

УДК 697 + 697.3

АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕРМОГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗДЕЛИТЕЛЯ

Е.Ю. Анисимова, Р.Б. Бортвин

Приведены данные о результатах анализа работы системы теплоснабжения с применением термогидравлического разделителя. Выполнен обзор литературы по данной теме. Произведена оценка работы термогидравлического разделителя при различных гидравлических режимах системы теплоснабжения и упрощенной методики подбора габаритных размеров термогидравлического разделителя.

Ключевые слова: термогидравлический разделитель (ТГР), централизованное теплоснабжение (ЦТС), децентрализованное теплоснабжение (ДЦТС), индивидуальный тепловой пункт (ИТП).

В настоящее время в России преимущественно используется ЦТС. В основе ЦТС лежат комбинированная выработка электроэнергии и теплоты на ТЭЦ (или крупных котельных) и доставка тепла по тепловым сетям потребителям. ЦТС позволяет снизить расход топлива и эксплуатационных затрат, даёт возможность использования низкосортного топлива, уменьшает степень загрязнения воздушного бассейна и улучшает санитарное состояние населённых пунктов.

Однако в последнее время в адрес ЦТС поступает множество критических замечаний, связанных с несоблюдением температурного графика и требуемых располагаемых напоров у потребителей, большими потерями тепла и значительными утечками теплоносителя в сетях.

Вышеперечисленные проблемы приводят к снижению надежности и эффективности теплоснабжения, а также к повышению тарифов на оплату за энергоресурсы.

К одним из способов, позволяющих обеспечить потребителям многоквартирных жилых домов, производственных и общественных зданий существенную экономию при оплате за энергоресурсы, а также повысить качество теплоснабжения, можно отнести системы ДЦТС. Рассмотрим автономную систему ДЦТС на базе автоматизированной блочно-модульной котельной с применением ТГР.

Термогидравлический разделитель (ТГР) – устройство для гидравлического разделения потоков теплоносителя между первичным контуром (котловым) и вторичным (контур потребителей). Конструктивно ТГР представляет собой некую вертикальную ёмкость с сечением в виде окружности или квадрата (рис. 1). Обычно имеет 4 рабочих патрубка: 2 напротив друг друга или со смещением вверху и 2 напротив друг друга или со смещением внизу.

ТГР является простым в изготовлении и оригинальным по простоте устройством, устраняющим разбалансированность системы теплоснабжения.

Применение схем с ТГР в котельных и ИТП не нарушает требования [1] и [2].



Рис. 1. Термогидравлический разделитель с гидроколлектором

По принципу работы ТГР представляет собой короткозамкнутый участок, который имеет минимальное гидравлическое сопротивление. Основная задача ТГР – гидравлическое разделение контуров потребителей тепла, со своими условиями циркуляции теплоносителя и графиком теплопотребления от котлового контура, с его практически постоянным гидравлическим режимом, обеспечивающим надежные условия охлаждения теплопринимающих поверхностей. Более подробная информация об особенностях применения ТГР в системах теплоснабжения изложена в [3].

ТГР создает благоприятный режим работы для котла, снижает вероятность разрушения его теплообменника из-за температурных напряжений и гидроударов (например, при включении/выключении насоса на контур системы горячего водоснабжения).

Помимо своего основного назначения – гидравлического разделения контура распределительной сети от контуров потребителей – ТГР также

является фильтром-отстойником для крупных взвешенных частиц (шлама), т.е. выполняет функцию грязевика и производит удаление неконденсирующихся газов (воздуха).

Рассмотрим упрощенную тепловую схему котельной с использованием ТГР (рис. 2).

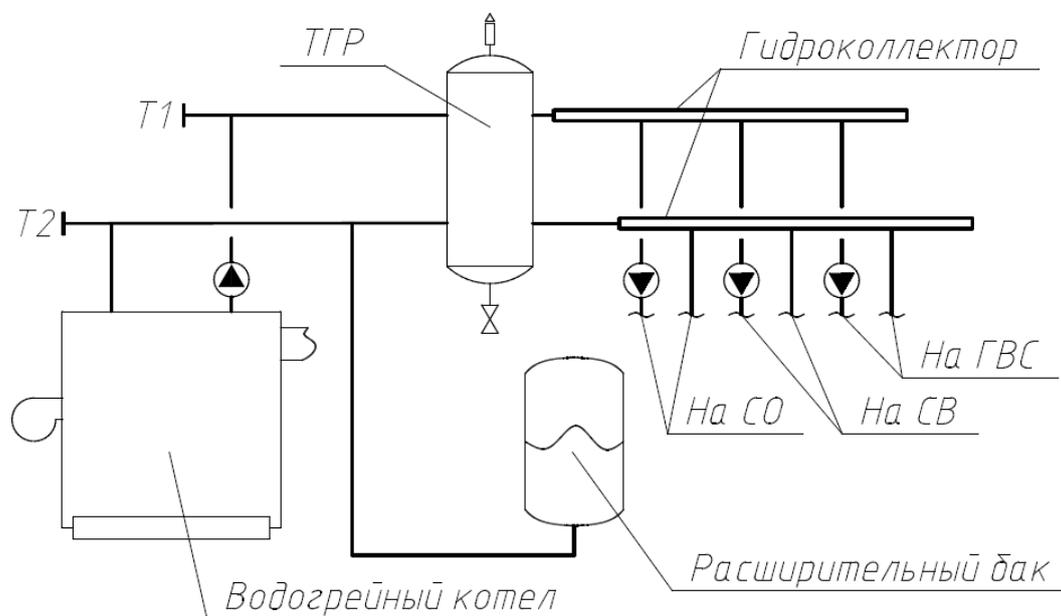


Рис. 2. Упрощенная схема ИТП с применением ТГР

В данной схеме в качестве основных элементов применяются: газовый водогрейный котел, ТГР с гидроколлектором, расширительный бак, циркуляционные насосы. Три потребителя тепловой энергии: система отопления (СО), система вентиляции (СВ) и система горячего водоснабжения (ГВС).

Для выбора ТГР необходимо определить полную тепловую нагрузку.

Методика определения расчетных нагрузок на системы отопления, вентиляции и горячего водоснабжения эксплуатируемых жилых и общественных зданий приведена в приложении А [4].

Рассмотрим основные режимы работы ТГР в системе ДЦТС, представленные производителем инженерного оборудования «VALTEC».

Режим 1. Нагрузка на контур потребителей такова, что расходы G и температуры в первичном (котловом) и вторичном (контур потребителей) контурах совпадают ($G1 = G11 = G2 = G21$, $T1 = T11$, $T21 = T2$), где $G1, T1$ и $G2, T2$ – расход и температура теплоносителя на подающей и обратной линиях в первичном контуре соответственно; $G11, T11$ и $G21, T21$ – расход и температура теплоносителя на подающей и обратной линиях во вторичном контуре соответственно.

В этом случае ТГР «включен» напрямую и работает как два отдельных трубопровода.

Схема движения, хромограммы скоростей и давлений теплоносителя в корпусе ТГР показаны для этого режима на рис. 3 и 4. Такой режим можно назвать расчетным.

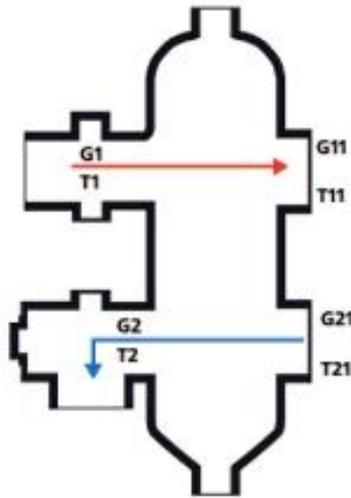


Рис. 3. Схема движения теплоносителя в корпусе ТГР (режим 1)

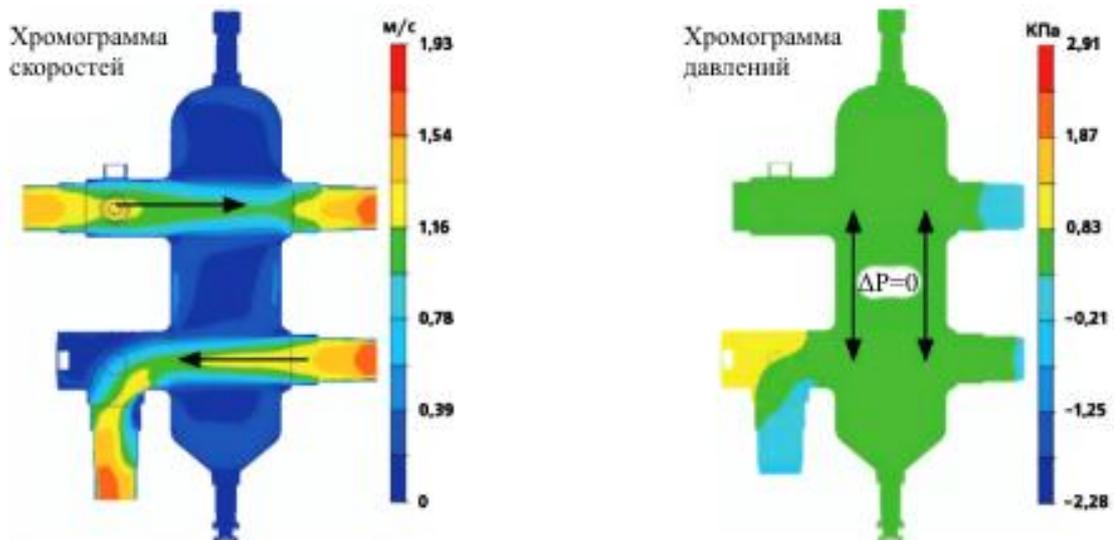


Рис. 4. Хромограммы скоростей и давлений теплоносителя в корпусе ТГР (режим 1)

Режим 2. Контур потребителей перегружен. Суммарный расход в контуре потребителей превышает расход в котловом контуре ($G1 < G11$, $T1 > T11$; $T21 = T2$; $G1 = G2$; $G11 = G21$). Разность расходов компенсируется подмесом в линию подачи контура потребителей части теплоносителя из его «обратки» (рис. 5, 6).

Режим описывают следующие формулы:

$$\Delta T1 = T1 - T2 = Q/c \cdot G1;$$

$$\Delta T_2 = T_{11} - T_{21} = Q/c \cdot G_{11};$$
$$T_2 = T_1 - \Delta T_1;$$
$$T_{11} = T_{21} + \Delta T_2.$$

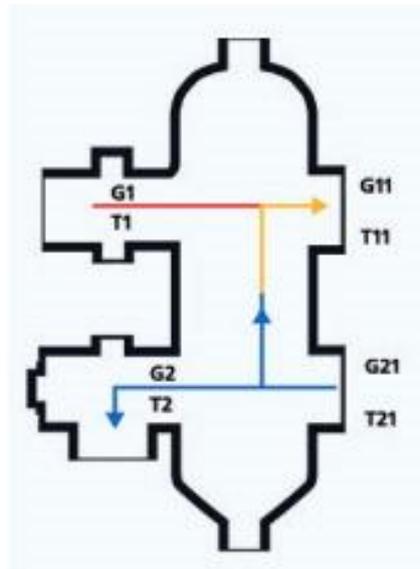


Рис. 5. Схема движения теплоносителя в корпусе ТГР (режим 2)

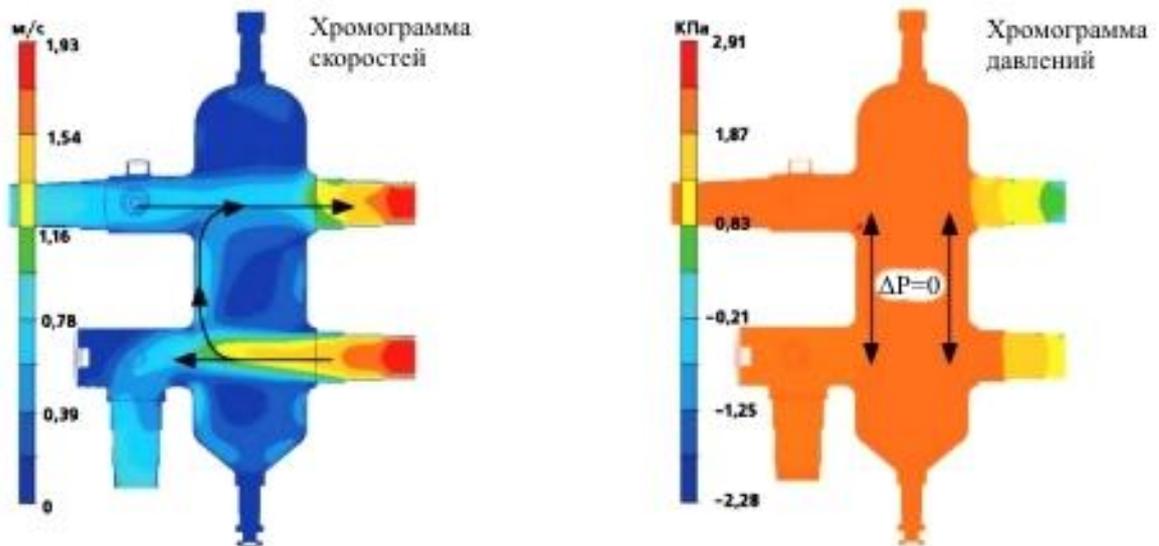


Рис. 6. Хромограммы скоростей и давлений теплоносителя в корпусе ТГР (режим 2)

Режим 3. Контур потребителей недогружен. Суммарный расход в котловом контуре превышает расход в контуре потребителей ($G_1 > G_{11}$, $T_1 = T_{11}$, $T_{21} < T_2$, $G_1 = G_2$, $G_{11} = G_{21}$). При этом избыток теплоносителя возвращается в котловой контур через ТГР, не попадая в контур потреби-

телей (рис. 7, 8). Данный режим является оптимальным при необходимости защиты котла от низкотемпературной коррозии.

Расчетные формулы:

$$\Delta T_1 = T_1 - T_2 = Q/c \cdot G_1;$$

$$\Delta T_2 = T_{11} - T_{21} = Q/c \cdot G_{11};$$

$$T_2 = T_1 - \Delta T_1;$$

$$T_{11} = T_1;$$

$$T_{21} = T_{11} - \Delta T_2.$$

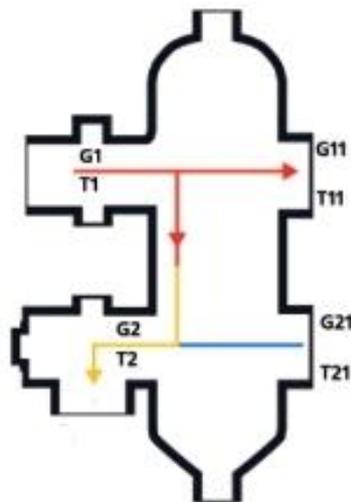


Рис. 7. Схема движения теплоносителя в корпусе ТГР (режим 3)

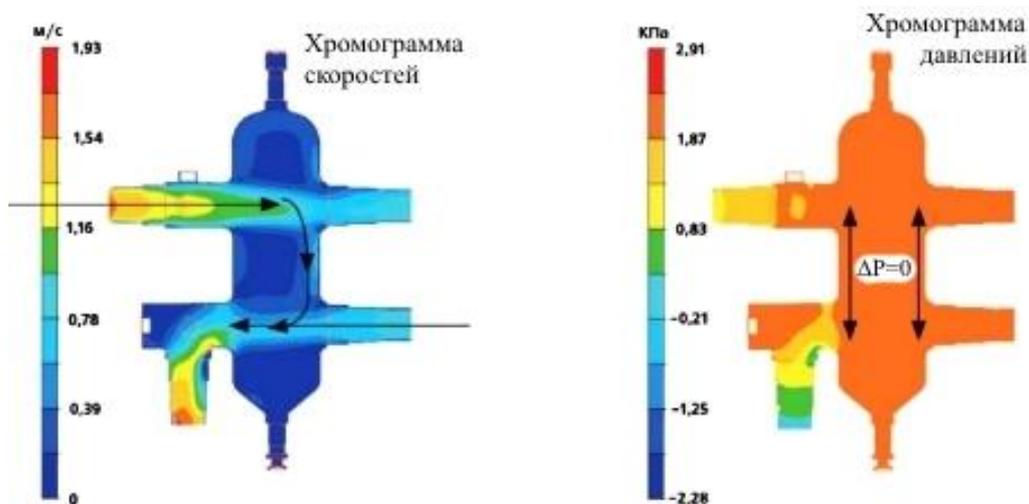


Рис. 8. Хромограммы скоростей и давлений теплоносителя в корпусе ТГР (режим 3)

В Ивановском государственном энергетическом университете проводились исследования работы ТГР. В отчете о научно-исследовательской работе [5] представлены различные схемы с применением ТГР и ЧРП в сис-

темах ЦТС и ДЦТС, а также гидравлические расчеты ТГР. Результаты проводимых расчетов и анализ использования различных схем с применением ТГР и ЧРП показали высокую эффективность, простоту и надежность использования таких схем не только в ДЦТС, но и возможность применения их в системах при ЦТС.

На практике для выбора габаритных размеров ТГР, как правило, используют упрощенный способ, основанный на общих законах гидравлики [6]. Этот расчет основан на определении диаметра поперечного сечения ТГР в зависимости от максимального расхода воды через ТГР:

$$D = 1000 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot G_{\text{ТГР}}}{3600 \cdot \pi \cdot W}}$$

где W – максимальная вертикальная скорость движения теплоносителя в ТГР, принимается 0,1 м/с; π – константа, отношение длины окружности к диаметру этой окружности, принимается 3,14; $G_{\text{г.р}}$ – расход воды через гидроразделитель, м³/ч, определяется по формуле:

$$G_{\text{г.р}} = G_{\text{в.к}} \cdot \frac{T_1 - \tau_1}{T_1 - \tau_2}$$

Здесь $G_{\text{в.к}}$ – расход теплоносителя во вторичном контуре в период наибольшей разности расходов в первичном и вторичном контурах, м³/ч; τ_1, τ_2 – температура теплоносителя во вторичном контуре на подающем и обратном трубопроводе соответственно, °С; T_1 – расчетная температура теплоносителя в первичном контуре на подающей линии, °С.

Также на практике для определения габаритных размеров ТГР используют так называемый метод «трех диаметров» и метод «чередующихся патрубков» (рис. 9).

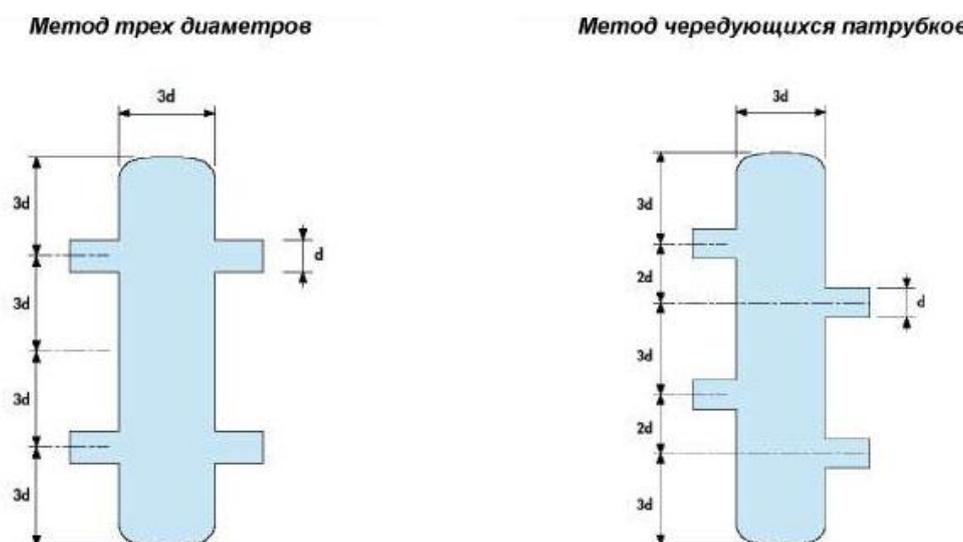


Рис. 9. Иллюстрация методов «трех диаметров» и «чередующихся патрубков»

Однако приведенные выше методы не учитывают некоторые факторы: влияние высоты ТГР на изменение температуры теплоносителя (термический градиент), влияние изменения всех габаритных размеров на гидравлический режим работы и образование застойных зон теплоносителя в ТГР и т.д.

Заключение. ТГР может быть эффективно использован в системах ДЦТС с несколькими потребителями тепловой энергии. Данное устройство имеет множество преимуществ перед независимым присоединением контуров через теплообменник, исключая гидравлическое влияние между контурами при изменении расходов теплоносителя у потребителей. Может выполнять функцию грязевика и деаэратора. Низкая стоимость, простота конструкции и высокая эффективность работы открывают большие перспективы для использования схем подключения с ТГР в системах теплоснабжения.

Библиографический список

1. СП 89.13330.2012 Котельные установки. – М.: Минрегион России, 2012.
2. СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов. – М.: Минстрой России, ГУП ЦПП, 1997.
3. Использование гидравлического разделителя при децентрализованном теплоснабжении здания // АВОК. – 2000. – № 4.
4. Р НП «АВОК» 3.3.1-2009. Автоматизированные индивидуальные тепловые пункты в зданиях взамен центральных тепловых пунктов, 2009.
5. Отчет о научно-исследовательской работе на тему: «Создание энергосберегающих систем транспортировки, распределения и потребления тепловой энергии в сетях централизованного теплоснабжения за счет разработки научно-технических основ и способов регулирования отпуска тепла» / В.П. Созинов и др. – ИГЭУ, 2011.
6. Альтшуль, А.Д. Гидравлика и аэродинамика: учебник для вузов / А.Д. Альтшуль, Л.С. Животовский, Л.П. Иванов. – М.: Стройиздат, 1987.

[К содержанию](#)