

УДК 697.341

Пронин М.А., кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

НЕКОТОРЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ОДНОТРУБНЫХ ВОДЯНЫХ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация: приведены сведения о конструкции эксплуатируемых одноконтурных водяных централизованных систем теплоснабжения. Выполнен критический анализ конструкции эксплуатируемых одноконтурных водяных централизованных систем теплоснабжения по критериям их надежности. Предложены методы обеспечения надежности эксплуатируемых одноконтурных водяных централизованных систем теплоснабжения, основанные на совершенствовании их конструкции

Ключевые слова: система теплоснабжения, надежность, вероятность безотказной работы, относительный аварийный недоотпуск тепла, коэффициент готовности

Одноконтурные водяные централизованные системы теплоснабжения, равно как и иные открытые системы теплоснабжения, для которых характерен разбор горячей воды потребителями непосредственно из тепловой сети, позволяют максимально реализовать эффект комбинированной выработки электрической и тепловой энергии за счёт использования низкопотенциальных источников теплоты, как это, например, имеет место на Южной ТЭЦ в Санкт-Петербурге [1].

Целью настоящей статьи является развитие конструктивных методов обеспечения надежности одноконтурных водяных централизованных систем теплоснабжения, что достигается посредством решения следующих задач:

- критический анализ конструкции эксплуатируемых одноконтурных водяных централизованных систем теплоснабжения по критериям их надежности;
- совершенствование конструкции эксплуатируемых одноконтурных водяных централизованных систем теплоснабжения по критериям их надежности.

Типовая конструкция эксплуатируемых в настоящее время однетрубных водяных централизованных систем теплоснабжения (рис. 1) включает в себя источник тепла 1, который гидравлически связан с подающий трубопроводом тепловой сети 2, абонентскими вводами 3, местными системами горячего водоснабжения 4, калориферами местных систем вентиляции 5, абонентскими теплообменниками 6, нагревательные приборами 7 и трубопроводами местных систем отопления 8 [2].

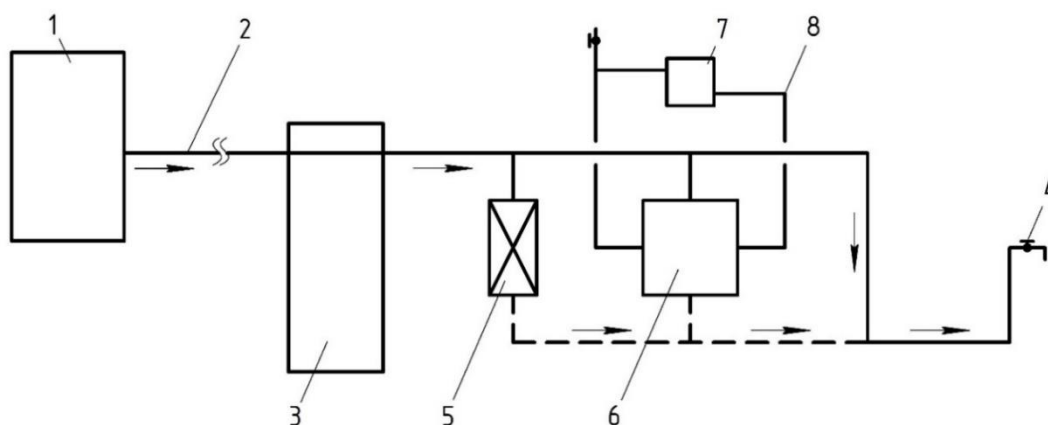


Рис. 1. Типовая конструкция эксплуатируемых однетрубных водяных централизованных систем теплоснабжения

Из-за прекращения движения сетевой воды в случае повреждения подающего трубопровода тепловой сети 2 однетрубные водяные централизованные системы теплоснабжения типовой конструкции характеризуются сравнительно низкой вероятностью безотказной работы и сравнительно высоким относительным аварийным недоотпуском тепла, а также, ввиду больших затрат времени на восстановление подающего трубопровода тепловой сети 2 после повреждения, сравнительно низким коэффициентом готовности.

Предлагаемый нами метод обеспечения надежности однетрубных водяных централизованных систем теплоснабжения состоит в совершенствовании их конструкции путем разветвления тракта подающего трубопровода тепловой сети 2 и создания на источнике тепла 1 холодного резерва гидравлической мощности с возможностью рекуперации электрической энергии.

Усовершенствованная конструкция однетрубных водяных централизованных систем теплоснабжения изображена на рис. 2.

От типовой усовершенствованная конструкция однетрубных водяных централизованных систем теплоснабжения отличается тем, что подающий трубопровод тепловой сети 2 содержит две нитки 9, разделенные на секции 10 парными перемычками 11, по концам ниток 9 и вокруг точек пересечения ниток 9 с перемычками 11 установлена запорная арматура 12, источник тепла 1 содержит динамическую гидравлическую машину 13, ротор 14 которой кинематически связан с ротором 15 асинхронной машины переменного тока 16, у которой частота вращения магнитного поля статора 17 меньше частоты вращения ротора 15 при расчетном расходе сетевой воды на источнике тепла 1.

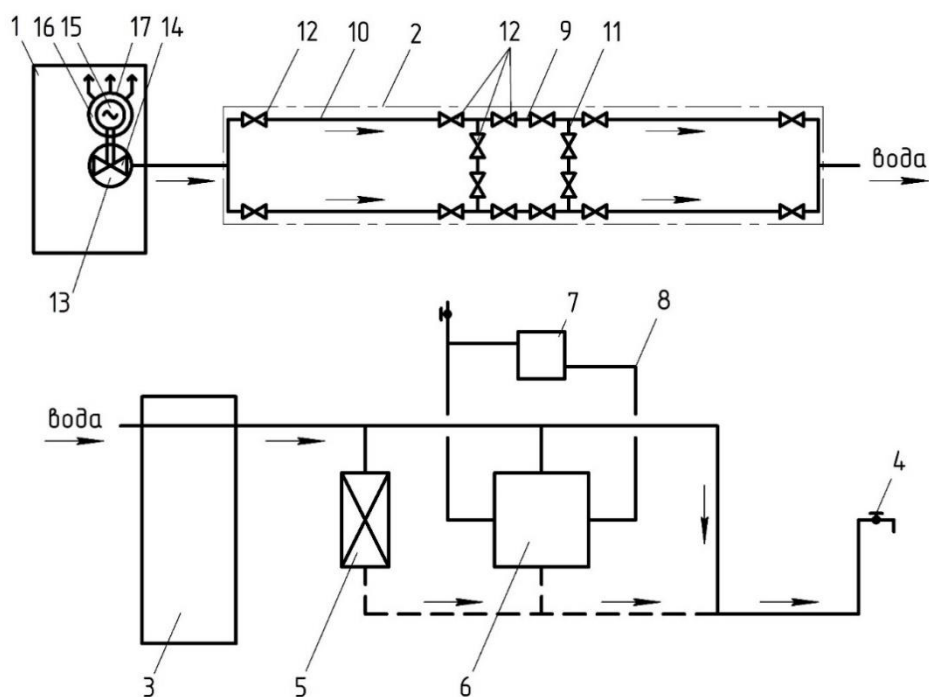


Рис. 2. Усовершенствованная конструкция однетрубных водяных централизованных систем теплоснабжения

Принцип обеспечения надежности однетрубных водяных централизованных систем теплоснабжения усовершенствованной конструкции состоит в следующем.

При исправном подающем трубопроводе тепловой сети 2 высокотемпературная сетевая вода, двигаясь от источника тепла 1 по подающему

трубопроводу тепловой сети 2 к абонентским вводам 3, проходит через динамическую гидравлическую машину 13, сообщая механическую энергию ее ротору 14, от которого механическая энергия передается ротору 15 асинхронной машины переменного тока 16, приводя его во вращение с частотой большей чем частота вращения магнитного поля статора 17, в результате чего асинхронная машина переменного тока 16 вырабатывает электрическую энергию, которая отдается в электрическую сеть (на рис. 2 не показана).

При переходе подающего трубопровода тепловой сети 2 в неисправное состояние вследствие отказа секции 10 выполняется закрытие запорной арматуры 12, прилегающей к отказавшей секции 10. Высокотемпературная сетевая вода, двигаясь от источника тепла 1 по исправным элементам подающего трубопровода тепловой сети 2 к абонентским вводам 3, проходит через динамическую гидравлическую машину 13. Ввиду снижения расхода сетевой воды на источнике тепла 1 из-за возросшего гидравлического сопротивления подающего трубопровода тепловой сети 2, частота вращения ротора 15 становится меньше чем частота вращения магнитного поля статора 17, в результате чего асинхронная машина переменного тока 16 начинает потреблять электрическую энергию из электрической сети (на рис. 2 не показана) и преобразовывать ее в механическую энергию ротора 15. Механическая энергия от ротора 15 сообщается ротору 14, а затем проходящей через динамическую гидравлическую машину 13 сетевой воде, повышая ее давление до уровня, необходимого для обеспечения ее расчетного расхода при возросшем гидравлическом сопротивлении подающего трубопровода тепловой сети 2.

При переходе подающего трубопровода тепловой сети 2 в неисправное состояние вследствие отказа единицы запорной арматуры 12 выполняется закрытие запорной арматуры 12, прилегающей к отказавшей единице запорной арматуры 12. Высокотемпературная сетевая вода, двигаясь от источника тепла 1 по исправным элементам подающего трубопровода тепловой сети 2 к абонентским вводам 3, проходит через динамическую гидравлическую машину 13. Ввиду снижения расхода сетевой воды на источнике тепла 1 из-за возросшего гидравлического

сопротивления подающего трубопровода тепловой сети 2, частота вращения ротора 15 становится меньше чем частота вращения магнитного поля статора 17, в результате чего асинхронная машина переменного тока 16 начинает потреблять электрическую энергию из электрической сети (на рис. 2 не показана) и преобразовывать ее в механическую энергию ротора 15. Механическая энергия от ротора 15 сообщается ротору 14, а затем проходящей через динамическую гидравлическую машину 13 сетевой воде, повышая ее давление до уровня, необходимого для обеспечения ее расчетного расхода при возросшем гидравлическом сопротивлении подающего трубопровода тепловой сети 2.

Таким образом, за счет возможности движения сетевой воды с расчетным расходом в случае повреждения подающего трубопровода тепловой сети 2 однотрубные водяные централизованные системы теплоснабжения усовершенствованной конструкции будут характеризоваться большей вероятностью безотказной работы системы, чем однотрубные водяные централизованные системы теплоснабжения типовой конструкции а также меньшим относительным аварийным недоотпуском тепла системой без увеличения потребления электрической энергии из сети вследствие ее рекуперации при исправном состоянии подающего трубопровода тепловой сети 2. Кроме того, разветвление тракта подающего трубопровода тепловой сети 2 приводит к уменьшению его диаметра, что сокращает среднее время до его восстановления после повреждения и, как следствие, повышает коэффициент готовности системы.

Второй предлагаемый нами метод обеспечения надежности однотрубных водяных централизованных систем теплоснабжения состоит в совершенствовании их конструкции путем разветвления тракта подающего трубопровода тепловой сети 2 и обеспечения постоянства его гидравлического сопротивления в исправном и неисправном состояниях.

Усовершенствованная конструкция однотрубных водяных централизованных систем теплоснабжения изображена на рис. 3.

От типовой усовершенствованная конструкция однотрубных водяных централизованных систем теплоснабжения отличается тем, что подающий

трубопровод тепловой сети 2 содержит две нитки 9, разделенные на секции 10 парными перемычками 11, запорную арматуру 12, установленную по концам ниток 9 и вокруг точек пересечения ниток 9 с перемычками 11, и присоединен к источнику тепла 1 через пятиплечий мост 13, на периферийных плечах которого установлена запорная арматура 14 и 15, а на центральном плече установлен нерегулируемый дроссель 16, имеющий гидравлическое сопротивление, равное приращению гидравлического сопротивления подающего трубопровода тепловой сети 2 при отключении одной из секций.

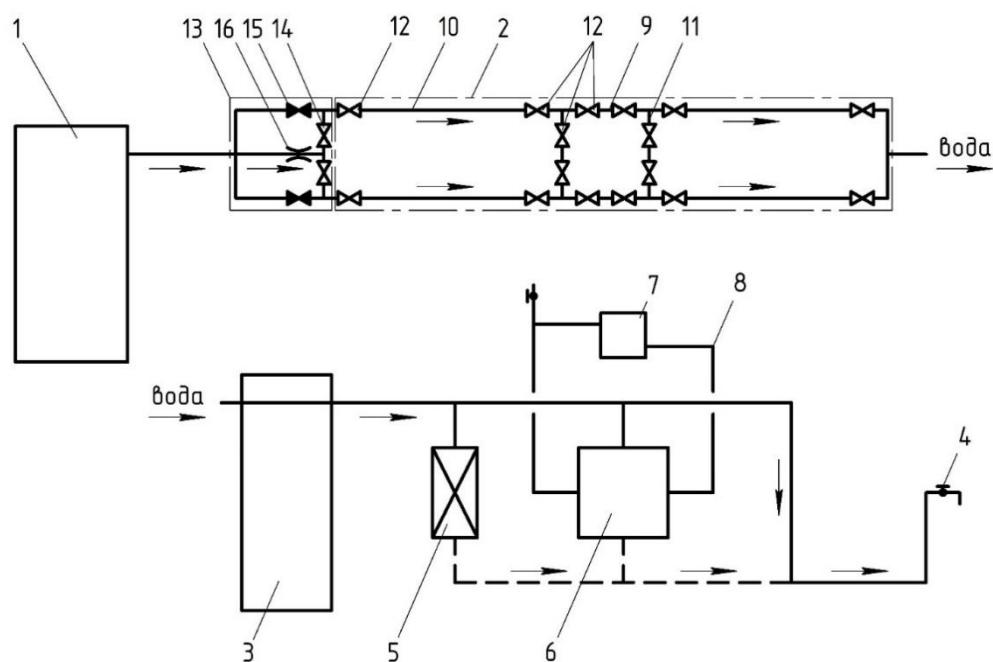


Рис. 3. Усовершенствованная конструкция однотрубных водяных централизованных систем теплоснабжения

Принцип обеспечения надежности однотрубных водяных централизованных систем теплоснабжения усовершенствованной конструкции состоит в следующем.

При исправном подающем трубопроводе тепловой сети 2 высокотемпературная вода от источника тепла 1 подается на абонентские вводы 3 по секциям 10 ниток 9 подающего трубопровода тепловой сети 2 через дроссель 16, открытые задвижки 14 и 12 при закрытых задвижках 15.

При переходе подающего трубопровода тепловой сети 2 в неисправное состояние вследствие отказа секции 10 выполняется закрытие запорной арматуры

12, прилегающей к отказавшей секции 10, закрытие запорной арматуры 14 и открытие запорной арматуры 15. Высокотемпературная сетевая вода от источника тепла 1 подается на абонентские вводы 3 по периферийным плечам пятиплечего моста 13 и исправным элементам подающего трубопровода тепловой сети 2.

При переходе подающего трубопровода тепловой сети 2 неисправное состояние вследствие отказа единицы запорной арматуры 12 выполняется закрытие запорной арматуры 12, прилегающей к отказавшей единице запорной арматуры 12, закрытие запорной арматуры 14 и открытие запорной арматуры 15. Высокотемпературная сетевая вода от источника тепла 1 подается на абонентские вводы 3 по периферийным плечам пятиплечего моста 13 и исправным элементам подающего трубопровода тепловой сети 2.

Таким образом, усовершенствованная конструкция однотрубных водяных централизованных систем теплоснабжения будет характеризоваться более высокой вероятностью безотказной работы, чем система типовой конструкции, в силу более высокой вероятности безотказной работы подающего трубопровода тепловой сети 2, обусловленной тем, что отказ любого элемента подающего трубопровода тепловой сети 2, за исключением запорной арматуры 12 в конечной точке, не влечет за собой отказ подающего трубопровода тепловой сети 2 в целом ввиду сохранения им способности транспортировать сетевую воду с требуемым расходом. Кроме того, разветвление тракта подающего трубопровода тепловой сети 2 приводит к уменьшению его диаметра, что сокращает среднее время до восстановления подающего трубопровода тепловой сети 2 в случае его отказа, повышая тем самым коэффициент готовности подающего трубопровода тепловой сети 2 и, как следствие, коэффициент готовности системы.

Принимая во внимание изложенное, можно сделать следующие выводы:

1. Однотрубные водяные централизованные системы теплоснабжения типовой конструкции из-за прекращения движения сетевой воды в случае повреждения подающего трубопровода тепловой сети характеризуются сравнительно низкой вероятностью безотказной работы и сравнительно высоким относительным аварийным недоотпуском тепла, а также, ввиду больших затрат

времени на восстановление подающего трубопровода тепловой сети после повреждения, сравнительно низким коэффициентом готовности.

2. Надежность однетрубных водяных централизованных систем теплоснабжения может быть обеспечена посредством совершенствования их конструкции путем:

- разветвления тракта подающего трубопровода тепловой сети и создания на источнике тепла холодного резерва гидравлической мощности с возможностью рекуперации электрической энергии;

- разветвления тракта подающего трубопровода тепловой сети и обеспечения постоянства его гидравлического сопротивления в исправном и неисправном состояниях.

Список использованных источников

1. Шарапов В. И. Преимущества и недостатки открытых и закрытых систем теплоснабжения // Надежность и безопасность энергетики. – 2012. – № 4 (19). – С. 65-68.
2. Теплоснабжение / А. А. Ионин, Б. М. Хлыбов, В. Н. Братенков, Е. Н. Терлецкая; под ред. А. А. Ионина. – М.: Транспортная компания, 2016. – 336 с.

Pronin M.A., candidate of technical sciences, assistant professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Lugansk Vladimir Dahl State University»

SOME CONSTRUCTIVE METHODS FOR ENSURING THE RELIABILITY OF SINGLE-PIPE WATER CENTRALIZED HEAT SUPPLY SYSTEMS

Abstract: information on the design of operated single-pipe water centralized heat supply systems is provided. A critical analysis of the design of operated single-pipe water centralized heat supply systems according to their reliability criteria has been performed. The methods of ensuring the reliability of operated single-pipe water centralized heat supply systems based on the improvement of their design are proposed.

Keywords: heat supply system, reliability, reliability function, relative emergency heat loss, availability factor