, и располагаемом напоре, недостаточном для работы элеватора, при осуществлении автоматического регулирования системы.

© Гонина Е.С., 2021.

Научный руководитель: *Стариков Альберт Николаевич* – доцент кафедры ТГВиГ, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

Используемые средства автоматизации и контроля должны обеспечивать работу тепловых пунктов без постоянного обслуживающего персонала (с пребыванием персонала не более 50% рабочего времени).

Автоматизация тепловых пунктов предназначена для [5]:

- поддержания заданной температуры воды, которая поступает в систему горячего водоснабжения;
- регулирования подачи теплоты в системы отопления в зависимости от изменения параметров наружного воздуха для поддержания заданной температуры воздуха в отапливаемых помещениях;
- ограничения максимального расхода воды из тепловой сети на тепловой пункт прикрытием клапана регулятора расхода;
- поддержания требуемого перепада давлений воды в подающем и обратном трубопроводах систем отопления в закрытых системах теплоснабжения при отсутствии регуляторов расхода теплоты на отопление, на перемычке между обратным и подающим трубопроводами тепловой сети;
- включения и выключения подпиточных устройств для поддержания статического давления в системах теплопотребления при их независимом присоединении;
- защиты систем теплопотребления от повышения давления или температуры воды в них, при возможности превышения допустимых параметров;
- поддержания заданного давления воды в системе горячего водоснабжения;
- включения и выключения циркуляционных насосов;
- блокировки включения резервного насоса при отключении рабочего;
- защиты системы отопления от опорожнения;
- включения и выключения дренажных насосов в подземных тепловых пунктах по заданным уровням воды в дренажном приямке.

Установка системы автоматического регулирования системы отопления в индивидуальном тепловом пункте необходима исходя из курса на энергосбережение и энергоэффективность, а также растущие цены на тепловую энергию.

Эффекты от внедрения ИТП [6]:

1. Экономические:
- ликвидируются весенне-осенние перетопы зданий, экономия составляет до 30%;
- автоматически снижается потребление системой отопления здания тепловой энергии;
- при выполнении гидравлической наладки системы отопления выравниваются температуры в различных помещениях дома (экономия до 12%).

2. Качественные:
- обеспечивается стабильная комфортная температура воздуха во всех помещениях дома;
- обеспечивается стабильная температура горячей воды.

Схема ИТП разработана для дома культуры и выполнена в соответствии с действующими строительными нормами и правилами. Источником теплоснабжения здания дома культуры является индивидуальный тепловой пункт, в котором присоединение систем теплопотребления к тепловым сетям от районной котельной выполнено по 4-х трубной закрытой зависимой схеме. На вводе установлен узел учета тепловой энергии.

Первичным теплоносителем является высокотемпературная вода с параметрами 150-70 ^{0}С согласно качественного регулирования по отопительному-бытовому графику, давление в подающей магистрали P_1 = 7,5 кгс/см^2, давление в обратной магистрали P_2 = 5,5 кгс/см^2. Располагаемый напор на вводе – Н = 20,0м вод. ст. Расчетные параметры температуры вторичного теплоносителя в системе отопления - 95-70 ^{0}С.

В ИТП предусмотрено размещение арматуры и приборов контроля, которые позволяют осуществлять распределение расхода теплоносителя по теплопотребляющим системам и организовать коммерческий учёт потребляемой тепловой энергии.

ИТП разработан для присоединения систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения. Общая нагрузка на ИТП составляет 1,45 Гкал/ч. Для покрытия требуемых тепловых нагрузок потребителей составлена и рассчитана тепловая схема ИТП, выбрано основное и вспомогательное оборудование.

Теплоснабжение дома культуры осуществляется по двум трубопроводам, диаметр которых равен 32мм. Система теплоснабжения – водяная двухтрубная. Схема присоединения систем отопления и вентиляции – независимая. Схема присоединения ГВС - открытая с регулятором температуры.

Максимальный расход воды на отопление [7, 17]:

$$G_{от} = \frac{Q_{от}}{(t_п - t_о)1{,}163} = \frac{54}{(150-70)1{,}163} = 0{,}58 \text{ т/ч}, \quad (1)$$

где $Q_{от}$ - максимальный расход теплоты на отопление, МВт;

$t_п$ - температура в подающем трубопроводе, $t_п$ = 150 ^{0}С;

$t_о$ - температура в обратном трубопроводе, $t_о$ = 150 0С;

Аналогично определяем расходы воды на вентиляцию и горячее водоснабжение [7, 17]:

$$G_{в} = \frac{Q_{в}}{(t_{п}-t_{о})1,163} = \frac{19,7}{(150-70)1,163} = 0,21 \text{ т/ч.} \quad (2)$$

$$G_{гвс} = \frac{Q_{гвс}}{(t_{п}-t_{о})1,163} = \frac{10,12}{(65-5)1,163} = 0,14 \text{ т/ч.} \quad (3)$$

Общий максимальный (расчетный) расход сетевой воды: 0,58 + 0,21 + 0,14 = 0,93 т/ч.

Индивидуальный тепловой пункт выбираем с независимым присоединением системы отопления и системы вентиляции (рисунок 1).

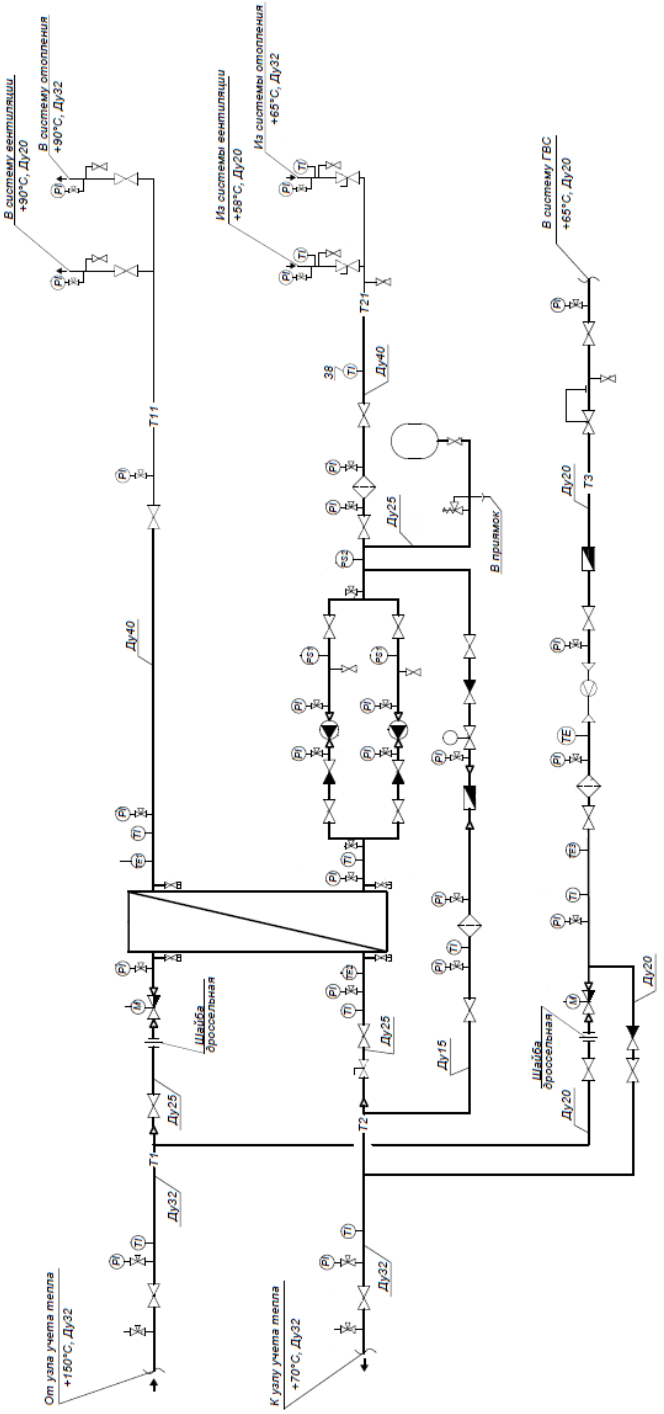


Рис. 1. Схема индивидуального теплового пункта

Для присоединения систем отопления и вентиляции к тепловым сетям используется независимая схема с использованием пластинчатого теплообменника. Во вторичном контуре циркуляция теплоносителя осуществляется с помощью циркуляционного насоса, который устанавливается на обратном трубопроводе. В комплекте два насоса – один рабочий, второй резервный. Предохранительные устройства служат для предотвращения опасности повреждения оборудования в случае возникновения аварийных ситуациях. В ИТП устанавливается разборный пластинчатый теплообменник марки СВН18-29Н, в нем 29 пластин фирмы «ALFA-LAVAL». После теплообменника отопления температура теплоносителя соответствует температурному графику 90/70 ºС.

Подача воды в систему горячего водоснабжения производится непосредственно из тепловой сети (открытая система), для этого в системе устанавливается двухходовой регулирующий клапан. Давление, которое необходимо для ГВС, поддерживается клапаном понижения давления D 06 F-3/4"B фирмы Honeywell.

Циркуляции в системе отопления здания создается сдвоенным насосом марки Magna 25-100 фирмы «Грундфос», один – рабочий и один – резервный. При выборе насоса циркуляции отопления учитывались потери давления в системе отопления потребителей; в теплотрассе до потребителей; в трубопроводах обвязки оборудования и на теплообменнике отопления.

Заполнение и подпитка системы отопления здания производится через автоматическую линию подпитки из обратного трубопровода наружных тепловых сетей. В нее входит соленоидный вентиль EV220B (032U453031) (фирма «Данфосс»); клапан обратный типа 065B8225 (фирма «Данфосс») и запорно-регулирующая арматура.

Для компенсации температурного расширения теплоносителя и минимальных утечек установлен расширительный бак NG 80 (фирма «REFLEX»). Чтобы предотвращать превышение допустимого давления в системе отопления, применяется предохранительный клапан типа 065B8228 (фирма «Данфосс»), который монтируется на обратном трубопроводе системы отопления и срабатывает при достижении давления 1,8 МПа. Для снижения давления в подающем трубопроводе наружной теплосети в случае использования зависимой схемы подключения ГВС устанавливается дроссельная шайба.

Для контроля использования теплоносителя на подающий трубопровод устанавливается регулирующий клапан VB2 с электроприводом AMV 33 на подающем трубопроводе наружной теплосети. Для того, чтобы снижать давление в системе ГВС до нормативного значения, применен клапан понижения давления D 06 F-3/4"B (фирма «Honeywell»).

Характеристики подобранного оборудования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики подобранного оборудования

Характеристики	ГВС	Отопление и вентиляция	
Теплообменник	Нет теплообменника	СВН18-29Н	
Мощность теплообменника, кВт	-	73,7	
Контур	-	первичный	вторичный
Потери давления, кПа	-	0,79	2,4
Расчетное давление, МПа	-	1,6	
Расчетная температура, 0С	-	150	150
Регулирующий клапан	VB2	VB2	
Расход, м3/ч	0,145	0,79	
Потери давления, кПа	34	25	
Циркуляционный насос		Magna25-100	
Подача, $м^3/ч$		2.4	
Напор, кПа		88,4	
Резервный насос		Magna25-100	
Подача, $м^3/ч$		2.4	
Напор, кПа		88,4	

Комплексный учет эффектов позволяет сделать проекты установки ИТП окупаемыми. Возможно поэтапное внедрение ИТП с простейшей регулировкой потребления на первом этапе и постепенным расширением проекта за счет полученной экономии.

Библиографический список

1.Блочные индивидуальные тепловые пункты БИТП: альбом модулей серийного производства [Электронный ресурс]. – URL: http://www.teplocom.msk.ru/data/support/docs/Catalogue_BITP.pdf

2.Будущее российского теплоснабжения создается в Подмосковье [Электронный ресурс]. – URL: http://portal-energo.ru/articles/details/id/869

3.Варфоломеев Ю.М. Отопление и тепловые сети: Учебник / Ю.М. Варфоломеев, О.Я. Кокорин. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 480 с.

4.Вафин Д.Б. Теплоснабжение и тепловые сети: учебное пособие / Д.Б. Вафин. - Нижнекамск: Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2014. - 228 с.

5.Дегтяренко А.В. Теплоснабжение : учеб. пособие / А.В. Дегтяренко. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2010. - 185 с.

6.Ильин В.К. Сравнительные варианты модернизации ЦТП на примере конкретного объекта [Электронный ресурс]. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3890

7.Ионин А.А. Теплоснабжение: учебник / А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов, В.Н. Братенков, Е.Н. Терлецкая. – М.: ЭКОЛИТ, 2011. – 336 с.

8.Кулемина Э.Ф. Перевод потребителей г. Ижевска на индивидуальные тепловые пункты [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=4117

9.Ливчак В.И., Письман С.И. Оптимальная степень централизации тепловых пунктов в закрытых системах централизованного теплоснабжения // Водоснабжение и сантехника, № 8, 1975 – С. 10-15.

10.Ливчак В.И. К вопросу об усилении роли ИТП в реализации стратегии энергосбережения // Энергосбережение, № 7, 1996. – С. 1-2.

11.Лукашов А.И. Эффективные решения для энергетики Московской области [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3433

12.Модернизация тепловых пунктов [Электронный ресурс]. – URL: https://docviewer.yandex.ru/view/0/

13.Постановление Правительства РФ от 22.02.2012 г. №154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения»

14.Постановление Правительства РФ от 18.11.2013 г. №1034 «О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя»

15.Правительство Московской области [Электронный ресурс]. – URL: https://mosreg.ru/

16.Распоряжение Комитета по ценам и тарифам Московской области от 01.12.2020 № 215-Р «Об установлении тарифов на тепловую энергию на 2020 год»

17.Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учеб. для вузов / Е.Я. Соколов. – М.: МЭИ, 2001. – 472 с.

18.СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов

19.СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003

20.Теплосчетчики ТСК7. Руководство по эксплуатации РБЯК.400880.037 РЭ

21.Технологические схемы систем теплофикации, теплоснабжения и отопления [Электронный ресурс]. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3766

22.ТСН 23-304-99 г. Москвы (МГСН 2.01-99) Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению

23.Федеральный закон «О теплоснабжении» от 27 июля 2010 года №190-ФЗ (ред. от 29.12.2014 №485-ФЗ)

24.Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23 ноября 2009 года №261-ФЗ (ред. от 29.12.2014 №466-ФЗ)

25.Шарапов В.И. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения / В.И. Шарапов, П.В. Ротов. – М.: Изд-во «Новости теплоснабжения», 2007. – 208 с.

Шилкин Н.В. Экономические аспекты внедрения индивидуальных тепловых пунктов [Электронный ресурс]. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3582

ГОНИНА ЕВГЕНИЯ СЕРГЕЕВНА – магистрант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Россия.

Информация для авторов

Журнал «Вестник магистратуры» выходит ежемесячно.

К публикации принимаются статьи студентов и магистрантов, которые желают опубликовать результаты своего исследования и представить их своим коллегам.

В редакцию журнала предоставляются **в отдельных файлах** по электронной почте следующие материалы:

1. Авторский оригинал статьи (на русском языке) в формате Word (версия 1997–2007).

Текст набирается шрифтом Times New Roman Cyr, кеглем 14 pt, с полуторным междустрочным интервалом. Отступы в начале абзаца – 0, 7 см, абзацы четко обозначены. Поля (в см): слева и сверху – 2, справа и снизу – 1, 5.

Структура текста:

- **Сведения об авторе/авторах:** имя, отчество, фамилия.
- **Название статьи.**
- **Аннотация** статьи (3-5 строчек).
- **Ключевые слова** по содержанию статьи (6-8 слов) размещаются после аннотации.
- **Основной текст статьи**.

Страницы **не нумеруются**!

Объем статьи – не ограничивается.

В названии файла необходимо указать фамилию, инициалы автора (первого соавтора). Например, **Иванов И. В.статья.**

Статья может содержать **любое количество иллюстративного материала**. Рисунки предоставляются в тексте статьи и обязательно в отдельном файле в формате TIFF/JPG разрешением не менее 300 dpi.

Под каждым рисунком обязательно должно быть название.

Весь иллюстративный материал выполняется оттенками **черного и серого цветов**.

Формулы выполняются во встроенном редакторе формул Microsoft Word.

2. Сведения об авторе (авторах) (заполняются на каждого из авторов и высылаются **в одном файле)**:

- имя, отчество, фамилия (полностью),
- место работы (учебы), занимаемая должность,
- сфера научных интересов,
- адрес (с почтовым индексом), на который можно выслать авторский экземпляр журнала,
- адрес электронной почты,
- контактный телефон,
- название рубрики, в которую необходимо включить публикацию,
- необходимое количество экземпляров журнала.

В названии файла необходимо указать фамилию, инициалы автора (первого соавтора). Например, **Иванов И.В. сведения.**

Адрес для направления статей и сведений об авторе: magisterjourn@gmail.com
Мы ждем Ваших статей! Удачи!